

ผลของรูปแบบของสารไซเลนที่แตกต่างกันต่อความแข็งแรงยึดไมโครเทนไซล์ระหว่างผลิตภัณฑ์เดือยฟันสำเร็จรูป
เรซินคอมพอสิตเสริมเส้นใยชนิดต่างๆกับเรซินคอมพอสิตแบบไฮบริดชนิดบ่มตัวด้วยแสง

นาย กุลภพ สุทธิอาจ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาทันตกรรมประดิษฐ์ ภาควิชาทันตกรรมประดิษฐ์
คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2551
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

EFFECT OF DIFFERENT CHARACTERISTICS OF SILANE COUPLING AGENT ON MICROTENSILE BOND
STRENGTH OF DIFFERENT PREFABRICATED FIBER POSTS TO
A LIGHT-CURED HYBRID RESIN COMPOSITE

Mr. Kullapop Suttiat

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

Department of Prosthodontics

Faculty of Dentistry

Chulalongkorn University

Academic Year 2008

Copyright of Chulalongkorn University

511837

หัวข้อวิทยานิพนธ์

ผลของรูปแบบของสารไซเลนที่แตกต่างกันต่อความแข็งแรงยึด
ไมโครเทนไซล์ระหว่างผลิตภัณฑ์เดือยฟันสำเร็จรูปเรซินคอมพอสิต
เสริมเส้นใยชนิดต่างๆ กับเรซินคอมพอสิตแบบไฮบริดชนิดบ่มตัว
ด้วยแสง

โดย

นาย กุลภพ สุทธิอาจ

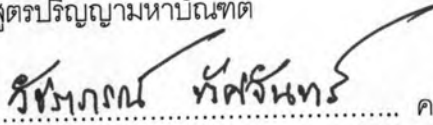
สาขาวิชา

ทันตกรรมประดิษฐ์

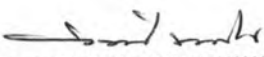
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

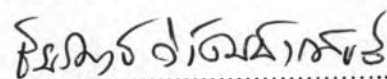
รองศาสตราจารย์ ชัยรัตน์ วิวัฒน์วรพันธ์

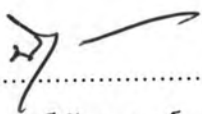
คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วน
หนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

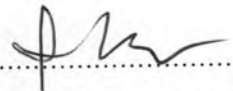

..... คณบดีคณะทันตแพทยศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ทันตแพทย์หญิง วัชรภรณ์ ทักษิณทร์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


..... ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทันตแพทย์ สรรพชัย นามะโน)


..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(รองศาสตราจารย์ชัยรัตน์ วิวัฒน์วรพันธ์)


..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทันตแพทย์ ดร.นิยม อ่างรงค์อนันต์สกุล)


..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(อาจารย์ ทันตแพทย์หญิง สุดสุข ทองธรรมชาติ ภาวธรรณสาร)

กฤตภพ สุทธิอาจ : ผลของรูปแบบของสารไซเลนที่แตกต่างกันต่อความแข็งแรงยึดไมโครเทนไซล์ระหว่างผลิตภัณฑ์เดือยฟันสำเร็จรูปเรซินคอมพอสิตเสริมเส้นใยชนิดต่างๆกับเรซินคอมพอสิตแบบไฮบริดชนิดบ่มตัวด้วยแสง. (EFFECT OF DIFFERENT CHARACTERISTICS OF SILANE COUPLING AGENT ON MICROTENSILE BOND STRENGTH OF DIFFERENT PREFABRICATED FIBER POSTS TO A LIGHT-CURED HYBRID RESIN COMPOSITE) อ. ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : รศ. ชัยรัตน์ วิวัฒน์วรพันธ์, 113 หน้า.

การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของรูปแบบสารไซเลนและชนิดผลิตภัณฑ์เดือยฟันสำเร็จรูปเรซินคอมพอสิตเสริมเส้นใยชนิดต่างๆต่อความแข็งแรงยึดไมโครเทนไซล์ระหว่างเดือยฟันสำเร็จรูปกับเรซินคอมพอสิตแบบไฮบริดชนิดบ่มตัวด้วยแสง

เตรียมเดือยฟันสำเร็จรูป จำนวน 12 แห่งจาก 5 ผลิตภัณฑ์ คือ DT light, FRC post, Easy post, Exacto conical และ Innopost ปรับสภาพผิวด้วยการพ่นผลึกอะลูมิเนียมออกไซด์ขนาด 50 ไมครอน นาน 10 วินาที สุ่มแบ่งออกเป็นสองกลุ่มตามรูปแบบของสารไซเลน (Monobond s และ Porcelain liner M) เตรียมขึ้นตัวอย่างแบบนอนทริมมิ่งจากเดือยฟันสำเร็จรูปที่ถูกล้อมด้วยวัสดุเรซินคอมพอสิตสำหรับทำแกน นำขึ้นตัวอย่างที่ได้ ไปวัดค่าความแข็งแรงยึดไมโครเทนไซล์ด้วยเครื่องทดสอบสากลระบบไฮดรอลิก ทดสอบนัยสำคัญทางสถิติด้วยสถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทาง และทำการเปรียบเทียบเชิงซ้อนแบบทูกีย์ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

พบว่ากลุ่มที่ใช้สารไซเลนระบบแยกสองขวดจะมีค่าความแข็งแรงยึดไมโครเทนไซล์สูงกว่ากลุ่มที่ใช้ระบบขวดเดียวที่ไฮโดรไลซ์แล้วอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ชนิดผลิตภัณฑ์เดือยฟันไม่มีผลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ยกเว้นผลิตภัณฑ์ Innopost (Innotech SLR, Italy) ปัจจุบันรูปแบบของไซเลนและชนิดผลิตภัณฑ์เดือยฟันมีความสัมพันธ์ต่อกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ผลการศึกษานี้ชี้ให้เห็นว่ารูปแบบของไซเลน ชนิดผลิตภัณฑ์เดือยฟันสำเร็จรูปเสริมเส้นใย และการเลือกใช้ที่เหมาะสมระหว่างสารไซเลนและเดือยฟันสำเร็จรูปมีอิทธิพลต่อค่าแรงยึดติดบริเวณผิวรอยต่อ

ภาควิชา ทันตกรรมประดิษฐ์
สาขาวิชา ทันตกรรมประดิษฐ์
ปีการศึกษา 2551

ลายมือชื่อนิสิต.....
ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก.....

4976102932 : MAJOR PROSTHODONTICS

KEY WORD: FIBER POST / SILANE COUPLING AGENT / MICROTENSILE BOND STRENGTH

KULLAPOP SUTTIAT : EFFECT OF DIFFERENT CHARACTERISTICS OF SILANE COUPLING AGENT ON MICROTENSILE BOND STRENGTH OF DIFFERENT PREFABRICATED FIBER POSTS TO A LIGHT-CURED HYBRID RESIN COMPOSITE. ADVISOR: ASSOC.PROF. CHAIRAT WIWATWARAPAN, 113 pp.

The purposes of this study were to evaluate the effects of different characteristics of silane coupling agent and prefabricated fiber post types on microtensile bond strength between fiber post and light cured hybrid resin composite.

Twelve fiber posts from 5 brands (DT light, FRC post, Easy post, Exacto conical and Innopost) were blasted with 50µ aluminum oxide particles for 10 seconds and randomly divided into two subgroups according to the silane coupling agent (Monobond S and Porcelain liner M). The non-trimming specimens were prepared and microtensile bond strength was measured by the universal testing machine. The fracture surface was evaluated by SEM. The 2-way ANOVA was performed and multiple comparisons were completed with Tukey's test ($\alpha = 0.05$).

Significantly higher bond strengths were achieved on two-bottle silane group than pre-hydrolyzed silane group in every brands of fiber post ($p < 0.05$). Types of prefabricated post not significantly affected post-core microtensile bond strength ($p > 0.05$) except Innopost (Innotech SLR, Italy) group. Both silane coupling agent and types of prefabricated post significantly influenced post-core interfacial bond strength ($p < 0.05$).

These indicated that characteristic of silane coupling agent, type of prefabricated fiber post and the appropriate matching between prefabricated fiber post and silane coupling agent had an influence to the interfacial bond strength between fiber post and composite core.

Department: Prosthodontics
Field of study: Prosthodontics
Academic year: 2008

Student's signature..... *Kullapop Suttiat*
Advisor's signature..... *Chairat Wiwatwarapan*

กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ชัยรัตน์ วิวัฒน์วรพันธ์ เป็นอย่างสูง ที่ได้สละเวลาให้คำปรึกษาและเสนอแนะข้อคิดเห็นอันเป็นประโยชน์ต่อ งานวิจัย ตลอดจนกรุณาตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จลุล่วงด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ ไพพรรณ พิทยานนท์ ที่ให้ความช่วยเหลือและข้อเสนอแนะเกี่ยวกับ สถิติสำหรับงานวิจัย

ขอขอบคุณบริษัท เจ.อี.บี. มิเลนเนียม (ประเทศไทย) จำกัด บริษัทยูนิตี้ เด็นทัล จำกัด บริษัท 3M ESPE dental division บริษัท แอคติออน (ประเทศไทย) จำกัด บริษัทนูเด็นท์ จำกัด ที่ซื้อเพื่อทันตวัสดุ บางส่วนและลดราคาทันตวัสดุที่ใช้ในการทดลอง ขอขอบคุณบริษัทเดนท์สพลาย (ประเทศไทย) จำกัด สำหรับการลดราคาทันตวัสดุเพื่อการวิจัย

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ศูนย์วิจัยทันตวัสดุศาสตร์และศูนย์วิจัยชีววิทยาช่องปาก คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยทุกท่าน ที่ให้ความอนุเคราะห์และอำนวยความสะดวก ด้านต่างๆ เป็นอย่างดีตลอดระยะเวลาการทำวิจัย

สุดท้ายขอกราบขอบพระคุณคณะกรรมการทุกท่านที่กรุณาให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ต่อ งานวิจัย และตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์จนสำเร็จลุล่วงด้วยดี

สารบัญ

บทที่	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญภาพ.....	ต
บทที่ 1 บทนำ ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
ขอบเขตงานวิจัย.....	3
ข้อตกลงเบื้องต้น.....	3
ข้อจำกัดของการวิจัย.....	3
คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย.....	3
การออกแบบการวิจัย.....	4
สมมติฐานงานวิจัย.....	4
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	5
ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลงานวิจัย.....	5

บทที่	หน้า
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
แนวคิดและทฤษฎี.....	6
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	6
การบูรณะพื้นภายหลังการรักษาคลองรากฟัน.....	7
ชนิดของเดือยฟัน.....	10
การยึดติดระหว่างเดือยสำเร็จรูปเรซินคอมพอสิตและวัสดุที่ใช้สร้างแกนฟัน... สารไฮเลน.....	15 17
ปฏิกิริยาเคมีของสารไฮเลน.....	17
สารไฮเลนกับงานทางทันตกรรม.....	20
วัสดุสำหรับสร้างแกน.....	22
วัสดุบูรณะพื้นเรซินคอมพอสิต.....	23
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	26
ระเบียบวิธีวิจัย.....	27
การเลือกวิธีทดสอบ.....	28
การแบ่งกลุ่มทดลอง.....	29
การศึกษาลักษณะพื้นผิวเดือยสำเร็จรูปด้วยกล้องจุลทรรศน์ อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด.....	31
วิธีการเตรียมเดือยสำเร็จรูปเรซินคอมพอสิตเสริมเส้นใย ก่อนการทดสอบความแข็งแรงยึดไมโครเทนซิล.....	31
ขั้นตอนการสร้างชิ้นตัวอย่างทดสอบ.....	33
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	41
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	
ผลการวิเคราะห์.....	42
วิเคราะห์ปัจจัยรูปแบบของสารไฮเลน.....	43
วิเคราะห์ปัจจัยชนิดผลิตภัณฑ์เดือยสำเร็จรูปชนิดเสริมเส้นใย.....	44

บทที่	ณ หน้า
วิเคราะห์ปัจจัยร่วมระหว่างรูปแบบของสารไซเลน และชนิดเดียวสำเร็จรูปเรซินคอมพอสิต.....	46
เปรียบเทียบการแตกหักของชั้นทดสอบ.....	48
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	
วิจารณ์ผลการทดลอง	
วิจารณ์ผลการทดลองจากปัจจัยรูปแบบของสารไซเลน.....	49
วิจารณ์ผลการทดลองเกี่ยวกับปัจจัยชนิดของเดี่ยวสำเร็จรูปเรซินคอมพอสิต..	51
วิจารณ์ผลการทดลองเกี่ยวกับอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัยรูปแบบ ของสารไซเลนและชนิดผลิตภัณฑ์เดี่ยวสำเร็จรูปเรซินคอมพอสิต.....	54
วิจารณ์ผลการทดลองเกี่ยวกับการแตกหักของชั้นทดสอบ.....	55
ข้อเสนอแนะ.....	67
สรุปผลการวิจัย.....	67
รายการอ้างอิง.....	68
ภาคผนวก.....	78
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	96

สารบัญตาราง

ญ

ตาราง	หน้า
ตารางที่ 1 แสดงผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในการทดลอง บริษัทผู้ผลิต และส่วนประกอบ.....	27
ตารางที่ 2 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าความแข็งแรงยึดไมโครเทนไซล์ ระหว่างเดือยสำเร็จรูปเรซินคอมพอสิตเสริมเส้นใยผลิตภัณฑ์ต่างๆที่ปรับสภาพผิว ด้วยไซเลนสองชนิดกับเรซินคอมพอสิตแบบไฮบริดชนิดบ่มตัวด้วยแสง.....	42
ตารางที่ 3 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าความแข็งแรงยึดไมโครเทนไซล์ ระหว่างเดือยสำเร็จรูปเรซินคอมพอสิตและเรซินคอมพอสิตแบบไฮบริด โดยไม่แยกกลุ่มตามความแตกต่างของชนิดของเดือยสำเร็จรูป เรซินคอมพอสิตเสริมเส้นใย.....	44
ตารางที่ 4 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าความแข็งแรงยึดไมโครเทนไซล์ ระหว่างเดือยสำเร็จรูปเรซินคอมพอสิตและเรซินคอมพอสิตแบบไฮบริด แยกตามชนิดผลิตภัณฑ์เดือยสำเร็จรูป.....	45
ตารางที่ 5 สรุปการเปรียบเทียบเชิงซ้อนแบบทุกี๋ เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยชนิดผลิตภัณฑ์ เดือยฟันสำเร็จรูปเรซินคอมพอสิตชนิดเสริมเส้นใยที่ส่งผลต่อความแข็งแรงยึด ไมโครเทนไซล์ระหว่างเดือยฟันสำเร็จรูปกับกับเรซินคอมพอสิตแบบไฮบริดจ์ ชนิดบ่มตัวด้วยแสง.....	44
ตารางที่ 6 แสดงการจัดระดับของข้อมูลค่าเฉลี่ยความแข็งแรงยึดไมโครเทนไซล์ระหว่าง เดือยสำเร็จรูปเรซินคอมพอสิตชนิดเสริมเส้นใย 5 ผลิตภัณฑ์ที่ปรับสภาพผิว ด้วยสารไซเลน 2 ชนิด กับเรซินคอมพอสิตแบบไฮบริดชนิดบ่มตัวด้วยแสง โดยใช้สถิติเปรียบเทียบเชิงซ้อนทุกี๋ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95.....	46
ตารางที่ 7 สรุปผลการแตกหักของชิ้นตัวอย่างภายหลังการทดสอบความแข็งแรงยึด ไมโครเทนไซล์ของกลุ่มตัวอย่างต่างๆ.....	47

ตาราง	
ตารางที่ 8 แสดงค่าแรงที่ทำให้ขึ้นตัวอย่างแตกหักและค่าความแข็งแรงยึด	
ไมโครเทนไซล์ของกลุ่มที่ 1.....	79
ตารางที่ 9 แสดงค่าแรงที่ทำให้ขึ้นตัวอย่างแตกหักและค่าความแข็งแรงยึด	
ไมโครเทนไซล์ของกลุ่มที่ 2.....	80
ตารางที่ 10 แสดงค่าแรงที่ทำให้ขึ้นตัวอย่างแตกหักและค่าความแข็งแรงยึด	
ไมโครเทนไซล์ของกลุ่มที่ 3.....	81
ตารางที่ 11 แสดงค่าแรงที่ทำให้ขึ้นตัวอย่างแตกหักและค่าความแข็งแรงยึด	
ไมโครเทนไซล์ของกลุ่มที่ 4.....	82
ตารางที่ 12 แสดงค่าแรงที่ทำให้ขึ้นตัวอย่างแตกหักและค่าความแข็งแรงยึด	
ไมโครเทนไซล์ของกลุ่มที่ 5.....	83
ตารางที่ 13 แสดงค่าแรงที่ทำให้ขึ้นตัวอย่างแตกหักและค่าความแข็งแรงยึด	
ไมโครเทนไซล์ของกลุ่มที่ 6.....	84
ตารางที่ 14 แสดงค่าแรงที่ทำให้ขึ้นตัวอย่างแตกหักและค่าความแข็งแรงยึด	
ไมโครเทนไซล์ของกลุ่มที่ 7.....	85
ตารางที่ 15 แสดงค่าแรงที่ทำให้ขึ้นตัวอย่างแตกหักและค่าความแข็งแรงยึด	
ไมโครเทนไซล์ของกลุ่มที่ 8	86
ตารางที่ 16 แสดงค่าแรงที่ทำให้ขึ้นตัวอย่างแตกหักและค่าความแข็งแรงยึด	
ไมโครเทนไซล์ของกลุ่มที่ 9.....	87

	ฉ หน้า
ตาราง	
ตารางที่ 17 แสดงค่าแรงที่ทำให้ขึ้นตัวอย่างแตกหักและค่าความแข็งแรงยึด ไมโครเทนไซล์ของกลุ่มที่ 10.....	88
ตารางที่ 18 แสดงค่าสถิติเชิงพรรณนาของตัวอย่างกลุ่มที่ 1 และ กลุ่มที่ 2.....	89
ตารางที่ 19 แสดงค่าสถิติเชิงพรรณนาของตัวอย่างกลุ่มที่ 3 และ กลุ่มที่ 4.....	89
ตารางที่ 20 แสดงค่าสถิติเชิงพรรณนาของตัวอย่างกลุ่มที่ 5 และ กลุ่มที่ 6.....	90
ตารางที่ 21 แสดงค่าสถิติเชิงพรรณนาของตัวอย่างกลุ่มที่ 7 และ กลุ่มที่ 8.....	90
ตารางที่ 22 แสดงค่าสถิติเชิงพรรณนาของตัวอย่างกลุ่มที่ 9 และ กลุ่มที่ 10.....	91
ตารางที่ 23 แสดงการทดสอบการกระจายของข้อมูล.....	92
ตารางที่ 24 แสดงการทดสอบความแปรปรวนของข้อมูล.....	92
ตารางที่ 25 แสดงผลทดสอบ The-2-way ANOVA	93
ตารางที่ 26 แสดงผลการทดสอบ one-way ANOVA สำหรับปัจจัย ชนิดผลิตภัณฑ์เดี่ยวสำเร็จรูป	93
ตารางที่ 27 แสดงผลการเปรียบเทียบเชิงซ้อนแบบทุกี๋ ระหว่างเดี่ยวสำเร็จรูปแต่ละผลิตภัณฑ์	94

ตาราง

ตารางที่ 28 แสดงผลการทดสอบ one-way ANOVA สำหรับอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัย รูปแบบสารไซเลนและปัจจัยชนิดผลิตภัณฑ์เดียวสำเร็จรูป	94
ตารางที่ 29 แสดงการเปรียบเทียบเชิงซ้อนแบบทวิภาคีระหว่างเคียวฟันแต่ละผลิตภัณฑ์ และสารไซเลนแต่ละรูปแบบ	95

สารบัญภาพ

ภาพประกอบ	หน้า
รูปที่ 1 ภาพจำลองลักษณะการเชื่อมยึดระหว่างโมเลกุลซิลเลน กับสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์	17
รูปที่ 2 แสดงโครงสร้างโมเลกุลของ γ - methacryloxypropyl-trimethoxysilane	20
รูปที่ 3 แสดงโครงสร้างโมเลกุลของ bis-GMA	23
รูปที่ 4 แสดงโครงสร้างโมเลกุลของ TEGDEMA	24
รูปที่ 5 แสดงโครงสร้างโมเลกุลของ UDMA	24
รูปที่ 6 สรุปขั้นตอนการแบ่งกลุ่มตัวอย่าง	30
รูปที่ 7 แสดงเส้นใยบริเวณรอยคอดที่ถูกตัดขาดและรอยแยก ระหว่างส่วนเส้นใยและเมทริกซ์ของตัวอย่างสำเร็จรูป Innopost.....	32
รูปที่ 8 แสดงการยึดแท่งตัวอย่างสำเร็จรูปบนแผ่นแก้วด้วยกาวไธยาโนอะคริเลต	34
รูปที่ 9 แสดงการวางตำแหน่งท่อพลาสติกใสล้อมรอบตัวอย่างสำเร็จรูป	34
รูปที่ 10 แสดงเครื่องฉายแสงชนิดแสงฮาโลเจน (Elipar®Trilight, 3M ESPE, Germany)	35
รูปที่ 11 แสดงการเติมวัสดุเรซินคอมพอสิตแบบไฮบริดจ์ ชนิดบ่มตัวด้วยแสง เพื่อสร้างชิ้นตัวอย่าง	35
รูปที่ 12 แสดงชิ้นตัวอย่างที่เตรียมเสร็จ พร้อมนำไปตัดเพื่อสร้างชิ้นตัวอย่าง สำหรับการทดสอบวัดค่าความแข็งยึดไมโครเทนไซล์	35
รูปที่ 13 ภาพเครื่องตัดเนื้อเยื่อชนิดแข็ง (Hard tissue microtome) Leica SP1600, Germany.....	36

ภาพประกอบ	หน้า
รูปที่ 14 แสดงกล้องจุลทรรศน์สเตอริโอไมโครสโคปพร้อมกล้องวิดีโอ	37
รูปที่ 15 แสดงการเตรียมชิ้นงานสำหรับทดสอบ Microtensile bond strength	37
รูปที่ 16 แสดงชิ้นตัวอย่างแบบนอนทริมมิงสำหรับการทดสอบค่าความแข็งแรง ยึดไมโครเทนไซล์	37
รูปที่ 17 แสดงลักษณะชิ้นตัวอย่างที่ผ่านการตรวจบริเวณผิวรอยต่อ ระหว่างเคียวเรซินคอมพอสิตชนิดเสริมเส้นใยและเรซินคอมพอสิต ด้วยกล้องจุลทรรศน์สเตอริโอไมโครสโคปที่กำลังขยาย 35 เท่า.....	38
รูปที่ 18 แสดงเครื่องมือ free sliding component jig ของเครื่องอินสตรอน	39
รูปที่ 19 แสดงการยึดชิ้นตัวอย่างกับเครื่องมือ free sliding component jig ด้วยกาวไซยาโนอะคริเลต.....	39
รูปที่ 20 แสดงการแตกหักของชิ้นงานหลังให้แรงดึง ด้วยเครื่องทดสอบทดสอบแรงดึงแรงอัดระบบ ไฮดรอลิก อินสตรอน.....	39
รูปที่ 21 ภาพถ่ายด้วยกล้องอิเล็กตรอนชนิดส่องกราด (SEM) ที่กำลังขยาย 100 เท่า แสดงลักษณะผิวเคียวพื้นสำเร็จรูปเรซินคอมพอสิตผลิตภัณฑ์ต่างๆ	52
รูปที่ 22 ภาพถ่ายด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด (SEM) ที่กำลังขยาย 500 เท่า แสดงลักษณะพื้นผิวบริเวณรอยหัก ของชิ้นตัวอย่างภายหลังการทดสอบความแข็งแรงยึด ไมโครเทนไซล์ กลุ่มที่ 1(DT light + Monobon S).....	57

ภาพประกอบ

หน้า

รูปที่ 23 ภาพถ่ายด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด (SEM) ที่กำลังขยาย 500 เท่า แสดงลักษณะพื้นผิวบริเวณรอยหักของชิ้นตัวอย่าง ภายหลังการทดสอบความแข็งแรงยึดไมโครเทนไซล์ กลุ่มที่ 2 (DT light+Porcelain liner M).....	58
รูปที่ 24 ภาพถ่ายด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด (SEM) ที่กำลังขยาย 500 เท่า แสดงลักษณะพื้นผิวบริเวณรอยหักของชิ้นตัวอย่าง ภายหลังการทดสอบความแข็งแรงยึดไมโครเทนไซล์ กลุ่มที่ 3 (FRC postec+Monobond S).....	59
รูปที่ 25 ภาพถ่ายด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด (SEM) ที่กำลังขยาย 500 เท่า แสดงลักษณะพื้นผิวบริเวณรอยหักของชิ้นตัวอย่าง ภายหลังการทดสอบความแข็งแรงยึดไมโครเทนไซล์กลุ่มที่ 4 (FRC postec+Porcelain liner M).....	60
รูปที่ 26 ภาพถ่ายด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด (SEM) ที่กำลังขยาย 500 เท่า แสดงลักษณะพื้นผิวบริเวณรอยหักของชิ้นตัวอย่าง ภายหลังการทดสอบความแข็งแรงยึดไมโครเทนไซล์กลุ่มที่ 5 (Easy post+Monobond S).....	61
รูปที่ 27 ภาพถ่ายด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด (SEM) ที่กำลังขยาย 500 เท่า แสดงลักษณะพื้นผิวบริเวณรอยหักของชิ้นตัวอย่าง ภายหลังการทดสอบความแข็งแรงยึดไมโครเทนไซล์ กลุ่มที่ 6 (Easy post+Porcelain liner M)	62

ภาพประกอบ	หน้า
รูปที่ 28 ภาพถ่ายด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด (SEM) ที่กำลังขยาย 500 เท่า แสดงลักษณะพื้นผิวบริเวณรอยหักของชิ้นตัวอย่างภายหลังการทดสอบความแข็งแรงยึด ไมโครเทนไซล์กลุ่มที่ 7 (Innopost+Monobond S).....	63
รูปที่ 29 ภาพถ่ายด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด (SEM) ที่กำลังขยาย 500 เท่า แสดงลักษณะพื้นผิวบริเวณรอยหักของชิ้นตัวอย่างภายหลังการทดสอบความแข็งแรงยึด ไมโครเทนไซล์กลุ่มที่ 8 (Innopost+Porcelain liner M).....	64
รูปที่ 30 ภาพถ่ายด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด (SEM) ที่กำลังขยาย 50 และ 500 เท่า แสดงลักษณะพื้นผิวบริเวณรอยหักของชิ้นตัวอย่างภายหลังการทดสอบความแข็งแรงยึด ไมโครเทนไซล์กลุ่มที่ 9 (Exacto conical+Monobond S).....	65
รูปที่ 31 ภาพถ่ายด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด (SEM) ที่กำลังขยาย 50 และ 500 เท่า แสดงลักษณะพื้นผิวบริเวณรอยหักของชิ้นตัวอย่างภายหลังการทดสอบความแข็งแรงยึด ไมโครเทนไซล์ กลุ่มที่ 10 (Exacto conical+Porcelain liner M).....	66