



กำลังแรงยึดของเรซินซีเมนต์ต่อผิวเรซินคอมโพสิตที่ผ่านการสัมผัสสารยึดชั่วคราวและ
ทำความสะอาดด้วยวิธีต่างๆ

**Bond Strengths of Resin Cements to Provisional Cement-Contaminated Resin
Composite Surface Cleaned by Various Methods**

อมรรัตน์ เวียงเจริญ

Amonrat Wiangcharoen

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพช่องปาก
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

**A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of
Master of Science in Oral Health Sciences**

Prince of Songkla University

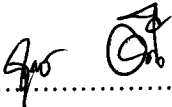
2555

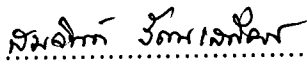
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ชื่อวิทยานิพนธ์ กำลังแรงยึดของเรซินซีเมนต์ต่อผิวเรซินคอมโพสิตที่ผ่านการสัมผัส
สารยึคชั่วคราวและทำความสะอาดด้วยวิธีต่างๆ
ผู้เขียน นางอมรรัตน์ เวียงเจริญ
สาขาวิชา วิทยาศาสตร์สุขภาพช่องปาก

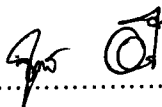
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

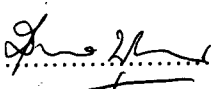
คณะกรรมการสอบ

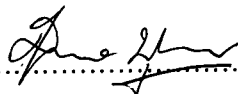

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จุฑาทิพย์ สมิตไมตรี)



.....ประธานกรรมการ
(ดร.สมจินต์ รัตนเสถียร)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

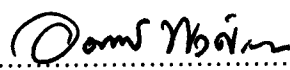

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จุฑาทิพย์ สมิตไมตรี)


.....
(ดร.สุพาณี บูรณธรรม)


.....กรรมการ
(ดร.สุพาณี บูรณธรรม)


.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุคนธ์ทิพย์ อวชันนาการ)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษา ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพช่องปาก


.....
(ศาสตราจารย์ ดร.อมรรัตน์ พงศ์ดารา)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ชื่อวิทยานิพนธ์ กำลังแรงยึดของเรซินซีเมนต์ต่อผิวเรซินคอมโพสิตที่ผ่านการสัมผัสสารยึด
ชั่วคราวและทำความสะอาดด้วยวิธีต่างๆ
ผู้เขียน นางอมรรัตน์ เวียงเจริญ
สาขาวิชา วิทยาศาสตร์สุขภาพช่องปาก
ปีการศึกษา 2554

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์: เพื่อศึกษาค่าความแข็งแรงผิวของวัสดุบูรณะเรซินคอมโพสิตเมื่อได้รับการสัมผัสซีเมนต์ชั่วคราวชนิดมียูจินอลและไม่มียูจินอล และเปรียบเทียบค่ากำลังแรงยึดของซีเมนต์เรซิน 3 ชนิดกับผิวเรซินคอมโพสิตที่ได้รับการสัมผัสด้วยซีเมนต์ชั่วคราวชนิดมียูจินอลและไม่มียูจินอลแล้วทำความสะอาดผิวเรซินคอมโพสิตด้วยวิธีต่างๆ

วัสดุและวิธีการ: การทดสอบค่าความแข็งแรงผิว เตรียมชิ้นทดสอบเรซินคอมโพสิตขนาด 10x10x3 มิลลิเมตร จำนวน 10 ชิ้น แบ่งพื้นผิวของชิ้นทดสอบเป็น 3 ส่วนเท่าๆกัน ส่วนที่ 1 ปิดทับด้วยซีเมนต์ชั่วคราวชนิดมียูจินอล ส่วนที่ 2 เป็นส่วนควบคุม และส่วนที่ 3 ปิดทับด้วยซีเมนต์ชั่วคราวชนิดไม่มียูจินอล เก็บชิ้นทดสอบที่อุณหภูมิ 37 C° เป็นเวลา 7 วัน จากนั้นนำมาทำความสะอาดพื้นผิวด้วยเครื่องมือขูด นำชิ้นทดสอบไปทำการทดสอบความแข็งแรงผิวแบบวิกเกอร์ และนำข้อมูลมาวิเคราะห์ทางสถิติ

การทดสอบค่ากำลังแรงยึดแบบไมโครเทนไซล์ เตรียมชิ้นทดสอบเรซินคอมโพสิตเป็นรูปลูกบาศก์ จำนวน 224 ชิ้น แบ่งเป็นสามกลุ่ม คือกลุ่มควบคุม (C) จำนวน 16 คู่ ไม่ต้องยึดด้วยซีเมนต์ชั่วคราว อีก 2 กลุ่มกลุ่มละ 48 คู่ยึดชิ้นทดสอบด้วยกันเป็นคู่ด้วยซีเมนต์ชั่วคราวชนิดมียูจินอล (E) และไม่มียูจินอล (NE) เก็บชิ้นทดสอบเป็นเวลา 7 วัน แล้วทำความสะอาดด้วยวิธีต่างๆ คือ 1) ใช้เครื่องมือขูด (S) 2) ใช้เครื่องมือขูดและขัดด้วยฟัมมิช (P) และ 3) ใช้เครื่องมือขูดและกรดกัด (A) ยึดชิ้นเรซินคอมโพสิตด้านที่ทำความสะอาดเข้าด้วยกันเป็นคู่ด้วยซีเมนต์เรซิน 3 ชนิดคือ ซีเมนต์ Variolink II (V) ซีเมนต์ Panavia F2.0 (P) และซีเมนต์ RelyX™ Unicem (R) หลังจากเก็บชิ้นทดสอบที่อุณหภูมิ 37 C° เป็นเวลา 7 วัน ตัดชิ้นเรซินคอมโพสิตให้ได้ชิ้นทดสอบไมโครเทนไซล์รูปนาฬิกาทรายและทดสอบค่ากำลังแรงยึด (n=20) วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ผลการทดสอบ: การทดสอบความแข็งแรงผิวพบว่า กลุ่มที่สัมผัสซีเมนต์ชั่วคราวชนิดไม่มียูจินอล (42.71 ± 2.88 เมกะปาสกาล) ให้ค่าความแข็งแรงผิวไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม (45.74 ± 3)

3.07 เมกะปาสคาล) และทั้งสองกลุ่มนี้ให้ค่าความแข็งแรงสูงกว่ากลุ่มที่สัมผัสซีเมนต์ชั่วคราวชนิด มียูจินอล (37.04 ± 2.54 เมกะปาสคาล) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.00$) ผลการทดสอบค่ากำลัง แรงยึดเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มควบคุมพบว่าซีเมนต์เรซิน Variolink® II (65.57 ± 10.52 เมกะปาสคาล) ให้ค่ากำลังแรงยึดสูงกว่าซีเมนต์เรซินอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p<0.05$) ในกลุ่ม ทดสอบส่วนใหญ่ซีเมนต์เรซิน Variolink® II ให้ค่ากำลังแรงยึดสูงกว่าการยึดด้วยซีเมนต์เรซินอีก 2 ระบบ ไม่มีความแตกต่างของค่ากำลังแรงยึดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่มที่สัมผัสซีเมนต์ ชั่วคราวทั้ง 2 ชนิด เมื่อเปรียบเทียบระหว่างวิธีทำความสะอาดในแต่ละกลุ่มซีเมนต์เรซินพบว่า วิธีทำความสะอาดไม่มีผลต่อค่ากำลังแรงยึด ยกเว้นในกลุ่มซีเมนต์ชั่วคราวชนิดมียูจินอลแล้วยึด ด้วยซีเมนต์เรซิน Panavia F2.0 พบว่าการใช้กรดกัด (EAP) (35.68 ± 9.34 เมกะปาสคาล) ทำให้ค่า กำลังแรงยึดลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

สรุป: ซีเมนต์ชั่วคราวชนิดมียูจินอลทำให้ค่าความแข็งแรงลดลง แต่ไม่มีความแตกต่างของค่ากำลังแรงยึดของเรซินคอมโพสิตที่สัมผัสซีเมนต์ชั่วคราวทั้งสองชนิดเมื่อทำความสะอาดและใช้ซีเมนต์เรซินยึดแบบเดียวกัน ซีเมนต์ระบบกรดกัดและล้างมีประสิทธิภาพในการยึดติดกับผิวเรซินคอมโพสิตสูงสุด และพบว่าวิธีทำความสะอาดไม่มีผลต่อค่ากำลังแรงยึด ยกเว้นการใช้กรดกัดแล้วยึดด้วยซีเมนต์เรซิน Panavia F2.0 ให้ค่ากำลังแรงยึดต่ำลง

Thesis Title: Bond Strengths of Resin Cements to Provisional Cement-Contaminated Resin Composite Surfaces Cleaned by Various Methods
Author: Mrs. Amonrat Wiangcharoen
Major Program: Oral Health Sciences
Academic Year: 2011

ABSTRACT

Objectives: The purposes of this study were to evaluate the surface hardness of provisional cement-contaminated resin composite surfaces and to evaluate their bond strengths to resin cements after cleaning with various methods.

Material and method: Ten 10x10x3 mm³ resin composite blocks were prepared. Each specimen was divided into 3 parts of tested surfaces as follows 1) contaminated surface with zinc oxide eugenol cement, 2) non-contaminated surface (control), and 3) contaminated surface with non-eugenol zinc oxide cement. After 7 days of storage distilled water, the cement was removed by a spoon excavator and Vickers hardness of all tested surfaces were measured. The data were statistically analyzed at 95% confidence interval.

For microtensile testing, 224 resin composite blocks were prepared. Thirty two blocks were used as the control group, in which their surfaces were not contaminated by provisional cement. Ninety six blocks were contaminated with either zinc oxide eugenol cement or non-eugenol zinc oxide cement for 7 days and then cleaned by one of the following methods: 1) a spoon excavator, 2) a spoon excavator and polishing with pumice, and 3) a spoon excavator and etching with phosphoric acid. Pairs of resin composite blocks in each group were bonded together using the following resin cement systems: Variolink II, Panavia F2.0, and RelyX Unicem. After 7 day-storage, each block was cut into 4 slabs and trimmed into hour-glass shape specimens for microtensile bond strength testing (n=20). Specimen surfaces after cleaning were observed using a scanning electron microscope. The bond strength data were statistically analyzed at 95% confidence interval.

Result: There was no statistical difference in surface hardness between the control (45.74 ± 3.07 MPa) and non-eugenol zinc oxide contaminated groups (42.71 ± 2.88 MPa),
(5)

and these two groups exhibited significantly higher hardness values than that of the zinc oxide eugenol contaminated group (37.04 ± 2.54 MPa)($p=0.00$). The resin composites bonded with Variolink II provided the highest bond strength compared to Panavia F2.0 and RelyX Unicem. There were no significant differences in bond strength values between zinc oxide eugenol and non-eugenol zinc oxide contaminated groups, as well as among the three cleaning methods, except the group that bonded with Panavia F2.0, where it was found that phosphoric acid etching statistically lower the bond strength (35.68 ± 9.34 MPa) ($p<0.05$).

Conclusion: Zinc oxide eugenol cement could lower the hardness of resin composite surfaces. The etch-and-rinse cement system, Variolink II, provided the highest bond strength to the resin composite. Cleaning methods did not affect the bond strengths of resin cement to resin composite surfaces, except for Panavia F2.0, and cleaning by phosphoric acid etching provided the weakest bond.

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(8)
รายการตาราง	(9)
รายการรูป	(10)
บทที่	
1. บทนำ	1
บทนำต้นเรื่อง	1
การทบทวนวรรณกรรม	2
วัตถุประสงค์	14
2. วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการ	16
3. ผลการวิจัย	32
4. บทวิจารณ์และข้อเสนอแนะ	43
5. บทสรุป	48
เอกสารอ้างอิง	49
ภาคผนวก	55
ประวัติผู้เขียน	77

รายการตาราง

ตารางที่	หน้า
1. แสดงคุณสมบัติทางกายภาพของวัสดุบุรณะแกนฟัน	6
2. แสดงส่วนประกอบซีเมนต์ยึดชิ้นงานบุรณะแบบชั่วคราว	7
3. แสดงส่วนประกอบเรซินคอมโพสิตสำหรับบุรณะแกนฟัน	18
4. แสดงขั้นตอนการใช้เรซินซีเมนต์ตามบริษัทผู้ผลิตแนะนำ	27
5. แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานค่าความแข็งผิววิกเกอร์ (HV)	32
6. ค่าเฉลี่ยค่ากำลังแรงยึดแบบไมโครเทนไซล์ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของวัสดุบุรณะเรซินคอมโพสิต	33
7. แสดงค่าเฉลี่ยความแข็งผิวเรซินคอมโพสิต	56
8. แสดงค่าสถิติความแข็งผิวเรซินคอมโพสิต	57
9. แสดงค่าเฉลี่ยของการทดสอบค่ากำลังแรงยึดแบบไมโครเทนไซล์ของกลุ่มควบคุม	58
10. แสดงค่าสถิติกำลังแรงยึดแบบไมโครเทนไซล์กลุ่มควบคุม	59
11. แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนสามทาง	60
12. แสดงค่าเฉลี่ยของการทดสอบค่ากำลังแรงยึดแบบไมโครเทนไซล์ของการทำ ความสะอาดพื้นผิวด้วยวิธีต่าง	61
13. แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบค่ากำลังแรงยึดแบบไมโครเทนไซล์ ของกลุ่มทดสอบทั้ง 18 กลุ่ม และระหว่างกลุ่มทดสอบกับกลุ่มควบคุมของแต่ละ ซีเมนต์เรซิน	63

รายการรูป

รูปที่	หน้า
1. ตัวอย่างของเรซิน คอมโพสิตที่ใช้บูรณะแกนฟัน Parapost Para-Core [®] automix	5
2. ตัวอย่างของเรซิน คอมโพสิตที่ใช้บูรณะแกนฟัน LuxaCore [®] automix	5
3. ซีเมนต์เรซินระบบกรดกัดและล้าง	11
4. ซีเมนต์เรซินระบบเซล์ฟเอช	11
5. ซีเมนต์เรซินระบบเซล์ฟแอคทีซีฟ	11
6. กลไกการยับยั้งปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์ของสารยูจินอล	12
7. เรซินคอมโพสิตสำหรับบูรณะฟันหลักและตัวแบบซิลิโคน	18
8. แบ่งส่วนการทดสอบชิ้นเรซินคอมโพสิต	19
9. เครื่องมือวัดและทดสอบความแข็งผิว	19
10. ลักษณะรอยกจากการทดสอบค่าความแข็งผิวแบบวิกเกอร์	20
11. ลักษณะชิ้นทดสอบและตำแหน่งกดชิ้นทดสอบ	20
12. วัสดุเรซินคอมโพสิตและแบบหล่อโลหะ	21
13. ชิ้นทดสอบเรซินคอมโพสิต	21
14. เรซินคอมโพสิตยึดซีเมนต์ชั่วคราว	22
15. ชุดวัสดุอุปกรณ์ทำความสะอาดพื้นผิวเรซินคอมโพสิต	24
16. ชนิดของซีเมนต์เรซินที่ใช้ในการทดลอง	26
17. เครื่องตัดชิ้นงาน	29
18. ตัดแยกชิ้นทดสอบ	29
19. ลักษณะรูปร่างชิ้นทดสอบ	30
20. เครื่องทดสอบแรงแบบอเนกประสงค์	30
21. ผลการทดสอบค่ากำลังแรงยึดแบบไมโครเทนไซล์ของกลุ่มควบคุม	35
22. ผลการทดสอบค่ากำลังแรงยึดแบบไมโครเทนไซล์ของ กลุ่มควบคุมและทำความสะอาดวิธีเดียวกัน หลังสัมผัสซีเมนต์ชั่วคราวทั้งสองชนิด แล้วยึดด้วยซีเมนต์เรซินชนิดต่างๆ	36
23. ผลการทดสอบค่ากำลังแรงยึดแบบไมโครเทนไซล์ของกลุ่มควบคุมและทำความสะอาดวิธีต่างกันหลังสัมผัสซีเมนต์ชั่วคราวชนิดเดียวกัน แล้วยึดด้วยซีเมนต์เรซินระบบต่างๆ	37

รายการรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
24. ผลการทดสอบค่ากำลังแรงยึดแบบไมโครเทนไซล์ของวิธีทำความสะอาด พื้นผิวทั้ง 3 วิธี หลังจากสัมผัสซีเมนต์ยัดชั่วคราวชนิดมีและไม่มียูจินอลแล้วยึดด้วย ซีเมนต์ เรซิน 3 ระบบ	38
25. เปรียบเทียบพื้นผิวเรซินคอมโพสิตที่กำลังขยาย 100 เท่า	40
26. เปรียบเทียบพื้นผิวเรซินคอมโพสิตที่กำลังขยาย 500 เท่า	41
27. เปรียบเทียบพื้นผิวเรซินคอมโพสิตที่กำลังขยาย 2,000 เท่า	42

บทที่ 1

บทนำ

บทนำต้นเรื่อง

ปัจจุบันการบูรณะฟันด้วยฟันเทียมติดแน่นเพื่อทดแทนเนื้อฟันที่สูญเสียไปได้รับความนิยมนำมาใช้มากขึ้นหากฟันหลักมีการสูญเสียเนื้อฟันไปค่อนข้างมาก จำเป็นต้องทำการบูรณะก่อนเพื่อให้เป็นหลักยึดที่ดีของฟันเทียมติดแน่นได้ Shillingburg และคณะ¹ กล่าวว่า การบูรณะฟันหลักเมื่อเกิดมีการสูญเสียเนื้อฟันส่วนตัวฟันไปประมาณครึ่งหนึ่งหรือมากกว่าให้กลับมามีรูปร่างและสามารถใช้งานได้เหมือนเดิม นั้น จะต้องคำนึงถึงคุณสมบัติของวัสดุที่นำมาบูรณะฟันหลักเป็นสำคัญด้วย ปัจจุบันมีการใช้วัสดุบูรณะเรซินคอมโพสิตในการบูรณะฟันหลักมากขึ้นเนื่องจากมีข้อดีคือสามารถยึดติดได้ดีทั้งกับเนื้อฟันและเดือยฟันสำเร็จรูปชนิดเสริมเส้นใย สามารถต้านทานต่อแรงอัดและแรงดึงได้ดี^{2,3} สามารถกรอเตรียมฟันหลักของฟันเทียมติดแน่นได้ทันทีหลังจากปฏิบัติการเกิดพอลิเมอร์สมบูรณ์⁴ ซึ่งปัจจุบันจะนิยมวัสดุที่ก่อตัวได้สองวิธี คือด้วยแสงและปฏิบัติการเคมีทำให้เพิ่มระยะเวลาการทำงาน และทำให้แข็งตัวได้ทันทีหลังจากฉายแสง

นอกจากความนิยมในการนำเรซินคอมโพสิตมาใช้เป็นวัสดุบูรณะแกนฟัน (core materials) แล้วยังมีการใช้วัสดุประเภทเรซินเพื่อยึดฟันเทียมติดแน่น เนื่องจากซีเมนต์เรซินมีการละลายในช่องปากต่ำ มีการยึดติดกับฟันโดยการยึดเกี่ยวเชิงกลระดับไมครอน ทนแรงอัดและแรงดึงได้ดีทำให้สามารถยึดติดกับครอบฟันที่มีการกรอแต่งเนื้อฟันไม่เป็นไปตามลักษณะที่เหมาะสมเช่นค่อนข้างเตี้ยหรือมีความสบมากไป^{5, 6} จากการศึกษาที่ผ่านมาพบข้อจำกัดของการใช้วัสดุบูรณะประเภทเรซินคือ เมื่อได้รับการสัมผัสกับซีเมนต์ชั่วคราวที่มียูจินอล จะลดความสามารถในการยึดติดกับเนื้อฟัน^{7, 8} ซึ่งผู้วิจัยกล่าวว่าเกิดจากสารยูจินอลไปยับยั้งปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์ของเรซินเพื่อลดปัญหาที่เกิดขึ้นจึงมีการพัฒนาซีเมนต์ชั่วคราวชนิดที่ไม่มียูจินอลมาใช้ในงานในกรณีที่จะใช้ซีเมนต์เรซินยึดกับฟันเทียมติดแน่น อย่างไรก็ตามยังคงมีการศึกษาที่พบว่าซีเมนต์ชั่วคราวทั้งชนิดที่มีและไม่มียูจินอลเป็นส่วนประกอบทำให้ความสามารถในการยึดติดกับเนื้อฟันของซีเมนต์เรซินลดลง ซึ่งอาจเกิดจากซีเมนต์ชั่วคราวที่ตกค้างไปยับยั้งการเกิดเรซินแท้ในหลอดฝอยเนื้อฟัน และยับยั้งการเกิดชั้นไฮบริดในเนื้อฟันซึ่งเป็นกลไกสำคัญในการยึดติด⁹ มีงานวิจัยหลายงานทำขึ้นเพื่อศึกษาหาวิธีการที่มีประสิทธิภาพในการทำความสะอาดพื้นผิวที่สัมผัสกับซีเมนต์ชั่วคราวโดยการศึกษาที่ผ่านมาส่วนใหญ่จะมุ่งเน้นไปที่การศึกษาวิธีการทำความสะอาดพื้นผิวเนื้อฟัน¹⁰⁻¹² แต่

นอกเหนือจากส่วนของเนื้อฟันธรรมชาติ ยังมีส่วนของวัสดุบูรณะทดแทนเนื้อฟันที่สูญเสียไป ซึ่งลักษณะพื้นผิว ความแข็งผิวของเนื้อฟันและวัสดุบูรณะมีความแตกต่างกัน ผลของวิธีการทำความสะอาดพื้นผิววัสดุบูรณะที่สัมผัสซีเมนต์ชั่วคราวต่อการยึดของซีเมนต์เรซินอาจแตกต่างกับผลการวิจัยที่ได้จากการทำบนผิวฟันธรรมชาติ นอกจากนี้การพัฒนาซีเมนต์เรซินระบบใหม่แบบที่ไม่ต้องใช้กรดกัดและล้าง อาจส่งผลต่อประสิทธิภาพการยึดติดของซีเมนต์เรซินที่แตกต่างกันไปถ้าวิธีการทำความสะอาดพื้นผิวแตกต่างกัน ดังนั้นการศึกษาถึงผลของวิธีการทำความสะอาดพื้นผิวเรซินคอมโพสิตที่สัมผัสซีเมนต์ชั่วคราวทั้งที่มีและไม่มียูจินอลต่อประสิทธิภาพการยึดติดของซีเมนต์เรซินแต่ละระบบจึงมีความสำคัญ และสามารถใช้เป็นแนวทางในการทำงานทางคลินิกของทันตแพทย์ได้

การทบทวนวรรณกรรม

วัสดุบูรณะแกนฟัน

ในการทำงานด้านทันตกรรมประดิษฐ์ติดแน่น ฟันหลักส่วนใหญ่อาจมีการสูญเสียเนื้อฟันไปมากเนื่องจากสาเหตุต่างๆเช่น ฟันผุ อุบัติเหตุ หรือเป็นฟันที่เคยผ่านการบูรณะมาก่อน จึงจำเป็นต้องเตรียมฟันก่อนเพื่อให้เป็นหลักยึดที่เหมาะสมสำหรับฟันเทียมติดแน่นชนิดครอบฟันหรือสะพานฟัน Wiskott และคณะ^{13, 14} แนะนำว่าจำเป็นต้องมีการเตรียมลักษณะของฟันหลักให้สามารถต้านทานการหลุดของฟันเทียมติดแน่นในทุกทิศทางของแนวแรงเพื่อให้ฟันเทียมติดแน่นสามารถยึดอยู่ได้ ซึ่งวัสดุที่จะนำมาบูรณะในการเตรียมฟันหลักควรมีคุณสมบัติที่ดีพอคือ มีความแข็งแรงสามารถต้านทานแรงบดเคี้ยวภายในช่องปากได้ ไม่เปลี่ยนรูปร่างเมื่อมีการบดเคี้ยว¹⁵ มีสัมประสิทธิ์การขยายตัวด้วยความร้อนใกล้เคียงกับเนื้อฟันเพื่อลดการเกิดการรั่วซึมที่ส่วนรอยต่อระหว่างวัสดุบูรณะกับพื้นผิวของฟัน¹⁶ มีขั้นตอนการทำที่ไม่ยุ่งยาก มีความสามารถในการยึดติดกับเนื้อฟัน และต้านทานต่อการแตกหักในเนื้อของตัววัสดุเอง^{17,18} วัสดุควรที่จะคงรูปร่างได้ดี และมีการดูดซึมน้ำได้น้อย ทำให้ไม่เกิดการขยายตัวของวัสดุบูรณะอันจะส่งผลต่อความไม่เหมาะสมของบริเวณขอบของฟันเทียมติดแน่น¹⁹⁻²¹ นอกจากนี้วัสดุบูรณะฟันควรมีความสามารถป้องกันการเกิดฟันผุได้²² ปัจจุบันวัสดุทางทันตกรรมที่นำมาใช้บูรณะแกนฟันเพื่อทดแทนส่วนเนื้อฟันที่สูญเสียไปก่อนการเตรียมฟันหลักสำหรับฟันเทียมติดแน่นได้แก่ วัสดุอะมัลกัม เรซินคอมโพสิต และวัสดุกลุ่มกลาสไอโอโนเมอร์ (ตารางที่ 1)

อะมัลกัม เกิดจากการนำโลหะเจือเงินผสมกับปรอท มีคุณสมบัติทางกายภาพและความแข็งแรงที่^{15, 23} เป็นวัสดุที่ใช้ทำแกนฟันมาเป็นเวลานานและมีรายงานผลสำเร็จสูง เหมาะ

สำหรับฟันที่ต้องรับแรงบดเคี้ยวมากเพราะมีความทนแรงอัดได้มากกว่า 300 เมกะปาสคาล²⁴ แต่จำเป็นต้องรอให้วัสดุแข็งตัวหลังจาก 24 ชั่วโมง ทำให้เป็นข้อดีของวัสดุชนิดนี้คือระยะเริ่มต้นของการแข็งตัวของวัสดุจะมีความสามารถในการต้านทานต่อการแตกหักได้ดี ปัจจุบัน อะมัลกัมที่นิยมใช้เป็นชนิดที่มีปริมาณทองแดงมาก (high copper alloy) คือมีปริมาณทองแดงประมาณร้อยละ 12-30 มีระยะการก่อตัวสั้น ข้อเสียของอะมัลกัมที่ทำให้ความนิยมนลดลงคือ มีความเป็นพิษต่อเนื้อเยื่อ²⁵ สีของอะมัลกัมมีสีเทาเงินอาจส่งผลกระทบต่อความสวยงามของงานบูรณะติดแน่นกรณีที่ใช้วัสดุชนิดเซรามิกล้วน (all ceramic crown) และอะมัลกัมยังสามารถเกิดภาวะกัดกร่อน (corrosion) เนื่องจากในวัสดุอะมัลกัม ประกอบด้วยโลหะหลายชนิด หลายลักษณะ ตลอดจนโครงสร้างที่ไม่เป็นเนื้อเดียวกัน ประกอบกับการมีน้ำลายเป็นอิเล็กโทรไลต์จึงทำให้เกิดมีเซลล์กัดกร่อน (corrosion cell) ซึ่งสามารถเข้าไปอยู่ภายในท่อเนื้อฟันเป็นผลทำให้ฟันเปลี่ยนสีมีผลกระทบต่อความสวยงาม และเมื่อเทียบกับวัสดุบูรณะกลาสไอโอโนเมอร์และเรซินคอมโพสิตแล้ว วัสดุยังขาดคุณสมบัติในการยึดติดกับเนื้อฟัน²⁶

กลาสไอโอโนเมอร์ เป็นวัสดุบูรณะสีเหมือนฟันที่นิยมใช้ในการบูรณะฟันหน้าหรือฟันหลังที่ไม่ต้องรับแรงมาก ซึ่งวัสดุมีข้อดีที่สามารถยึดติดกับเคลือบฟันและเนื้อฟันด้วยพันธะทางเคมี (chemical bond) โดยปฏิกิริยาแลกเปลี่ยนไอออน (ionic exchange) สามารถปลดปล่อยฟลูออไรด์ (fluoride release) ทำให้สามารถป้องกันฟันผุได้ แต่ข้อเสียของวัสดุกลาสไอโอโนเมอร์ชนิดดั้งเดิม คือใช้เวลานานกว่าจะแข็งตัวเต็มที่ การแข็งตัวเริ่มต้นใช้เวลาประมาณ 4-6 นาทีและการแข็งตัวเต็มที่ใช้เวลา 24 ชั่วโมงจึงจะทำการขัดแต่งได้ กลาสไอโอโนเมอร์ละลายในน้ำค่อนข้างมากมีความสามารถทนแรงอัดที่ต่ำ 10-20 เมกะปาสคาล²⁷ จึงมีการปรับปรุงเป็นกลาสไอโอโนเมอร์ชนิดดัดแปลงด้วยเรซิน โดยการเติมเรซินชนิดฉายแสงเข้าไปประมาณร้อยละ 10 ซึ่งข้อดีคือมีระยะเวลาก่อตัวเริ่มแรกทันทีที่ฉายแสง ต้านทานการละลายน้ำดีขึ้น ส่วนคุณสมบัติด้านอื่นๆ ไม่มีความแตกต่างจากชนิดที่มีอยู่เดิม²⁸ นอกจากนี้ยังมีกลาสไอโอโนเมอร์ชนิดเพิ่มความแข็งแรงด้วยโลหะ โดยวิธีการหลอมอนุภาคเงิน (silver particle) ประมาณร้อยละ 40 โดยน้ำหนักเข้ากับผงแก้วเรียกกลาสไอโอโนเมอร์ชนิดนี้ว่า เซอร์เมต (cermet) มีข้อดีคือ มีความแข็งแรง การผสมโลหะเงินเข้าไปทำให้เพิ่มความทนแรงอัดและทนแรงตัดขวางได้มากกว่าวัสดุกลาสไอโอโนเมอร์ ชนิดดั้งเดิมได้สูงถึง 32 เมกะปาสคาล²⁹ สามารถกรอแต่งฟันหลักได้ทันทีภายหลังการบูรณะ มีสีต่างจากตัวฟันทำให้สังเกตเห็นได้ง่าย มีการยึดติดกับฟันด้วยพันธะเคมีชนิดไอออนิกบอนด์ (ionic bond) และยังสามารถปลดปล่อยฟลูออไรด์ได้ค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเหวี่ยงความร้อนใกล้เคียงกับเนื้อฟัน ส่วนข้อเสียคือ มีความไวต่อความชื้น ละลายน้ำได้จึงไม่ควรไว้ในบริเวณที่ควบคุมความชื้นไม่ได้ ถึงแม้จะมีความแข็งแรงมากขึ้นแต่ความทนต่อแรงอัดและแรงตัดได้ค่อนข้างต่ำเมื่อเทียบกับอะมัลกัมและ

เรซินคอมโพสิต ดังนั้นจึงไม่ควรใช้ในการบูรณะทดแทนเนื้อฟันที่สูญเสียไปเป็นปริมาณมาก^{30, 31} มีข้อบ่งชี้ให้ใช้กลาสไอโอไอโนเมอร์เป็นวัสดุบูรณะแทนฟันในกรณีที่มีความหนาของวัสดุที่ใช้ทำแกนฟันเพียงพอ มีเนื้อฟันที่ที่เหลืออยู่มาก สามารถควบคุมความชื้นได้ และต้องการควบคุมการเกิดฟันผุ

เรซินคอมโพสิตเป็นวัสดุที่นิยมใช้มากขึ้นในการบูรณะฟันหลัก เรซินคอมโพสิตมีส่วนประกอบหลักคือ ส่วนเมทริกซ์ (matrix phase) ซึ่งเป็นไดเมทาคริเลท (dimethacrylate resin) เช่น บิสจีเอ็มเอเรซิน (Bis GMA resin) ยูดีเอ็มเอเรซิน (UDMA resin) ส่วนเรซินเมทริกซ์มีบทบาทสำคัญในการทำให้ เรซินคอมโพสิตแข็งตัวด้วยปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์ (polymerization) ส่วนอัดแทรก (filler phase) ใส่เพื่อเพิ่มความแข็งแรงให้กับวัสดุ วัสดุอัดแทรกส่วนใหญ่ทำมาจากแก้วชนิดต่างๆ (glass filler) วัสดุอัดแทรกเป็นส่วนสำคัญต่อคุณสมบัติของเรซินคอมโพสิต ข้อดีของเรซินคอมโพสิตคือสามารถยึดติดได้ดีทั้งกับเนื้อฟัน ซีเมนต์เรซิน และเคลือบฟันสำเร็จรูปชนิดเสริมเส้นใย สามารถต้านทานต่อแรงดึงได้ดี สามารถรองแต่งฟันหลักของครอบฟันได้ทันทีหลังจากปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์ไรเซชัน⁴ และจากการทดลองการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิแบบร้อนสลับเย็น (thermocycling) ซึ่งเป็นวิธีการทดลองทางห้องปฏิบัติการเพื่อเลียนแบบสภาวะภายในช่องปาก พบว่าเรซินคอมโพสิตชนิดที่มีฟลูออไรด์ (Fluorocore, L.D. Caulk Division, Dentsply Int., Milford, DE) สามารถต้านทานต่อการแตกหักได้ดีกว่าอะมัลกัมเนื่องจากวัสดุมีความเหนียวที่มากกว่า^{32, 33} ส่วนข้อด้อยของวัสดุชนิดนี้คือเกิดการหดตัวหลังจากกระบวนการเกิดพอลิเมอร์ (polymerization shrinkage) สามารถดูดซับน้ำทำให้เกิดการขยายตัวของวัสดุเกิดมีรอยร้าวซึมตามขอบรอยต่อระหว่างเนื้อฟันกับวัสดุบูรณะได้¹⁹⁻²¹ เรซินคอมโพสิตที่นำมาบูรณะแทนฟันมีหลายรูปแบบ คือ ชนิดมีความหนืดต่ำไหลแผ่ได้ดี (flowable resin composite) สามารถไหลแผ่แนบสนิทกับผนังโพรงฟันและเคลือบฟัน เกิดฟองอากาศในเนื้อวัสดุน้อย แต่มีการหดตัวสูงหลังจากปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์ ส่วนเรซินคอมโพสิตชนิดที่มีการเติมส่วนอัดแทรกมาก (high-filled hybrid resin composite) ทำให้มีความหนืดสูงยากต่อการทำให้แนบสนิทกับผนังโพรงฟัน แต่จากการศึกษาความแข็งแรงของวัสดุและความสามารถในการยึดติดเคลือบฟันสำเร็จรูป พบว่าเรซินคอมโพสิตชนิดมีความหนืดต่ำมีคุณสมบัติดีกว่าเรซินคอมโพสิตที่มีการเติมส่วนอัดแทรกมาก หรือชนิดความหนืดสูง^{3, 34} ดังนั้นเรซินคอมโพสิตชนิดความหนืดต่ำอาจไม่ใช่วัสดุที่เหมาะสมในการใช้บูรณะแทนฟัน ปัจจุบันได้มีการพัฒนาเรซินคอมโพสิตสำหรับบูรณะแทนฟันเพื่อเป็นหลักยึดฟันเทียมติดแน่นให้มีคุณสมบัติในการไหลแผ่ได้ดีและใส่วัสดุอัดแทรกมากขึ้นเพื่อเพิ่มความแข็งแรงให้กับวัสดุ นอกจากนี้มีการเพิ่มคุณสมบัติปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์ให้เกิดขึ้นได้จากการบ่มตัวด้วยตัวเองหรือบ่มตัวด้วยปฏิกิริยาเคมี (self-cure) จากการบ่มตัวด้วยแสง (light-cure) หรือบ่มตัวแบบสองระบบ (dual-cure) ซึ่งสามารถตอบสนองต่อการใช้งานได้อย่างดี คือในโพรงรากฟันที่ลึกๆแสงไม่สามารถเข้าถึงก็สามารถบ่มได้

ด้วยตัวเอง ส่วนด้านบนที่แสงกระตุ้นให้เกิดการบ่มตัวก็สามารถถอดเตรียมฟันหลักได้ทันที หลังจากปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์สมบูรณ์ ถึงแม้ว่าเรซินคอมโพสิตชนิดบ่มตัวทั้งสองระบบสามารถบ่มตัวได้โดยไม่ต้องมีการฉายแสง แต่จากการศึกษาก็พบว่าการฉายแสงทำให้เรซินคอมโพสิตมีคุณสมบัติความแข็งผิวและการยึดติดกับเซรามิกที่ดีกว่า^{35, 36} ซึ่งในระยะหลังๆ วัสดุบูรณะแกนฟันจะทำมาในรูปแบบ 2 หลอดมีการบ่มตัวแบบสองระบบ และมาพร้อมกับหลอดผสม (Automix Syringe tip) เพื่อความสะดวกในการใช้งาน นอกจากนี้ยังพัฒนาให้มีมอดูลัสแรงอัดและความสามารถทนแรงดึงเพิ่มมากขึ้นจากเรซินคอมโพสิตโดยทั่วไปด้วย^{2, 3} ตัวอย่างของเรซินคอมโพสิตที่ใช้บูรณะแกนฟันเช่น Parapost Para-Core[®] automix (Coltene Whaledent, Altstatten, Switzerland) (รูปที่ 1) และ LuxaCore[®] automix (DMG, Hamburg, Germany) (รูปที่ 2)



รูปที่ 1 แสดงเรซินคอมโพสิตที่ใช้บูรณะฟันหลัก Parapost Para-Core[®] automix



รูปที่ 2 แสดงเรซินคอมโพสิตที่ใช้บูรณะฟันหลัก LuxaCore[®] automix

ตารางที่ 1 แสดงคุณสมบัติทางกายภาพของวัสดุบูรณะแกนฟัน

วัสดุบูรณะแกนฟัน	ค่ากำลังแรงอัด (MPa)	ค่ากำลังแรงดึง (MPa)	มอดุลัสของสภาพ ยืดหยุ่น (MPa x 10 ³)
อะมัลกัม	มากกว่า 300	51	15-40
กลาสไอโอโนเมอร์	150	15	20
เรซินคอมโพสิต	250-320	35-40	5-13

ซีเมนต์ที่ใช้ยึดทางทันตกรรม

ซีเมนต์ที่ใช้ยึดทางทันตกรรมแบ่งออกได้ตามลักษณะการเกิดปฏิกิริยาก่อตัวคือ ชนิดที่ก่อตัวด้วยปฏิกิริยากรด-เบส (acid base reaction) ได้แก่ ซีเมนต์ซิงค์ฟอสเฟต (zinc phosphate cement) ซีเมนต์ซิงค์พอลีคาร์บอกซิเลต (zinc polycarboxylate cement) ซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ (glass ionomer cement) ซีเมนต์ซิงค์ออกไซด์ยูจีนอล (zinc oxide eugenol cement) ซีเมนต์ซิงค์ออกไซด์ชนิดไม่มียูจีนอล (zinc oxide noneugenol cement) ซีเมนต์ที่ก่อตัวด้วยปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์ ได้แก่ ซีเมนต์เรซิน (resin cement) และสุดท้ายปฏิกิริยาเชิงซ้อนซึ่งเกิดได้ทั้งปฏิกิริยากรด-เบส และการเกิดพอลิเมอร์ ได้แก่ ซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ดัดแปลงด้วยเรซิน (resin-modified glass ionomer cement) Rosenthal และคณะ³⁷ แนะนำหลักในการเลือกใช้ซีเมนต์ว่าควรมีความเข้ากันได้ทางชีวภาพกับฟันและเนื้อเยื่อในช่องปาก ป้องกันการเกิดคราบจุลินทรีย์และฟันผุ ด้านทานต่อการกรอขรุขระ มีความแข็งแรงที่ดีด้านทานต่อแรงที่จะมากระทำต่อวัสดุบูรณะตลอดอายุการใช้งาน ละลายตัวในน้ำน้อย และไม่มีกรดซึมเข้า มีความสามารถในการยึดติดดี มีความทึบแสง ให้ความสวยงาม วิธีการใช้งานง่าย มีความหนาและความหนืดที่เหมาะสมและราคาถูก

ซีเมนต์ที่ใช้ยึดชิ้นงานบูรณะมี 2 แบบคือ ชนิดที่ใช้ยึดชั่วคราว หมายถึง ซีเมนต์ที่ใช้ยึดระหว่างการปฏิบัติงานที่ยังจำเป็นต้องรื้อตัวฟันเทียมติดแน่นหรือวัสดุบูรณะที่ติดอยู่กับตัวฟันออกอีกเพื่อทำการบูรณะขั้นต่อไป ชนิดยึดถาวร หมายถึง ซีเมนต์ที่ใช้ยึดฟันเทียมติดแน่นในขั้นสุดท้ายของการปฏิบัติงาน ต้องการให้ชิ้นงานอยู่อย่างถาวรในช่องปาก

ซีเมนต์ที่นิยมนำมาใช้ยึดชิ้นงานบูรณะติดแน่นแบบชั่วคราวคือ ซีเมนต์ซิงค์ออกไซด์ยูจีนอล (zinc oxide eugenol) เริ่มมีการแนะนำให้ใช้ในทางทันตกรรมปีคริสต์ศักราช 1890 หลอดเบสประกอบด้วย ซิงค์ออกไซด์ (zinc oxide) ประมาณร้อยละ 69 ชั้นสน (white rosin) ช่วยลด

ความเปราะ ซิงค์อะซิเตต (zinc acetate) เพิ่มความแข็งแรงและเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา หลอดตัวเร่งปฏิกิริยาประกอบด้วยยูจีนอล ประมาณร้อยละ 85 และน้ำมันมะกอก ประมาณร้อยละ 15 เมื่อมีการผสมกันระหว่างซิงค์ออกไซด์กับยูจีนอลเกิดปฏิกิริยาแบบคีเลชัน (chelation) ได้เป็นสารประกอบซิงค์ออกไซด์ยูจีนโนเลต (zinc eugenolate) ระยะเวลาการก่อตัวสิ้นสุดเฉลี่ยประมาณ 6-10 นาที ความเปราะลดลงมีค่าเป็นกลางเท่ากับ 7 จึงไม่ระคายเคืองหรือทำอันตรายต่อเนื้อเยื่อในฟัน จากการศึกษาของ Hume WR. ปี 1988 พบว่า ซีเมนต์ชั่วคราวชนิดมียูจีนอลสามารถซึมผ่านท่อเนื้อฟันได้มากที่สุดในวันแรกของการสัมผัส จากนั้นจะลดลงและคงที่เมื่อเวลาผ่านไปมากกว่า 7 วันซึ่งผลของค่ากำลังแรงยึดจะแปรผกผันกันคือ เมื่อเวลาผ่านไปมากขึ้นค่ากำลังแรงยึดของซีเมนต์ซิงค์ออกไซด์ยูจีนโนเลตก็ลดลง³⁸ เมื่อซีเมนต์แข็งตัวมีความทนแรงอัดได้ไม่เกิน 15 เมกะปาสกาล หลังจากปฏิกิริยาทางเคมีสิ้นสุดลงจะพบว่ามีผงซิงค์ออกไซด์และยูจีนอลที่ตกค้างยังไม่ทำปฏิกิริยากระจายอยู่ทั่วไปในเนื้อของสารประกอบซิงค์ออกไซด์ยูจีนโนเลต³⁹ ซึ่งมีงานวิจัยที่กล่าวว่าสารยูจีนอลที่เหลือตกค้างนี้อาจจะยับยั้งปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์ของวัสดุชนิดเรซินส่งผลให้ค่ากำลังแรงเฉือนและแรงดึงของวัสดุบูรณะแกนฟันชนิดเรซินลดลง⁴⁰ จึงมีการผลิตซีเมนต์ซิงค์ออกไซด์ชนิดไม่มียูจีนอล (non-eugenol zinc oxide) ขึ้นมาเพื่อลดข้อด้อยที่เกิดขึ้นกับปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์ของวัสดุชนิดเรซิน^{7, 8, 41} โดยหลอดเบสประกอบด้วยซิงค์ออกไซด์เหมือนเดิม และส่วนหลอดตัวเร่งปฏิกิริยาประกอบด้วยน้ำมันหอม อาจผสมน้ำมันมะกอก ปีโตรเลียมเจลลี่ กรดโอเลอิก และจีผึ้ง (ตารางที่ 2) ยังมีเวลาก่อตัวนานกว่าและกำลังแรงอัดต่ำกว่าซีเมนต์ซิงค์ออกไซด์ยูจีนโนล^{5, 42} ซึ่งปัจจุบันบริษัทผู้ผลิตทำมาในรูปแบบ 2 หลอดผสมกันเพื่อความสะดวกในการใช้งาน

ตารางที่ 2 แสดงส่วนประกอบซีเมนต์ยึดชิ้นงานบูรณะแบบชั่วคราว^{5, 42}

ซีเมนต์ยึดชั่วคราว	ส่วนประกอบ	
	หลอดเบส (Base)	หลอดตัวเร่งปฏิกิริยา (Catalyst)
ซีเมนต์ซิงค์ออกไซด์ยูจีนอล	ซิงค์ออกไซด์ ร้อยละ 69 ชันสน ร้อยละ 29.3 ซิงค์อะซิเตต ร้อยละ 0.7	ยูจีนอล ร้อยละ 85 น้ำมันมะกอก ร้อยละ 15
ซีเมนต์ซิงค์ออกไซด์ชนิดไม่มียูจีนอล	ซิงค์ออกไซด์ ร้อยละ 69 ชันสน ร้อยละ 29.3 ซิงค์อะซิเตต ร้อยละ 0.7	น้ำมันหอม น้ำมันมะกอก ปีโตรเลียมเจลลี่ กรดโอเลอิก จีผึ้ง

ส่วนซีเมนต์ที่นำมาใช้ขึ้นงานบูรณะแบบถาวรมีหลายชนิด ได้แก่ ซิงค์ฟอสเฟต ซิงค์พอลีคาร์บอกซิเลต กลาสไอโอโนเมอร์ กลาสไอโอโนเมอร์ดัดแปลงด้วยเรซิน และเรซิน

ซีเมนต์ซิงค์ฟอสเฟต เป็นซีเมนต์ที่มีประวัติการใช้มาตั้งแต่ศตวรรษที่ 19 ซีเมนต์ซิงค์ฟอสเฟตมีการไหลแผ่ที่ดี มีค่าความหนาแน่นฟิล์มต่ำคือ 25 ไมครอน มีรายงานผลการวิจัยถึงความสำเร็จสูง³⁷ แต่มีข้อด้อยคือความทนแรงดึงของซีเมนต์ค่อนข้างต่ำ มีค่าประมาณ 5-7 เมกะปาสคาล มีค่ากำลังแรงยึดกับผิวฟันค่อนข้างต่ำเมื่อเทียบกับซีเมนต์เรซิน หรือ กลาสไอโอโนเมอร์³⁸ มีความสามารถในการละลายสูง มีความเป็นกรดสูง กรดฟอสฟอริกที่ตกค้างจากการทำปฏิกิริยาสามารถแทรกซึมลงไปเนื้อฟันได้ลึกถึง 0.5 มิลลิเมตร ซึ่งอาจเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้เกิดการเสียวฟันได้ขณะใส่หรือภายหลังใส่ซีเมนต์ นิยมใช้ในฟันที่รักษาคลองรากฟันแล้ว และมีการเตรียมฟันให้ได้รับการยึดอยู่ที่เพียงพอ

ซีเมนต์ซิงค์พอลีคาร์บอกซิเลต เป็นที่รู้จักในปีคริสต์ศักราช 1960 เป็นซีเมนต์ที่เกิดจากการดัดแปลงซีเมนต์ซิงค์ฟอสเฟตซึ่งมีความแข็งแรงแต่มีสภาพเป็นกรดสูง โดยใช้ส่วนเหลวเป็นกรดโมเลกุลใหญ่คือ กรดพอลิอะคริลิก (polyacrylic acid) หรือพอลิเมอร์ร่วมของกรดอะคริลิก (copolymer of acrylic acid) และกรดคาร์บอกซิลิกอื่นๆ คุณสมบัติของซีเมนต์ซิงค์พอลีคาร์บอกซิเลตคือ มีความทนแรงอัดน้อยกว่าซีเมนต์ซิงค์ฟอสเฟต แต่ความทนแรงดึงสูงกว่าซีเมนต์ซิงค์ฟอสเฟต การระคายเคืองต่อเนื้อเยื่อน้อยเนื่องจากการที่ซีเมนต์เข้าสู่สภาพเป็นกลางอย่างรวดเร็ว ประกอบกับโมเลกุลของกรดพอลิอะคริลิกใหญ่จึงซึมผ่านต่อเนื้อฟันน้อย จึงไม่เกิดอาการเสียวหรือเจ็บปวดฟันภายหลัง⁴²

ซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ เป็นที่รู้จักในปีคริสต์ศักราช 1969 ซึ่งพัฒนาซีเมนต์เพื่อให้สามารถปลดปล่อยฟลูออไรด์ มีความโปร่งแสง สามารถยึดติดกับฟันได้ดีขึ้นกว่าซีเมนต์ซิงค์พอลีคาร์บอกซิเลต มีการละลายน้ำน้อยกว่าซีเมนต์ซิงค์ฟอสเฟต⁴⁴ มีการไหลแผ่ดี แต่มีข้อด้อยคือไวต่อความชื้นซึ่งจะดูดซึมน้ำและเกิดการละลายได้ของซีเมนต์ ในช่วงการแข็งตัวระยะแรกจึงไม่ควรถูกความชื้น ความแข็งแรงต่ำเมื่อเทียบกับซีเมนต์เรซิน ต่อมาจึงมีการปรับปรุงด้วยการเติมเรซินเข้าไป เรียกว่า ซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ดัดแปลงด้วยเรซิน เรียกอีกชื่อหนึ่งว่า ซีเมนต์ไฮบริดไอโอโนเมอร์ (hybrid ionomer cement) มีการแนะนำให้ใช้ในคริสต์ศักราช 1980 ซีเมนต์ชนิดนี้มีความทนแรงอัดและแรงดึงมากกว่าซีเมนต์ซิงค์ฟอสเฟต ซีเมนต์ซิงค์พอลีคาร์บอกซิเลต ซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ แต่ต่ำกว่าซีเมนต์เรซิน⁴⁵ มีการละลายต่ำขณะที่ซีเมนต์เริ่มมีการแข็งตัว⁴⁶ และยังมีการปลดปล่อยฟลูออไรด์ มีการยึดติดกับฟันคล้ายกลาสไอโอโนเมอร์ สามารถยึดติดได้กับเรซิน คอมโพสิต⁴⁷

ซีเมนต์เรซิน มีการนำมาใช้ในปีคริสต์ศักราช 1980 โดยช่วงแรกเป็นเรซินมอนอเมอร์ที่ไม่มีวัสดุอัดแทรก (unfilled resin) เพื่อให้มีการไหลแผ่ที่ดี ต่อมา มีการเติมวัสดุอัดแทรกปริมาณน้อยเข้าไปเพื่อลดการหดตัวและปรับปรุงคุณสมบัติของซีเมนต์เรซิน ปัจจุบันซีเมนต์เรซินส่วนใหญ่ ประกอบด้วย 2 ส่วนหลัก คือ เรซินเมทริกซ์ และ วัสดุอัดแทรกประมาณ ร้อยละ 20-80 โดยน้ำหนัก ซึ่งส่วนประกอบคล้ายกับวัสดุบูรณะแกนฟันเรซินคอมโพสิตทั่วไป ซีเมนต์เรซิน แบ่งได้เป็น 3 ชนิดตามปฏิกิริยาการบ่มตัว³⁷ ได้แก่ ชนิดบ่มตัวด้วยตัวเองหรือบ่มตัวด้วยปฏิกิริยาเคมี (chemical-cure) ชนิดบ่มตัวด้วยแสง (light-cure) และชนิดบ่มตัวแบบสองระบบ (dual-cure) ซึ่งชนิดที่มีทั้งสองระบบได้รับความนิยมสูงสุดในปัจจุบัน เนื่องจากเรซินส่วนที่ได้รับแสงจะแข็งตัวทันที เพิ่มความแข็งแรงในระยะต้น ส่วนที่ไม่ถูกแสงหรืออยู่ลึกจะเกิดการบ่มตัวได้เองในภายหลัง ถึงแม้ว่าซีเมนต์เรซินชนิดนี้จะมีระบบการก่อดัวทั้งสองแบบอยู่ด้วยกัน การใช้แสงเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดการบ่มตัวก่อนจะให้ค่ากำลังแรงยึดที่ดีกว่าซีเมนต์ที่บ่มตัวด้วยปฏิกิริยาเคมีอย่างเดียว³⁵ ซีเมนต์เรซินมีข้อดีคือ ไม่ละลายในช่องปากจึงเกิดรอยรั่วซึมตามขอบที่น้อย⁴⁸ มีการยึดติดกับฟัน โดยการยึดเกี่ยวเชิงกลระดับไมครอน (micromechanical interlocking) มีความทนแรงอัดสูงประมาณ 180-265 เมกะปาสกาล ความทนแรงดึงประมาณ 34-37 เมกะปาสกาล⁷ ทำให้สามารถยึดติดกับครอบฟันที่มีการกรอแต่งเนื้อฟันไม่เป็นไปตามลักษณะที่เหมาะสม เช่น ก่อนข้างเดี่ยวหรือความสอบมากไป⁶ ส่วนข้อด้อยคือ มีความหนาของฟิล์มสูงมากกว่าซีเมนต์ชนิดอื่น⁴⁹ ซึ่งอาจทำให้เกิดความไม่แนบสนิทของฟันเทียมติดแน่น เกิดรอยซึมเล็กน้อยเนื่องจากการหดตัวหลังปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์ (polymerization shrinkage) และอาจเป็นอันตรายต่อเนื้อเยื่อในโพรงฟันจากการซึมผ่านของแบคทีเรีย

ซีเมนต์เรซินที่ใช้ในปัจจุบันสามารถจำแนกตามลักษณะการเตรียมผิวฟันเป็นสามระบบคือ

1. ซีเมนต์เรซินระบบกรดกัดและล้าง (etch-and rinse resin cement) เช่น Variolink II[®] (Ivoclar-Vivadent, Schaan, Liechtenstein) (รูปที่ 3) ซึ่งต้องใช้กรดฟอสฟอริกกัดที่ผิวฟันโดยกรดจะไปกำจัดชั้นสเมียร์และผิวของไฮดรอกซีอะพาไทต์ให้เหลือเป็นส่วนของเส้นใยคอลลาเจนแล้วล้างออก ตามด้วยการทาสารปรับสภาพผิวฟันซึ่งมีส่วนประกอบของเรซินที่สามารถทำให้เกิดปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์ได้ในสภาพที่มีความชื้น จากนั้นทาสารยึดติดซึ่งประกอบด้วยเรซินที่สามารถซึมผ่านเข้าไปในผิวฟันหรือเนื้อฟันที่ถูกกรดกัดทำให้เกิดการยึดเชิงกลระดับไมครอน
2. ซีเมนต์เรซินระบบเซล์ฟเอช (self-etch resin cement) เป็นการใส่เรซินมอนอเมอร์ที่มีฤทธิ์เป็นกรดกัดผิวฟันในขั้นตอนแรกโดยไม่ล้างออก แล้วตามด้วยการทาสารยึดติดเรซิน เช่น Panavia F2.0 (Kuraray Medical Inc, Tokyo, Japan) (รูปที่ 4)

3. ซีเมนต์เรซินระบบเซล์ฟแอดฮีซีฟ (self-adhesive resin cement) เป็นระบบที่พัฒนาขึ้นล่าสุดเพื่อลดระยะเวลาและขั้นตอนการใช้งานซีเมนต์เรซิน โดยจะไม่มีกรรมวิธีเตรียมผิวฟัน แต่จะใช้เรซินที่มีฤทธิ์เป็นกรดกัดฟันซึ่งส่วนใหญ่มีกลุ่มฟอสฟอริกเป็นกลุ่มฟังก์ชันหลักในมอนอเมอร์และมีการยึดติดทางเคมีกับผิวฟันในขั้นตอนเดียวเช่น RelyX™ Unicem (3M ESPE, Seefeld, Germany) (รูปที่ 5)

ในการใช้งานซีเมนต์เรซินทั้งสามระบบมีผลในการปรับสภาพเนื้อฟันที่แตกต่างกัน เนื่องมาจากการศึกษาของผู้ทำการทดลองที่แตกต่างกันบางการศึกษาพบว่าการใช้ซีเมนต์เรซินระบบกรดกัดและล้างสามารถกำจัดชั้นสเมียร์และทำให้เกิดการยึดติดระหว่างซีเมนต์เรซิน กับส่วนของเส้นใยคอลลาเจนเกิดขึ้นไฮบริดอย่างแท้จริง¹⁰ แต่ยังคงมีการศึกษาที่เห็นขัดแย้งกันว่าการใช้ซีเมนต์เรซินระบบกรดกัดและล้างทำให้เกิดความยุ่งยากในขั้นตอนการใช้งาน อีกทั้งยังไม่สามารถควบคุมระดับความลึกของชั้นกรดที่กัดภายในเนื้อฟันทำให้เรซินไม่สามารถเข้าไปยึดติดได้อย่างสมบูรณ์และพบว่ากรรมวิธีชั้นสเมียร์อยู่สามารถช่วยลดผลกระทบจากน้ำในเนื้อเยื่อฟันซึ่งมีผลต่อการยึดติดของเรซิน จึงมีการพัฒนาระบบให้เกิดกรดกัดไปพร้อมกับการทาสารปรับสภาพพื้นผิวในขั้นตอนเดียวซึ่งพบว่าสามารถยึดติดได้ดี จากผลการทดสอบของ Hikita และคณะ⁵⁰ พบว่าค่ากำลังแรงยึดแบบไมโครเทนไซล์เมื่อยึดติดกับเนื้อฟันของซีเมนต์เรซินระบบเซล์ฟแอดฮีซีฟ (RelyX™ Unicem) และซีเมนต์เรซินระบบเซล์ฟเอช (Panavia F) สูงกว่าซีเมนต์เรซินระบบกรดกัดและล้าง (Variolink II®) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สอดคล้องกับการศึกษาของ Bitter และคณะ⁵¹ ทำการทดสอบด้วยวิธีพุชเอาท์ (push-out) เพื่อหาค่ากำลังแรงยึดของซีเมนต์เรซินที่ยึดติดระหว่างเนื้อฟันกับคลองรากฟันซึ่งให้ผลการทดสอบเช่นเดียวกัน แต่การศึกษาที่มีการยึดติดที่ผิวเคลือบฟันพบว่าซีเมนต์เรซินระบบกรดกัดและล้าง (Variolink II®) มีค่ากำลังแรงยึดมากกว่าและเกิดการรั่วซึมที่ส่วนรอยต่อเซรามิกกับผิวเคลือบฟันน้อยกว่าซีเมนต์เรซินระบบเซล์ฟเอช (Panavia F) และซีเมนต์เรซินระบบเซล์ฟแอดฮีซีฟ (RelyX™ Unicem) อย่างมีนัยสำคัญ เพราะมีการปรับสภาพผิวเคลือบฟันด้วยกรดก่อนการยึดด้วยซีเมนต์เรซิน^{50, 52}



รูปที่ 3 แสดงซีเมนต์เรซินระบบกรดกัดและล้าง



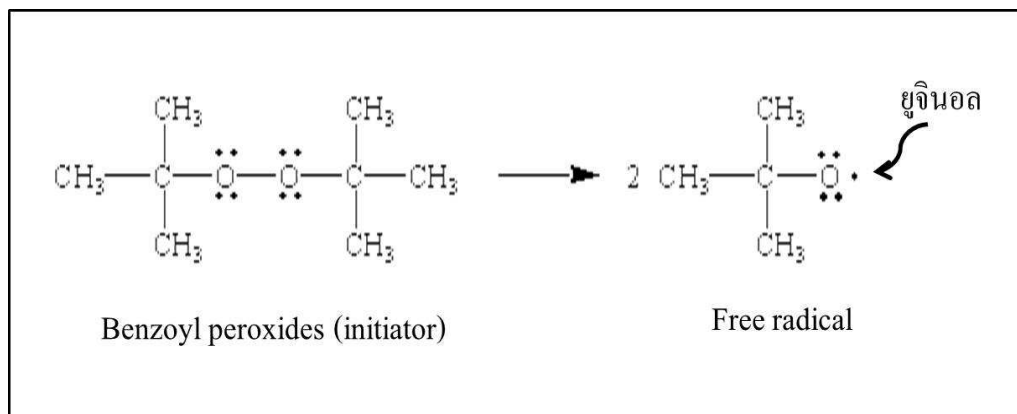
รูปที่ 4 แสดงซีเมนต์เรซินระบบเซลล์ฟเอช



รูปที่ 5 แสดงซีเมนต์เรซินระบบเซลล์ฟแอดฮีซีฟ

การยับยั้งปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์ของวัสดุประเภทเรซิน

การศึกษาที่ผ่านมามีพบว่ายูจีนอลยับยั้งปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์ของวัสดุประเภทเรซินได้ โดยขั้นตอนเริ่มต้น (initiation) ของปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์ จะมีอนุมูลอิสระ (free radical) เกิดขึ้น อนุมูลอิสระซึ่งไม่เสถียรจะจับกับมอนอเมอร์และมีการถ่ายเทอิเล็กตรอนขึ้นมอนอเมอร์จะจับต่อกันเรื่อยๆเพื่อถ่ายอิเล็กตรอนจนเป็นสายยาว ในขั้นตอนนี้หากมีสารใดไปทำปฏิกิริยากับอนุมูลอิสระ การต่อสายมอนอเมอร์จะถูกยับยั้ง ซึ่งยูจีนอลสามารถทำปฏิกิริยากับอนุมูลอิสระและลดความเร็วของการเกิดปฏิกิริยาเริ่มต้น ซึ่งจะส่งผลให้ปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์ช้าลง (รูปที่ 6)



รูปที่ 6 แผนภาพแสดงกลไกการยับยั้งปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์ของสารยูจินอล

การยับยั้งปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์ของยูจินอล ส่งผลให้การต่อสายของพอลิเมอร์ลดลงทำให้คุณสมบัติของเรซินด้อยลงและทำให้ผิวเรซินที่สัมผัสกับยูจินอลมีความนิ่ม แต่การศึกษาถึงผลของยูจินอลต่อความแข็งผิวของเรซินคอมโพสิตหลังเกิดปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์ยังมีจำกัด มีเพียงการศึกษาของ Paige และคณะ⁵³ ที่ศึกษาจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราดพบว่าผิวของวัสดุบูรณะทดแทนเนื้อฟันเรซินคอมโพสิตเกิดการเปลี่ยนแปลงเมื่อสัมผัสกับซีเมนต์ชั่วคราวเป็นเวลา 10 วัน ต่อมา Rosenstiel และ Gegauff⁴¹ ศึกษาความแข็งผิวเรซินคอมโพสิตซึ่งใช้บูรณะเป็นกรอบฟันเฉพาะกาลพบว่าพื้นผิวเรซินคอมโพสิตที่ได้สัมผัสกับยูจินอลให้ค่าความแข็งผิวลดลง ซึ่งอาจจะสัมพันธ์กับการศึกษาของ Millstein และ Nathanson⁵⁴ ที่พบการเปลี่ยนแปลงของผิววัสดุบูรณะเรซินคอมโพสิตเมื่อได้สัมผัสกับยูจินอลและเมื่อพิจารณาจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด โดยพบว่ามีความหยาบผิวเพิ่มขึ้นและพบว่าการติดอยู่ของยูจินอลในช่องรูพรุนรวมถึงบนผิววัสดุบูรณะเรซินคอมโพสิต

ถึงแม้ว่าในระยะหลังจะมีการใช้ซีเมนต์เรซินในการยึดกรอบฟันมากขึ้น โดยเฉพาะกับงานบูรณะแบบเซรามิกแล้ว แต่การใช้วัสดุประเภทเรซินมายึดติดมีข้อควรระวังคือ ถ้าวัสดุได้รับการสัมผัสกับยูจินอล อาจจะทำให้ค่ากำลังแรงยึดลดลง ซึ่งมีผลวิจัยสนับสนุนว่าค่ากำลังแรงยึดต่อผิวฟันลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในกลุ่มที่ผิวฟันสัมผัสกับซีเมนต์ยึดชั่วคราวที่มียูจินอล^{7, 8} จากผลการศึกษาในขั้นต้นของการปฏิบัติงานคลินิกจึงไม่แนะนำให้ใช้วัสดุที่มียูจินอลเป็นองค์ประกอบเป็นวัสดุรองฐานหรือสารยึดชั่วคราวก่อนที่จะรับการบูรณะด้วยเรซินคอมโพสิต หรือยึดถาวรด้วยซีเมนต์เรซิน อย่างไรก็ตาม การศึกษาต่อมาให้ผลการทดลองที่ขัดแย้งกัน คือพบว่า ยูจินอลอาจไม่ใช่สาเหตุที่ทำให้ค่ากำลังแรงยึดต่อผิวฟันลดลง โดย Watanabe และคณะ⁹ พบว่าสาเหตุที่ทำให้ค่ากำลังแรงยึดของซีเมนต์เรซินลดลงน่าจะเป็นผลจากการใช้ซีเมนต์ชั่วคราว ไม่ว่าจะแบบชนิดที่มี

ยูจีนอลหรือไม่มียูจีนอลเป็นส่วนประกอบ สามารถยับยั้งการเกิดเรซินแท้ในหลอดฝอยเนื้อฟัน และยับยั้งการเกิดชั้นไฮบริดบนเนื้อฟันซึ่งเป็นกลไกหลักในการยึดติดของซีเมนต์เรซินบนผิวฟัน นอกจากนี้บนผิวฟันแล้วยังมีรายงานการทดลองที่พบว่ามีส่วนของซีเมนต์ชั่วคราวเข้าไปอยู่ในช่องรูพรุนของวัสดุบูรณะเรซินคอมโพสิตทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของผิววัสดุบูรณะยากแก่การกำจัดออก⁵³⁻⁵⁵ จากผลที่เกิดขึ้นนี้อาจเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อค่าความแข็งแรงของพันธะที่ลดลง

การทำความสะอาดพื้นผิวที่สัมผัสซีเมนต์ชั่วคราว

เนื่องจากผลการวิจัยที่แสดงให้เห็นตรงกันว่า การสัมผัสกับซีเมนต์ชั่วคราวทำให้ประสิทธิภาพการยึดติดของซีเมนต์เรซินด้อยลง ดังนั้นจึงมีการศึกษาวิธีทำความสะอาดผิวเนื้อฟันที่สัมผัสซีเมนต์ชั่วคราวเพื่อเพิ่มความสามารถในการยึดติดของซีเมนต์เรซินด้วยวิธีการต่างๆ เช่น การใช้เครื่องมือขูด การขัดด้วยผงขัด การเช็ดด้วยน้ำสบู่ การกัดด้วยกรดฟอสฟอริก การใช้สารละลายคลอเฮกซีดินความเข้มข้นร้อยละ 0.12 การใช้ผงทรายเป่า และการใช้เครื่องกรอความเร็วสูง จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าแต่ละวิธีให้ผลแตกต่างกัน Woody และ Davis⁵⁶ พบว่ามีการรั่วซึมที่ขอบของเรซินอินเลย์กับเนื้อฟันที่ยึดด้วยซีเมนต์เรซิน ถึงแม้จะทำความสะอาดพื้นผิวเนื้อฟันด้วยการใช้เครื่องมือขูด ตามด้วยการขัดด้วยผงขัด สอดคล้องกับการศึกษาของ Watanabe และคณะ⁹ พบว่าการทำความสะอาดผิวเนื้อฟันด้วยการใช้เพียงเครื่องมือขูดนั้นไม่สามารถกำจัดซีเมนต์ชั่วคราวออกได้หมดอย่างแท้จริงและถึงแม้ว่าจะใช้สารปรับสภาพก่อนยึดด้วยซีเมนต์เรซินก็ยังไม่สามารถกำจัดส่วนที่เหลือออกได้หมด

Pual และ Scharer⁵⁷ พยายามที่จะกำจัดส่วนที่เหลือค้างของซีเมนต์ชั่วคราวโดยใช้การขัดด้วยผงขัดแต่พบว่าไม่ได้ผลที่ดีมากนัก ถึงแม้จะมีบางการทดลองที่พบว่าการขัดด้วยผงขัดจะให้ค่ากำลังแรงยึดที่มากขึ้น¹¹ Grasso และคณะ⁵⁸ แนะนำว่าการใช้วิธีการทำความสะอาดผิวฟันเพื่อที่จะกำจัดซีเมนต์ชั่วคราวโดยวิธีการใช้หัวขัดร่วมกับผงขัด ให้ผลในการกำจัดส่วนที่เหลือค้างของซีเมนต์ชั่วคราวมากกว่าการใช้เครื่องมือขูด หรือการใช้สำลีเช็ดออก และเพิ่มค่ากำลังการยึดติด แต่ก็ยังมีข้อขัดแย้งที่ค่าของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่ามากตามไปด้วย ทำให้เกิดข้อสงสัยว่าการขัดด้วยผงขัดเพียงอย่างเดียวจะสามารถทำความสะอาดผิวที่สัมผัสซีเมนต์ชั่วคราวได้ดีเพียงพอหรือไม่ ในการทดลองต่อมาได้มีการนำกรดฟอสฟอริกมากำจัดส่วนที่เหลืออยู่ของซีเมนต์ชั่วคราวพบว่าสามารถกำจัดส่วนที่เหลือของซีเมนต์ชั่วคราวออกได้หมดทำให้ไม่เกิดช่องว่างที่ขอบรอยต่อของวัสดุและให้ค่ากำลังแรงยึดที่เพิ่มสูงขึ้น⁵⁹ การทดลองของ Watanabe และคณะ¹⁰ ซึ่งทดสอบค่ากำลังแรงยึดโดยให้แรงดึงและศึกษาผิวเนื้อฟันด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด พบว่าการกำจัดซีเมนต์ชั่วคราวด้วยเครื่องมือขูดนั้นไม่สามารถกำจัดออกได้อย่างสมบูรณ์แต่เมื่อทำการกำจัด

โดยใช้กรดฟอสฟอริกร้อยละ 38 ร่วมกับโซเดียมไฮโปคลอไรด์ร้อยละ 10 สามารถกำจัดซีเมนต์ชั่วคราวได้อย่างสมบูรณ์และยังให้ค่ากำลังแรงยึดที่สูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้รับการสัมผัสซีเมนต์ชั่วคราว นอกจากนี้ยังมีการศึกษาที่พบว่าการใช้ผงทรายเป่า¹² (sand blasting) สามารถทำให้ค่ากำลังแรงยึดของซีเมนต์เรซินสูงขึ้น แต่วิธีการนี้ค่อนข้างยุ่งยากสำหรับการทำความสะอาดผิวฟันในช่องปาก นอกจากนี้การใช้สารทำความสะอาดที่ชื่อทางการค้าว่า Sikko TimTM (VoCo GmbH, Cuxhaven, Germany) ซึ่งเป็นสารที่มีเอทานอลและอะซิโตนเป็นส่วนประกอบมาใช้ในการกำจัดสิ่งปนเปื้อนหรือสิ่งตกค้างบนพื้นผิวเนื้อฟันและวัสดุบูรณะแกนฟัน สามารถทำให้ค่ากำลังแรงยึดเพิ่มขึ้นได้เช่นกัน⁶⁰

จากการทบทวนวรรณกรรม การศึกษาที่ผ่านมาส่วนใหญ่จะมุ่งไปที่การศึกษาการทำความสะอาดบริเวณผิวเนื้อฟันหรือเคลือบฟันที่ได้สัมผัสกับซีเมนต์ชั่วคราว อย่างไรก็ตามนอกเหนือจากส่วนของเนื้อฟันยังมีส่วนของวัสดุบูรณะแกนฟันที่ทำการบูรณะเพื่อรองรับฟันเทียมติดแน่นที่สามารถสัมผัสกับซีเมนต์ชั่วคราวได้ ซึ่งลักษณะผิวของเนื้อฟันและวัสดุบูรณะแกนฟันมีความแตกต่างกัน โดยส่วนเนื้อฟันจะมีส่วนของท่อหลอดฝอยในเนื้อฟันซึ่งอาจทำให้เกิดการฝังตัวของซีเมนต์ชั่วคราวได้มากกว่า แต่ในขณะที่ความแข็งผิวของเนื้อฟันก็สูงกว่าความแข็งผิวของวัสดุบูรณะประเภทเรซินคอมโพสิต ซึ่งวิธีการทำความสะอาดผิวฟันจากการศึกษาที่ผ่านมาแล้วแบบต่างๆอาจจะให้ผลต่อประสิทธิภาพการยึดติดของซีเมนต์เรซินที่แตกต่างกัน แต่ในกรณีที่พื้นผิวเป็นเรซินคอมโพสิตยังไม่มีการศึกษาถึงเรื่องนี้ นอกจากนี้การศึกษานี้เปรียบเทียบระหว่างผลของซีเมนต์ชั่วคราวที่มีและไม่มียูจินอล ยังให้ผลการวิจัยที่ขัดแย้งกันอยู่ ยังไม่สามารถสรุปได้ว่าซีเมนต์ชั่วคราวที่มียูจินอลเท่านั้นที่จะส่งผลให้ค่ากำลังแรงยึดของซีเมนต์เรซินลดลง การศึกษาถึงผลของซีเมนต์ชั่วคราวทั้งสองชนิดต่อคุณสมบัติของเรซินคอมโพสิต เช่น ความแข็งผิว ความหยาบผิว จึงยังคงมีความจำเป็น การศึกษาในสองประเด็นที่กล่าวมาจะเป็นแนวทางในการเลือกใช้ซีเมนต์ชั่วคราว รวมทั้งเลือกวิธีการทำความสะอาดที่มีประสิทธิภาพสูงสุดสำหรับซีเมนต์เรซินแต่ละชนิด

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาค่าความแข็งผิวของวัสดุบูรณะเรซินคอมโพสิตเมื่อได้รับการสัมผัสซีเมนต์ชั่วคราวชนิดมียูจินอลและไม่มียูจินอล
2. เพื่อเปรียบเทียบค่ากำลังแรงยึดของซีเมนต์เรซิน 3 ชนิดกับผิวเรซินคอมโพสิตที่ได้รับการสัมผัสด้วยซีเมนต์ชั่วคราวชนิดมียูจินอลและไม่มียูจินอลแล้วทำความสะอาดผิวเรซินคอมโพสิตด้วยวิธีต่างๆ

สมมุติฐานหลักงานวิจัย (Null hypothesis)

1. ไม่มีความแตกต่างของค่าความแข็งผิวระหว่างเรซินคอมโพสิตที่สัมผัสซีเมนต์ชั่วคราวชนิดมียูจินอลและไม่มียูจินอล
2. ไม่มีความแตกต่างของค่ากำลังแรงยึดของซีเมนต์เรซินกับผิวเรซินคอมโพสิตที่สัมผัสซีเมนต์ชั่วคราวชนิดมียูจินอลและไม่มียูจินอล
3. ไม่มีความแตกต่างของค่ากำลังแรงยึดของซีเมนต์เรซินกับผิวเรซินคอมโพสิตที่สัมผัสซีเมนต์ชั่วคราวชนิดมียูจินอลและไม่มียูจินอลแล้วทำความสะอาดผิวเรซินคอมโพสิตด้วยวิธีต่างๆ
4. ไม่มีความแตกต่างของค่ากำลังแรงยึดของซีเมนต์เรซินที่ต่างระบบกันกับพื้นผิวเรซินคอมโพสิตที่สัมผัสซีเมนต์ชั่วคราวชนิดมียูจินอลและไม่มียูจินอลแล้วทำความสะอาดผิวเรซินคอมโพสิตด้วยวิธีต่างๆ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

เพื่อทราบผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นกับค่าความแข็งผิวของเรซินคอมโพสิตเมื่อได้รับการสัมผัสกับซีเมนต์ชั่วคราวชนิดมียูจินอล และไม่มียูจินอล และสามารถนำผลการศึกษาไปใช้ในการทำความสะอาดผิวเรซินคอมโพสิตที่จะช่วยเพิ่มแรงยึดติดของซีเมนต์เรซินหลังจากสัมผัสซีเมนต์ชั่วคราวชนิดมียูจินอลและไม่มียูจินอล ก่อนที่จะทำการยึดติดด้วยซีเมนต์เรซิน

ลักษณะงานวิจัย

การศึกษาระบบทดลอง (Experimental study)

บทที่ 2

วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการ

วัสดุ

1. เรซินคอมโพสิตสำหรับบูรณะแกนฟัน (Parapost Para-Core[®] automix; Coltene Whaledent, Altstätten, Switzerland)
2. ซีเมนต์เรซินระบบกรดกัดและล้าง (Variolink II[®]; Ivoclar-Vivadent, Schaan, Liechtenstein) ซีเมนต์เรซินระบบเซลฟ์เอช (Panavia F2.0; Kuraray Medical Inc, Tokyo, Japan) และซีเมนต์เรซินระบบเซลฟ์แอคทีฟ (RelyX[™] Unicem; 3M ESPE, Seefeld, Germany)
3. ซีเมนต์ชั่วคราวชนิดมียูจีนอล (RelyX[™] Temp E Temporary Cement; 3M ESPE, Seefeld, Germany) และชนิดไม่มียูจีนอล (RelyX[™] Temp NE Temporary Cement; 3M ESPE, Seefeld, Germany)
4. วัสดุที่ใช้ทำความสะอาดผิวเรซินคอมโพสิตได้แก่ ผงขัดพัมมีขนาดความละเอียดประมาณ 50 ไมครอน (#4 pumice fine “FF” grit; Shanghai Dental Products, Thailand) กรดฟอสฟอริก ความเข้มข้นร้อยละ 37 (Scotchbond[™] Etchant, 3M ESPE, Seefeld, Germany)
5. กระดาษ ซิลิโคน คาร์ไบด์ ความละเอียด 400 กริต
6. น้ำกลั่น
7. กาวไฮยาโนอะคริเลท (Zapit[®]; Dental Ventures of America Inc, CA, USA)

อุปกรณ์

1. แบบหล่อซิลิโคน
2. แบบหล่อโลหะ
3. เครื่องขัดแบบจานหมุน (Metaserve; Buehler Ltd., Illinois, USA)
4. ตูม้วนน้ำหนักกดขึ้นทดสอบขนาดน้ำหนัก 750 กรัม
5. เครื่องฉายแสงแบบฮาโลเจน (Elipar[™] 2500; 3M ESPE, Seefeld, Germany)
6. ตู้ควบคุมอุณหภูมิ (BE500; Memmert GmbH+Co.KG, Germany)
7. แวนซ์ขาย (Optical system k, 4.5x / 350 mm; A Carl Zeiss Meditec Company, Oberkochen, Germany)

8. เครื่องมือวัดและทดสอบความแข็งผิวของทันตวัสดุ (Micromet II; Buehler Ltd., Illinois, USA)
9. เครื่องตัดชิ้นงาน (ISOMET 4000; Buehler Ltd., Illinois, USA)
10. เครื่องทดสอบแรงแบบอเนกประสงค์ (LRX-Plus; Lloyd Instrument Limited., Hants, UK.)
11. เครื่องกรอพื้นเคลือบที่ (PentaCart Pc-02; R.C.T. Multitrade, Thailand)
12. คีจิดอลไมโครมิเตอร์ (Mitutoyo micrometer; Mitutoyo corp., Tokyo, Japan)
13. เครื่องเคลือบผิวทดสอบด้วยทอง (SPI-module sputter; SPI Supplies, West Chester, PA, USA)
14. กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด (Scanning electron microscope, SEM model JSM 5200; JEOL, Tokyo, Japan)

ตอนที่ 1. การศึกษาความแข็งผิวของวัสดุเรซินคอมโพสิตสำหรับบูรณะฟันหลักที่สัมผัสกับซีเมนต์ชั่วคราว

เตรียมชิ้นทดสอบเรซินคอมโพสิตสำหรับบูรณะฟันหลักสีเนื้อฟัน (Parapost Para-Core[®] automix; Coltene Whaledent, Altstatten, Switzerland) (ตารางที่ 3) ขนาดกว้าง 10 มิลลิเมตร ยาว 10 มิลลิเมตรและหนา 3 มิลลิเมตร จำนวน 10 ชิ้น จากแม่แบบซิลิโคน (รูปที่ 7) โดยขณะแข็งตัว ปิดทับชิ้นทดสอบด้วยกระจกใสเพื่อป้องกันการเกิดชั้นเรซินที่ไม่เกิดปฏิกิริยาจากการสัมผัส ออกซิเจน และปล่อยให้แต่ละชิ้นเรซินคอมโพสิตเกิดปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์ด้วยตัวเองเป็นเวลา 60 นาทีโดยไม่ฉายแสงเพื่อป้องกันการเกิดพอลิเมอร์ที่ไม่เหมือนกันทั้งก้อนของเรซินคอมโพสิตจากปริมาณแสงที่ไม่เท่ากันในแต่ละตำแหน่ง เนื่องจากปริมาณการเกิดพอลิเมอร์ (degree of polymerization) มีผลสำคัญต่อความแข็งผิว ในการเตรียมชิ้นทดสอบเรซินคอมโพสิต เตรียมครั้งละ 1 ชิ้น หลังจากเตรียมชิ้นทดสอบและปล่อยให้แข็งตัวเป็นเวลา 60 นาที นำชิ้นทดสอบแต่ละชิ้นมา ปิดทับด้วยซีเมนต์ชั่วคราวโดยแบ่งพื้นผิวของชิ้นเรซินคอมโพสิตด้านที่ปิดทับด้วยกระจกเป็น 3 ส่วนเท่าๆกันโดยใช้แถบกระดาษกาวหนา 2 มิลลิเมตร และกว้าง 1 มิลลิเมตรเป็นตัวกั้น (รูปที่ 8) ส่วนที่ 1 ปิดทับด้วยซีเมนต์ชั่วคราวชนิดมียูจินอล (RelyX[™] Temp E Temporary Cement; 3M ESPE, Seefeld, Germany) ส่วนที่ 2 เป็นส่วนควบคุมไม่ทำการปิดทับด้วยซีเมนต์ชั่วคราว และส่วนที่ 3 ปิดทับด้วยซีเมนต์ชั่วคราวชนิดที่ไม่มียูจินอล (RelyX[™] Temp NE Temporary Cement; 3M ESPE, Seefeld, Germany) ซึ่งการปิดทับด้วยซีเมนต์ชั่วคราวทำโดยผสมซีเมนต์ให้เป็นเนื้อเดียวกัน และป้ายซีเมนต์บนชิ้นเรซินคอมโพสิตในทิศทางเดียวกันตามความยาวของผิวหน้าของชิ้นทดสอบ

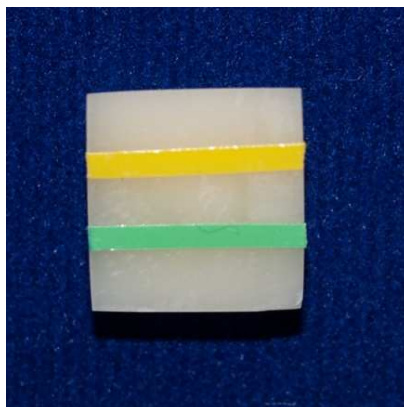
เรซินคอมโพสิตตามที่แยกส่วน จากนั้นนำแผ่นแก้วใสมาคดทับให้ได้ความสูงเท่ากับความสูงของแถบกระดาษขาว โดยควบคุมไม่ให้มีการปนเปื้อนของซีเมนต์ชั่วคราวออกมานอกขอบเขตที่ได้กำหนด รอให้ซีเมนต์ชั่วคราวแข็งตัวเป็นเวลา 5 นาทีแล้วกำจัดส่วนเกินของซีเมนต์ชั่วคราว จากนั้นเก็บขึ้นทดสอบในความชื้นสัมพัทธ์ 100 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน

ตารางที่ 3 แสดงส่วนประกอบเรซินคอมโพสิตสำหรับบูรณะแกนฟัน

ชื่อผลิตภัณฑ์	ส่วนประกอบ	ลักษณะการบ่มตัว
Parapost Para-Core [®] automix	UDMA 10-15% TMPTMA 10-15% Bis-GMA 5-10% TEGDMA 1-5% Dibenzoyl peroxide <1% Sodium fluoride <1%	บ่มตัวแบบสองระบบ



รูปที่ 7 เรซินคอมโพสิตสำหรับบูรณะฟันหลักและตัวแบบซิลิโคน

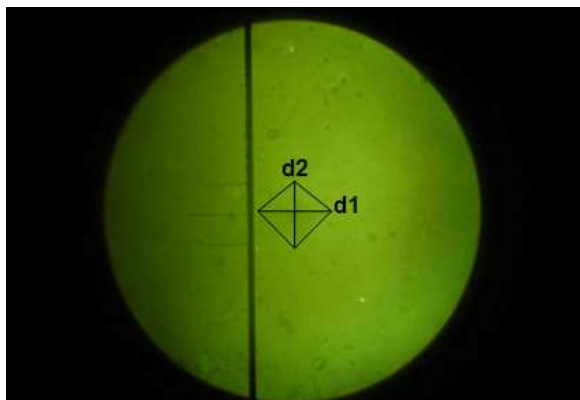


รูปที่ 8 แบ่งส่วนการทดสอบชิ้นเรซินคอมโพสิต

เมื่อครบกำหนด 7 วัน นำชิ้นทดสอบมาทำความสะอาดพื้นผิวด้วยวิธีการใช้เครื่องมือรูปช้อนขูด โดยขูดในทิศทางเดียวกันจนซีเมนต์ชั่วคราวออกหมด ล้างน้ำกลั่นแล้วเป่าลมให้แห้งเป็นเวลา 10 วินาที ตรวจสอบความสะอาดอีกครั้งด้วยแว่นขยาย (Optical system k, 4.5x / 350 mm; A Carl Zeiss Meditec Company, Oberkochen, Germany) หลังจากทำความสะอาด นำชิ้นเรซินคอมโพสิตไปทดสอบความแข็งผิวโดยใช้เครื่องมือทดสอบความแข็งผิวระดับไมโคร (Microhardness tester, Micromet II; Buehler Ltd., Illinois, USA) (รูปที่ 9) โดยวัดค่าความแข็งผิวแบบวิกเกอร์ (Vickers hardness) ใช้หัวกดเพชรรูปปิรามิดขนาดมุมเปียกปูน กดด้วยแรงกด 100 กรัมเป็นเวลา 15 วินาที วัดขนาดรอยกดที่เกิดขึ้นด้วยกล้องส่องกำลังขยาย 400 เท่า อ่านค่าความแข็งผิวจากเครื่องในหนึ่งส่วนของชิ้นทดสอบจะทำการกดวัดค่าความแข็งผิวจำนวน 4 จุด ห่างกันจุดละ 2 มิลลิเมตรจากนั้นนำค่าที่ได้คำนวณเป็นค่าเฉลี่ยของความแข็งผิวในแต่ละชิ้นทดสอบ (รูปที่ 10 และรูปที่ 11)



รูปที่ 9 เครื่องมือวัดและทดสอบความแข็งผิว (Microhardness tester, Micromet II; Buehler Ltd., Illinois, USA)



รูปที่ 10 ลักษณะรอยกดจากการทดสอบค่าความแข็งผิวแบบวิกเกอร์



รูปที่ 11 ลักษณะชั้นทดสอบและตำแหน่งกดชั้นทดสอบ

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์การกระจายตัวของข้อมูลในทุกกลุ่มทดสอบโดยใช้สถิติทดสอบ Kolmogorov-Smirnov Test และทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนประชากร (Homogeneity of variances) ของข้อมูลโดยใช้สถิติทดสอบ Levene's test

เนื่องจากข้อมูลมีการกระจายตัวปกติและมีความเท่ากันของความแปรปรวน จึงทำการวิเคราะห์ความแข็งผิวเรซินคอมโพสิตสำหรับบูรณะฟันหลักระหว่างกลุ่มทดสอบโดยใช้สถิติทดสอบความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA) และเปรียบเทียบเชิงซ้อนด้วยสถิติทดสอบทุเคย์ (Tukey's HSD) โดยสถิติทั้งหมดทดสอบที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

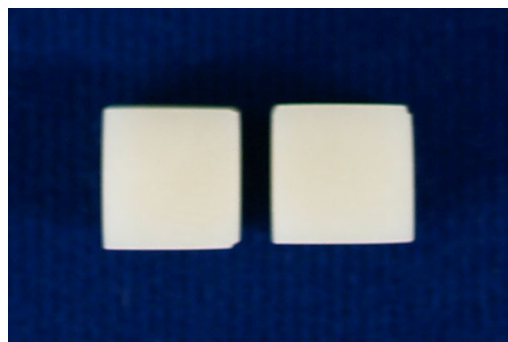
ตอนที่ 2. การศึกษาค่ากำลังแรงยึดของซีเมนต์เรซิน

การเตรียมชิ้นทดสอบ

เตรียมชิ้นทดสอบเรซินคอมโพสิตสำหรับบูรณะฟันหลักสีเนื้อฟัน (Parapost Para-Core[®] automix ; Coltene Whaledent, Altstatten, Switzerland) เป็นรูปลูกบาศก์ ขนาดกว้าง 6 มิลลิเมตร ยาว 6 มิลลิเมตรและหนา 6 มิลลิเมตร จำนวน 224 ชิ้น จากแบบหล่อโลหะ ฉายแสงเป็นเวลา 40 วินาทีทุกทิศด้วยเครื่องฉายแสงแบบฮาโลเจนความเข้มแสง 450 มิลลิวัตต์ต่อตารางเซนติเมตร (Elipar[™] 2500; 3M ESPE, Seefeld, Germany) (รูปที่ 12) ขัดพื้นผิวเรซินคอมโพสิตสำหรับบูรณะฟันหลักส่วนที่จะทำการยึดด้วยกระดาษซิลิคอนคาร์ไบด์ความละเอียด 400 กริตบนเครื่องขัดแบบจานหมุน (Metaserve; Buehler Ltd., Illinois, USA.) ที่มีระบบนำระบายความร้อนขณะขัดและขัดด้วยความเร็วรอบในการหมุนของจานขัด 50 รอบต่อนาที (รูปที่ 13) จากนั้นเก็บชิ้นทดสอบในกล่องที่มีความชื้นสัมพัทธ์ 100 เปอร์เซ็นต์



รูปที่ 12 วัสดุเรซินคอมโพสิตและแบบหล่อโลหะ



รูปที่ 13 ชิ้นทดสอบเรซินคอมโพสิต

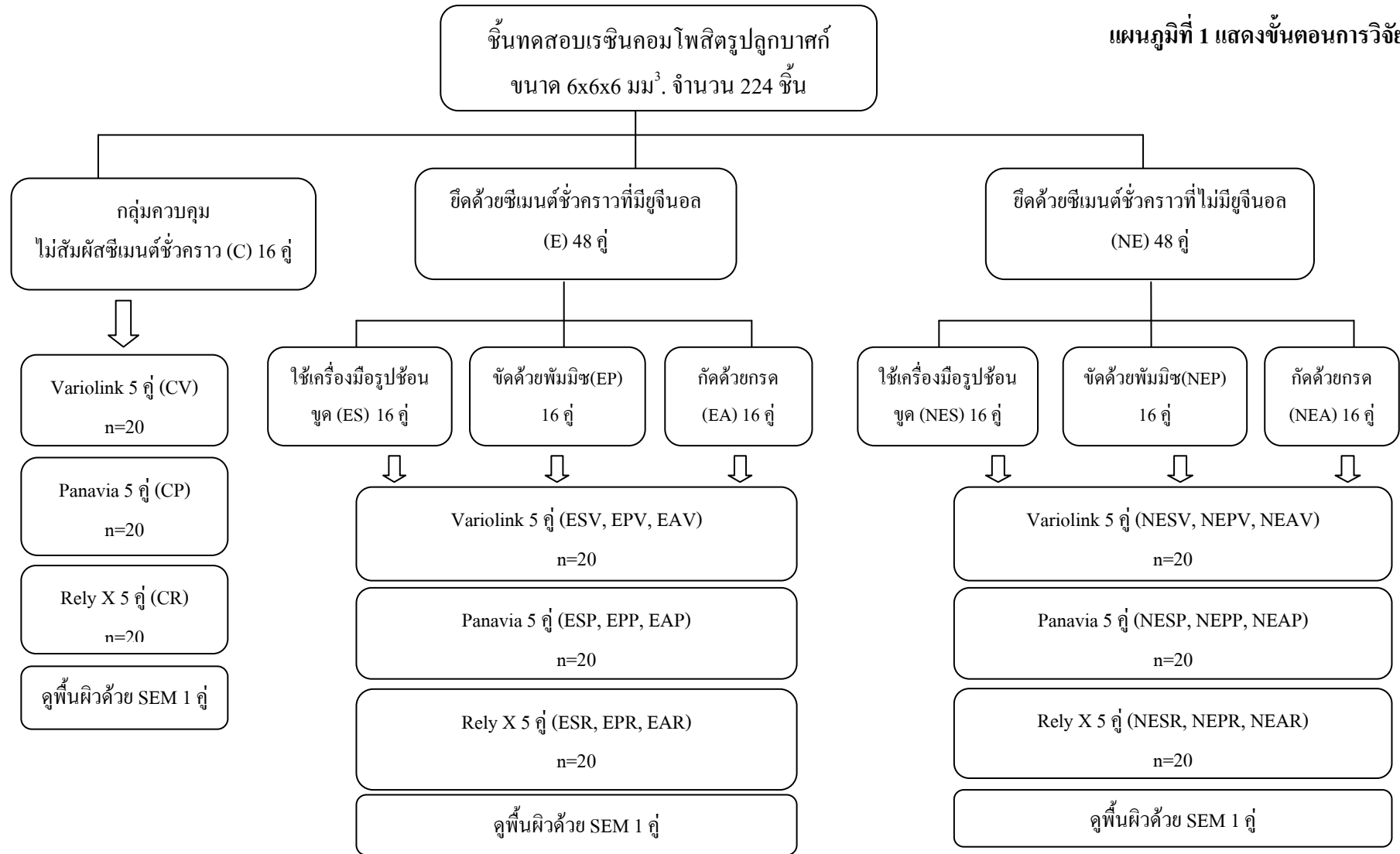
การยัดด้วยซีเมนต์ชั่วคราว

หลังจากเตรียมชิ้นเรซินคอมโพสิตเป็นเวลา 60 นาที นำเรซินคอมโพสิต 1 คู่ มายัดติดกันด้วยซีเมนต์ยัดชั่วคราว โดยหันด้านที่ขัดด้วยกระดาษซิลิโคนคาร์ไบด์เข้าด้วยกัน การยัดทำโดยใช้ซีเมนต์หลอดเบส (Base) และหลอดตัวเร่งปฏิกิริยา (Catalyst) ในอัตราส่วนเท่ากันผสมให้เป็นเนื้อเดียวกันแล้วใช้พายผสมซีเมนต์ทาซีเมนต์ชั่วคราวในทิศทางเดียวกันแล้วนำชิ้นทดสอบอีกชิ้นที่เตรียมไว้ประกบทับโดยใช้น้ำคั้นน้ำหนักขนาด 750 กรัม กดทับทางด้านบนรอให้ซีเมนต์ชั่วคราวแข็งตัวเป็นเวลา 5 นาที (รูปที่ 14) กำจัดส่วนเกินของซีเมนต์ยัดชั่วคราว จากนั้นเก็บชิ้นทดสอบในความชื้นสัมพัทธ์ 100 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 7 วัน ชิ้นทดสอบทั้งหมดแบ่งเป็นสามกลุ่ม (แผนภูมิที่ 1) คือกลุ่มควบคุมจำนวน 16 คู่ กลุ่มที่ยัดด้วยซีเมนต์ชั่วคราวชนิดมียูจินอล (E) จำนวน 48 คู่ และกลุ่มที่ยัดด้วยซีเมนต์ชั่วคราวชนิดไม่มียูจินอล (NE) จำนวน 48 คู่



รูปที่ 14 เรซินคอมโพสิตยัดซีเมนต์ชั่วคราว

แผนภูมิที่ 1 แสดงขั้นตอนการวิจัย



หมายเหตุ เรซินคอมโพสิตที่ยึดกัน 1 คู่ตัดเป็นชั้นทดสอบไมโครเทนไซล์ได้ 4 ชิ้น

การทำความสะอาดพื้นผิวเรซินคอมโพสิตสำหรับบูรณะฟันหลัก

หลังจากเก็บชิ้นทดสอบเป็นเวลา 7 วัน แยกชิ้นเรซินคอมโพสิตที่ยึดติดกันออกด้วยใบมีดผ่าตัดปลายแหลมแล้วแบ่งชิ้นทดสอบในกลุ่มซีเมนต์ยึดชั่วคราวชนิดมียูจินอลและไม่มียูจินอลเป็นกลุ่มย่อยตามวิธีทำความสะอาดพื้นผิวกลุ่มละ 15 คู่ คือกลุ่มแรก (S) ทำความสะอาดพื้นผิวด้วยการใช้เครื่องมือรูปซ็อนบูคอย่างเดียว โดยใช้เครื่องมือรูปซ็อนบูคในทิศทางเดียวกันจนซีเมนต์ชั่วคราวออกหมด ล้างน้ำกลั่น 10 วินาทีแล้วเป่าแห้ง 10 วินาที ตรวจสอบความสะอาดอีกครั้งด้วยแว่นขยาย (Optical system k, 4.5x / 350 mm; A Carl Zeiss Meditec Company, Oberkochen, Germany) (รูปที่ 15) กลุ่มที่สอง (P) ทำความสะอาดพื้นผิวด้วยการใช้เครื่องมือรูปซ็อนบูคและขัดด้วยฟัมมิชขนาดความละเอียด 50 ไมครอน (#4 pumice fine “FF” grit; Shanghai Dental Products, Thai) ล้างน้ำกลั่น 10 วินาทีแล้วเป่าแห้ง 10 วินาที กลุ่มที่สาม (A) ทำความสะอาดพื้นผิวด้วยการใช้เครื่องมือรูปซ็อนบูคและใช้กรดฟอสฟอริกความเข้มข้นร้อยละ 37 (Scotchbond™ Etchant, 3M ESPE, Seefeld, Germany) กัดเป็นเวลา 15 วินาที ล้างน้ำกลั่น 10 วินาทีแล้วเป่าแห้ง 10 วินาที โดยมีกลุ่มควบคุม (C) คือกลุ่มที่ไม่สัมผัสซีเมนต์ชั่วคราวและไม่ผ่านการทำความสะอาดพื้นผิวอีก 15 คู่ นำชิ้นเรซินคอมโพสิต 1 คู่ ที่เหลือจากแต่ละกลุ่มทดลองไปศึกษาพื้นผิวหลังผ่านวิธีทำความสะอาดด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (แผนภูมิที่ 1)



รูปที่ 15 ชุดวัสดุอุปกรณ์ทำความสะอาดพื้นผิวเรซินคอมโพสิต

การยึดขึ้นทดสอบด้วยซีเมนต์เรซิน

แบ่งขึ้นทดสอบในแต่ละกลุ่มของการทำความสะอาดออกเป็น 3 กลุ่มกลุ่มละ 5 คู่ ตามชนิดเรซินซีเมนต์ที่จะใช้ยึด คือ ซีเมนต์เรซินระบบกรดกัดและล้าง (V) (Variolink II: Ivoclar-Vivadent, Schaan, Liechtenstein) ซีเมนต์เรซินระบบเซล์ฟเอช (P) (Panavia F2.0: Kuraray Medical Inc, Tokyo, Japan) และซีเมนต์เรซินระบบเซล์ฟแอคทีฟ (R) (RelyX™ Unicem: 3M ESPE, Seefeld, Germany) (รูปที่ 16) การยึดทำโดยนำแถบกระดาษแก้วที่มีความหนา 100 ไมครอน ขนาดกว้าง 0.5 มิลลิเมตร ยาว 6 มิลลิเมตร วางที่ขอบทั้งสองข้างของเรซินคอมโพสิตด้านที่ผ่านการทำความสะอาด ซึ่งแถบแก้วนี้ทำหน้าที่เป็นตัวกำหนดความหนาของซีเมนต์เรซิน จากนั้นเตรียมพื้นผิวและผสมซีเมนต์เรซินตามขั้นตอนที่บริษัทผู้ผลิตของซีเมนต์แต่ละชนิดแนะนำ (ตารางที่ 4) ป้ายซีเมนต์ที่ผสมแล้วบนเรซินคอมโพสิตที่ติดกระดาษแก้วไว้ และนำเรซินคอมโพสิตอีกชิ้นมาประกบโดยหันด้านที่ทำความสะอาดเข้าหากัน กดให้แนบและฉายแสงเป็นเวลา 20 วินาทีครบทั้ง 4 ด้านด้วยด้วยเครื่องฉายแสงแบบฮาโลเจนที่ความเข้มแสง 450 มิลลิวัตต์ต่อตารางเซนติเมตร ในกลุ่มควบคุมซึ่งไม่ผ่านการสัมผัสซีเมนต์ชั่วคราว แบ่งขึ้นทดสอบเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มละ 5 คู่ และทำการยึดด้วยซีเมนต์เรซินทั้ง 3 ชนิดด้วยวิธีการเดียวกันกับกลุ่มทดลองโดยหันพื้นผิวด้านที่ขัดด้วยกระดาษซิลิกอนคาร์ไบด์เข้าหากัน หลังการยึดขึ้นทดสอบด้วยซีเมนต์เรซินเก็บขึ้นทดสอบในสภาวะความชื้นสัมพัทธ์ 100 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน



ก



ข



ค

รูปที่ 16 ชนิดของซีเมนต์เรซินที่ใช้ในการทดลอง

- ก. ซีเมนต์เรซินระบบกรดกัดและล้าง (Etch-and rinse resin; Variolink® II)
- ข. ซีเมนต์เรซินระบบเซล์ฟเอช (Self-etch resin cement; Panavia F2.0)
- ค. ซีเมนต์เรซินระบบเซล์ฟแอดฮีซีฟ (Self-adhesive resin cement; RelyX™ Unicem)

ตารางที่ 4 แสดงขั้นตอนการใช้ซีเมนต์เรซินตามบริษัทผู้ผลิตแนะนำ

ชื่อผลิตภัณฑ์	ส่วนประกอบ	วิธีเตรียมพื้นผิว	วิธีผสมซีเมนต์
ระบบกรดกัด และล้าง Variolink II (Ivoclar- Vivadent, Schaan Liechtenstein)	Total etch: 37% phosphoric acid Heliobond: Bis-GMA, triethylene glycoldimethacrylate, initiator, stabilizers Base: Bis-GMA, urethane dimethacrylate, TEGDMA, inorganic filler, ytterbium trifluoride, benzoyl peroxide, stabilizer Catalyst paste: Bis-GMA, urethane dimethacrylate, TEGDMA, inorganic filler, ytterbium trifluoride, initiator, stabilizer	กัดพื้นผิวด้วยกรด ฟอสฟอริก แอซิด 37% เป็นเวลา 15 วินาที ล้างน้ำแล้วเป่าลมให้ แห้งเป็นเวลา 15 วินาที ทา Syntac primer 15 วินาที เป่าลมจากนั้นทา Syntac adhesive 10 วินาที และทา Heliobond	ผสม base และ catalyst paste ทา ซีเมนต์เรซิน บนพื้นผิวที่เตรียมไว้ จากนั้นนำชิ้นงานมาขัด ดีดแล้วฉายแสงโดย รอบด้านละ 20 วินาที
ระบบเซลล์ฟอส Panavia F2.0 (Kuraray Medical Inc , Tokyo,Japan)	Primer A: HEMA, MDP, 5-NMSA, water, Accelerator Primer B: 5-NMSA, accelerator, water, sodium benzene sulphinate Base paste: hydrophobic aromatic and aliphatic dimethacrylate, sodium aromatic sulphinate, <i>N,N</i> -diethanol- <i>p</i> -toluidine, functionalized sodium fluoride, silanized barium glass Catalyst paste: MDP, hydrophobic aromatic and aliphatic dimethacrylate, Hydrophilic dimethacrylate, silanized silica, photoinitiator, dibenzoyl peroxide	ผสม ED Primer II A&Bเป็นเวลา 30 วินาที จากนั้นทาบนผิวเรซิน คอมโพสิตเป่าลมให้ แห้ง	ผสมส่วน universal base และ catalys (A&B) อย่างเท่ากันโดย ต้องผสมอย่างน้อยเป็น เวลา 20 วินาที แล้วทา ซีเมนต์เรซินบนพื้นผิว ที่เตรียมไว้ จากนั้นนำ ชิ้นงานมาขัดดีดแล้ว ฉายแสงโดยรอบด้าน ละ 20 วินาที

ตารางที่ 4 (ต่อ)

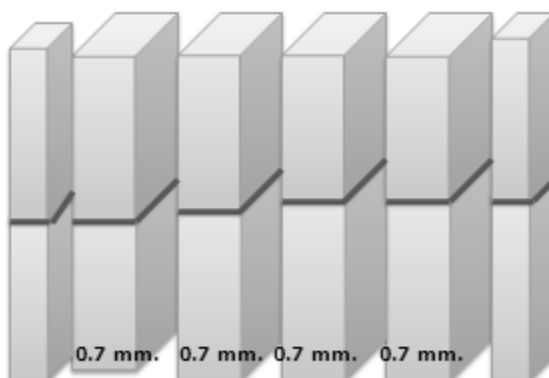
ชื่อผลิตภัณฑ์	ส่วนประกอบ	วิธีเตรียมพื้นผิว	วิธีผสมซีเมนต์
ระบบเซล์ฟแอด อีซีฟ RelyX Unicem (3M ESPE, Seefeld Germany)	Powder: glass fillers, silica, calciumhydroxide, self-cure initiators, pigments, light-cure initiators Liquid: methacrylated phosphoric esters, dimethacrylates, acetate, stabilizers, lightcure initiators, self-cure initiators	-	นำแคปซูล เรซินซีเมนต์ เข้าเครื่องผสม (Rotomix, 3M ESPE) เป็นเวลา 10 วินาที จากนั้นทาซีเมนต์บน พื้นผิวของชิ้นงานแล้ว นำไปยึดติดกับพื้นผิว แล้วฉายแสงโดยรอบด้าน ละ 20 วินาที

การทดสอบกำลังแรงยึดแบบไมโครเทนไซล์

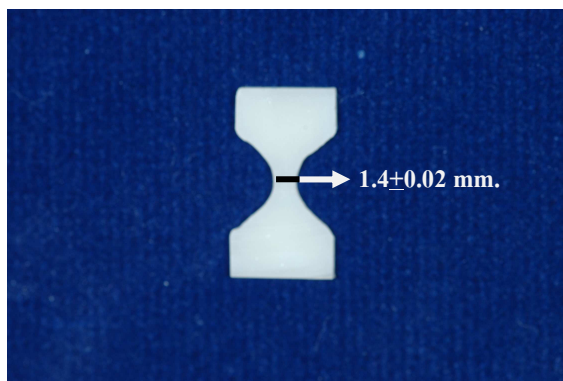
เตรียมชิ้นทดสอบเพื่อทำการทดสอบกำลังแรงยึดแบบไมโครเทนไซล์ โดยนำชิ้นเรซินคอมโพสิตที่เตรียมไว้ยึดกับแท่นจับด้วยกาวไซยาโนอะคริเลท (Zapit®; Dental Ventures of America Inc, CA, USA) ให้พื้นที่ผิวการยึดขนานกับผิวแท่นจับและตัดด้วยเครื่องตัดชิ้นงาน (ISOMET 4000; Buehler Ltd., Illinois, USA) (รูปที่ 17) ให้ได้ชิ้นงานรูปร่างสี่เหลี่ยมผืนผ้าหนา 0.7 ± 0.02 มิลลิเมตร จำนวน 4 ชิ้น (รูปที่ 18) จากนั้นใช้หัวกรอเคลือบเพชรรูปทรงกระบอกแต่งที่รอยยึดให้ได้ชิ้นทดสอบรูปร่างเหมือนนาฬิกาทรายมีความกว้างที่ส่วนคอดสุด 1.4 ± 0.02 มิลลิเมตร (รูปที่ 19) ขนาดของชิ้นทดสอบควบคุมโดยการวัดด้วยเครื่องดิจิตอลไมโครมิเตอร์ (Mitutoyo micrometer; Mitutoyo corp., Tokyo, Japan) ในหนึ่งกลุ่มทดลองย่อยซึ่งมีเรซินคอมโพสิต 5 คู่ จะได้จำนวนชิ้นตัวอย่างสำหรับทดสอบกำลังแรงยึด 20 ชิ้น นำชิ้นทดสอบรูปนาฬิกาทรายติดบนแท่นทดสอบไมโครเทนไซล์โดยยึดด้านบนและด้านล่างด้วยกาวไซยาโนอะคริเลท จัดให้พื้นผิวการยึดขนานกับแนวราบและอยู่กึ่งกลางระหว่างตัวจับบนและล่าง ทดสอบค่ากำลังแรงยึดโดยใช้โหลดเซลล์ (load cell) ขนาด 250 นิวตัน ด้วยความเร็วในการทดสอบ 1 มิลลิเมตรต่อนาที ด้วยเครื่องทดสอบแรงแบบอเนกประสงค์ (LRX-Plus; Lloyd Instrument Limited., Hants, UK.) (รูปที่ 20) คำนวณค่ากำลังแรงยึดโดยใช้สัดส่วน แรงต่อพื้นที่ ในหน่วยเมกะปาสคาล (MPa)



รูปที่ 17 เครื่องตัดชิ้นงาน



รูปที่ 18 ตัดแยกชิ้นทดสอบรูปแท่งสี่เหลี่ยมผืนผ้าหนา 0.7 ± 0.02 มิลลิเมตร จำนวน 4 ชิ้น



รูปที่ 19 ตัดชิ้นทดสอบมีรูปร่างเหมือนนาฬิกาทราย รูปที่ 20 เครื่องทดสอบแรงแบบอเนกประสงค์

การเตรียมชิ้นทดสอบเพื่อศึกษาพื้นผิวด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด

นำชิ้นทดสอบเรซินคอมโพสิตกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ผ่านการสัมผัสซีเมนต์ยัดชั่วคราวแล้วทำความสะอาดด้วยวิธีต่างๆ กลุ่มละ 2 ชิ้น มากำจัดความชื้นโดยเก็บในเครื่องดูดความชื้นเป็นเวลา 24 ชั่วโมง เคลือบชิ้นทดสอบด้วยทองโดยใช้เทคนิคสปัตเตอร์ริง (sputtering coat) ด้วยเครื่องเคลือบผิวชิ้นทดสอบด้วยทอง (SPI-module sputter; SPI Supplies, West Chester, PA, USA) แล้วนำไปศึกษาพื้นผิวชิ้นเรซินคอมโพสิตด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (scanning electron microscope, SEM model JSM 5200; JEOL, Tokyo, Japan) บันทึกภาพที่ กำลังขยาย 100, 500 และ 2,000 เท่า

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำค่ากำลังแรงยึดที่ได้จากกลุ่มทดสอบและกลุ่มควบคุมทั้งหมด มาวิเคราะห์ทางสถิติ โดยมีตัวแปรต้นคือ ชนิดของซีเมนต์ชั่วคราว (E และ NE) วิธีการทำความสะอาด (S และ P และ A) และชนิดของซีเมนต์เรซิน (V และ P และ R) วิเคราะห์การกระจายตัวของข้อมูลโดยใช้สถิติทดสอบ Kolmogorov-Smirnov Test และทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนข้อมูล (Homogeneity of variances) โดยใช้สถิติทดสอบ Levene's test

เนื่องจากข้อมูลของกลุ่มควบคุมมีการกระจายตัวปกติและมีความเท่ากันของความแปรปรวน จึงทำการวิเคราะห์ค่ากำลังแรงยึดเรซินคอมโพสิตสำหรับบูรณะแกนฟันโดยใช้สถิติทดสอบความแปรปรวนทางเดียว และเปรียบเทียบเชิงซ้อนด้วยสถิติทดสอบทูเคย์ และจากการทดสอบกระจายตัวของข้อมูลในกลุ่มทดสอบเบี่ยงเบนไปจากปกติเล็กน้อย ($p=0.23$) เท่ากันทุกกลุ่มทดลอง แต่ไม่มีความแตกต่างของความแปรปรวนข้อมูล และมีจำนวนชั้นทดสอบกำลังแรงยึด 20 ชั้นจึงใช้สถิติทดสอบเป็นพารามิเตอร์ (parametric) โดยทำการวิเคราะห์ด้วยสถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนสามทาง (Three-way ANOVA) เพื่อวิเคราะห์ถึงผลของปัจจัยทั้ง 3 คือ ชนิดของซีเมนต์ชั่วคราว วิธีทำความสะอาด และชนิดของซีเมนต์เรซิน ต่อค่าของกำลังแรงยึดและทดสอบการมีปฏิสัมพันธ์ (interaction) ระหว่างทั้งสามปัจจัยนี้ และเนื่องจากมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างสามปัจจัยจึงใช้สถิติทดสอบแบบสถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว เพื่อเปรียบเทียบค่ากำลังแรงยึดของกลุ่มทดสอบทั้ง 18 กลุ่มและตามด้วยการเปรียบเทียบเชิงซ้อนโดยใช้สถิติทดสอบทูเคย์ และเปรียบเทียบเชิงซ้อนระหว่างกลุ่มทดสอบกับกลุ่มควบคุมของแต่ละซีเมนต์เรซินด้วยสถิติทดสอบดันเน็ต (Dunnett) การทดสอบสถิติทั้งหมดทำที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

บทที่ 3

ผลการวิจัย

ตอนที่ 1. ความแข็งแรงของเรซินคอมโพสิตสำหรับบูรณะฟันหลักเมื่อได้รับการสัมผัสซีเมนต์ยึดชั่วคราวชนิดมีและไม่มียูจินอล

ตารางที่ 5 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าความแข็งแรงแบบวิกเกอร์ ของวัสดุบูรณะเรซินคอมโพสิตในกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่สัมผัสซีเมนต์ชั่วคราวชนิดมีและไม่มียูจินอล พบว่ากลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยความแข็งแรงสูงที่สุด (45.74 ± 3.07 กิโลกรัมต่อตารางมิลลิเมตร) รองลงมาคือกลุ่มเรซินคอมโพสิตที่สัมผัสซีเมนต์ชั่วคราวชนิดไม่มียูจินอล (42.71 ± 2.88 กิโลกรัมต่อตารางมิลลิเมตร) และกลุ่มเรซินคอมโพสิตที่สัมผัสซีเมนต์ชั่วคราวชนิดมียูจินอลให้ค่าความแข็งแรงแบบวิกเกอร์เฉลี่ยต่ำที่สุด (37.04 ± 2.54 กิโลกรัมต่อตารางมิลลิเมตร)

จากการวิเคราะห์ค่าความแข็งแรงด้วยสถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (ตารางที่ 8) พบว่ามีความแตกต่างกันของค่าความแข็งแรงในกลุ่มทดสอบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$) และเมื่อนำค่าเฉลี่ยมาเปรียบเทียบเชิงซ้อนพบว่า กลุ่มควบคุมให้ค่าความแข็งแรงไม่แตกต่างจากกลุ่มเรซินคอมโพสิตที่สัมผัสซีเมนต์ชั่วคราวชนิดไม่มียูจินอล ($p = 0.61$) และทั้งสองกลุ่มนี้ให้ค่าความแข็งแรงมากกว่ากลุ่มเรซินคอมโพสิตที่สัมผัสซีเมนต์ชั่วคราวชนิดมียูจินอลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางที่ 5 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานค่าความแข็งแรงวิกเกอร์ (HV) ของวัสดุบูรณะเรซินคอมโพสิตในกลุ่มทดลองต่างๆ

ค่าเฉลี่ยกลุ่มควบคุม (C) n= 10 (กก/มม ²)	ค่าเฉลี่ยซีเมนต์ชั่วคราว ชนิดไม่มียูจินอล (NE) n= 10 (กก/มม ²)	ค่าเฉลี่ยซีเมนต์ชั่วคราว ชนิดมียูจินอล (E) n= 10 (กก/มม ²)
45.74 ± 3.07^A	42.71 ± 2.88^A	37.04 ± 2.54^B

กลุ่มที่กำกับด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$)

ตอนที่ 2. ค่ากำลังแรงยึดแบบไมโครเทนไซล์ของซีเมนต์เรซินต่อผิวเรซินคอมโพสิตสำหรับบูรณะฟันหลัก

ตารางที่ 6 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่ากำลังแรงยึดแบบไมโครเทนไซล์ระหว่างเรซินคอมโพสิตสำหรับบูรณะแกนฟันในแต่ละกลุ่มทดสอบ จากการวิเคราะห์ผลด้วยสถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนสามทาง พบว่าชนิดของซีเมนต์ชั่วคราว วิธีทำความสะอาด และชนิดของซีเมนต์เรซินมีผลต่อค่ากำลังแรงยึดระหว่างซีเมนต์เรซินและผิวเรซินคอมโพสิต ($p < 0.001$) และมีปฏิสัมพันธ์ (interaction) ระหว่างตัวแปรทั้งสามนี้ (ตารางที่ 11)

ตารางที่ 6 ค่าเฉลี่ยค่ากำลังแรงยึดแบบไมโครเทนไซล์ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของวัสดุบูรณะเรซินคอมโพสิตในแต่ละกลุ่มทดสอบ ในหน่วยเมกะปาสกาล (MPa) จำนวน $n=20$

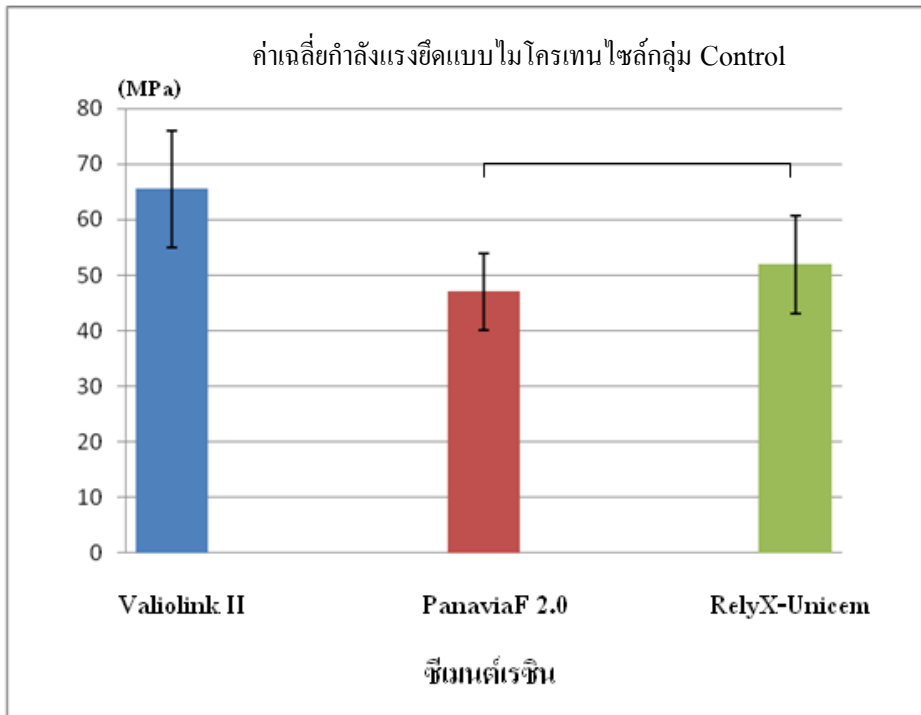
วิธีทำความสะอาด พื้นผิว	VariolinkII (V) (MPa)		Panavia F2.0 (P)		RelyX™ Unicem (R)	
	ยูจินอล (E)	ไม่มียูจินอล (NE)	ยูจินอล (E)	ไม่มียูจินอล (NE)	ยูจินอล (E)	ไม่มียูจินอล (NE)
วิธีที่ 1 เครื่องมือขูด(S)	65.40 ± 13.75	65.01 ± 18.86	51.95 ± 14.67	55.32 ± 13.22	59.34 ± 8.28	58.54 ± 16.1
วิธีที่ 2 ขัดด้วยฟัมมิช (P)	61.78 ± 13.88	74.71 ± 9.51	64.12 ± 14.89	56.92 ± 14.02	59.98 ± 16.42	66.08 ± 13.08
วิธีที่ 3 กรดฟอสฟอ ริก (A)	61.16 ± 14.7	71 ± 16.68	35.68 ± 9.34	50.17 ± 9.23	51.55 ± 15.33	54.96 ± 9.48
กลุ่มควบคุม (C)	65.57 ± 10.52		47.04 ± 6.91		51.96 ± 8.85	

เมื่อเปรียบเทียบผลการทดสอบระหว่างกลุ่มควบคุม 3 กลุ่ม ซึ่งเป็นวัสดุบูรณะเรซินคอมโพสิตที่ไม่ผ่านการสัมผัสซีเมนต์ชั่วคราวแล้วยึดด้วยซีเมนต์เรซินทั้ง 3 ระบบ ด้วยสถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว พบว่ามีความแตกต่างของค่ากำลังแรงยึดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$) เมื่อนำมาเปรียบเทียบเชิงซ้อนพบว่า กลุ่มควบคุมของเรซินคอมโพสิตที่ยึดติดด้วย Variolink® II (CV) (65.57 ± 10.52 เมกะปาสคาล) มีค่ากำลังแรงยึดมากกว่ากลุ่มของเรซินคอมโพสิตที่ยึดติดด้วย Panavia F2.0 (CP) (47.04 ± 6.91 เมกะปาสคาล) และกลุ่ม RelyX™ Unicem (CR) (51.96 ± 8.85 เมกะปาสคาล) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของค่ากำลังแรงยึดระหว่างกลุ่มควบคุมเรซินคอมโพสิตที่ยึดติดด้วย Panavia F2.0 กับกลุ่มควบคุมที่ยึดด้วยด้วย RelyX™ Unicem ($p = 0.195$) (รูปที่ 21)

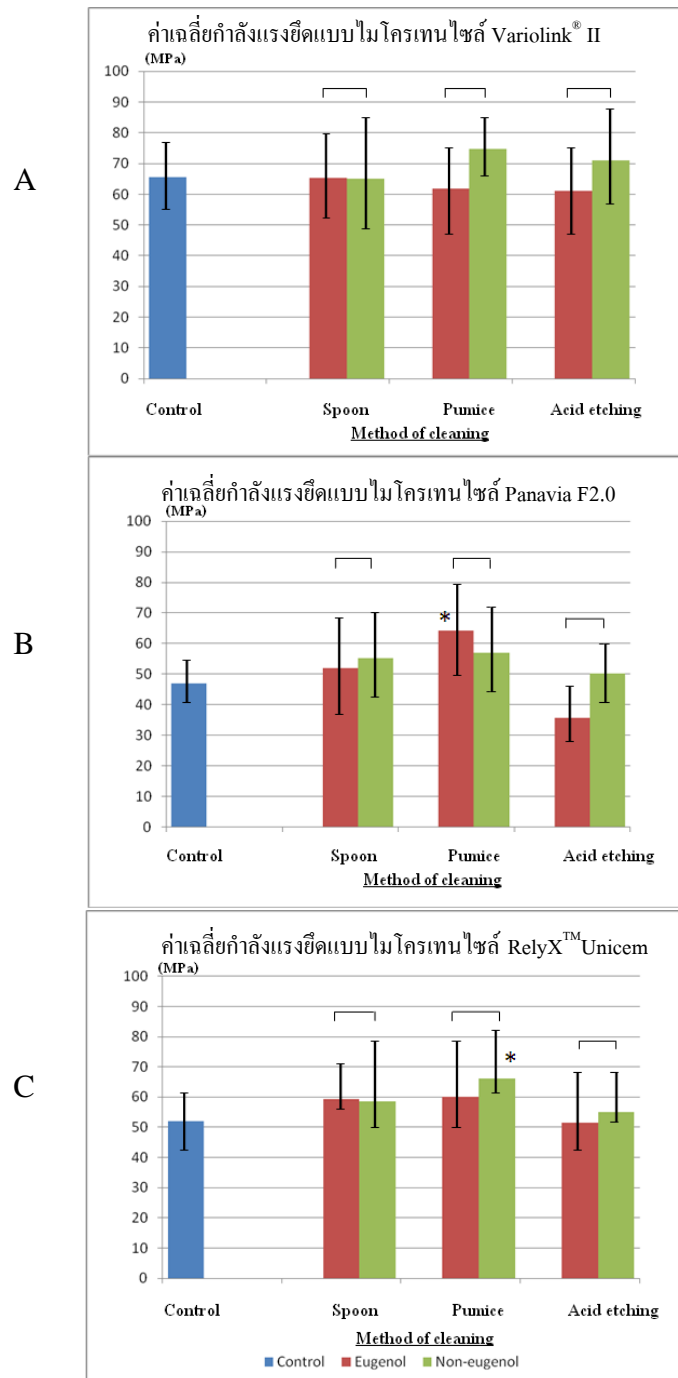
เมื่อเปรียบเทียบค่ากำลังแรงยึดระหว่างกลุ่มที่สัมผัสซีเมนต์ชั่วคราว 2 ชนิดที่ใช้วิธีทำความสะอาดและยึดด้วยซีเมนต์เรซินชนิดเดียวกัน (รูปที่ 22) พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของค่ากำลังแรงยึดระหว่างกลุ่มที่ใช้ซีเมนต์ชั่วคราวชนิดมีและไม่มียูจินอลทั้ง 9 คู่กลุ่มทดสอบที่เปรียบเทียบ ($p > 0.05$) และพบว่ากลุ่มทดสอบส่วนใหญ่ให้ค่ากำลังแรงยึดไม่ต่างจากกลุ่มควบคุมที่ยึดด้วยซีเมนต์เรซินชนิดเดียวกัน ยกเว้นกลุ่มสัมผัสซีเมนต์ชั่วคราวชนิดมียูจินอลทำความสะอาดโดยใช้ผงขัดพัมมิซแล้วยึดติดด้วย Panavia F2.0 (EPP) (64.12 ± 14.89 เมกะปาสคาล) ($p = 0.001$) และกลุ่มสัมผัสซีเมนต์ชั่วคราวชนิดไม่มียูจินอลทำความสะอาดโดยใช้ผงขัดพัมมิซแล้วยึดติดด้วย RelyX™ Unicem (NEPR) (66.08 ± 13.08 เมกะปาสคาล) ($p = 0.015$) ซึ่งมีค่าสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เมื่อเปรียบเทียบค่ากำลังแรงยึดระหว่างกลุ่มที่ทำความสะอาดด้วยวิธีต่างๆ ในแต่ละกลุ่มซีเมนต์เรซิน (รูปที่ 23) พบว่าไม่มีความแตกต่างของค่ากำลังแรงยึดเมื่อทำความสะอาดด้วยวิธีต่างกัน ($p > 0.05$) ยกเว้นในกลุ่มที่สัมผัสซีเมนต์ชั่วคราวชนิดมียูจินอลแล้วยึดด้วย Panavia F2.0 ซึ่งการใช้กรดกัด (EAP) (35.68 ± 9.34 เมกะปาสคาล) ทำให้ค่ากำลังแรงยึดลดลงน้อยกว่ากลุ่มทำความสะอาดโดยใช้ผงขัดพัมมิซ (EPP) (64.12 ± 14.89 เมกะปาสคาล) ($p = 0.00$) และกลุ่มทำความสะอาดด้วยเครื่องมือขูด (ESP) (51.95 ± 14.67 เมกะปาสคาล) ($p = 0.023$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

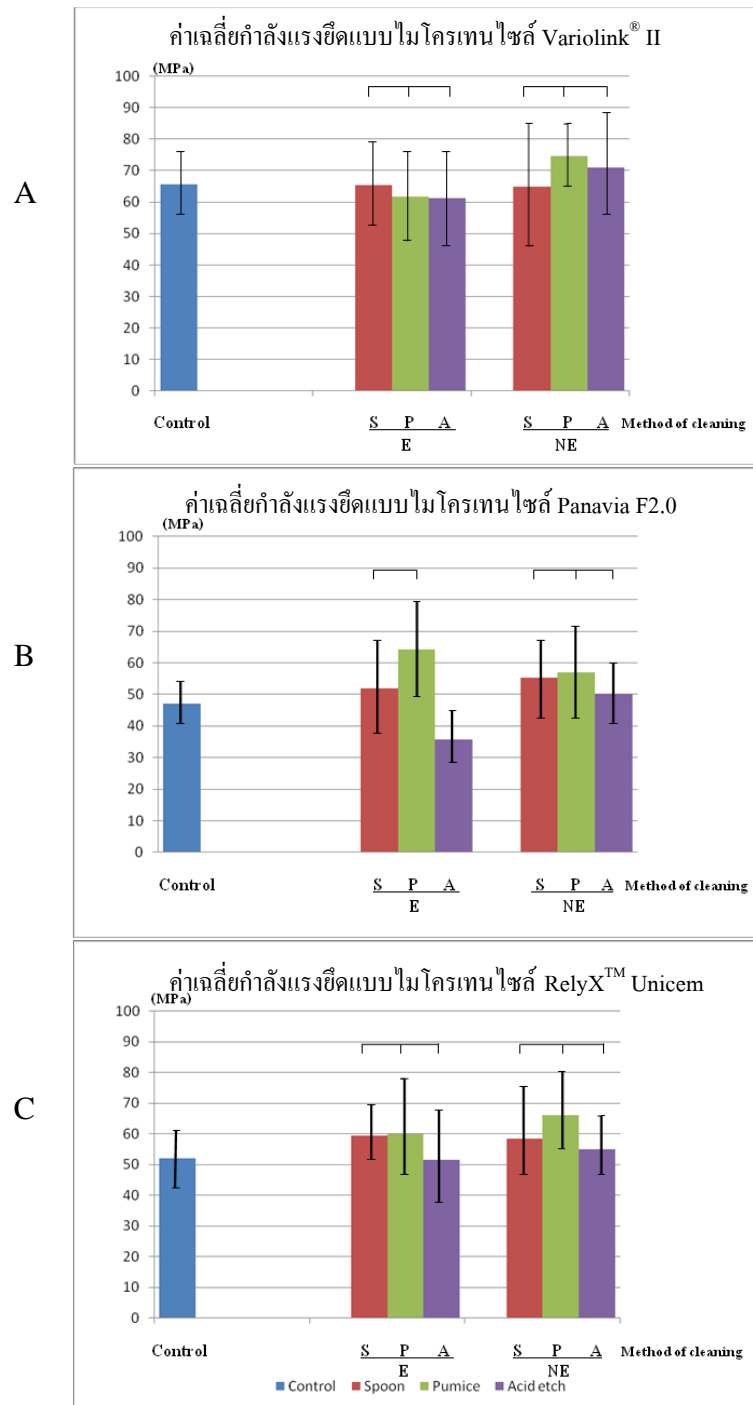
จากผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยกำลังแรงยึดของชิ้นทดสอบที่ทำความสะอาดด้วยวิธีเดียวกันจากนั้นยึดด้วยซีเมนต์เรซินระบบต่างๆ (รูปที่ 24) พบว่าในกลุ่มทดสอบส่วนใหญ่ซีเมนต์เรซินระบบกรดกัดและล้าง (Variolink® II) ให้ค่ากำลังแรงยึดที่สูงกว่าการยึดด้วยซีเมนต์เรซินอีก 2 ระบบโดยเฉพาะในกลุ่มที่สัมผัสซีเมนต์ชั่วคราวชนิดที่มียูจินอลแล้วทำความสะอาดด้วยวิธีกรดกัด (EAP) และกลุ่มที่สัมผัสซีเมนต์ชั่วคราวชนิดที่ไม่มียูจินอลแล้วทำความสะอาดด้วยวิธีกรดกัด (NEAP, NEAR) หรือวิธีกรัด (NEPP) ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)



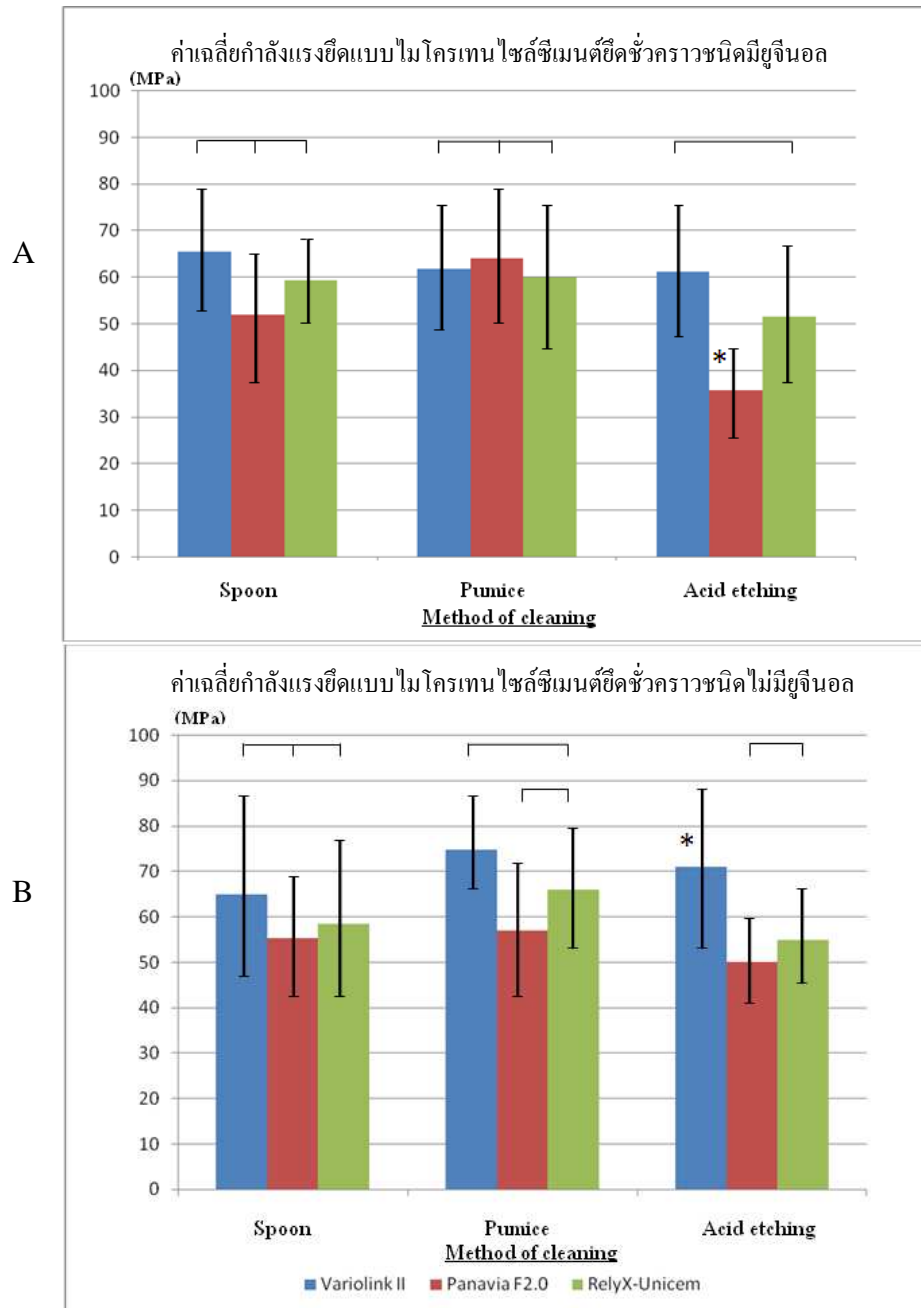
รูปที่ 21 การเปรียบเทียบค่ากำลังแรงยึดแบบไมโครเทนไซล์ของกลุ่มควบคุม
(\square คือ ไม่มีความแตกต่างกัน ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95)



รูปที่ 22 การเปรียบเทียบค่ากำลังแรงยึดแบบไมโครเทนไซล์ของ กลุ่มควบคุมและทำความสะอาดวิธีเดียวกัน เครื่องมือขูด ฟงซัดพัมมิช กรดกัด หลังสัมผัสซีเมนต์ชั่วคราวทั้งสองชนิดแล้ว ยึดด้วยซีเมนต์เรซินชนิดต่างๆ ([] คือไม่มีความแตกต่างกัน ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95, * แสดงกลุ่มที่ให้ค่ากำลังแรงยึดสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95)

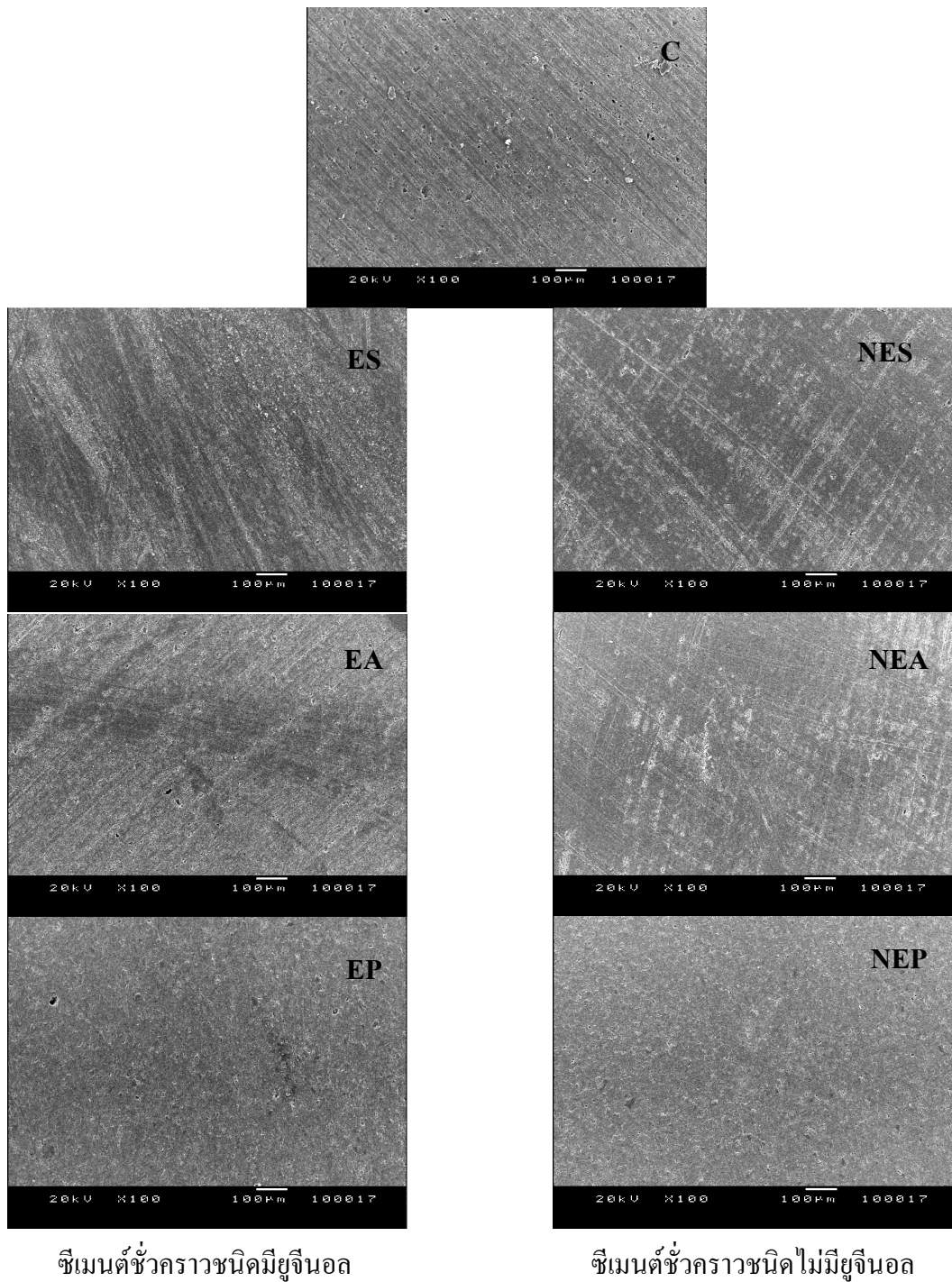


รูปที่ 23 การเปรียบเทียบค่ากำลังแรงยึดแบบไมโครเทนไซค์ของ กลุ่มควบคุมและทำความสะอาดวิธีต่างกัน เครื่องมือชุด ผงขัดพัมมิช กรดกัด หลังสัมผัสซีเมนต์ชั่วคราวชนิดเดียวกัน แล้วยึดด้วยซีเมนต์เรซินระบบต่างๆ (— คือ ไม่มีความแตกต่างกัน ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95)

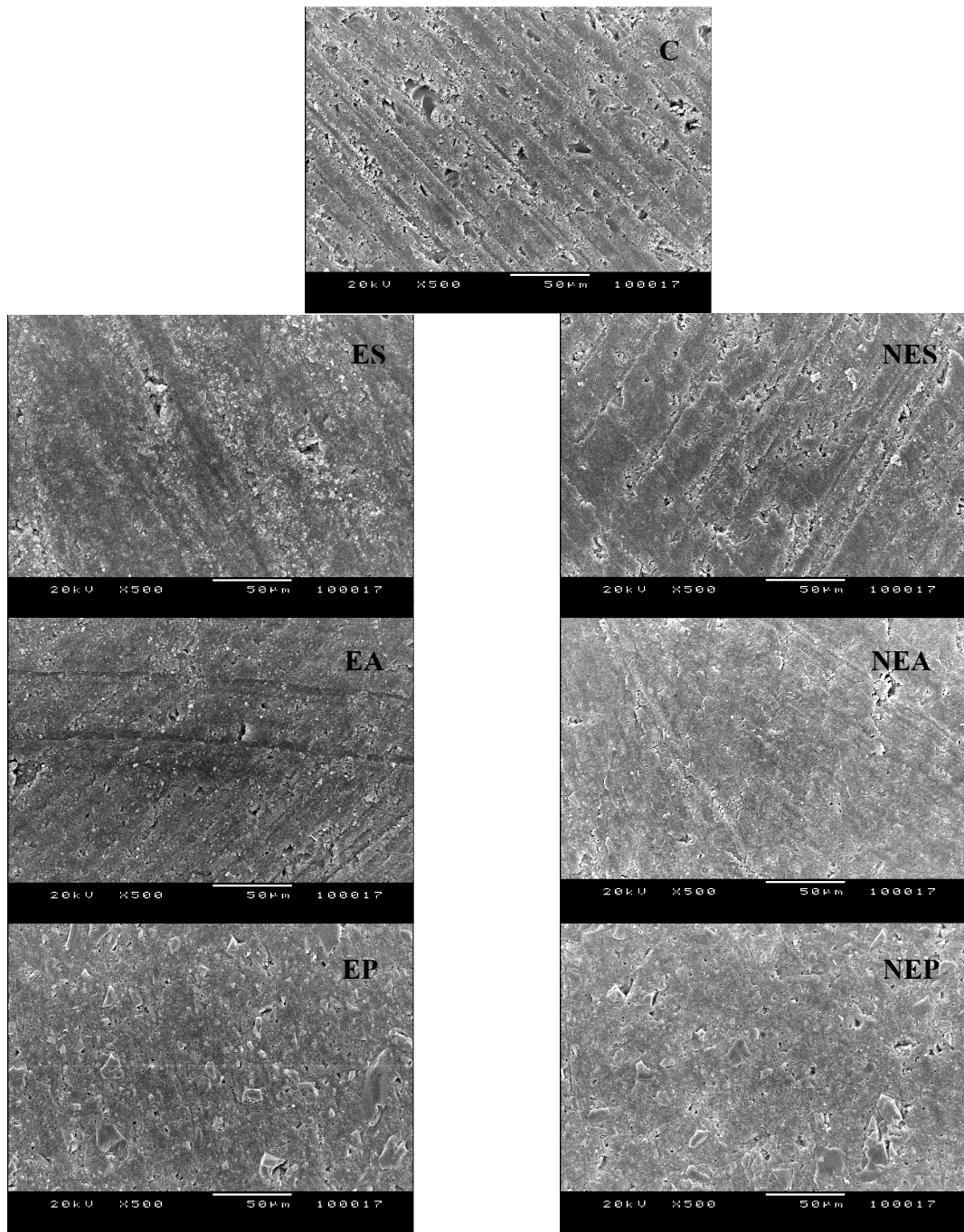


รูปที่ 24 การเปรียบเทียบค่ากำลังแรงยึดแบบไมโครเทนไซล์ของวิธีทำความสะอาดพื้นผิวทั้ง 3 วิธี หลังจากสัมผัสซีเมนต์ยึดชั่วคราวชนิดมีและไม่มียูจินอลแล้วยึดด้วยซีเมนต์ เรซิน 3 ระบบ (\square คือไม่มีความแตกต่างกัน ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95, * คือมีความแตกต่างในกลุ่มทดสอบชนิดเดียวกัน ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95)

ผลการตรวจลักษณะพื้นผิวของวัสดุบูรณะแกนฟันเรซินคอมโพสิตโดยใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดพบว่า เมื่อทำความสะอาดด้วยวิธีเดียวกันพบว่า พื้นผิวเรซินคอมโพสิตที่สัมผัสกับซีเมนต์ชั่วคราวทั้ง 2 ชนิดไม่มีความแตกต่างกัน แต่พื้นผิวที่ผ่านการทำความสะอาดด้วยวิธีต่างกันมีลักษณะที่แตกต่างกันคือ ที่กำลังขยาย 100 เท่า (รูปที่ 25) กลุ่มที่ใช้เครื่องมือรูปช้อนขูดและกลุ่มที่ใช้กรรกัด ยังคงแสดงรอยเส้นที่เกิดจากการขัดด้วยกระดาษซิลิกอนคาร์ไบด์ร่วมกับมีรอยขูดจากเครื่องมือขูดซึ่งปรากฏเป็นบริเวณสีเทาเข้มขนานกัน ส่วนในกลุ่มที่ขัดด้วยผงขัดพัมมิชไม่พบรอยเส้นหรือรอยขูด (รูปที่ 25 ภาพ EP และ NEP) ในกลุ่มควบคุมจะแสดงรอยเส้นที่เกิดจากการขัดด้วยกระดาษซิลิกอนคาร์ไบด์อย่างชัดเจน ที่กำลังขยายสูงขึ้นคือ 500 และ 2000 เท่า กลุ่มควบคุม ภาพแสดงลักษณะพื้นผิวมีการแตกหลุดของวัสดุอัดแทรกกระจายออก มีรอยร่องลึกที่เกิดจากการขัดด้วยกระดาษซิลิกอนคาร์ไบด์แสดงให้เห็นได้อย่างชัดเจน (รูปที่ 26 และ 27 ภาพ C) ในกลุ่มเครื่องมือขูด ภาพแสดงวัสดุอัดแทรกที่ถูกฉีกไว้ด้วยกันจนไม่สามารถแยกลักษณะของชิ้นส่วนอัดแทรกได้ชัดเจน (รูปที่ 26 และ 27 ภาพ ES และ NES) ส่วนกลุ่มกรรกัดลักษณะพื้นผิวคล้ายกับกลุ่มเครื่องมือขูดแต่พบมีช่องรูพรุนขนาดเล็กๆ ปรากฏขึ้นบนพื้นผิว (รูปที่ 26 และ 27 ภาพ EA และ NEA) และในกลุ่มที่เตรียมพื้นผิวด้วยวิธีขัดด้วยผงขัดพัมมิชพบมีลักษณะพื้นผิวที่แตกต่างจากกลุ่มอื่นอย่างมากคือ มีลักษณะชิ้นส่วนอัดแทรกแสดงออกมาชัดเจนและมีช่องที่เกิดจากการหลุดของชิ้นวัสดุอัดแทรกแสดงให้เห็นโดยทั่วไป (รูปที่ 26 และ 27 ภาพ EP และ NEP)



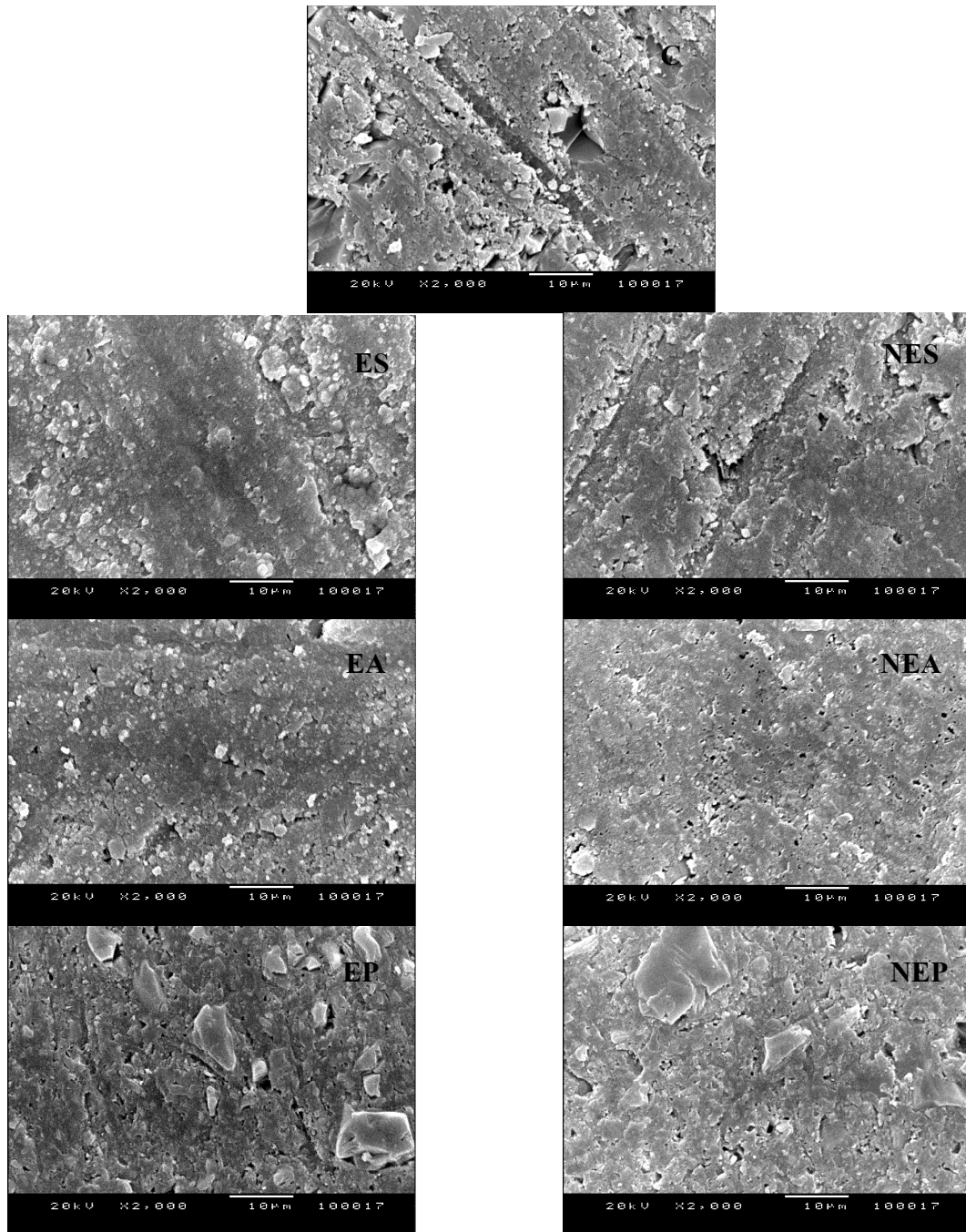
รูปที่ 25 เปรียบเทียบพื้นผิวเรซินคอมโพสิตที่ทำความสะอาดด้วยวิธีต่างๆที่กำลังขยาย 100 เท่า กลุ่มควบคุม (C) แถวด้านซ้ายสัมผัสซีเมนต์ยึดชั่วคราวชนิดมียูจินอล (กลุ่มเครื่องมือชุด (ES) กลุ่มกรดกัด (EA) กลุ่มผงขัดฟัมมิช (EP)) และแถวด้านขวาชนิดไม่มียูจินอล (กลุ่มเครื่องมือชุด (NES) กลุ่มกรดกัด (NEA) กลุ่มผงขัดฟัมมิช (NEP))



ซีเมนต์ชั่วคราวชนิดมียูจินอล

ซีเมนต์ชั่วคราวชนิดไม่มียูจินอล

รูปที่ 26 เปรียบเทียบพื้นผิวเรซินคอมโพสิตที่ทำความสะอาดด้วยวิธีต่างๆที่กำลังขยาย 500 เท่า กลุ่มควบคุม (C) แก้วด้านซ้ายสัมผัสซีเมนต์ชั่วคราวชนิดมียูจินอล (กลุ่มเครื่องมือชุด (ES) กลุ่มกรดกัด (EA) กลุ่มผงขัดฟัมมิช (EP)) และแก้วด้านขวาชนิดไม่มียูจินอล (กลุ่มเครื่องมือชุด (NES) กลุ่มกรดกัด (NEA) กลุ่มผงขัดฟัมมิช (NEP))



ซีเมนต์ขี้คราวชนิดมีซิลิกา

ซีเมนต์ขี้คราวชนิดไม่มีซิลิกา

รูปที่ 27 เปรียบเทียบพื้นผิวเรซินคอมโพสิตที่ทำความสะอาดด้วยวิธีต่างๆที่กำลังขยาย 2,000 เท่า กลุ่มควบคุม (C) แถวด้านซ้ายสัมผัสซีเมนต์ยึดขี้คราวชนิดมีซิลิกา (กลุ่มเครื่องมือมือชุด (ES) กลุ่มกรดกัด (EA) กลุ่มผงขัดฟัมมิช (EP)) และแถวด้านขวาชนิดไม่มีซิลิกา (กลุ่มเครื่องมือมือชุด (NES) กลุ่มกรดกัด (NEA) กลุ่มผงขัดฟัมมิช (NEP))

บทที่ 4

บทวิจารณ์

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อศึกษาถึงผลของวิธีการทำความสะอาดพื้นผิวของเรซินคอมโพสิตต่อค่ากำลังแรงยึดของซีเมนต์เรซิน 3 ระบบ เนื่องจากการทบทวนวรรณกรรมพบว่า การศึกษาถึงผลของซีเมนต์ชั่วคราวสองชนิดนี้ต่อผิวเรซินคอมโพสิตยังมีน้อยมากและผลการสรุปยังไม่แน่ชัดในเรื่องการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของเรซินคอมโพสิตหลังจากสัมผัสซีเมนต์ยึดชั่วคราว การทดลองที่ 1 จึงทำขึ้นเพื่อศึกษาผลของค่าความแข็งผิวที่เปลี่ยนแปลงไปเมื่อสัมผัสซีเมนต์ชั่วคราวทั้ง 2 ชนิด ถึงแม้ว่าการทดลองนี้เลือกใช้วัสดุบูรณะแกนฟันเรซินคอมโพสิตชนิดบ่มตัวแบบสองระบบ แต่ได้ออกแบบการทดลองให้เรซินคอมโพสิตบ่มตัวด้วยวิธีปฏิบัติการเคมีเพียงอย่างเดียว วิธีการทดสอบความแข็งผิวเป็นวิธีที่นิยมนำมาใช้วัดเพื่อเปรียบเทียบปริมาณการเกิดเป็นพอลิเมอร์ของวัสดุประเภทเรซิน (Degree of conversion) ซึ่งปริมาณการเกิดพอลิเมอร์ที่ต่างกันเพียงเล็กน้อยก็สามารถส่งผลต่อค่าความแข็งผิวได้ ดังนั้นเพื่อลดปัจจัยจากการกระตุ้นด้วยแสงที่ไม่เท่ากันในแต่ละตำแหน่งจึงให้เรซินคอมโพสิตแข็งตัวด้วยวิธีทางปฏิบัติการเคมีอย่างเดียวเป็นเวลา 4 นาที ตามระยะเวลาที่บริษัทผู้ผลิตแนะนำ

ในการเตรียมชิ้นเรซินคอมโพสิตสำหรับทดสอบค่ากำลังแรงยึดแบบไมโครเทนไซล์โดยใช้ชิ้นเรซินคอมโพสิตจำนวน 2 ชิ้น ที่ผ่านการเตรียมพื้นผิวที่เหมือนกันโดยทุกชิ้นผ่านการขัดด้วยกระดาษซิลิกอนคาร์ไบด์ความละเอียด 400 กริต เนื่องจากผู้วิจัยได้ทำการทดสอบความหยาบผิวด้วยเครื่องทดสอบความหยาบละเอียดของผิววัสดุ (Surfcorder SE-2300, Kosaka Laboratory Ltd., Hollywood International Ltd.) แล้วพบว่ามีความหยาบละเอียดใกล้เคียงกับผิวของหัวกรอพื้นกากเพชรที่ละเอียดสุดในการกรอตกแต่งแกนฟันขั้นสุดท้าย และในการทดสอบนี้ไม่ได้ศึกษาถึงลักษณะการแตกของพื้นผิว เนื่องจากชิ้นทดสอบเป็นวัสดุบูรณะเรซินคอมโพสิตเหมือนกันทั้งคู่การพิจารณาแยกลักษณะของการแตกหักยากและไม่สามารถแยกได้ชัดเจนว่าเกิดการแตกหักในชั้นของซีเมนต์เรซินหรือวัสดุบูรณะแกนฟัน จากข้อมูลค่ากำลังแรงยึดการทดสอบแบบไมโครเทนไซล์พบว่า ซึ่งเป็นลักษณะที่พบได้ในการทดสอบค่ากำลังแรงยึดที่ใช้พื้นผิวทดสอบที่มีขนาดเล็ก⁶¹ ซึ่งอาจเกิดได้จากฟองอากาศขนาดเล็กขณะทำการฉีดวัสดุผ่านหลอดผสม ซึ่งชิ้นทดสอบขนาดเล็กจะส่งผลกระทบค่อนข้างมาก ทำให้มีความแตกต่างของลักษณะพื้นผิวทดสอบในแต่ละชิ้นทดสอบได้ การทดสอบในครั้งนี้ไม่ได้ทดสอบด้วยวิธีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิร้อนสลับเย็นที่เป็นการลอกเลียนสภาวะจริงในช่องปาก เนื่องจากการทบทวนวรรณกรรมพบว่าไม่มี

ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของค่ากำลังแรงยึดระหว่างชั้นทดสอบกลุ่มควบคุมกับชั้นทดสอบที่ได้ทำการทดสอบในระยะ 6,000 รอบ ด้วยการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิร้อนสลับเย็น⁶² และยังพบว่าการทดสอบด้วยการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิร้อนสลับเย็น ส่งผลกระทบต่อค่ากำลังแรงยึดของซีเมนต์เรซินแต่ละระบบที่แตกต่างกัน⁶³ เพื่อควบคุมปัจจัยที่อาจส่งผลกระทบในการทดสอบจึงไม่ได้พิจารณาทำการทดสอบด้วยวิธีนี้

ผลการทดลองตอนที่ 1 พบว่า ซีเมนต์ชั่วคราวชนิดมียูจินอลมีผลต่อความแข็งแรงผิวของเรซินคอมโพสิต โดยทำให้ค่าความแข็งแรงผิวลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่กลุ่มที่สัมผัสซีเมนต์ชั่วคราวชนิดไม่มียูจินอลมีค่าความแข็งแรงผิวไม่ต่างจากกลุ่มควบคุม อาจเป็นผลจากการมียูจินอลตกค้างอยู่ในรูพรุนของเนื้อเรซินคอมโพสิต ซึ่งอาจไปทำลายผิวพอลิเมอร์ที่เกิดปฏิกิริยาแล้วทำให้ผิวเรซินที่สัมผัสกับยูจินอลมีความนุ่ม^{53, 54} โดย He และคณะ⁶⁴ รายงานว่ายูจินอลสามารถทำให้เกิดปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์ที่ไม่สมบูรณ์ในวัสดุเรซินคอมโพสิตได้ลึกถึง 50 ไมครอนเมื่อวัดจากพื้นผิว อย่างไรก็ตามผลการศึกษานี้พบว่า พื้นผิวที่ผ่านการสัมผัสกับซีเมนต์ชั่วคราวทั้งสองชนิด เมื่อผ่านการทำความสะอาดด้วยวิธีเดียวกัน และยึดติดด้วยซีเมนต์เรซินชนิดเดียวกัน จะให้ค่ากำลังแรงยึดแบบไมโครเทนไซล์ไม่แตกต่างกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกลุ่มที่มีการทำความสะอาดเชิงกลแต่เพียงอย่างเดียวได้แก่ กลุ่มที่ใช้เครื่องมืออุดรูปซ้อนและกลุ่มที่ขัดด้วยผงขัดพัมมิชอาจเป็นเพราะวิธีทำความสะอาดทั้งสองแบบสามารถกำจัดพื้นผิวที่อ่อนนุ่มจากการสัมผัสกับสารยูจินอลที่หลงเหลืออยู่ ออกได้ ส่วนพื้นผิวที่มีการทำความสะอาดเชิงกลร่วมกับการใช้กรดฟอสฟอริกก็กดกลับพบแนวโน้มว่ากลุ่มที่สัมผัสซีเมนต์ที่มียูจินอลจะมีค่ากำลังแรงยึดต่ำกว่า แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งอาจเป็นผลจากการที่กรดเกิดปฏิกิริยากับยูจินอลที่อาจมีการตกค้างอยู่ และตัวกรดฟอสฟอริกเองอาจมีการตกค้างอยู่ตามช่องรูพรุนตามที่สังเกตได้จากภาพของกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด (รูปที่ 27 ภาพ EA และ NEA) ซึ่งกรดที่หลงเหลืออยู่นี้อาจรบกวนกลไกการยึดติดของซีเมนต์เรซิน

เมื่อศึกษาค่ากำลังแรงยึดของซีเมนต์เรซินทั้ง 3 ระบบในกลุ่มควบคุมที่ไม่มีการสัมผัสกับซีเมนต์ชั่วคราวและไม่ผ่านการทำความสะอาดด้วยวิธีการใดๆ พบว่า Variolink II[®] มีค่ากำลังแรงยึดสูงกว่าระบบอื่นๆอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 6) ซึ่งอาจเป็นผลจากขั้นตอนการเตรียมพื้นผิวสำหรับการยึดติดของ Variolink II[®] ที่เป็นระบบกรดกัดและล้าง มีการปรับสภาพพื้นผิวด้วยกรดฟอสฟอริก เป็นเวลา 15 วินาที และมีการล้างออกด้วยน้ำกลั่นอีกครั้งหนึ่งก่อนยึดด้วยซีเมนต์ กรรมวิธีดังกล่าวอาจช่วยกำจัดสิ่งตกค้างซึ่งอาจหลงเหลือจากการทำความสะอาดด้วยวิธีต่างๆ เช่น ชิ้นส่วนวัสดุอุดแทรกที่หลุดออกจากพื้นผิว หรือเศษซีเมนต์ชั่วคราวที่อาจตกค้างอยู่

เป็นต้น ร่วมกับการที่ Variolink II® มีการทำสารยึดติดที่พื้นผิวได้แก่ Heliobond ก่อนใช้ซีเมนต์เรซิน ซึ่ง Heliobond เป็นเรซินที่มีความหนืดต่ำ สามารถช่วยทำให้การไหลแผ่ของเรซินซีเมนต์ไปบนพื้นผิวดีขึ้น และเกิดการยึดติดที่ดีกับเรซินคอมโพสิต ในขณะที่เรซินซีเมนต์อีกสองระบบได้แก่ Panavia F2.0 และ RelyX™ Unicem นั้นไม่มีการใช้กรดกัดและล้าง แต่เป็นการทำสารมอโนเมอร์บนผิวเรซินคอมโพสิต ที่อาจมีสิ่งตกค้างหลงเหลืออยู่โดยตรง จึงไม่เกิดการยึดติดที่ดีเท่ากับ Variolink II® นอกจากนี้อาจเป็นไปได้ว่าตัว Variolink II® เองมีความแข็งแรงสูงกว่าซีเมนต์เรซินชนิดอื่นๆ เมื่อใช้กับพื้นผิวที่มีลักษณะเป็นสารประกอบอนินทรีย์ (inorganic structure) เช่น เคลือบฟัน (enamel)⁵²

เมื่อศึกษาถึงผลของการทำความสะอาดพื้นผิวด้วยวิธีต่างๆ ในกลุ่มที่ยึดด้วย Variolink II® พบว่าค่ากำลังแรงยึดที่ได้ไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม และไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของค่ากำลังแรงยึดระหว่างวิธีทำความสะอาดแบบต่างๆ และการสัมผัสซีเมนต์ชั่วคราวทั้งสองชนิด โดยกลุ่มที่สัมผัสกับซีเมนต์ชนิดไม่มียูจินอลให้ค่ากำลังแรงยึดสูงกว่าเพียงเล็กน้อย ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากลักษณะการเป็นระบบกรดกัดและล้าง และผลจากการใช้สารยึดติดดังที่ได้กล่าวมาแล้ว ดังนั้นหากวางแผนจะใช้ซีเมนต์เรซิน Variolink II® เป็นสารเชื่อมยึดถาวรในกรณีที่มีวัสดุบูรณะแกนฟันเรซินคอมโพสิตขนาดใหญ่ ถ้าจะใช้ซีเมนต์ชั่วคราวชนิดที่มีหรือไม่มียูจินอล ร่วมกับการทำความสะอาดด้วยการใช้เครื่องมือชุบรูปซ็อน หรือ ขัดด้วยผงขัดพัมมิช หรือ การใช้กรดฟอสฟอริกกัดก็ไม่มีผลต่อแรงยึดติดแต่อย่างใด

ส่วนในกลุ่มที่ยึดด้วย RelyX™ Unicem ให้ผลในลักษณะเดียวกันกับ Variolink II® แต่พบว่าวิธีการทำความสะอาดโดยการใช้กรดกัด มีแนวโน้มจะทำให้เกิดแรงยึดต่ำกว่าวิธีเชิงกลเล็กน้อย การที่ RelyX™ Unicem เป็นระบบแคปซูล และถูกผสมด้วยเครื่อง จากนั้นจึงถูกฉีดออกมาใช้งาน ทำให้ซีเมนต์มีความหนืดต่ำมีการไหลแผ่ไปตามพื้นผิวที่ดี ลักษณะพื้นผิวที่แตกต่างกันจากการทำความสะอาดด้วยวิธีเชิงกลต่างๆ จึงไม่ส่งผลต่อการยึดอยู่ แต่เมื่อมีการทำความสะอาดด้วยกรดแล้วล้างออก อาจยังคงมีกรดตกค้างตามรูพรุนที่พื้นผิว ร่วมกับการที่อาจมีซีเมนต์ชั่วคราวหลงเหลือที่พื้นผิวเรซินคอมโพสิต ซึ่งรบกวนกับซีเมนต์เรซินระบบเซล์ฟแอคทีฟ ที่ไม่ได้มีการปรับสภาพพื้นผิวที่จะทำการยึดก่อนแต่อย่างใด สอดคล้องกับการรายงานของ Hikita และคณะ⁵⁰ พบว่าซีเมนต์เรซินกลุ่มนี้เมื่อทำการกัดด้วยกรดฟอสฟอริกก่อนยึดกับเนื้อฟันทำให้ค่ากำลังแรงยึดลดลง และไม่สามารถยึดติดได้สมบูรณ์ในส่วนที่มีซีเมนต์ชั่วคราวหลงเหลืออยู่⁵⁵

การศึกษานี้พบว่า Panavia F2.0 ซึ่งเป็นซีเมนต์เรซินระบบเซล์ฟแอค แสดงแนวโน้มค่ากำลังแรงยึดที่แตกต่างกันระหว่างวิธีการทำความสะอาดแบบต่างๆ อย่างชัดเจนที่สุด โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกลุ่มที่มีการสัมผัสกับซีเมนต์ชั่วคราวชนิดมียูจินอล (รูปที่ 23 B) โดยพบว่ามีค่ากำลังแรงยึดที่ต่ำกว่ากลุ่มอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในกลุ่มที่สัมผัสกับซีเมนต์ชั่วคราวที่มี

ยูจินอลและทำความสะอาดด้วยกรดฟอสฟอริก อาจเป็นผลจากการที่ซีเมนต์เรซินชนิดนี้ต้องใช้สารไพโรเมอร์ทาบนพื้นผิวที่ต้องการยึด และไม่มีกรล้างออกก่อนที่จะยึดด้วยซีเมนต์เรซิน ซึ่งวิธีการทำความสะอาดพื้นผิวโดยใช้กรดกัด อาจยังคงมีกรดเหลือตกค้างและรบกวนต่อกลไกการทำงานของไพโรเมอร์ ซึ่งมีฤทธิ์เป็นกรดเช่นกัน ทำให้เกิดการยึดกับซีเมนต์เรซินที่ไม่ดี นอกจากนี้ค่าความเป็นกรดที่อาจสูงกว่าปกตินี้อาจส่งเสริมให้น้ำแทรกซึมเข้ามาตามรอยยึดในขั้นตอนการเก็บชิ้นงานในสถานะที่มีความชื้น 100% ก่อนการทดสอบ และส่งผลให้ค่ากำลังแรงยึดลดลง⁶⁵ ดังนั้นการทำความสะอาดพื้นผิวที่สัมผัสกับซีเมนต์ชั่วคราวที่มียูจินอลด้วยกรดฟอสฟอริก จึงไม่เหมาะสมหากจะใช้ร่วมกับซีเมนต์เรซิน Panavia F2.0

เมื่อพิจารณาผลของการทำความสะอาดด้วยวิธีที่แตกต่างกันต่อค่ากำลังแรงยึด (รูปที่ 23) ถึงแม้ว่าผลการทดสอบพบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างวิธีการทำความสะอาดทั้ง 3 วิธี แต่ถ้าพิจารณาที่ค่ากำลังแรงยึดเฉลี่ยโดยรวมแล้วจะพบว่า วิธีทำความสะอาดพื้นผิวมีแนวโน้มที่จะให้ค่ากำลังแรงยึดที่สูงกว่ากลุ่มควบคุมของแต่ละซีเมนต์เรซิน ยกเว้นกลุ่มที่สัมผัสซีเมนต์ชั่วคราวชนิดมียูจินอล ทำความสะอาดด้วยกรดกัดแล้วยึดด้วย Panavia F2.0 ซึ่งผลที่เกิดขึ้นอาจเนื่องมาจากวิธีทำความสะอาดได้ทำการเปลี่ยนแปลงความหยาบละเอียดของพื้นผิวเรซินคอมโพสิตทำให้เพิ่มพื้นที่ผิวในการยึดติดกับซีเมนต์เรซินได้มากเพิ่มขึ้น หรือการขัดด้วยผงขัดพัมมิซท์พบว่ามีแนวโน้มที่จะให้ค่ากำลังแรงยึดเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มอื่นๆ อยู่เล็กน้อย ซึ่งภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราดพบว่าการขัดด้วยผงขัดพัมมิซท์จะสร้างพื้นผิวใหม่โดยไม่พบรอยเส้นที่เกิดจากการขัดด้วยกระดาษซิลิกอนคาร์ไบด์ และรอยขีดจากการทำความสะอาดด้วยเครื่องมือขูด และภาพยังแสดงการเปิดพื้นผิววัสดุอุดแทรกให้แสดงออกมาจากที่ถูกปิดทับด้วยซีเมนต์ชั่วคราว (รูปที่ 27 ภาพ EP และ NEP) อาจด้วยเหตุนี้ซีเมนต์เรซินจึงยึดติดกับส่วนของเนื้อวัสดุบูรณะเรซินคอมโพสิตมากกว่าการทำความสะอาดด้วยวิธีเครื่องมือขูดหรือกรดกัด ที่ยังคงมีซีเมนต์ชั่วคราวปกคลุมอยู่ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Bachmann และคณะ¹¹ ที่พบว่าการทำความสะอาดด้วยวิธีการขูด จากนั้นทำการขัดด้วยผงขัดสามารถกำจัดซีเมนต์ชั่วคราวออกได้อย่างดี ถึงแม้ว่าวิธีการขัดด้วยผงขัดพัมมิซท์ทำให้การยึดติดดีขึ้น แต่ก็มีข้อจำกัดคือถ้ามากเกินไปอาจส่งผลต่อความไม่แนบสนิทระหว่างขอบของฟันเทียมติดแน่นกับแกนฟัน ครอบฟันหลวมจากการสูญเสียตัวแกนฟันไปและเพิ่มความหนาของซีเมนต์⁵⁴

ถึงแม้ว่าผลการวิจัยจากการศึกษานี้ได้ผลไม่แตกต่างกันของค่ากำลังแรงยึดระหว่างซีเมนต์ชั่วคราวชนิดที่มีและไม่มียูจินอล และระหว่างวิธีการทำความสะอาดต่างกัน แต่ในการทำงานฟันเทียมติดแน่นนอกจากเนื้อฟันแล้วยังคงมีวัสดุบูรณะแกนฟัน เรซินคอมโพสิตที่ใช้ร่วมกันเพื่อทดแทนส่วนเนื้อฟันที่สูญเสียไปเพื่อรองรับฟันเทียมติดแน่นซึ่งลักษณะพื้นผิวที่ต่างกันของเนื้อฟันและเรซินคอมโพสิตยังเป็นข้อจำกัดในการศึกษาเช่น มีการศึกษาที่พบว่าการ

ใช้กรดกัดบนผิวฟันเพื่อให้เกิดพื้นผิวที่เหมาะสมสำหรับการยึดอยู่ตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต จะควบคุมเวลาอยู่ที่ประมาณ 10-15 วินาที^{56, 59, 66} แต่การใช้กรดกัดบนพื้นผิวเรซินคอมโพสิตเพื่อทำความสะอาดซีเมนต์ชั่วคราวอาจต้องใช้เวลามากกว่า เพื่อให้เกิดการทำมาสะอาดที่ดีขึ้นและช่วยเพิ่มความสามารถในการยึดติดของซีเมนต์เรซินกับผิวเรซินคอมโพสิตหรืออาจต้องใช้เวลาการล้างกรดออกนานขึ้นเพื่อลดการหลงเหลืออยู่ของกรดที่ตกค้างในช่องรูพรุนของวัสดุบูรณะเรซินคอมโพสิต จากการศึกษาของ Millstein และ Nathanson⁵⁴ พบว่าวิธีการขัดด้วยผงขัดพัมมิชบนผิวเนื้อฟันสามารถกำจัดซีเมนต์ชั่วคราวออกได้ทำให้การยึดติดดีขึ้นแต่การขัดที่มากเกินไปสำหรับผิวเรซินคอมโพสิตอาจส่งผลเสียมากกว่า เนื่องจากคอมโพสิตมีโอกาสสูญเสียพื้นผิวฟันมากกว่าเนื้อฟัน ภายหลังการขัด อาจส่งผลกระทบต่ออายุการใช้งานบูรณะ ดังนั้นทันตแพทย์ควรพิจารณาว่าฟันหลักนั้นได้การยึดติดจากส่วนผิวฟันหรือผิวคอมโพสิตเป็นหลักเพื่อเลือกใช้ซีเมนต์และวิธีการทำความสะอาดที่ไม่ส่งผลเสียต่อค่ากำลังแรงยึด อย่างไรก็ตาม จากผลการวิจัยนี้แนะนำให้หลีกเลี่ยงการใช้กรดกัดทำความสะอาด ในกรณีที่ใช้ซีเมนต์ระบบเซล์ฟเอช Panavia F2.0

เนื่องจากการศึกษานี้เป็นการเปรียบเทียบค่ากำลังแรงยึดของซีเมนต์เรซินทั้งสามระบบ โดยผ่านการเตรียมพื้นผิวที่แตกต่างกัน ผลการศึกษาที่เกิดขึ้นพบความแตกต่างอย่างมากในกลุ่มที่กัดด้วยกรดฟอสฟอริกก่อนยึดด้วยซีเมนต์เรซิน โดยเฉพาะกลุ่มซีเมนต์เรซินระบบเซล์ฟเอช ซึ่งผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นชัดเจนว่าค่ากำลังแรงยึดแบบไมโครเทนไซล์ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อใช้กรดฟอสฟอริกกัดก่อนยึดด้วยซีเมนต์เรซินระบบนี้ ซึ่งสาเหตุหรือกลไกการลดลงของค่ากำลังแรงยึดยังไม่ทราบแน่ชัดดังนั้นควรศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับผลกระทบของการใช้กรดฟอสฟอริกกัดต่อซีเมนต์เรซินระบบเซล์ฟเอช เช่นศึกษาเวลาในการล้างกรดฟอสฟอริกว่าถ้าใช้เวลานานขึ้นจะทำให้ผลกระทบของกรดลดลงหรือไม่ หรือศึกษาในซีเมนต์เรซินระบบเซล์ฟเอชชนิดอื่นๆนอกเหนือจาก Panavia ว่าเป็นเช่นเดียวกันหรือไม่ และจากผลการทดสอบนี้ก็พบว่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่ากำลังแรงยึดในกลุ่มทดสอบบางกลุ่มมีค่าสูงและยังไม่สามารถสรุปได้แน่ชัดว่าเป็นสาเหตุมาจากวิธีทำความสะอาดที่แตกต่างกันหรือมาจากผลกระทบที่เกิดจากซีเมนต์ซึ่งก็ออกไซด์ยูจินอล

บทที่ 5

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

ภายใต้ข้อจำกัดของการศึกษานี้ สรุปผลการศึกษาได้ว่า

1. ซีเมนต์ชั่วคราวชนิดมียูจินอลทำให้ค่าความแข็งผิวของวัสดุบูรณะแกนฟันเรซินคอมโพสิตลดลง
2. ซีเมนต์ระบบกรดกัดและล้างมีประสิทธิภาพในการยึดติดกับผิวเรซินคอมโพสิตสูงสุดทั้งในผิวเรซินคอมโพสิตที่ไม่ได้สัมผัสและสัมผัสซีเมนต์ชั่วคราว
3. ไม่มีความแตกต่างของค่ากำลังแรงยึดระหว่างซีเมนต์เรซินและผิวเรซินคอมโพสิตที่สัมผัสซีเมนต์ชั่วคราวชนิดที่มีและไม่มียูจินอลเมื่อทำความสะอาดและใช้ซีเมนต์ยึดแบบเดียวกัน
4. วิธีการทำความสะอาดไม่มีผลต่อค่ากำลังแรงยึดระหว่างผิวเรซินคอมโพสิตกับผิวซีเมนต์เรซิน ยกเว้นในกลุ่มที่ยึดด้วยซีเมนต์ระบบเซล์ฟเอช Panavia F2.0 ซึ่งการทำความสะอาดโดยใช้กรดฟอสฟอริกกัดทำให้ค่ากำลังแรงยึดต่ำลง

เอกสารอ้างอิง

1. Shillingburg HT, Hobo S, Whitsett LD, Jacobi R, Brackett SE. Fundamental of fixed prosthodontics. 3rd edition. Chicago: Quintessence; 1997: 185.
2. Powers JM, Sakaguchi RL. Resin composite restorative material. Restorative dental materials. 12th edition. St Louis, Missouri: Mosby Elsevier; 2006: 232-57.
3. Sadek FT, Monticelli F, Goracci C, Tay FR, Cardoso PE, Ferrari M. Bond strength performance of different resin composites used as core materials around fiber posts. *Dent Mater* 2007; 23(1): 95-9.
4. Hsu YB, Nicholls JI, Phillips KM, Libman WJ. Effect of core bonding on fatigue failure of compromised teeth. *Int J Prosthodont* 2002; 15(2): 175-8.
5. Craig R, Powers JM. Restorative dental materials. 11 th edition. St Louis, Missouri: Mosby; 2002: 17-84, 177, 201, 152-54.
6. el-Mowafy OM, Fenton AH, Forrester N, Milenkovic M. Retention of metal ceramic crowns cemented with resin cements: effects of preparation taper and height. *J Prosthet Dent* 1996; 76(5): 524-9.
7. Dilts WE, Miller RC, Miranda FJ, Duncanson MG, Jr. Effect of zinc oxide-eugenol on shear bond strengths of selected core/cement combinations. *J Prosthet Dent* 1986; 55(2): 206-8.
8. Millstein PL, Nathanson D. Effects of temporary cementation on permanent cement retention to composite resin cores. *J Prosthet Dent* 1992; 67(6): 856-9.
9. Watanabe EK, Yamashita A, Imai M, Yatani H, Suzuki K. Temporary cement remnants as an adhesion inhibiting factor in the interface between resin cements and bovine dentin. *Int J Prosthodont* 1997; 10(5): 440-52.
10. Watanabe EK, Yatani H, Ishikawa K, Suzuki K, Yamashita A. Pilot study of conditioner/primer effects on resin-dentin bonding after provisional cement contamination using SEM, energy dispersive x-ray spectroscopy, and bond strength evaluation measures. *J Prosthet Dent* 2000; 83(3): 349-55.

11. Bachmann M, Paul SJ, Luthy H, Scharer P. Effect of cleaning dentine with soap and pumice on shear bond strength of dentine-bonding agents. *J Oral Rehabil* 1997; 24(6): 433-8.
12. Abo-Hamar SE, Federlin M, Hiller KA, Friedl KH, Schmalz G. Effect of temporary cements on the bond strength of ceramic luted to dentin. *Dent Mater* 2005; 21(9): 794-803.
13. Wiskott HW, Nicholls JI, Belser UC. The relationship between abutment taper and resistance of cemented crowns to dynamic loading. *Int J Prosthodont* 1996; 9(2): 117-39.
14. Wiskott HW, Nicholls JI, Belser UC. The effect of tooth preparation height and diameter on the resistance of complete crowns to fatigue loading. *Int J Prosthodont* 1997; 10(3): 207-15.
15. Kovarik RE, Breeding LC, Caughman WF. Fatigue life of three core materials under simulated chewing conditions. *J Prosthet Dent* 1992; 68(4): 584-90.
16. Larson TD, Jensen JR. Microleakage of composite resin and amalgam core material under complete cast crowns. *J Prosthet Dent* 1980; 44(1): 40-4.
17. Donald HL, Jeansonne BG, Gardiner DM, Sarkar NK. Influence of dentinal adhesives and a prefabricated post on fracture resistance of silver amalgam cores. *J Prosthet Dent* 1997; 77(1): 17-22.
18. Lo CS, Millstein PL, Nathanson D. In vitro shear strength of bonded amalgam cores with and without pins. *J Prosthet Dent* 1995; 74(4): 385-91.
19. Hirasawa T, Hirano S, Hirabayashi S, Harashima I, Aizawa M. Initial dimensional change of composites in dry and wet conditions. *J Dent Res* 1983; 62(1): 28-31.
20. Oliva RA, Lowe JA. Dimensional stability of composite used as a core material. *J Prosthet Dent* 1986; 56(5): 554-61.
21. Oliva RA, Lowe JA. Dimensional stability of silver amalgam and composite used as core materials. *J Prosthet Dent* 1987; 57(5): 554-9.
22. Dionysopoulos P, Kotsanos N, Koliniotou K, Papagodiannis Y. Secondary caries formation in vitro around fluoride-releasing restorations. *Oper Dent* 1994; 19(5): 183-8.

23. Gateau P, Sabek M, Dailey B. Fatigue testing and microscopic evaluation of post and core restorations under artificial crowns. *J Prosthet Dent* 1999; 82(3): 341-7.
24. Mitchell RJ, Koike M, Okabe T. Posterior amalgam restorations-usage, regulation, and longevity. *Dent Clin N Am* 2007; 51(3): 573-89.
25. Nakajima H, Wataha JC, Rockwell LC, Okabe T. In vitro cytotoxicity of amalgams made with binary Hg-In liquid alloys. *Dent Mater* 1997; 13(3): 168-73.
26. Howdle MD, Fox K, Youngson CC. An in vitro study of coronal microleakage around bonded amalgam coronal-radicular cores in endodontically treated molar teeth. *Quintessence Int* 2002; 33(1): 22-9.
27. Lohbauer U. Dental glass ionomer cements as permanent filling materials? properties, limitations and future trends. *Materials* 2010; 3: 76-96.
28. Jevnikar P, Jarh O, Sepe A, Pintar MM, Funduk N. Micro magnetic resonance imaging of water uptake by glass ionomer cements. *Dent Mater* 1997; 13(1): 20-3.
29. Isidor F, Brondum K, Ravnholt G. The influence of post length and crown ferrule length on the resistance to cyclic loading of bovine teeth with prefabricated titanium posts. *Int J Prosthodont* 1999; 12(1): 78-82.
30. Gateau P, Sabek M, Dailey B. In vitro fatigue resistance of glass ionomer cements used in post-and-core applications. *J Prosthet Dent* 2001; 86(2): 149-55.
31. Mollersten L, Lockowandt P, Linden LA. A comparison of strengths of five core and post-and-core systems. *Quintessence Int* 2002; 33(2): 140-9.
32. Bonilla ED, Mardirossian G, Caputo AA. Fracture toughness of various core build-up materials. *J Prosthodont* 2000; 9(1): 14-8.
33. Medina Tirado JI, Nagy WW, Dhuru VB, Ziebert AJ. The effect of thermocycling on the fracture toughness and hardness of core buildup materials. *J Prosthet Dent* 2001; 86(5): 474-80.
34. 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* 2005; 18(1): 61-5.
35. Piwowarczyk A, Lauer HC, Sorensen JA. In vitro shear bond strength of cementing agents to fixed prosthodontic restorative materials. *J Prosthet Dent* 2004; 92(3): 265-73.

36. el-Mowafy OM, Rubo MH, el-Badrawy WA. Hardening of new resin cements cured through a ceramic inlay. *Oper Dent* 1999; 24(1): 38-44.
37. Rosenstiel SF LM, Crispin BJ. Dental luting agents: A review of the current literature. *J Prosthet Dent* 1998; 80(3): 280-301.
38. Hume WR. In vitro studies of the local pharmacodynamics, pharmacology and toxicology of eugenol and zinc oxide -eugenol. *Int Endod J* 1988; 21(2): 130-4.
39. Noort Rv. Introduction to dental materials. 2nd edition. Edinburg: Mosby; 2002: 143-45.
40. al-Wazzan KA, al-Harbi AA, Hammad IA. The effect of eugenol-containing temporary cement on the bond strength of two resin composite core materials to dentin. *J Prosthodont* 1997; 6(1): 37-42.
41. Rosenstiel SF, Gegauff AG. Effect of provisional cementing agents on provisional resins. *J Prosthet Dent* 1988; 59(1): 29-33.
42. Anusavice K. Phillips' Science of Dental Materials. 11 th edition. St. Louis, Missouri: W.B.Sounder; 2003: 466-71.
43. Marchiori M, Garbin CA, Rigo L, Nunes DB, GM. MG. Influence of preparation height and luting agent type on crown retention in molars. *Braz J Oral Sci* 2010; 9(2): 89-93.
44. White SN, Furuichi R, Kyomen SM. Microleakage through dentin after crown cementation. *J Endod* 1995; 21(1): 9-12.
45. White SN, Yu Z. Compressive and diametral tensile strengths of current adhesive luting agents. *J Prosthet Dent* 1993; 69(6): 568-72.
46. Wilson AD. Resin-modified glass-ionomer cements. *Int J Prosthodont* 1990; 3(5): 425-9.
47. Sidhu SK, Watson TF. Resin-modified glass-ionomer materials. Part 1: Properties. *Dent Update* 1995; 22(10): 429-32.
48. Blair KF, Koeppen RG, Schwartz RS, Davis RD. Microleakage associated with resin composite-cemented, cast glass ceramic restoration. *Int J Prosthodont* 1993; 6(6): 579-84.

49. Levine WA. An evaluation of the film thickness of resin luting agents. *J Prosthet Dent* 1989; 62(2): 175-8.
50. Hikita K, Van Meerbeek B, De Munck J, Ikeda T, Van Landuyt K, Maida T, et al. Bonding effectiveness of adhesive luting agents to enamel and dentin. *Dent Mater* 2007; 23(1): 71-80.
51. Bitter K, Priehn K, Martus P, Kielbassa AM. In vitro evaluation of push-out bond strengths of various luting agents to tooth-colored posts. *J Prosthet Dent* 2006; 95(4): 302-10.
52. Frankenberger R, Lohbauer U, Schaible RB, Nikolaenko SA, Naumann M. Luting of ceramic inlays in vitro: marginal quality of self-etch and etch-and-rinse adhesives versus self-etch cements. *Dent Mater* 2008; 24(2): 185-91.
53. Paige H, Hirsch SM, Gelb MN. Effects of temporary cements on crown-to-composite resin core bond strength. *J Prosthet Dent* 1986; 55(1): 49-52.
54. Millstein PL, Nathanson D. Effect of eugenol and eugenol cements on cured composite resin. *J Prosthet Dent* 1983; 50(2): 211-5.
55. Gabryl RS, Mayhew RB, Haney SJ, Wilson AH. Effect of a temporary cementing agent on the retention of castings for composite resin cores. *J Prosthet Dent* 1985; 54(2): 183-7.
56. Woody TL, Davis RD. The effect of eugenol-containing and eugenol-free temporary cements on microleakage in resin bonded restorations. *Oper Dent* 1992; 17(5): 175-80.
57. Paul SJ, Scharer P. Effect of provisional cements on the bond strength of various adhesive bonding systems on dentine. *J Oral Rehabil* 1997; 24(1): 8-14.
58. Grasso CA, Caluori DM, Goldstein GR, Hittelman E. In vivo evaluation of three cleansing techniques for prepared abutment teeth. *J Prosthet Dent* 2002; 88(4): 437-41.
59. Peutzfeldt A, Asmussen E. Influence of eugenol-containing temporary cement on efficacy of dentin-bonding systems. *Eur J Oral Sci* 1999; 107(1): 65-9.
60. Sarac D, Sarac YS, Kulunk S, Kulunk T. Effect of the dentin cleansing techniques on dentin wetting and on the bond strength of a resin luting agent. *J Prosthet Dent* 2005; 94(4): 363-9.

61. Sano H, Shono T, Sonoda H, Takatsu T, Ciucchi B, Carvalho R, et al. Relationship between surface area for adhesion and tensile bond strength--evaluation of a micro-tensile bond test. *Dent Mater* 1994; 10(4): 236-40.
62. Andreatta Filho OD, Araujo MA, Bottino MA, Nishioka RS, Menezes MM. Study of thermocycling effect on the bond strength between an aluminous ceramic and a resin cement. *J Appl Oral Sci* 2005; 13(1): 53-7.
63. Irie M, Suzuki K. Current luting cements: marginal gap formation of composite inlay and their mechanical properties. *Dent Mater* 2001; 17(4): 347-53.
64. He LH, Purton DG, Swain MV. A suitable base material for composite resin restorations: Zinc oxide eugenol. *J Dent* 2009; 38(4): 290-95.
65. Ikeda M, Kurokawa H, Sunada N, Tamura Y, Takimoto M, Murayama R, et al. Influence of previous acid etching on dentin bond strength of self-etch adhesives. *J Oral Sci* 2009; 51(4): 527-34.
66. Tjan AH, Nemetz H. Effect of eugenol-containing endodontic sealer on retention of prefabricated posts luted with adhesive composite resin cement. *Quintessence Int* 1992; 23(12): 839-44.

ภาคผนวก

ตารางที่ 7 แสดงค่าเฉลี่ยความแข็งผิวเรซินคอมโพสิต (n=10)

No.	Control	Non-eugenol	Eugenol
1	48.975	45.525	37.625
2	51.725	48.625	40.625
3	48.1	44.3	39.95
4	47.125	43.875	39.475
5	43.55	40.8	36.075
6	44.3	41.9	37.325
7	43.525	40.875	35.475
8	43.725	42.05	36.4
9	44.275	39.5	32.2
10	42.1	39.65	35.275
Mean	45.74	42.71	37.04
SD	3.07	2.88	2.54
SE	.972	.910	.803

หมายเหตุ: Mean = ค่าเฉลี่ย SD=ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน SE=ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน

ตารางที่ 8 แสดงค่าสถิติความแข็งผิวเรซินคอมโพสิต

(โดย one-way ANOVA and Multiple Comparison-Tukey HSD)

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	389.827	2	194.913	24.187	.000
Within Groups	217.581	27	8.059		
Total	607.407	29			

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Mean

Tukey HSD

(I)treatment	(J)treatment	Mean Difference (I-J)	Std.Error	Sig.
Control	Eugenol	8.698*	1.27	.000
	Non-eugenol	3.03	1.27	.061
Eugenol	Control	-8.698*	1.27	.000
	Non-eugenol	-5.668*	1.27	.000
Non-eugenol	Control	-3.03	1.27	.061
	Eugenol	5.668*	1.27	.000

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

ตารางที่ 9 แสดงค่าเฉลี่ยของการทดสอบค่ากำลังแรงยึดแบบไมโครเทนไซล์ของกลุ่มควบคุม
(เมกะปาสคาล) (n=20)

No.	Variolink II [®]	Panavia F2.0	RelyX [™] Unicem
1	74.602	38.661	58.267
2	76.77	45.045	47.873
3	55.737	52.239	40.687
4	68.473	38.983	51.006
5	66.298	47.111	59.947
6	51.507	45.132	65.031
7	69.198	51.929	53.699
8	67.855	45.878	44.681
9	74.281	51.712	34.67
10	80.317	39.505	42.672
11	59.681	58.379	54.086
12	74.341	34.09	47.417
13	56.32	55.013	53.008
14	45.629	50.384	63.742
15	75.109	39.603	49.485
16	48.488	53.609	66.479
17	74.308	45.717	53.919
18	66.967	42.169	57.909
19	52.538	58.856	38.333
20	73.031	46.768	56.359
Mean	65.573	47.039	51.964
SD	10.522	6.914	8.845
SE	2.353	1.546	1.978

หมายเหตุ: Mean = ค่าเฉลี่ย SD=ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน SE=ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน

ตารางที่ 10 แสดงค่าสถิติกำลังแรงยัดแบบไมโครเทนไซล์กลุ่มควบคุม

(โดย one-way ANOVA and Multiple Comparison-Tukey HSD)

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	3686.261	2	1843.131	23.354	.000
Within Groups	4498.476	57	78.921		
Total	8184.737	59			

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Mean

Tukey HSD

(I)treatment	(J)treatment	Mean Difference (I-J)	Std.Error	Sig.
CV	CP	18.533*	2.809	.000
	CR	13.609*	2.809	.000
CP	CV	-18.533*	2.809	.000
	CR	-4.924	2.809	.195
CR	CV	-13.609*	2.809	.000
	CP	4.924	2.809	.195

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

ตารางที่ 11 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนสามทาง (Three-way ANOVA)

Tests of Between-Subjects Effects

Source	Type III Sum Of Squares	df	Mean Squares	F	Sig.
Corrected Model	36026.588 ^a	17	2119.211	11.669	.000
Intercept	1218954.112	1	1218954.112	6711.810	.000
Provisional	3742.084	1	3742.084	20.605	.000
Cleaning	6296.644	2	3148.322	17.335	.000
Resin Cement	17068.245	2	8534.123	46.991	.000
Provisional*Cleaning	426.773	2	213.386	1.175	.310
Provisional *Resin Cement	599.587	2	299.793	1.651	.193
Cleaning*Resin Cement	3048.177	4	762.044	4.196	.002
Provisional*Cleaning*Resin Cement	4845.079	4	1211.270	6.669	.000
Error	62111.752	342	181.613		
Total	1317092.452	360			
Corrected Total	98138.340	359			

a.R Squared = .367 (Adjusted R Squared = .336)

ตารางที่ 12 แสดงค่าเฉลี่ยของการทดสอบค่ากำลังแรงยึดแบบไมโครเทนไซล์ของการทำความสะอาดพื้นผิวด้วยวิธีต่าง (เมกะปาสกาล) (n=20)

No.	ระบบ กรดกัดและล้าง (Variolink II®)(V)						ระบบเซล์ฟเอช (Panavia F2.0)(P)						ระบบเซล์ฟแอคทีฟ (RelyX™ Unicem)(R)					
	ยูจินอล (E)			ไม่มียูจินอล (NE)			ยูจินอล (E)			ไม่มียูจินอล (NE)			ยูจินอล (E)			ไม่มียูจินอล (NE)		
	เครื่องมือ ซูด (S)	ผงขัด (P)	กรดกัด (A)	เครื่องมือ ซูด (S)	ผงขัด (P)	กรดกัด (A)	เครื่องมือ ซูด (S)	ผงขัด (P)	กรดกัด (A)	เครื่องมือ ซูด (S)	ผงขัด (P)	กรดกัด (A)	เครื่องมือ ซูด (S)	ผงขัด (P)	กรดกัด (A)	เครื่องมือ ซูด (S)	ผงขัด (P)	กรดกัด (A)
1.1	58.218	78.03	65.197	59.773	75.163	62.688	52.066	42.939	27.809	52.924	27.399	43.04	59.486	52.577	31.565	28.199	67.305	52.537
1.2	30.219	69.665	82.405	47.862	82.466	70.469	55.816	35.447	22.774	41.464	55.788	42.191	44.77	26.109	32.351	70.824	63.635	55.629
1.3	60.855	32.321	83.349	77.038	60.295	70.319	28.856	41.588	45.596	61.519	55.427	36.908	56.355	60.532	33.657	70.563	62.039	54.356
1.4	64.769	43.785	53.332	26.038	76.812	87.354	33.748	40.422	21.8	29.734	61.947	37.127	58.876	28.114	48.134	43.572	27.022	39.444
2.1	88.496	71.51	80.385	33.659	69.395	18.854	72.694	76.846	33.881	60.557	67.454	63.94	47.388	68.805	71.7	44.275	78.407	38.345
2.2	65.112	74.657	81.215	78.733	86.286	58.87	71.366	73.346	56.038	50.047	75.098	56.637	65.405	68.94	31.307	65.716	68.553	39.627
2.3	79.529	63.436	28.293	62.04	75.262	86.969	49.511	72.616	24.269	59.135	47.982	62.609	64.388	67.458	50.022	28.339	71.591	48.955
2.4	76.534	78.563	72.415	68.805	63.528	68.476	27.55	79.89	32.123	52.765	42.323	63.504	59.634	75.265	73.657	56.189	49.503	60.044
3.1	61.702	64.068	48.418	53.411	71.762	60.936	48.378	80.318	32.842	56.235	45.971	35.406	52.338	60.983	52.617	53.892	78.979	54.03
3.2	40.339	54.257	54.123	54.687	63.862	61.609	28.728	75.803	35.849	29.073	51.65	41.445	61.415	50.241	45.468	52.719	66.85	48.5
3.3	73.58	57.657	65.047	64.935	75.937	51.588	40.247	74.058	35.081	51.192	51.387	45.89	62.343	55.224	41.492	61.938	79.932	51.244
3.4	70.681	85.769	46.514	60.807	59.202	63.077	44.983	65.452	41.699	46.491	55.504	49.846	65.296	33.539	33.76	51.435	74.038	49.276
4.1	74.272	61.147	56.78	89.52	87.154	82.343	62.642	63.78	39.718	68.894	73.044	56.511	66.177	84.231	80.628	95.7	68.19	69.085
4.2	72.591	79.134	59.299	86.164	92.31	72.627	60.031	80.696	27.227	68.222	70.059	52.041	61.015	59.764	60.717	70.219	75.932	65.551

ตารางที่ 12 (ต่อ)

No.	ระบบ กรดกัดและล้าง (Variolink II [®])(V)						ระบบเซล์ฟเอช (Panavia F2.0)(P)						ระบบเซล์ฟแอคทีฟ (RelyX TM Unicem)(R)					
	ยูจินอล (E)			ไม่มียูจินอล (NE)			ยูจินอล (E)			ไม่มียูจินอล (NE)			ยูจินอล (E)			ไม่มียูจินอล (NE)		
	เครื่องมือ ซูด (S)	ผงขัด (P)	กรดกัด (A)	เครื่องมือ ซูด (S)	ผงขัด (P)	กรดกัด (A)	เครื่องมือ ซูด (S)	ผงขัด (P)	กรดกัด (A)	เครื่องมือ ซูด (S)	ผงขัด (P)	กรดกัด (A)	เครื่องมือ ซูด (S)	ผงขัด (P)	กรดกัด (A)	เครื่องมือ ซูด (S)	ผงขัด (P)	กรดกัด (A)
4.3	59.417	50.658	76.172	77.151	85.941	86.101	76.427	81.244	45.243	81.725	27.948	62.289	75.167	81.398	73.938	55.81	74	67.807
4.4	47.105	53.518	48.643	87.506	69.379	83.819	66.181	67.017	31.485	74.377	61.35	58.927	70.69	73.478	48.808	55.234	51.526	64.484
5.1	71.716	44.363	59.735	33.572	68.434	81.055	51.878	60.857	51.951	58.31	71.237	51.044	41.39	74.125	63.87	80.428	72.398	63.211
5.2	72.097	63.049	60.569	79.49	81.655	80.851	53.296	60.607	43.001	64.426	73.965	48.498	56.045	64.005	53.423	68.584	73.458	50.586
5.3	65.285	49.853	55.653	80.032	81.078	83.079	53.859	50.717	32.523	50.254	68.116	46.985	62.192	66.961	53.989	52.403	70.201	64.94
5.4	75.42	60.234	45.651	79.068	68.219	88.945	60.784	58.759	32.664	49.113	54.718	48.618	56.463	47.79	49.894	64.811	47.966	61.625
Mean	65.397	61.784	61.16	65.015	74.707	71.002	51.952	64.120	35.679	55.321	56.918	50.173	59.342	59.977	51.55	58.543	66.076	54.964
SD	13.746	13.88	14.725	18.864	9.509	16.676	14.672	14.895	9.344	13.217	14.015	9.235	8.281	16.425	15.33	16.096	13.079	9.481
SE	3.074	3.104	3.293	4.218	2.126	3.73	3.281	3.331	2.089	2.955	3.134	2.065	1.851	3.673	3.428	3.599	2.925	2.120

หมายเหตุ: Mean = ค่าเฉลี่ย SD=ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน SE=ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน

ตารางที่ 13 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบค่ากำลังแรงยึดแบบไมโครเทนไซล์ของกลุ่มทดสอบทั้ง 18 กลุ่ม และระหว่างกลุ่มทดสอบกับกลุ่มควบคุมของแต่ละซีเมนต์เรซิน (โดย One-way ANOVA and Multiple Comparison-Tukey HSD and Dunnett)

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Mean

Tukey HSD

(I)treatment	(J)treatment	Mean Diffrence (I-J)	Std.Error	Sig.
ESV	NESV	.38230	4.34423	1.000
	ESP	13.44495	4.34423	.164
	NESP	10.07400	4.34423	.669
	ESR	6.05520	4.34423	.996
	NESR	6.85435	4.34423	.983
	EPV	3.61315	4.34423	1.000
	NEPV	-9.31015	4.34423	.789
	EPP	1.27675	4.34423	1.000
	NEPP	8.47850	4.34423	.889
	EPR	5.41990	4.34423	.999
	NEPR	-.67940	4.34423	1.000
	EAV	4.23710	4.34423	1.000
	NEAV	-5.60460	4.34423	.998
	EAP	29.71820*	4.34423	.000
	NEAP	15.22405	4.34423	.052
EAR	13.84700	4.34423	.129	
NEAR	10.43305	4.34423	.607	
NESV	ESV	-.38230	4.34423	1.000
	ESP	13.06265	4.34423	.203
	NESP	9.69170	4.34423	.732
	ESR	5.67290	4.34423	.998
	NESR	6.47205	4.34423	.991
	EPV	3.23085	4.34423	1.000

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

ตารางที่ 13 (ต่อ)

(I)treatment	(J)treatment	Mean Diffrence (I-J)	Std.Error	Sig.
NESV	NEPV	-9.69245	4.34423	.731
	EPP	.89445	4.34423	1.000
	NEPP	8.09620	4.34423	.923
	EPR	5.03760	4.34423	1.000
	NEPR	-1.06170	4.34423	1.000
	EAV	3.85480	4.34423	1.000
	NEAV	-5.98690	4.34423	.996
	EAP	29.33590*	4.34423	.000
	NEAP	14.84175	4.34423	.068
	EAR	13.46470	4.34423	.162
	NEAR	10.05075	4.34423	.673
ESP	ESV	-13.44495	4.34423	.164
	NESV	-13.06265	4.34423	.203
	NESP	-3.37095	4.34423	1.000
	ESR	-7.38975	4.34423	.965
	NESR	-6.59060	4.34423	.989
	EPV	-9.83180	4.34423	.709
	NEPV	-22.75510*	4.34423	.000
	EPP	-12.16820	4.34423	3.17
	NEPP	-4.96645	4.34423	1.000
	EPR	-8.02505	4.34423	.928
	NEPR	-14.12435	4.34423	.109
	EAV	-9.20785	4.34423	.803
	NEAV	-19.04955*	4.34423	.002
	EAP	16.27325	4.34423	.023
	NEAP	1.77910	4.34423	1.000
	EAR	.40205	4.34423	1.000
NEAR	-3.01190	4.34423	1.000	

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

ตารางที่ 13 (ต่อ)

(I)treatment	(J)treatment	Mean Diffrence (I-J)	Std.Error	Sig.
NESP	ESV	-10.07400	4.34423	.669
	NESV	-9.69170	4.34423	.732
	ESP	3.37095	4.34423	1.000
	ESR	-4.01880	4.34423	1.000
	NESR	-3.21965	4.34423	1.000
	EPV	-6.46085	4.34423	.991
	NEPV	-19.38415*	4.34423	.001
	EPP	-8.79725	4.34423	.855
	NEPP	-1.59550	4.34423	1.000
	EPR	-4.65410	4.34423	1.000
	NEPR	-10.75340	4.34423	.551
	EAV	-5.83690	4.34423	.997
	NEAV	-15.67860*	4.34423	.037
	EAP	19.64420*	4.34423	.001
	NEAP	5.15005	4.34423	.999
EAR	3.77300	4.34423	1.000	
NEAR	.35905	4.34423	1.000	
ESR	ESV	-6.05520	4.34423	.996
	NESV	-5.67290	4.34423	.996
	ESP	7.38975	4.34423	.965
	NESP	4.01880	4.34423	1.000
	NESR	.79915	4.34423	1.000
	EPV	-2.44205	4.34423	1.000
	NEPV	-15.36535*	4.34423	.047
	EPP	-4.77845	4.34423	1.000
	NEPP	2.42330	4.34423	1.000

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

ตารางที่ 13 (ต่อ)

(I)treatment	(J)treatment	Mean Diffrence (I-J)	Std.Error	Sig.
ESR	EPR	-.63530	4.34423	1.000
	NEPR	-6.73460	4.34423	.986
	EAV	-1.81810	4.34423	1.000
	NEAV	-11.65980	4.34423	.396
	EAP	23.66300*	4.34423	.000
	NEAP	9.16885	4.34423	.808
	EAR	7.79180	4.34423	.944
	NEAR	4.37785	4.34423	1.000
NESR	ESV	-6.85435	4.34423	.983
	NESV	-6.47205	4.34423	.991
	ESP	6.59060	4.34423	.989
	NESP	3.21965	4.34423	1.000
	ESR	-.79915	4.34423	1.000
	EPV	-3.24120	4.34423	1.000
	NEPV	-16.16450*	4.34423	.026
	EPP	-5.57760	4.34423	.998
	NEPP	1.62415	4.34423	1.000
	EPR	-1.43445	4.34423	1.000
	NEPR	-7.53375	4.34423	.959
	EAV	-2.61725	4.34423	1.000
	NEAV	-12.45895	4.34423	.277
	EAP	22.86385*	4.34423	.000
	NEAP	8.36970	4.34423	.900
	EAR	6.99265	4.34423	.980
NEAR	3.57870	4.34423	1.000	

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

ตารางที่ 13 (ต่อ)

(I)treatment	(J)treatment	Mean Diffrence (I-J)	Std.Error	Sig.
EPV	ESV	-3.61315	4.34423	1.000
	NESV	-3.23085	4.34423	1.000
	ESP	9.83180	4.34423	.709
	NESP	6.46085	4.34423	.991
	ESR	2.44205	4.34423	1.000
	NESR	3.24120	4.34423	1.000
	NEPV	-12.92330	4.34423	.219
	EPP	-2.33640	4.34423	1.000
	NEPP	4.86535	4.34423	1.000
	EPR	1.80675	4.34423	1.000
	NEPR	-4.29255	4.34423	1.000
	EAV	.62395	4.34423	1.000
	NEAV	-9.21775	4.34423	.802
	EAP	26.10505*	4.34423	.000
	NEAP	11.61090	4.34423	.404
EAR	10.23385	4.34423	.642	
NEAR	6.81990	4.34423	.984	
NEPV	ESV	9.31015	4.34423	.789
	NESV	9.69245	4.34423	.731
	ESP	22.75510*	4.34423	.000
	NESP	19.38415*	4.34423	.001
	ESR	15.36535*	4.34423	.047
	NESR	16.16450*	4.34423	.026
	EPV	12.92330	4.34423	.219
	EPP	10.58690	4.34423	.580
	NEPP	17.78865*	4.34423	.007

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

ตารางที่ 13 (ต่อ)

(I)treatment	(J)treatment	Mean Diffrence (I-J)	Std.Error	Sig.
NEPV	EPR	14.73005	4.34423	.073
	NEPR	8.63075	4.34423	.874
	EAV	13.54725	4.34423	.154
	NEAV	3.70555	4.34423	1.000
	EAP	39.02835*	4.34423	.000
	NEAP	24.53420*	4.34423	.000
	EAR	23.15715*	4.34423	.000
	NEAR	19.74320*	4.34423	.001
EPP	ESV	-1.27675	4.34423	1.000
	NESV	-.89445	4.34423	1.000
	ESP	12.16820	4.34423	.317
	NESP	8.79725	4.34423	.855
	ESR	4.77845	4.34423	1.000
	NESR	5.57760	4.34423	.998
	EPV	2.33640	4.34423	1.000
	NEPV	-10.58690	4.34423	.580
	NEPP	7.20175	4.34423	.973
	EPR	4.14315	4.34423	1.000
	NEPR	-1.95615	4.34423	1.000
	EAV	2.96035	4.34423	1.000
	NEAV	-6.88135	4.34423	.983
	EAP	28.44145*	4.34423	.000
	NEAP	13.94730	4.34423	.121
	EAR	12.57025	4.34423	.262
	NEAR	9.15630	4.34423	.810

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

ตารางที่ 13 (ต่อ)

(I)treatment	(J)treatment	Mean Diffrence (I-J)	Std.Error	Sig.
NEPP	ESV	-8.47850	4.34423	.889
	NESV	-8.09620	4.34423	.923
	ESP	4.96645	4.34423	1.000
	NESP	1.59550	4.34423	1.000
	ESR	-2.42330	4.34423	1.000
	NESR	-1.62415	4.34423	1.000
	EPV	-4.86535	4.34423	1.000
	NEPV	-17.78865*	4.34423	.007
	EPP	-7.20175	4.34423	.973
	EPR	-3.05860	4.34423	1.000
	NEPR	-9.15790	4.34423	.810
	EAV	-4.24140	4.34423	1.000
	NEAV	-14.08310	4.34423	.112
	EAP	21.23970*	4.34423	.000
	NEAP	6.74555	4.34423	.986
EAR	5.36850	4.34423	.999	
NEAR	1.95455	4.34423	1.000	
EPR	ESV	-5.41990	4.34423	.999
	NESV	-5.03760	4.34423	1.000
	ESP	8.02505	4.34423	.928
	NESP	4.65410	4.34423	1.000
	ESR	.63530	4.34423	1.000
	NESR	1.43445	4.34423	1.000
	EPV	-1.80675	4.34423	1.000
	NEPV	-14.73005	4.34423	.073
	EPP	-4.14315	4.34423	1.000

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

ตารางที่ 13 (ต่อ)

(I)treatment	(J)treatment	Mean Diffrence (I-J)	Std.Error	Sig.
EPR	NEPP	3.05860	4.34423	1.000
	NEPR	-6.09930	4.34423	.995
	EAV	-1.18280	4.34423	1.000
	NEAV	-11.02450	4.34423	.503
	EAP	24.29830*	4.34423	.000
	NEAP	9.80415	4.34423	.714
	EAR	8.42710	4.34423	.894
	NEAR	5.01315	4.34423	1.000
NEPR	ESV	.67940	4.34423	1.000
	NESV	1.06170	4.34423	1.000
	ESP	14.12435	4.34423	.109
	NESP	10.75340	4.34423	.555
	ESR	6.73460	4.34423	.986
	NESR	7.53375	4.34423	.959
	EPV	4.29255	4.34423	1.000
	NEPV	-8.63075	4.34423	.874
	EPP	1.95615	4.34423	1.000
	NEPP	9.15790	4.34423	.810
	EPR	6.09930	4.34423	.995
	EAV	4.91650	4.34423	1.000
	NEAV	-4.92520	4.34423	1.000
	EAP	30.39760*	4.34423	.000
	NEAP	15.90345*	4.34423	.031
	EAR	14.52640	4.34423	.084
	NEAR	11.11245	4.34423	.488

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

ตารางที่ 13 (ต่อ)

(I)treatment	(J)treatment	Mean Diffrence (I-J)	Std.Error	Sig.
EAV	ESV	-4.23710	4.34423	1.000
	NESV	-3.85480	4.34423	1.000
	ESP	9.20785	4.34423	.803
	NESP	5.83690	4.34423	.997
	ESR	1.81810	4.34423	1.000
	NESR	2.61725	4.34423	1.000
	EPV	-.62395	4.34423	1.000
	NEPV	-13.54725	4.34423	.154
	EPP	-2.96035	4.34423	1.000
	NEPP	4.24140	4.34423	1.000
	EPR	1.18280	4.34423	1.000
	NEPR	-4.91650	4.34423	1.000
	NEAV	-9.84170	4.34423	.708
	EAP	25.48110*	4.34423	.000
	NEAP	10.98695	4.34423	.510
EAR	9.60990	4.34423	.744	
NEAR	6.19595	4.34423	.994	
NEAV	ESV	5.60460	4.34423	.998
	NESV	5.98690	4.34423	.996
	ESP	19.04955*	4.34423	.002
	NESP	15.67860*	4.34423	.037
	ESR	11.65980	4.34423	.396
	NESR	12.45895	4.34423	.277
	EPV	9.21775	4.34423	.802
	NEPV	-3.70555	4.34423	1.000
	EPP	6.88135	4.34423	.983

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

ตารางที่ 13 (ต่อ)

(I)treatment	(J)treatment	Mean Diffrence (I-J)	Std.Error	Sig.
NEAV	NEPP	14.08310	4.34423	.112
	EPR	11.02450	4.34423	.503
	NEPR	4.92520	4.34423	1.000
	EAV	9.84170	4.34423	.708
	EAP	35.32280*	4.34423	.000
	NEAP	20.82865*	4.34423	.000
	EAR	19.45160*	4.34423	.001
	NEAR	16.03765*	4.34423	.028
EAP	ESV	-29.71820*	4.34423	.000
	NESV	-29.33590*	4.34423	.000
	ESP	-16.27325*	4.34423	.023
	NESP	-19.64420*	4.34423	.001
	ESR	-23.66300	4.34423	.000
	NESR	-22.86385*	4.34423	.000
	EPV	-26.10505*	4.34423	.000
	NEPV	-39.02835*	4.34423	.000
	EPP	-28.44145*	4.34423	.000
	NEPP	-21.23970*	4.34423	.000
	EPR	-24.29830*	4.34423	.000
	NEPR	-30.39760*	4.34423	.000
	EAV	-25.48110*	4.34423	.000
	NEAV	-35.32280*	4.34423	.000
	NEAP	-14.49415	4.34423	.086
	EAR	-15.87120*	4.34423	.032
	NEAR	-19.28515*	4.34423	.002

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

ตารางที่ 13 (ต่อ)

(I)treatment	(J)treatment	Mean Diffrence (I-J)	Std.Error	Sig.
NEAP	ESV	-15.22405	4.34423	.052
	NESV	-14.84175	4.34423	.068
	ESP	-1.77910	4.34423	1.000
	NESP	-5.15005	4.34423	.999
	ESR	-9.16885	4.34423	.808
	NESR	-8.36970	4.34423	.900
	EPV	-11.61090	4.34423	.404
	NEPV	-24.53420*	4.34423	.000
	EPP	-13.94730	4.34423	.121
	NEPP	-6.74555	4.34423	.986
	EPR	-9.80415	4.34423	.714
	NEPR	-15.90345*	4.34423	.031
	EAV	-10.98695	4.34423	.510
	NEAV	-20.82865*	4.34423	.000
	EAP	14.49415	4.34423	.086
EAR	-1.37705	4.34423	1.000	
NEAR	-4.79100	4.34423	1.000	
EAR	ESV	-13.84700	4.34423	.129
	NESV	-13.46470	4.34423	.162
	ESP	-.40205	4.34423	1.000
	NESP	-3.77300	4.34423	1.000
	ESR	-7.79180	4.34423	.944
	NESR	-6.99265	4.34423	.980
	EPV	-10.23385	4.34423	.642
	NEPV	-23.15715*	4.34423	.000
	EPP	-12.57025	4.34423	.262

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

ตารางที่ 13 (ต่อ)

(I)treatment	(J)treatment	Mean Diffrence (I-J)	Std.Error	Sig.
EAR	NEPP	-5.36850	4.34423	.999
	EPR	-8.42710	4.34423	.894
	NEPR	-14.52640	4.34423	.084
	EAV	-9.60990	4.34423	.744
	NEAV	-19.45160*	4.34423	.001
	EAP	15.87120*	4.34423	.032
	NEAP	1.37705	4.34423	1.000
	NEAR	-3.41395	4.34423	1.000
NEAR	ESV	-10.43305	4.34423	.607
	NESV	-10.05075	4.34423	.673
	ESP	3.01190	4.34423	1.000
	NESP	-.35905	4.34423	1.000
	ESR	-4.37785	4.34423	1.000
	NESR	-3.57870	4.34423	1.000
	EPV	-6.81990	4.34423	.984
	NEPV	-19.74320*	4.34423	.001
	EPP	-9.15630	4.34423	.810
	NEPP	-1.95455	4.34423	1.000
	EPR	-5.01315	4.34423	1.000
	NEPR	-11.11245	4.34423	.488
	EAV	-6.19595	4.34423	.994
	NEAV	-16.03765*	4.34423	.028
	EAP	19.28515*	4.34423	.002
	NEAP	4.79100	4.34423	1.000
EAR	3.41395	4.34423	1.000	

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

ตารางที่ 13 (ต่อ)

Dependent Variable: Mean

Dunnett t (2-sided)^a

(I)treatment	(J)treatment	Mean Difference (I-J)	Std.Error	Sig.
ESV	CV	-.17565	4.29671	1.000
NESV		-.55795	4.29671	1.000
ESP		-13.62060*	4.29671	.022
NESP		-10.24965	4.29671	.175
ESR		-6.23085	4.29671	.787
NESR		-7.03000	4.29671	.644
EPV		-3.78880	4.29671	.996
NEPV		9.13450	4.29671	.298
EPP		-1.45240	4.29671	1.000
NEPP		-8.65415	4.29671	.365
EPR		-5.59555	4.29671	.882
NEPR		.50375	4.29671	1.000
EAV		-4.41275	4.29671	.981
NEAV		5.42895	4.29671	.903
EAP		-29.89385*	4.29671	.000
NEAP		-15.39970*	4.29671	.006
EAR		-14.02265*	4.29671	.017
NEAR	-10.60870	4.29671	.146	
ESV	CP	18.35770*	4.25801	.000
NESV		17.97540*	4.25801	.001
ESP		4.91275	4.25801	.949
NESP		8.28370	4.25801	.410
ESR		12.30250	4.25801	.051
NESR		11.50335	4.25801	.083
EPV		14.74455*	4.25801	.009
NEPV		27.66785*	4.25801	.000

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

^a. Dunnett t-tests treat one group as a control, and compare all other groups against it.

ตารางที่ 13 (ต่อ)

(I)treatment	(J)treatment	Mean Diffrence (I-J)	Std.Error	Sig.
EPP	CP	17.08095*	4.25801	.001
NEPP		9.87920	4.25801	.202
EPR		12.93780*	4.25801	.033
NEPR		19.03710*	4.25801	.000
EAV		14.12060*	4.25801	.014
NEAV		23.96230*	4.25801	.000
EAP		-11.36050	4.25801	.090
NEAP		3.13365	4.25801	.999
EAR		4.51070	4.25801	.975
NEAR		7.92465	4.25801	.470
ESV	CR	13.43335*	4.27628	.024
NESV		13.05105*	4.27628	.032
ESP		-.01160	4.27628	1.000
NESP		3.35935	4.27628	.999
ESR		7.37815	4.27628	.573
NESR		6.57900	4.27628	.721
EPV		9.82020	4.27628	.212
NEPV		22.74350*	4.27628	.000
EPP		12.15660	4.27628	.057
NEPP		4.95485	4.27628	.947
EPR		8.01345	4.27628	.461
NEPR		14.11275*	4.27628	.015
EAV		9.19625	4.27628	.284
NEAV		19.03795*	4.27628	.000
EAP		-16.28485*	4.27628	.003
NEAP		-1.79097	4.27628	1.000
EAR		-.41365	4.27628	1.000
NEAR		3.00030	4.27628	1.000

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

^a. Dunnett t-tests treat one group as a control, and compare all other groups against it.

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ สกุล นางอมรรัตน์ เวียงเจริญ

รหัสประจำตัวนักศึกษา 5010820008

วุฒิการศึกษา

วุฒิ	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
ทันตแพทยศาสตรบัณฑิต	มหาวิทยาลัยมหิดล	2546

ทุนการศึกษา (ที่ได้รับในระหว่างการศึกษา)

ทุนอุดหนุนการศึกษาระดับบัณฑิตศึกษาภายในประเทศ โรงพยาบาลปลวกแดง
จังหวัดระยอง ปีการศึกษา 2550-2553

ตำแหน่งและสถานที่ทำงาน

ทันตแพทย์ชำนาญการ โรงพยาบาลปลวกแดง จังหวัดระยอง สำนักงานปลัด
กระทรวงสาธารณสุข กระทรวงสาธารณสุข