ความทนแรงดึงของไฮบริไดซ์เดนทีนและวัสดุบูรณะเรซินคอมโพสิต

นางสาว เพ็ญธชา เจริญพานิช

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาทันตกรรมประดิษฐ์ ภาควิชาทันตกรรมประดิษฐ์
คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2545

ISBN 974-17-2501-9

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

TENSILE STRENGTH OF HYBRIDIZED DENTIN AND RESIN COMPOSITE

Miss. Penthacha Charoenpanich

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

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

Department of Prosthodontics
Faculty of Dentistry
Chulalongkorn University

Academic Year 2002

ISBN 974-17-2501-9

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ความทนแรงดึงของไฮบริไดซ์เดนทีนและวัสดุบูรณะเรซินคอมโพสิต
โดย	นางสาว เพ็ญธชา เจริญพานิช
ภาควิชา	ทันตกรรมประดิษฐ์
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ทันตแพทย์หญิง ดร. มรกต เปี่ยมใจ
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	รองศาสตราจารย์ ทันตแพทย์หญิง รำไพ โรจนกิจ

คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะทันตแพทยศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ทันตแพทย์ สุรสิทธิ์ เกียรติพงษ์สาร)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทันตแพทย์ ศุภบูรณ์ บุรณเวช)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(รองศาสตราจารย์ ทันตแพทย์หญิง ดร. มรกต เปี่ยมใจ)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(รองศาสตราจารย์ ทันตแพทย์หญิง รำไพ โรจนกิจ)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทันตแพทย์ ดร. มโน คูรัตน์)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทันตแพทย์ ดร. วีระ เลิศจิราการ)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เพ็ญธชา เจริญพานิช : ความทนแรงดึงของไฮบริไดซ์เดนทีนและวัสดุบูรณะเรซินคอมโพสิต. (Tensile strength of hybridized dentin and resin composite)
อ.ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ ทันตแพทย์หญิง ดร. มรกต เปี่ยมใจ, อ.ที่ปรึกษาร่วม : รองศาสตราจารย์ ทันตแพทย์หญิง รำไพ โรจนกิจ, 74 หน้า. ISBN 974-17-2501-9.

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อเปรียบเทียบความทนแรงดึงของไฮบริไดซ์เดนทีนที่ผ่านการปรับสภาพเนื้อฟันวัวด้วยกรด 2 ชนิด กับเนื้อฟันวัวและวัสดุบูรณะเรซินคอมโพสิต โดยเตรียมชิ้นเนื้อฟันวัวรูปดัมบ์เบลล์ ขนาดพื้นที่หน้าตัด 3x1 ตารางมิลลิเมตร จำนวน 30 ชิ้น แบ่งเป็นกลุ่มควบคุม 10 ชิ้น อีก 20 ชิ้นนำไปเตรียมเป็นไฮบริไดซ์เดนทีนที่ผ่านการปรับสภาพเนื้อฟันวัวด้วยเฟอริกคลอไรด์ 3 เปอร์เซ็นต์ในกรดซิตริก 10 เปอร์เซ็นต์ (HD10-3) 10 ชิ้น และไฮบริไดซ์เดนทีนที่ผ่านการปรับสภาพเนื้อฟันวัวด้วยเฟอริกคลอไรด์ 1 เปอร์เซ็นต์ในกรดซิตริก 1 เปอร์เซ็นต์ (HD1-1) 10 ชิ้น โดยแช่กรดเป็นเวลา 6 ชั่วโมงและ 60 ชั่วโมง ตามลำดับ จากนั้นแช่ในโฟร์เมตา(4-META) 5 เปอร์เซ็นต์ในอะซีโตน เป็นเวลา 48 ชั่วโมง และแช่ในส่วนเหลวของเรซินซีเมนต์ชนิดซูเปอร์บอนด์ซีแอนด์บี(4-META/MMA) เก็บไว้ในที่มืด เป็นเวลา 48 ชั่วโมง นำใส่แบบพิมพ์ที่มีส่วนผสมเรซินซีเมนต์ชนิดซูเปอร์บอนด์ซีแอนด์บี(4-META/MMA-TBB+PMMA) ทิ้งไว้ให้วัสดุแข็งที่อุณหภูมิ 23±2 องศาเซลเซียส เตรียมชิ้นวัสดุบูรณะเรซินคอมโพสิตชนิดเมทาฟิลและพี60 รูปดัมบ์เบลล์ขนาดเท่ากัน กลุ่มละ 10 ชิ้น นำชิ้นดัมบ์เบลล์ทุกกลุ่ม เก็บไว้ในน้ำกลั่นที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นนำไปทดสอบค่าความทนแรงดึงด้วยเครื่องทดสอบแรงแบบสากล บันทึกค่าแรงสูงสุดที่ทำให้ชิ้นตัวอย่างหัก เปรียบเทียบพื้นผิวของชิ้นตัวอย่างด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอนแบบส่องกราด จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวพบว่า ระหว่างกลุ่มมีค่าความทนแรงดึงแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.001 และการเปรียบเทียบเชิงซ้อนแบบดันเนท ทีทรี ของค่าความทนแรงดึง ได้ผลดังนี้ ค่าเฉลี่ยความทนแรงดึง±ส่วนเบี่ยงเบนมาตราฐานระหว่างกลุ่ม HD10-3 (42.67±5.88 MPa), HD1-1 (38.28±4.53 MPa) และเมทาฟิล (47.4±6.94 MPa) มีค่าไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และระหว่างกลุ่มพี60 (79.79±10.65 MPa) และเนื้อฟันวัว (73.62±10.78 MPa) มีค่าไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เช่นกัน จากการตรวจพื้นผิวหน้าตัดบริเวณที่หัก และพื้นผิวขัดเรียบด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอนแบบส่องกราด พบว่า กลุ่ม HD10-3 และ HD1-1 มีเรซินอยู่เต็มท่อเนื้อฟันและระหว่างท่อ ลักษณะเรซินในท่อเนื้อฟันมีแนวโน้มไม่ยึดติดกับผนังท่อเนื้อฟัน พื้นผิวหน้าตัดบริเวณที่หักของกลุ่มพี60 มีรอยการหลุดของวัสดุอัดแทรกออกจากเรซินเมทริกซ์แต่กลุ่มเมทาฟิลไม่พบรอยการหลุดของวัสดุอัดแทรก สรุปผลการทดลองพบว่า การเตรียมไฮบริไดซ์เดนทีนโดยใช้กรด 10-3 และ 1-1 ให้ค่าความทนแรงดึงไม่แตกต่างกัน โดยมีค่าใกล้เคียงกับเมทาฟิลซึ่งมีองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นอินทรียสาร แต่ต่ำกว่าพี60 และเนื้อฟันวัว ซึ่งมีองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นอนินทรียสาร

ภาควิชา ทันตกรรมประดิษฐ์ ลายมือชื่อนิสิต.....เพ็ญธชา เจริญพานิช.....
สาขาวิชา ทันตกรรมประดิษฐ์ ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....
ปีการศึกษา 2545 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

4376108132 : MAJOR PROSTHODONTICS

KEYWORD : HYBRIDIZED DENTIN / DENTIN / COLLAGEN / TENSILE STRENGTH / RESIN COMPOSITE

PENTHACHA CHAROENPANICH : TENSILE STRENGTH OF HYBRIDIZED DENTIN AND RESIN COMPOSITE. THESIS ADVISOR : ASSOCIATE PROFESSOR DR. MORAKOT PIEMJAI, THESIS COADVISOR : ASSOCIATE PROFESSOR RAMPAI ROCHANAKIT, 74 pp. ISBN 974-17-2501-9.

The purpose of this study was to compare tensile strengths of hybridized bovine dentin, bovine dentin and resin composites. Thirty dumbbell specimens of dentin, cross sectional area of 3x1 $mm.^2$, were fabricated and devided into 3 groups ; ten specimens were control, twenty specimens were used to form hybridized dentins either conditioning with 3% ferric chloride in 10% citric acid for 6 hours (HD10-3) or 1% ferric chloride in 1% citric acid for 60 hours (HD1-1). Demineralized dentins of each group were soaked in 5% 4-META in acetone for 48 hours, then in 4-META/MMA monomer for 48 hours without light exposure. Soaked specimens were placed in the standardized mold luted with Superbond C&B resin cement (4-META/MMA-TBB+PMMA) at 23±2 °c until setting of cement. Ten dumbbell specimens of Metafil and P60 resin composites were fabricated using the standardized mold. All specimens were immersed in distilled water at 37 °c for 24 hours before loaded in tension to failure using Instron Machine. The tensile breaking forces were recorded and the fractured surfaces were examined under a scanning electron microscope. One-way ANOVA found highly significant differences in tensile strength among groups ($p<0.001$). Dunnettt T3 test revealed no significant difference ($p>0.05$) in tensile strength±SD among HD10-3 (42.67±5.88 MPa), HD1-1 (38.28±4.53 MPa), and Metafil (47.4±6.94 MPa), and between P60 (79.79±10.65 MPa) and dentin (73.62±10.78 MPa). Fracture surfaces and polished surfaces demonstrated high infiltration of resin in both intertubular and intratubular demineralized dentin of HD10-3 and HD1-1 groups, the fractures mostly occured at the intertubular and intratubular interface. Inorganic fillers detachment occurred at the fractured surfaces of P60, but not found in Metafil. In conclusion, the tensile strengths of hybridized dentins either conditioning with 10-3 or 1-1 and Metafil were not significantly different, but lower than P60 and bovine dentin. The reason might be from their different major components, the organic fillers in the former groups and inorganic fillers in the latter groups.

Department	Prosthodontics.	Student's signature.....
Field of study	Prosthodontics	Advisor's signature.....
Aacademic year	2002	Co-advisor's signature.....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของรองศาสตราจารย์ทันตแพทย์หญิง ดร.มรกต เปี่ยมใจ และรองศาสตราจารย์ทันตแพทย์หญิงรำไพ โรจนกิจ ผู้เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ทำให้การดำเนินการขั้นตอนต่างๆ สะดวกราบรื่นและมีประสิทธิภาพตลอดการทำงานในครั้งนี้ นอกจากนี้ขอขอบคุณบริษัทอุดม เมดิคัล ที่ให้ความสนับสนุนเรซินซีเมนต์ชนิดซูเปอร์บอนด์ซีแอนด์บี และวัสดุบูรณะเรซินคอมโพสิตชนิดเมทาฟิล และบริษัท 3เอ็ม ประเทศไทย จำกัด ที่ให้ความสนับสนุนวัสดุบูรณะเรซินคอมโพสิตชนิดพี60 รวมทั้งเจ้าหน้าที่ในศูนย์วิจัยทันต-วัสดุศาสตร์และศูนย์วิจัยชีววิทยาช่องปากทุกท่าน ที่ให้ความช่วยเหลือแนะนำในการใช้เครื่องมือและสถานที่ในการทำวิจัย

ขอขอบพระคุณคณะกรรมการทุกท่านที่กรุณาสละเวลาตรวจสอบวิทยานิพนธ์และให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์สำหรับการปรับปรุงเนื้อหาวิทยานิพนธ์ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

สุดท้ายขอขอบพระคุณบิดามารดาที่สนับสนุนและให้กำลังใจผู้วิจัยตลอดมา

เพ็ญธชา เจริญพานิช

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

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

บทที่

1. บทนำ.....1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....2
ข้อตกลงเบื้องต้น.....2
ข้อจำกัดของการวิจัย.....3
คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย.....3
สมมติฐานการวิจัย.....4
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....4
การออกแบบการวิจัย.....4
2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....5
ส่วนประกอบของเนื้อฟัน.....5
หลักการไฮบริไดซ์เซชัน.....6
ประวัติความเป็นมา.....6
กลไกการเกิด.....7
ลักษณะและคุณสมบัติ.....9
ระบบการยึดติด.....11
การเตรียมผิวฟันแห้ง.....12
การเตรียมผิวฟันชื้น.....13
การใช้กรดร่วมกับกาวไพร์เมอร์.....15

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (ต่อ)
วิธีทดสอบความทนแรงดึงยึด..... 16
ความทนแรงดึง..... 17
วัสดุบูรณะชนิดเรซินคอมโพสิต..... 19
ชนิดต่างๆ ของวัสดุบูรณะเรซินคอมโพสิต..... 21
3. วิธีดำเนินการวิจัย..... 23
กลุ่มตัวอย่าง..... 23
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย..... 23
การเตรียมชิ้นตัวอย่าง..... 24
การเตรียมชิ้นเนื้อฟันวัว..... 24
การเตรียมไฮบริไดซ์เดนทีน..... 26
การเตรียมวัสดุบูรณะเรซินคอมโพสิต..... 28
การทดสอบความทนแรงดึง..... 29
การตรวจพื้นผิวหน้าตัดบริเวณที่หักด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอน-
แบบส่องกราด..... 31
การตรวจพื้นผิวขัดเรียบด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอนแบบส่องกราด..... 31
การเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล..... 32
4. ผลการทดลอง..... 33
5. สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ..... 45

รายการอ้างอิง..... 53
ภาคผนวก..... 62
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์..... 74

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 แสดงคุณสมบัติทางกลของเนื้อฟัน ดีมินเนอรัลไรซ์เดนทีน และไฮบริไดซ์เดนทีน (ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตราฐาน)..... 18
ตารางที่ 2 แสดงค่าเฉลี่ยความทนแรงดึงและส่วนเบี่ยงเบนมาตราฐานของกลุ่มทดลอง (เมกกะปาสคาล)..... 33
ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบเชิงซ้อนแบบดันเนท ทีทรี..... 34
ตารางที่ 4 แสดงค่าความทนแรงดึงของกลุ่มเนื้อฟันวัว (เมกกะปาสคาล).....66
ตารางที่ 5 แสดงค่าความทนแรงดึงของกลุ่มไฮบริไดซ์เดนทีนที่ผ่านการปรับสภาพเนื้อฟันวัวด้วยกรด 10-3 (เมกกะปาสคาล)..... 67
ตารางที่ 6 แสดงค่าความทนแรงดึงของกลุ่มไฮบริไดซ์เดนทีนที่ผ่านการปรับสภาพเนื้อฟันวัวด้วยกรด 1-1 (เมกกะปาสคาล)..... 68
ตารางที่ 7 แสดงค่าความทนแรงดึงของกลุ่มวัสดุบูรณะเรซินคอมโพสิตชนิดเมทาฟิล (เมกกะปาสคาล)..... 69
ตารางที่ 8 แสดงค่าความทนแรงดึงของกลุ่มวัสดุบูรณะเรซินคอมโพสิตชนิดพี60 (เมกกะปาสคาล)..... 70
ตารางที่ 9 แสดงการทดสอบการกระจายตัวของข้อมูล..... 71
ตารางที่ 10 แสดงการทดสอบข้อมูลด้วยการทดสอบความแปรปรวนแบบทางเดียว..... 72
ตารางที่ 11 แสดงการทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนของประชากร.....72
ตารางที่ 12 แสดงการทดสอบข้อมูลด้วยการเปรียบเทียบเชิงซ้อนแบบดันเนท ทีทรี.....73

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

หน้า

รูปที่ 1 ภาพถ่ายด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอนแบบส่องผ่าน แสดงชั้นไฮบริด..... 8
รูปที่ 2 ภาพถ่ายด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอนแบบส่องกราด แสดงชั้นไฮบริด.....8
รูปที่ 3 ภาพถ่ายด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอนแบบส่องกราด แสดงชั้นไฮบริด
ที่สมบูรณ์ ภายหลังแช่กรดไฮโดรคลอริกความเข้มข้น 6 โมลต่อลิตร
30 วินาที และแช่สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ 1 เปอร์เซ็นต์ 10 นาที.....10
รูปที่ 4 ภาพถ่ายด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอนแบบส่องกราด แสดงชั้นไฮบริดที่
ไม่สมบูรณ์ สลายไปภายหลังแช่กรดไฮโดรคลอริกความเข้มข้น 6 โมลต่อลิตร
30 วินาที และแช่สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ 1 เปอร์เซ็นต์ 10 นาที.....10
รูปที่ 5 แสดงแนวการตัดฟันด้านข้าง ด้านหน้า และขนาดของชิ้นดัมบ์เบลล์.....25
รูปที่ 6 แสดงแผ่นชิ้นเนื้อฟันวัวที่ตัดในระนาบตามแกนใกล้กลาง-ไกลกลาง
ก. ก่อนคัดลอกรูปร่างมินิดัมบ์เบลล์..... 25
ข. ภายหลังคัดลอกรูปร่างมินิดัมบ์เบลล์.....25
รูปที่ 7 แสดงแผ่นชิ้นเนื้อฟันวัวที่ตัดเป็นรูปดัมบ์เบลล์.....26
รูปที่ 8 แสดงแบบพิมพ์แผ่นโพลีเตตระฟลูออโรเอธิลีน.....26
รูปที่ 9 แสดงเรซินซีเมนต์ชนิดซูเปอร์บอนด์ซีแอนด์บี
ก. ส่วนผง (PMMA) และแคทตะลิสต์ (TBB).....27
ข. ส่วนเหลวของเรซินซีเมนต์ชนิดซูเปอร์บอนด์ซีแอนด์บี (4-META/MMA).....27
รูปที่ 10 แสดงชิ้นตัวอย่างหลังการแช่ส่วนเหลวของเรซินซีเมนต์ชนิดซูเปอร์บอนด์
ซีแอนด์บี ในแบบพิมพ์โพลีเตตระฟลูออโรเอธิลีนที่มีส่วนผสมเรซินซีเมนต์
ซูเปอร์บอนด์ซีแอนด์บี.....28
รูปที่ 11 แสดงการอัดวัสดุบูรณะเรซินคอมโพสิตลงในแบบพิมพ์ ปิดทับด้วยแผ่น
กระจกและฉายแสง..... 29
รูปที่ 12 แสดงวัสดุบูรณะเรซินคอมโพสิตที่ใช้ คือ ชนิดเมทาฟิลและพี60.....29
รูปที่ 13 แสดงการยึดชิ้นงานทดสอบด้วยแผ่นพลาสติกชนิดโพลีเมทิลเมธาคริเลต.....30
รูปที่ 14 แสดงการยึดชิ้นตัวอย่างรูปดัมบ์เบลล์ติดกับแผ่นพลาสติกโดยมีแม่แบบ
กำหนด..... 30
รูปที่ 15 แสดงชิ้นตัวอย่างขณะได้รับแรงดึง.....31
รูปที่ 16 กราฟแสดงค่าเฉลี่ยความทนแรงดึงและส่วนเบี่ยงเบนมาตราฐาน (MPa)..... 33
รูปที่ 17 แสดงชิ้นไฮบริไดซ์เดนทีนที่มีเรซินซีเมนต์ล้อมรอบ..... 35

สารบัญภาพ(ต่อ)

หน้า

รูปที่ 18 ภาพถ่ายด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอนแบบส่องกราด แสดงพื้นผิวบริเวณที่หักของกลุ่มเนื้อฟันวัว..... 37
รูปที่ 19 ภาพถ่ายด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอนแบบส่องกราด แสดงพื้นผิวบริเวณที่หักของกลุ่มไฮบริไดซ์เดนทีนที่ผ่านการปรับสภาพด้วยกรด 10-3..... 38
รูปที่ 20 ภาพถ่ายด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอนแบบส่องกราด แสดงพื้นผิวบริเวณที่หักของกลุ่มไฮบริไดซ์เดนทีนที่ผ่านการปรับสภาพด้วยกรด 1-1..... 38
รูปที่ 21 ภาพถ่ายด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอนแบบส่องกราด แสดงพื้นผิวบริเวณที่หักของกลุ่มวัสดุบูรณะเรซินคอมโพสิตชนิดพี60..... 39
รูปที่ 22 ภาพถ่ายด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอนแบบส่องกราด แสดงพื้นผิวบริเวณที่หักของกลุ่มวัสดุบูรณะเรซินคอมโพสิตชนิดเมทาฟิล..... 39
รูปที่ 23 ภาพถ่ายด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอนแบบส่องกราด แสดงพื้นผิวขัดเรียบของกลุ่มเนื้อฟันวัว..... 41
รูปที่ 24 ภาพถ่ายด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอนแบบส่องกราด แสดงพื้นผิวขัดเรียบของกลุ่มไฮบริไดซ์เดนทีนที่ผ่านการปรับสภาพด้วยกรด 1-1..... 41
รูปที่ 25 ภาพถ่ายด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอนแบบส่องกราด แสดงพื้นผิวขัดเรียบของกลุ่มไฮบริไดซ์เดนทีนที่ผ่านการปรับสภาพด้วยกรด 10-3..... 42
รูปที่ 26 ภาพถ่ายด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอนแบบส่องกราด แสดงพื้นผิวขัดเรียบของกลุ่มไฮบริไดซ์เดนทีนที่ผ่านการปรับสภาพด้วยกรด 10-3 ที่มีเรซินภายในท่อเนื้อฟันกลืนเป็นเนื้อเดียวกับผนังท่อเนื้อฟัน..... 43
รูปที่ 27 ภาพถ่ายด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอนแบบส่องกราด แสดงพื้นผิวขัดเรียบของกลุ่มไฮบริไดซ์เดนทีนที่ผ่านการปรับสภาพด้วยกรด 10-3 ที่มีช่องว่างขนาดใหญ่ระหว่างเรซินกับผนังท่อเนื้อฟัน..... 43
รูปที่ 28 ภาพถ่ายด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอนแบบส่องกราด แสดงพื้นผิวขัดเรียบของกลุ่มวัสดุบูรณะเรซินคอมโพสิตชนิดพี60..... 44
รูปที่ 29 ภาพถ่ายด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอนแบบส่องกราด แสดงพื้นผิวขัดเรียบของกลุ่มวัสดุบูรณะเรซินคอมโพสิตชนิดเมทาฟิล..... 44
รูปที่ 30 กราฟแสดงค่าแรงดึงสูงสุดที่ทำให้กลุ่มเนื้อฟันวัวแตกหัก..... 63
รูปที่ 31 กราฟแสดงค่าแรงดึงสูงสุดที่ทำให้กลุ่มไฮบริไดซ์เดนทีนที่ผ่านการปรับสภาพเนื้อฟันวัวด้วยกรด 10-3 แตกหัก..... 63

สารบัญภาพ(ต่อ)

หน้า

รูปที่ 32 กราฟแสดงค่าแรงดึงสูงสุดที่ทำให้กลุ่มไฮบริไดซ์เดนทีนที่ผ่านการปรับสภาพเนื้อฟันวัวด้วยกรด 1-1 แตกหัก.....64
รูปที่ 33 กราฟแสดงค่าแรงดึงสูงสุดที่ทำให้กลุ่มวัสดุบูรณะเรซินคอมโพสิตชนิดเมทาฟิลแตกหัก..... 64
รูปที่ 34 กราฟแสดงค่าแรงดึงสูงสุดที่ทำให้กลุ่มวัสดุบูรณะเรซินคอมโพสิตชนิดพี60แตกหัก..... 65

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย