

ผลของความเป็นกรดต่างของสารละลายไขมันและระยะเวลาทำให้สารละลายแห้งต่อการยึดติด  
ระหว่างซีฟีนปลอมอะคริลิกและอะคริลิกฐานฟีนปลอมชนิดบ่มด้วยความร้อน

นาย ธีรัฐ ฤทธิ กุศลเทพ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาทันตกรรมประดิษฐ์ ภาควิชาทันตกรรมประดิษฐ์  
คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
ปีการศึกษา 2549  
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

THE EFFECTS OF pH AND DRYING TIME OF SILANE SOLUTION ON TENSILE BOND STRENGTH  
BETWEEN ACRYLIC DENTURE TEETH AND HEAT POLYMERIZED DENTURE BASE RESIN

Mr.Natthavoot Koottathape

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 2006

Copyright of Chulalongkorn University

**492172**

หัวข้อวิทยานิพนธ์

ผลของความเป็นกรดต่างของสารละลายไซเลนและระยะเวลารอให้  
สารละลายแห้งต่อการยึดติดระหว่างซีฟ้นปลอมอะคริลิกและอะคริลิก  
ฐานฟันปลอมชนิดบ่มด้วยความร้อน

โดย

นายณัฐวุฒิ คุตตะเทพ

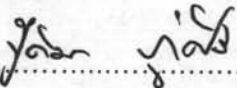
สาขาวิชา

สาขาวิชาทันตกรรมประดิษฐ์

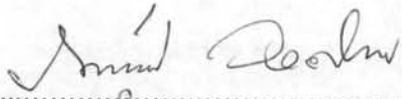
อาจารย์ที่ปรึกษา

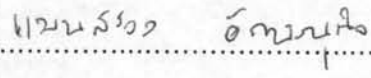
รองศาสตราจารย์ ทันตแพทย์ ดร. แมนสรวง อักษรนุกิจ

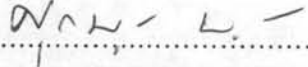
คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็น  
ส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทมหาบัณฑิต

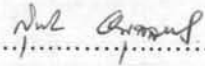
  
..... คณบดีคณะทันตแพทยศาสตร์  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทันตแพทย์หญิง จุติมา ภูศิริ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

  
..... ประธานกรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ ทันตแพทย์ ภาณุพงศ์ วงศ์ไทย)

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

  
..... กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทันตแพทย์ ศุภบุรณ์ บุรณเวช)

  
..... กรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ ทันตแพทย์หญิง สุภิดา อนุสรณินิตสาร)

ณัฐวุฒิ กุดตะเทพ : ผลของความเป็นกรดต่างของสารละลายไซเลนและระยะเวลารอให้สารละลายแห้งต่อการยึดติดระหว่างซีฟันปลอมอะคริลิกและอะคริลิกฐานฟันปลอมชนิดบ่มด้วยความร้อน. (THE EFFECTS OF pH AND DRYING TIME OF SILANE SOLUTION ON TENSILE BOND STRENGTH BETWEEN ACRYLIC DENTURE TEETH AND HEAT POLYMERIZED DENTURE BASE RESIN) อาจารย์ที่ปรึกษา : รศ.ทพ.ดร.แมนสรวง อักษรนุกิจ , 89 หน้า.

การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาถึงปัจจัยด้านความเป็นกรดต่างของสารละลายไซเลน และปัจจัยด้านเวลารอให้สารละลายไซเลนแห้ง ต่อการยึดติดระหว่างซีฟันปลอมอะคริลิกและฐานฟันปลอมอะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อน ในการศึกษาครั้งนี้ใช้ซีฟันปลอมกรามน้อยยี่ห้อเมเจอร์เคนท์ขนาดใหญ่ที่สุดจำนวน 120 ซี นำมาตัดและขัดส่วนด้านประชิดเหงือกให้เรียบ นำมายึดติดกับซีฟันและลงเบ้าหล่อด้วยปูนพลาสติก แบ่งการทดลองออกเป็น 10 กลุ่ม ๆ ละ 12 ซี แบ่งการศึกษาเป็นสองส่วน โดยส่วนแรกประกอบด้วย 3 กลุ่ม คือ กลุ่มไม่ทาสารละลายไซเลน กลุ่มทาสารละลายไซเลนความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ที่มีความเป็นกรดต่าง 5.5 และ 4 ตามลำดับ ส่วนที่สองประกอบด้วย 7 กลุ่มแบ่งตามระยะเวลาที่รอให้สารละลายไซเลนแห้ง คือ กลุ่มรอ 5 นาที, 1, 2, 3, 12, 24 ชั่วโมง และ 14 วัน นำมาอัดอะคริลิก และนำมาเตรียมเป็นรูปมินิคัมเบลล์โดยที่รอยต่อมีพื้นที่หน้าตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาด 2 X 3 มิลลิเมตร นำมาทดสอบกำลังยึดแบบดึงด้วยเครื่องทดสอบแรงดึงแรงอัดระบบไฮดรอลิก (Instron, 8872) ความเร็วหัวกด 1 มม./นาที วิเคราะห์ผลการทดลองทางสถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว และการเปรียบเทียบเชิงซ้อน พบว่า ค่าความเป็นกรดต่างของสารละลายไซเลนเท่ากับ 5.5 ให้กำลังยึดแบบดึงสูงกว่าค่าความเป็นกรดต่าง 4 และกลุ่มที่ไม่ได้รับการทาไซเลนอย่างมีนัยสำคัญ ( $p > 0.05$ ) เมื่อพิจารณาถึงปัจจัยด้านเวลารอให้สารละลายไซเลนแห้ง พบว่ามีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญของเวลารอให้สารละลายไซเลนแห้ง 5 นาที, 1, 2, 3, 12, 24 ชั่วโมง และทั้ง 6 กลุ่มมีค่ากำลังยึดแบบดึงสูงกว่ากลุ่ม 14 วันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

ภาควิชา ทันตกรรมประดิษฐ์  
สาขาวิชา ทันตกรรมประดิษฐ์  
ปีการศึกษา 2549

ลายมือชื่อนิสิต.....*ณัฐวุฒิ กุดตะเทพ*.....  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

4876132632 : MAJOR PROSTHODONTICS

KEY WORD : SILANE COUPLING AGENT / TENSILE BOND STRENGTH / DENTURE  
TEETH

NATTHAVOOT KOOTTATHAPE : THE EFFECTS OF pH AND DRYING TIME  
OF SILANE SOLUTION ON TENSILE BOND STRENGTH BETWEEN ACRYLIC  
DENTURE TEETH AND HEAT POLYMERIZED DENTURE BASE RESIN.

THESIS ADVISOR : ASSOC.PROF.DR.MANSUANG ARKSORNNUKIT, 89 pp.

The aim of this study was to evaluate pH of silane solution and drying time on tensile bond strength between silane modified acrylic denture teeth and heat-cured denture base resin. MajorDent™ acrylic denture teeth were cut, polished on the ridge lap and invested in plaster mold. After dewaxing, the teeth were divided into 10 groups (N= 12). The experiment consisted of 2 parts: pH and drying time. The 0.1M of  $\gamma$ -methacryloxypropyl trimethoxysilane solution was prepared at pH 4 and 5.5 and non-treated group were evaluated in the first part. In part II, drying time at 5 minutes, 1, 2, 3, 12, 24 hours and 14 days after silane application were examined. All samples were prepared according to the conventional denture fabrication procedures and later cut into mini-dumbbell shape with 2 X 3 mm. at the slimmest part. All specimens were incubated in 37 °C distilled water for 24 hours before testing. All test were performed on Universal testing machine (Instron, Model 8872) with cross head-speed of 1 mm./min. The results, analyzed by 1-way ANOVA and multiple comparison, revealed that the silane (pH = 5.5) treated group had higher tensile bond strength than the others ( $p < 0.05$ ). For the effect of drying time, there were no significant differences among the drying times at 5 minutes, 1, 2, 3, 12, 24 hours while the 14 days group demonstrated dramatically less strength than the others ( $p < 0.05$ ).

Department : Prosthodontics

Student's signature.....*Natthavoot Koottathape*.....

Field of study: Prosthodontics

Advisor's signature.....

Academic year 2006

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี ด้วยความช่วยเหลือจากรองศาสตราจารย์  
ทันตแพทย์ ดร.แมนสรวง อักษรนุกิจ ผู้เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งคอยดูแลเอาใจใส่  
สนับสนุน และให้คำแนะนำเป็นอย่างดี จึงขอขอบพระคุณอย่างสูง

นอกจากนี้ขอขอบคุณ อาจารย์ไพพรรณ พิทยานนท์ ที่ได้ให้ความกระจ่างและ  
คำแนะนำทางด้านสถิติในการวิจัย รวมถึง เจ้าหน้าที่ในศูนย์วิจัยทันตวัสดุศาสตร์ หน่วยงาน  
ปฏิบัติการทันตกรรม และบัณฑิตวิทยาลัย คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ได้ให้  
ความช่วยเหลือ แนะนำ และอำนวยความสะดวกในการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้ ตลอดจนผู้ที่มีส่วน  
ช่วยเหลือทุกท่านที่ได้กล่าวไว้ในที่นี้

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณครอบครัวที่ให้การสนับสนุนในการศึกษาครั้งนี้ รวมถึงเพื่อน  
ร่วมหลักสูตรที่ให้กำลังใจโดยตลอด

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย .....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....	จ
กิตติกรรมประกาศ .....	ฉ
สารบัญ .....	ช
สารบัญตาราง .....	ณ
สารบัญภาพ .....	ญ
บทที่	
1. บทนำ .....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา .....	1
คำถามของการวิจัย .....	3
วัตถุประสงค์ของการวิจัย .....	4
สมมติฐานของงานวิจัย .....	4
ขอบเขตของการวิจัย .....	4
ข้อตกลงเบื้องต้น .....	5
ข้อจำกัดของการวิจัย .....	5
คำจำกัดความที่ใช้ในงานวิจัย .....	5
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ .....	6
2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....	7
โพลีเมอร์ .....	7
วัสดุผลิตรฐานฟีนปปลอม .....	10
ซีฟีนปลอมอะคริลิก .....	26
การยึดติดระหว่างซีฟีนปลอมกับฐานฟีนปลอมอะคริลิก .....	29
การหลุดของซีฟีนปลอม .....	30
การพัฒนาการยึดติดระหว่างซีฟีนปลอมและฐานฟีนปลอม .....	32
ไซเลน .....	35
ปฏิกิริยาทางเคมีของไซเลน .....	36

บทที่	ช หน้า
การศึกษาไชเลนในทางทันตกรรม .....	39
การนำไชเลนมาใช้กับวัสดุทันตกรรม .....	40
ปัจจัยที่ส่งผลต่อการทำปฏิกิริยาของไชเลน .....	42
การทดสอบการยึดติดระหว่างฐานฟันปลอมและซี่ฟันปลอม .....	45
3. ระเบียบวิธีการวิจัย .....	48
ประชากรเป้าหมายและประชากรตัวอย่าง.....	48
ตัวแปรที่ใช้ในงานวิจัย .....	49
เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย .....	49
วิธีการดำเนินการวิจัย .....	50
4. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล .....	60
5. อภิปรายผลการวิจัย สรุปและข้อเสนอแนะ .....	69
6. สรุป .....	78
การนำไปใช้ทางคลินิก .....	79
รายการอ้างอิง .....	80
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ .....	89



## สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 1 แสดงผลของโครงสร้างสายโซ่โพลีเมอร์ต่อคุณสมบัติทางกายภาพและทางกล .....	8
รูปที่ 2 แสดงโครงสร้างชนิดต่าง ๆ ของโพลีเมอร์ .....	8
รูปที่ 3 แสดงขั้นตอนการเกิดปฏิกิริยาโพลีเมอร์ไรเซชันแบบสายโซ่ของโพลีเมทิลเมทาคริเลต .....	10
รูปที่ 4 แสดงโครงสร้างโมเลกุลของเมทิล เมทาคริเลต .....	12
รูปที่ 5 แสดงโครงสร้างโมเลกุลของโพลีเมทิล เมทาคริเลต .....	13
รูปที่ 6 แสดงเม็ดโพลีเมทิล เมทาคริเลต .....	14
รูปที่ 7 แสดงแผนภูมิการจัดแบ่งประเภทของอะคริลิกเรซินที่ใช้ทำฐานฟันปลอม .....	15
รูปที่ 8 แสดงเม็ดโพลีเมอร์ที่มีเม็ดสีอยู่ภายในและรูปแสดงเม็ดโพลีเมอร์ที่ผสมแล้ว ขยาย 450 เท่า .....	18
รูปที่ 9 แสดงขั้นตอน การละลายของโพลีเมอร์ที่สัมพันธ์กับความหนืด .....	19
รูปที่ 10 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณการตกค้างของโมโนเมอร์เมื่อบ่มด้วยอุณหภูมิ 70 และ 100 องศาเซลเซียส .....	21
รูปที่ 11 แสดงชั้นของโพลีเมอร์ที่บวมตัว(ระหว่างลูกศรสีดำ)เมื่อใช้อะคริลิกชนิดบ่มได้เองที่ อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส, 50 องศาเซลเซียส, 70 องศาเซลเซียส และอะคริลิกชนิด บ่มด้วยความร้อน .....	29
รูปที่ 12 แสดงแรงที่เกิดขึ้นต่อซี่ฟันปลอมในขณะที่ใช้งาน .....	30
รูปที่ 13 แสดงกลไกการแตกหักของซี่ฟันปลอมออกจากฐานฟันปลอม, การทำร่องลึกที่ผิวฟัน, การทำร่องลึกที่ผิวฟันร่วมกับการเบเวล, การทำร่องยึด 2 ร่อง .....	33
รูปที่ 14 แสดงการทำ cingulum ledge lock .....	33
รูปที่ 15 แสดงโครงสร้างโมเลกุลของสารโซเลนชนิดต่างๆ .....	36
รูปที่ 16 แสดงขั้นตอนต่าง ๆ ระหว่างการเกิดปฏิกิริยาโซลานในเซชัน .....	38
รูปที่ 17 แสดงมัลติฟังก์ชันนอลโซเลนที่เกิดจากปฏิกิริยาระหว่าง Bis-GMA และ 3-isocyanatopropyltriethoxysilane ซึ่งทนทานต่อการถูกทำลายด้วยน้ำ .....	44
รูปที่ 18 แสดงรูปภาพลักษณะตัวอย่างชิ้นงานบริเวณด้านติดสันเหงือก .....	51
รูปที่ 19 แสดงรูปภาพเครื่องขัดผิววัสดุ(polishing machine) .....	51
รูปที่ 20 แสดงรูปภาพการนำชิ้นตัวอย่างชิ้นงานเชื่อมกับแท่งซี่ฝังบริเวณด้านติดสันเหงือก .....	52
รูปที่ 21 แสดงรูปภาพการลงเบ้าหล่อชิ้นงาน .....	52
รูปที่ 22 แสดงรูปภาพเครื่องอัดภาชนะหล่อแบบฟันชนิดไฮดรอลิก (hydraulic flask press).....	53

รูปที่23 แสดงรูปภาพขั้นตอนการกำจัดและทำความสะอาดซีดีที่ดึงออกจากชิ้นงาน .....	53
รูปที่24 แสดงรูปภาพเครื่องมือวัดค่าความเป็นกรดต่างของสารละลายไซเลน .....	54
รูปที่25 แสดงรูปภาพการทาสารละลายไซเลนลงบนพื้นผิวด้านประชิดหนึ่งออก .....	54
รูปที่26 แสดงรูปภาพวัสดุอะคริลิกชนิดบ่มตัวด้วยความร้อนที่นำมาใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ .....	55
รูปที่27 แสดงรูปภาพเครื่องมือต้มอะคริลิก .....	55
รูปที่28 แสดงรูปภาพเครื่องมือตัดชิ้นงานความเร็วต่ำ การยึดชิ้นงานกับแท่นยึด และชิ้นงานที่ได้ .....	56
รูปที่29 แสดงรูปภาพวัสดุอะคริลิกชนิดบ่มตัวด้วยความร้อนที่นำมาใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ .....	56
รูปที่30 แสดงรูปภาพเครื่องทดสอบแรงดึงยึด และการทดสอบชิ้นงาน .....	57
รูปที่31 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเฉลี่ยกำลังแรงยึดแบบดึงหน่วยเป็น เมกะปาสคาลของกลุ่มที่ปรับปรุงพื้นผิวด้วยสารละลายไซเลนที่ความเป็นกรดต่าง เท่ากับ 5.5, 4 และกลุ่มที่ไม่ได้ทำไซเลน .....	61
รูปที่32 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเฉลี่ยกำลังแรงยึดแบบดึงหน่วยเป็น เมกะปาสคาลของกลุ่มที่รอให้สารละลายไซเลนแห้ง ณ เวลาแตกต่างกัน .....	65
รูปที่33 แสดงปฏิกิริยาในระหว่างทาสารละลายไซเลน .....	71
รูปที่34 แสดงรูปร่างของลักษณะ vicinal silanols, geminal silanols, isolated silanols และ silsesquioxane .....	73
รูปที่35 แสดงรูปร่างของลักษณะ poly-hydrogen-bonded silanols, mono-hydrogen-bonded silanols .....	74

## สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 แสดงส่วนประกอบของอะคริลิกเรซิน สำหรับทำฟันปลอม .....	14
ตารางที่ 2 แสดงคุณสมบัติของอะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อน .....	16
ตารางที่ 3 แสดงคุณสมบัติของอะคริลิกฐานฟันปลอมชนิดต่างๆ ตามข้อกำหนด สมาคมทันตแพทย์แห่งสหรัฐอเมริกา (ANSI/ADA Specification No.12 for denture base resin).....	26
ตารางที่ 4 แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติของซีฟันปลอมพลาสติกและซีฟันปลอมพอร์ซเลน..	27
ตารางที่ 5 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเฉลี่ยกำลังแรงยึดแบบดึง ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ได้รับการปรับพื้นผิวด้วยสารละลายไฮเลนที่ ค่าความเป็นกรดต่างเท่ากับ 5.5 และ 4 ตามลำดับ .....	60
ตารางที่ 6 แสดงการวิเคราะห์การแจกแจงของข้อมูลกลุ่มไม่ได้ทำสารละลายไฮเลน กลุ่มที่ปรับพื้นผิวด้วยสารละลายไฮเลนค่าความเป็นกรดต่าง 5.5 และ 4 .....	62
ตารางที่ 7 แสดงการทดสอบความเหมือนของความแปรปรวน (Homogeneity of Variances) ด้วยการทำการทดสอบแบบเลอวีน (Levene's Test) ของข้อมูลกลุ่มไม่ได้ทำสารละลายไฮเลน กลุ่มที่ปรับพื้นผิวด้วยสารละลายไฮเลนค่าความเป็นกรดต่าง 5.5 และ 4 .....	63
ตารางที่ 8 แสดงการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าความแปรปรวนระหว่างกลุ่ม และภายในกลุ่มด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวน(One-way ANOVA) กลุ่มไม่ได้ทำสารละลายไฮเลน กลุ่มที่ปรับพื้นผิวด้วยสารละลายไฮเลน ค่าความเป็นกรดต่าง 5.5 และ 4 .....	63
ตารางที่ 9 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเฉลี่ยกำลังแรงยึดแบบดึง ของกลุ่มทดลองปัจจัยด้านเวลารอให้สารละลายไฮเลนแห้ง โดยแบ่งเป็น กลุ่ม 5 นาที, 1, 2, 3, 12, 24 ชั่วโมง และ 14 วันตามลำดับ .....	64
ตารางที่ 10 แสดงการวิเคราะห์การแจกแจงของข้อมูลกลุ่มรอ 5 นาที, 1, 2, 3, 12, 24 ชั่วโมง และ 14 วัน ตามลำดับ .....	66
ตารางที่ 11 แสดงการทดสอบความเหมือนของความแปรปรวน (Homogeneity of Variances) ด้วยการทำการทดสอบแบบเลอวีน (Levene's Test) ของข้อมูล กลุ่มรอ 5 นาที, 1, 2, 3, 12, 24 ชั่วโมง และ 14 วัน ตามลำดับ.....	68

ตารางที่12 แสดงการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าความแปรปรวนระหว่างกลุ่ม และภายในกลุ่มด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวน(One-way ANOVA) กลุ่มรอ 5 นาที, 1, 2, 3, 12, 24 ชั่วโมง และ 14 วัน ตามลำดับ .....	68
ตารางที่13 แสดงการจำแนกการแตกหักของซีฟิнопломที่ได้รับการปรับพื้นผิวด้วย สารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่ค่าความเป็นกรดต่างเท่ากับ 5.5, 4 และกลุ่มไม่ได้ปรับพื้นผิวด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ .....	67