การรั่วซึมของวัสดุบูรณะคลาสไฟฟ์โดยใช้สารยึดเรซิน ภายหลังการผ่านแบบจำลองการเกิดฟันผุ

นางสาว ปรีวันท์ จันทรเวช

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาทันตกรรมประดิษฐ์ ภาควิชาทันตกรรมประดิษฐ์
คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2550
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

MICROLEAKAGE OF CLASS V CAVITY, USING ADHESIVE RESINS AFTER ARTIFICIAL CARIES EXPOSURE

Miss Pareewan Chantarawej

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 2007

Copyright of Chulalongkorn University

501360

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การรั่วซึมของวัสดุบูรณะคลาสไฟฟ์โดยใช้สารยึดเรซินภายหลังการผ่านแบบจำลองการเกิดฟันผุ
โดย	นางสาว ปรีวันท์ จันทรเวช
สาขาวิชา	ทันตกรรมประดิษฐ์
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ทันตแพทย์หญิง ดร.มรกต เปี่ยมใจ

คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะทันตแพทย์ศาสตร์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทันตแพทย์หญิง ฐิติมา ภู่ศิริ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

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

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

(รองศาสตราจารย์ ทันตแพทย์หญิง ดร.มรกต เปี่ยมใจ)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ทันตแพทย์หญิง สุภาภรณ์ จงวิศาล)

นางสาว ปรีวันท์ จันทรเวช : การรั่วซึมของวัสดุบูรณะคลาสไฟฟ์โดยใช้สารยึดเรซินภายหลังการผ่านแบบจำลองการเกิดฟันผุ. (MICROLEAKAGE OF CLASS V CAVITY, USING ADHESIVE RESINS AFTER ARTIFICIAL CARIES EXPOSURE) อ. ที่ปรึกษา : รศ. ทพญ. ดร.มรกต เปี่ยมใจ, 153 หน้า.

วัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาการรั่วซึมของวัสดุบูรณะคลาสไฟฟ์โดยใช้สารยึดเรซินชนิดต่างๆทางด้านเคลือบฟันและเคลือบรากฟันก่อนและภายหลังการผ่านแบบจำลองการเกิดฟันผุ วิธีการทดสอบ เตรียมโพรงฟันรูปคลาสไฟฟ์บนด้านตามแกนแต่ละด้านของฟันกรามแท้มนุษย์โดยขอบใกล้ด้านบดเคี้ยวอยู่บนเคลือบฟันและขอบใกล้คอฟันอยู่บนเคลือบรากฟัน จากนั้นบูรณะด้วยเรซินคอมโพสิตหรืออะมัลกัมโดยใช้สารยึดเรซินแตกต่างกันดังนี้ ซูเปอร์บอนด์ซีแอนด์บีที่ทำการปรับสภาพฟัน 10 30 และ 60 วินาที ซูเปอร์บอนด์ดีไลน์เนอร์ทูพลัส เอคิวบอนด์ ซิงเกิลบอนด์ทู เคลียร์ฟิลโพรเทคบอนด์ ออลบอนด์ทู เคลียร์ฟิลเมก้าบอนด์ ซิงเกิลบอนด์ และกลุ่มที่ไม่ใช้สารยึดเรซิน จากนั้นเคลือบผิวฟันทั้งหมดด้วยยาทาเล็บยกเว้นบริเวณขอบใกล้ด้านบดเคี้ยวและขอบใกล้คอฟันห่างออกไป 1 ม.ม. นำฟันกลุ่มที่ใช้สารยึดเรซินซูเปอร์บอนด์และซูเปอร์บอนด์ดีไลน์เนอร์ทูพลัสแช่น้ำลายเทียมและสารละลายบัฟเฟอร์แลคติก 0.1 โมล และฟันกลุ่มที่เหลือแช่สารละลายบัฟเฟอร์แลคติก 0.1 โมล นาน 14 วัน แล้วนำฟันทั้งหมดแช่ในสารละลายเบสิกฟุชชินร้อยละ 0.5 นาน 24 ชั่วโมง จากนั้นตัดผ่านกลางวัสดุบูรณะในแนวดิ่งเพื่อวัดระยะการรั่วซึมและระยะการแทรกซึมของสีย้อมทางด้านเคลือบฟันและทางด้านเคลือบรากฟัน เตรียมฟันที่บูรณะกลุ่มละ1 ตัวอย่างเพื่อศึกษาลักษณะรอยต่อภายใต้กล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอนชนิดส่องกราด ผลการทดลอง ไม่พบการรั่วซึมทางด้านเคลือบฟันและเคลือบรากฟันในกลุ่มซูเปอร์บอนด์ 10 วินาทีและซูเปอร์บอนด์ดีไลน์เนอร์ทูพลัสทั้งในภาวะที่ผ่านและไม่ผ่านแบบจำลองการเกิดฟันผุ ค่าการรั่วซึมทางด้านเคลือบรากฟันในกลุ่มซูเปอร์บอนด์ 60 วินาทีมีค่ามากกว่ากลุ่มซูเปอร์บอนด์ 30 วินาทีอย่างมีนัยสำคัญแต่ก่อนและหลังการผ่านแบบจำลองการเกิดฟันผุมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ก่อนการผ่านแบบจำลองการเกิดฟันผุไม่พบการแทรกซึมของสีย้อมในเคลือบฟันและเคลือบรากฟัน แต่หลังผ่านแบบจำลองการเกิดฟันผุพบการแทรกซึมของสีย้อมในเคลือบฟัน 1 ชิ้นในกลุ่มเคลียร์ฟิลเมก้าบอนด์ (0.004$\pm$0.013 ม.ม.) ส่วนในเคลือบรากฟันมีการแทรกซึมของสีย้อมทุกกลุ่มโดยมีค่าเฉลี่ย 0.169$\pm$0.045 ม.ม. กลุ่มที่ไม่พบการรั่วซึมทั้งทางด้านเคลือบฟันและด้านเคลือบรากฟันหลังผ่านแบบจำลองการเกิดฟันผุคือกลุ่มซูเปอร์บอนด์ 10 วินาที ซูเปอร์บอนด์ดีไลน์เนอร์ทูพลัสและกลุ่มเอคิวบอนด์ ส่วนกลุ่มเคลียร์ฟิลโพรเทคบอนด์ ซิงเกิลบอนด์ เคลียร์ฟิลเมก้าบอนด์ ซิงเกิลบอนด์ทู ออลบอนด์ทูและกลุ่มที่ไม่ใช้สารยึดเรซิน มีการรั่วซึมทั้งทางด้านเคลือบฟันและด้านเคลือบรากฟันทั้งสิ้นโดยด้านเคลือบรากฟันมีค่าการรั่วซึมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ลักษณะชั้นรอยต่อภายใต้กล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอนชนิดส่องกราดพบว่ากลุ่มซูเปอร์บอนด์10 วินาที ซูเปอร์บอนด์ดีไลน์เนอร์ทูพลัส และเอคิวบอนด์มีชั้นไฮบริดที่ต่อเนื่องสม่ำเสมอทั้งก่อนและหลังแช่กรดไฮโดรคลอริกและสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ กลุ่มซูเปอร์บอนด์ 30 และ 60 วินาทีมีชั้นไฮบริดบางลงภายหลังจากแช่กรดไฮโดรคลอริกและสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ กลุ่มเคลียร์ฟิลโพรเทคบอนด์ ซิงเกิลบอนด์ เคลียร์ฟิลเมก้าบอนด์ ซิงเกิลบอนด์ทูและออลบอนด์ทูไม่พบชั้นรอยต่อที่สมบูรณ์และชัดเจนภายหลังจากแช่กรดไฮโดรคลอริกและสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ สรุปผลการทดลอง ในการบูรณะฟันควรอนุรักษ์เคลือบฟันไว้ให้มากที่สุดเพราะเคลือบฟันสามารถต่อต้านการเกิดฟันผุได้ดีกว่าเนื้อฟันมาก การบูรณะฟันโดยไม่เกิดการรั่วซึมทำได้โดยทำให้เกิดรอยต่อชั้นไฮบริดที่สมบูรณ์ การบูรณะที่เกิดการรั่วซึมในชั้นสเมียร์และในดีมิเนอรอลไลซ์เดนทีนที่หลงเหลือจะเป็นทางผ่านของสีย้อมและกรดแลคติกซึ่งนำไปสู่การเกิดฟันผุซ้ำได้

ภาควิชาทันตกรรมประดิษฐ์ ลายมือชื่อนิสิต.....

สาขาวิชาทันตกรรมประดิษฐ์ ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

ปีการศึกษา 2550

4776115932 : MAJOR PROSTHODONTIC DENTISTRY

KEY WORD: MICROLEAKAGE / ADHESIVE RESIN / SECONDARY CARIES / ARTIFICIAL CARIES

PAREEWAN CHANTARAWEJ : MICROLEAKAGE OF CLASS V CAVITY, USING ADHESIVE RESINS AFTER ARTIFICIAL CARIES EXPOSURE. THESIS ADVISOR : ASSOC. PROF. MORAKOT PIEMJAI, Ph.D. 153 pp.

Purpose: To study the enamel and cementum microleakage of Class V cavity before and after artificial caries exposure using different adhesive resins. Methods: A class V cavity was prepared on each axial surface of extracted human molars with occlusal margin in enamel, and cervical margin in cementum. The cavities were restored with either resin composite or amalgam using different adhesive resins: Super-Bond C&B with conditioning periods of 10s ,30s and 60s, Super-Bond D-Liner II Plus, AQ Bond, Single Bond 2, Clearfil Protect Bond, All-Bond 2, Clearfil Mega Bond, Single Bond and no adhesive resin. Specimens were coated with nail varnish, except for 1 mm away from occlusal and cervical margins. Specimens using Super-Bond and Super-Bond D-Liner II Plus were immersed in artificial saliva and 0.1 mol buffer lactic solutions while the other groups were immersed in only 0.1 mol buffer lactic solutions for 14 days. After immersion in 0.5% basic fuchsin dye for 24 h, all restorations were vertically sectioned at the middle to measure the extent of dye penetration into enamel, cementum/dentin and tooth-resin interfaces. One restoration of each group was prepared for examination of the interfaces under SEM. Result: Leakage free interface of enamel-resin and dentin-resin was found in Super-Bond 10s and Super-Bond D-Liner II Plus specimens for both before and after artificial caries exposure. Statistically significant in higher leakage distance at cementum/dentin-resin interface of Super-Bond 60s specimens than that of Super-Bond 30s specimens was shown but they were not statistically significant between before and after artificial caries exposure. No dye penetration into enamel and cementum was found in restoration soaked in artificial saliva. After artificial caries exposure, dye penetration into enamel was found in one specimen of Clearfil Mega Bond (0.004$\pm$0.013 mm) whereas all groups showed dye penetration into cementum with the average of 0.169$\pm$0.045 mm. Leakage free at enamel-resin and cementum-resin interface was found in restoration using AQ Bond, Super-Bond 10s and Super-Bond D-Liner II Plus after artificial caries exposure. Clearfil Protect Bond, Single Bond, Clearfil Mega Bond, Single Bond 2, All-Bond 2 and no adhesive resin specimens showed both leakages at enamel-resin and dentin-resin interface which was not significantly different between groups. Under SEM, the consistent and continuous hybrid layer before and after soaking in HCl and NaOCl solution was found in AQ Bond, Super-Bond 10s and Super-Bond D-Liner II Plus specimens. The hybrid layer of Super-Bond 30s and 60s specimens showed thinner after chemical modification. It was difficult to find the consistent interfacial layer after chemical soaking in Clearfil Protect Bond, Single Bond, Clearfil Mega Bond, Single Bond 2 and All-Bond 2 specimens. Conclusion: Conservation of enamel is very important as it resists the caries formation better than exposed dentin. Restorations with leakage free interface could be provided by impermeable hybrid layer. Restorations with leakage in smear layer and remaining demineralized dentin are susceptible to dye and lactic acid diffusion, in other words secondary caries formation.

Department of Prosthodontics Student's signature.....Pareewan Chantarawej.....

Field of study Prosthodontics Advisor's signature.....

Academic year 2007

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่ง ซึ่งผู้ทำวิจัยขอขอบพระคุณอย่างสูงต่อรองศาสตราจารย์ทันตแพทย์หญิง ดร.มรกต เปี่ยมใจ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ในการให้คำแนะนำทางด้านวิชาการที่มีคุณค่า และการเขียนวิทยานิพนธ์ ตลอดจนสนับสนุนวัสดุในการทำงานวิจัยให้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

กรรมการทุกท่านที่ให้คำแนะนำทางด้านวิชาการที่มีประโยชน์ และตรวจสอบแก้ไขวิทยานิพนธ์

อาจารย์ ไพพรรณ พิทยานนท์ ในการให้คำปรึกษา และแนะนำในด้านสถิติ

อาจารย์ และบุคลากรทุกท่านในศูนย์วิจัยทันตวัสดุศาสตร์ ศูนย์วิจัยชีววิทยาช่องปากคณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยและคณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดลในการเอื้อเฟื้อสถานที่ ตลอดจนวัสดุและเครื่องมือในการวิจัย

ทันตแพทย์และบุคลากรทุกท่านในกลุ่มงานทันตกรรม โรงพยาบาลเสนา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ในการเก็บฟันตัวอย่าง

บัณฑิตวิทยาลัย คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ท้ายที่สุดขอกราบขอบพระคุณบิดามารดา และทุกคนในครอบครัวของข้าพเจ้าที่ได้ให้กำลังใจ และช่วยเหลือผู้วิจัยด้วยดีตลอดมา

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ

กิตติกรรมประกาศ..... ฉ

สารบัญ..... ช

สารบัญตาราง..... ญ

สารบัญรูป..... ฐ

บทที่

1. บทนำ..... 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... 1

วัตถุประสงค์ของการวิจัย..... 3

สมมุติฐานการวิจัย..... 3

กรอบแนวคิดการวิจัย..... 4

ขอบเขตการวิจัย..... 5

ข้อตกลงเบื้องต้น..... 5

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย..... 5

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 6

รูปแบบการวิจัย..... 6

2. ปริทัศน์วรรณกรรม..... 7

ฟันผุซ้ำ..... 7

นิยาม..... 7

สาเหตุ และกลไกการเกิด..... 8

การวินิจฉัย และการรักษา..... 13

การเชื่อมยึดของสารยึดเรซิน..... 14

การเชื่อมยึดของสารยึดเรซินกับเคลือบฟัน..... 14

การเชื่อมยึดของสารยึดเรซินกับเนื้อฟัน..... 15

ระบบสารยึดเรซิน..... 20

องค์ประกอบสารยึดเรซินที่ใช้ในงานวิจัย..... 28

ความสัมพันธ์สารยึดเรซินกับการเกิดฟันผุซ้ำ..... 29

การออกแบบการทดลอง..... 31

หน้า

การทดสอบการรั่วซึม..... 21
การศึกษาลักษณะชั้นรอยต่อระหว่างฟันและสารยึดเรซิน..... 37
3. ระเบียบและวิธีการดำเนินการวิจัย..... 38
ประชากร และตัวอย่าง..... 38
สิ่งแทรกแซง..... 40
วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย..... 41
ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย..... 43
การคัดเลือกตัวอย่างจากประชากรที่ศึกษา..... 43
การจัดกลุ่มตัวอย่างเข้าศึกษา..... 43
การเตรียมชิ้นตัวอย่างเพื่อทดสอบ..... 43
การสังเกต และการวัด..... 47
การเก็บรวบรวมข้อมูล..... 48
การวิเคราะห์ข้อมูล..... 48
การศึกษาลักษณะชั้นรอยต่อระหว่างฟันและสารยึดเรซิน..... 50
แผนภูมิสรุปขั้นตอนการดำเนินการวิจัย..... 51
4. ผลการศึกษา..... 52
ตอนที่ 1 การศึกษาการรั่วซึมของวัสดุ..... 52
ตอนที่ 2 การศึกษาลักษณะชั้นรอยต่อระหว่างสารยึดเรซินกับฟัน..... 73
5. อภิปรายผล 88
6. สรุปผลการทดลอง..... 99
รายการอ้างอิง..... 101
ภาคผนวก..... 112
ภาคผนวก ก..... 113
การวิจัยนำร่อง 1..... 113
การวิจัยนำร่อง 2..... 116
การวิจัยนำร่อง 3..... 120
ความถูกต้องในการวัดของผู้ทำการวิจัย (Accuracy)..... 126
การทดสอบความแม่นยำในการวัดของผู้ทำการวิจัย (Reliability)..... 128

หน้า

เกณฑ์การวัด..... 130
การศึกษาเพิ่มเติมเรื่องการรั่วซึมของฟันแต่ละด้าน..... 133
ภาคผนวก ข ข้อมูลดิบของการวิจัย..... 136
ภาคผนวก ค การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของผลการวิจัย..... 146
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์..... 153

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 แสดงการจำแนกสารยึดเรซินตามชนิดและขั้นตอนการทำงาน 24

ตารางที่ 2 แสดงค่าความเป็นกรดด่างของสารยึดเรซิน..... 27

ตารางที่ 3 แสดงองค์ประกอบของสารยึดเรซินที่ใช้ในงานวิจัย..... 28

ตารางที่ 4 แสดงน้ำหนักโมเลกุลและขนาดของโมเลกุลสารต่างๆ ไวรัสและแบคทีเรีย เทียบกับขนาดของรูพรุนในชั้นไฮบริดและช่องห่างระหว่างวัสดุบูรณะกับฟัน..... 36

ตารางที่ 5 แสดงการจัดแบ่งกลุ่มทดลอง..... 40

ตารางที่ 6 แสดงข้อมูลค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าการแทรกซึมของสีย้อมในเคลือบฟัน (DPE) และในเคลือบรากฟันและเนื้อฟัน (DPC) และการรั่วซึมบริเวณรอยต่อฟันกับสารยึดเรซินทางด้านเคลือบฟัน (LE) และทางด้านเคลือบรากฟัน (LC) ของแต่ละกลุ่มที่ผ่านและไม่ผ่านแบบจำลองการเกิดฟันผุ..... 52

ตารางที่ 7 แสดงข้อมูลค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าการแทรกซึมของสีย้อม (DPE/L, DPC/L) และการรั่วซึมบริเวณรอยต่อฟันกับสารยึดเรซินทางด้านเคลือบฟันและด้านเคลือบรากฟันของแต่ละกลุ่มที่ผ่านแบบจำลองการเกิดฟันผุ (LE/L, LC/L)..... 54

ตารางที่ 8 แสดงจำนวนที่พบการรั่วซึมของสีย้อมและระยะทางการรั่วซึมเฉลี่ยของสีย้อมบริเวณรอยต่อของสารยึดเรซินกับเรซินคอมโพสิตทางด้านเคลือบฟันและเคลือบรากฟัน..... 57

ตารางที่ 9 แสดงค่าความเป็นกรดด่างของสารละลายบัฟเฟอร์แลคติก..... 113

ตารางที่ 10 แสดงการเปลี่ยนแปลงของผิวฟันและผลการทดสอบด้วยสารทดสอบการเกิดฟันผุ..... 114

ตารางที่ 11 แสดงค่าความเป็นกรดด่างเมื่อแช่ฟันลงในสารละลายบัฟเฟอร์แลคติก0.01 โมล.. 118

ตารางที่ 12 แสดงค่าความเป็นกรดด่างเมื่อแช่ฟันลงในน้ำกลั่น..... 118

ตารางที่ 13 แสดงค่าความเป็นกรดด่างของสารละลายบัฟเฟอร์แลคติก 0.1 โมล..... 122

ตารางที่ 14 แสดงระยะการรั่วซึมบริเวณรอยต่อฟันกับสารยึดเรซินทางด้านเคลือบฟัน (LE/L) และเคลือบรากฟัน (LC/L) และระยะการแทรกซึมของสีย้อมในด้านเคลือบรากฟันและเนื้อฟัน (DPC/L)..... 123

ตารางที่ 15 ความถูกต้องในการวัดของผู้ทำการวิจัย (Inter-examiner accuracy)..... 127

ตารางที่ 16 ความแม่นยำในการวัดของผู้ทำการวิจัย (Intra-examiner reliability)..... 129

ตารางที่ 17 แสดงค่าเฉลี่ยการรั่วซึมบริเวณรอยต่อฟันกับสารยึดเรซินทางด้านเคลือบฟัน..... 133

หน้า

ตารางที่ 18 แสดงค่าเฉลี่ยการรั่วซึมบริเวณรอยต่อฟันกับสารยึดเรซินทางด้านเคลือบรากฟัน. 133

ตารางที่ 19 แสดงการแจกแจงข้อมูลของการรั่วซึมบริเวณรอยต่อฟันกับสารยึดเรซินทางด้านเคลือบฟัน(LE) และการรั่วซึมบริเวณรอยต่อฟันกับสารยึดเรซินทางด้านเคลือบรากฟัน (LC) ในแต่ละด้านของฟัน..... 134

ตารางที่ 20 แสดงการวิเคราะห์สถิติทดสอบความเหมือนของค่าความแปรปรวนของการรั่วซึมบริเวณรอยต่อฟันกับสารยึดเรซินทางด้านเคลือบฟัน (LE) และทางด้านเคลือบรากฟัน (LC) ในแต่ละด้านของฟัน..... 134

ตารางที่ 21 แสดงการวิเคราะห์สถิติความแปรปรวนแบบทางเดียว (One-Way ANOVA) ของการรั่วซึมบริเวณรอยต่อฟันกับสารยึดเรซินทางด้านเคลือบฟัน (LE) และทางด้านเคลือบรากฟัน (LC) ในแต่ละด้านของฟัน..... 135

ตารางที่ 22 แสดงข้อมูลดิบในการทดสอบความถูกต้องในการวัดของผู้ทำการวิจัย..... 136

ตารางที่ 23 แสดงข้อมูลดิบในการทดสอบความแม่นยำในการวัดของผู้ทำการวิจัย..... 138

ตารางที่ 24 แสดงค่าการแทรกซึมของสีย้อมในเคลือบฟัน (DPE) และในเคลือบรากฟันและเนื้อฟัน (DPC) การรั่วซึมบริเวณรอยต่อฟันกับสารยึดเรซินทางด้านเคลือบฟัน (LE) และด้านเคลือบรากฟัน (LC) การแทรกซึมของสีย้อมที่ประชิดรอยต่อของฟันกับสารยึดเรซิน ลักษณะการปิดกั้นการแทรกซึมของสีย้อมลงไปในท่อเนื้อฟัน และระยะการรั่วซึมของสีย้อมระหว่างรอยต่อของสารยึดเรซินกับเรซินคอมโพสิต..... 140

ตารางที่ 25 แสดงการแจกแจงข้อมูลของการรั่วซึมบริเวณรอยต่อฟันกับสารยึดเรซินทางด้านเคลือบรากฟันของกลุ่มที่ไม่ผ่านแบบจำลองการเกิดฟันผุ (LC/S)..... 146

ตารางที่ 26 แสดงการวิเคราะห์สถิติทดสอบความเหมือนของค่าความแปรปรวนของค่าการรั่วซึมบริเวณรอยต่อฟันกับสารยึดเรซินทางด้านเคลือบรากฟันของกลุ่ม Super-Bond 30s (saliva), Super-Bond 30s, Super-Bond 60s (saliva) และ Super-Bond 60s..... 146

ตารางที่ 27 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ 2 ทาง (2-Way ANOVA) เพื่อดูอิทธิพลของปัจจัยเรื่องการผ่านแบบจำลองการเกิดฟันผุและปัจจัยเรื่องเวลาที่ใช้ปรับสภาพฟันที่มีต่อค่าการรั่วซึมบริเวณรอยต่อฟันกับสารยึดเรซินทางด้านเคลือบรากฟันของกลุ่ม Super-Bond 30s และ Super-Bond 60s..... 147

หน้า

ตารางที่ 28 แสดงการแจกแจงข้อมูลของการแทรกซึมของสีย้อมในเคลือบรากฟันและเนื้อฟัน (DPC/L) การรั่วซึมบริเวณรอยต่อฟันกับสารยึดเรซินทางด้านเคลือบฟัน (LE/L) และการรั่วซึมบริเวณรอยต่อฟันกับสารยึดเรซินทางด้านเคลือบรากฟันของกลุ่มที่ผ่านแบบจำลองการเกิดฟันผุ (LC/L)..... 147

ตารางที่ 29 แสดงการวิเคราะห์สถิติทดสอบความเหมือนของค่าความแปรปรวนของการแทรกซึมของสีย้อมในเคลือบรากฟันและเนื้อฟัน (DPC/L)..... 148

ตารางที่ 30 แสดงการวิเคราะห์สถิติความแปรปรวนแบบทางเดียว(One-Way ANOVA) ของการแทรกซึมของสีย้อมในเคลือบรากฟันและเนื้อฟัน (DPC/L)..... 148

ตารางที่ 31 แสดงการวิเคราะห์สถิติทดสอบความเหมือนของค่าความแปรปรวนของการรั่วซึมบริเวณรอยต่อฟันกับสารยึดเรซินทางด้านเคลือบฟัน (LE/L)..... 148

ตารางที่ 32 แสดงการวิเคราะห์สถิติความแปรปรวนเวลช์ของการรั่วซึมบริเวณรอยต่อฟันกับสารยึดเรซินทางด้านเคลือบฟัน(LE/L)..... 148

ตารางที่ 33 แสดงการวิเคราะห์สถิติความแปรปรวนแทมแฮนของการรั่วซึมบริเวณรอยต่อฟันกับสารยึดเรซินทางด้านเคลือบฟัน(LE/L) เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่ม..... 149

ตารางที่ 34 แสดงการวิเคราะห์สถิติทดสอบความเหมือนของค่าความแปรปรวนของการรั่วซึมบริเวณรอยต่อฟันกับสารยึดเรซินทางด้านเคลือบรากฟัน (LC/L)..... 150

ตารางที่ 35 แสดงการวิเคราะห์สถิติความแปรปรวนเวลช์ของการรั่วซึมบริเวณรอยต่อฟันกับสารยึดเรซินทางด้านเคลือบรากฟัน (LC/L)..... 151

ตารางที่ 36 แสดงการวิเคราะห์สถิติความแปรปรวนแทมแฮนของการรั่วซึมบริเวณรอยต่อฟันกับสารยึดเรซินทางด้านเคลือบรากฟัน(LC/L) เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่ม..... 150

ตารางที่ 37 แสดงการวิเคราะห์ด้วยสถิติแพร์ทีเทสต์เพื่อเปรียบเทียบค่าการแทรกซึมของสีย้อมในเคลือบรากฟันและเนื้อฟัน(DPC/L) กับการรั่วซึมบริเวณรอยต่อฟันกับสารยึดเรซินทางด้านเคลือบรากฟัน (LC/L) ในแต่ละกลุ่ม..... 152

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 1 แสดงกลไกการเกิดฟันผุซ้ำ..... 8

รูปที่ 2 แสดงการเปลี่ยนแปลงทางจุลกายวิภาคในเคลือบฟันและเนื้อฟันก่อนจะเกิดหลุมบนเคลือบฟัน..... 9

รูปที่ 3 แสดงการเปลี่ยนแปลงทางจุลกายวิภาคหลังจากเกิดหลุมบนเคลือบฟัน..... 10

รูปที่ 4 แท่นยึดชิ้นงาน..... 47

รูปที่ 5 ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอในสารยึดเรซิน Super-Bond C&B 10s ซึ่งไม่ได้ผ่านแบบจำลองการเกิดฟันผุ..... 58

รูปที่ 6 ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอในสารยึดเรซิน Super-Bond C&B 30s ซึ่งไม่ได้ผ่านแบบจำลองการเกิดฟันผุ..... 59

รูปที่ 7 ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอในสารยึดเรซิน Super-Bond C&B 60s ซึ่งไม่ได้ผ่านแบบจำลองการเกิดฟันผุ..... 60

รูปที่ 8 ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอในสารยึดเรซิน Super-Bond D-Liner II Plus ซึ่งไม่ได้ผ่านแบบจำลองการเกิดฟันผุ..... 61

รูปที่ 9 ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอในสารยึดเรซิน Super-Bond C&B 10s... 62

รูปที่ 10 ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอในสารยึดเรซิน Super-Bond C&B 30s... 63

รูปที่ 11 ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอในสารยึดเรซิน Super-Bond C&B 60s... 64

รูปที่ 12 ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอในสารยึดเรซิน Super-Bond D-Liner II Plus..... 65

รูปที่ 13 ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอในสารยึดเรซินกลุ่ม AQ-Bond..... 66

รูปที่ 14 ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอในสารยึดเรซินกลุ่ม Single Bond 2..... 67

รูปที่ 15 ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอในสารยึดเรซินกลุ่ม Clearfil Protect Bond..... 68

รูปที่ 16 ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอในสารยึดเรซินกลุ่ม All Bond 2..... 69

รูปที่ 17 ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอในสารยึดเรซินกลุ่ม Clearfil Mega Bond..... 70

รูปที่ 18 ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอสารยึดเรซินกลุ่ม Single Bond..... 71

รูปที่ 19 ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอกลุ่มไม่ใช้สารยึดเรซิน..... 72

หน้า

รูปที่ 20 ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราดแสดงลักษณะชั้นรอยต่อระหว่างสารยึดเรซินกลุ่ม Super-Bond 10 s (saliva) กับฟัน..... 73
รูปที่ 21 ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราดแสดงลักษณะชั้นรอยต่อระหว่างสารยึดเรซินกลุ่ม Super-Bond 30 s (saliva) กับฟัน..... 74
รูปที่ 22 ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราดแสดงลักษณะชั้นรอยต่อระหว่างสารยึดเรซินกลุ่ม Super-Bond 60 s (saliva) กับฟัน..... 75
รูปที่ 23 ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราดแสดงลักษณะชั้นรอยต่อระหว่างสารยึดเรซินกลุ่ม Super-Bond D-Liner II Plus(Saliva) 76
รูปที่ 24 ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราดแสดงลักษณะชั้นรอยต่อระหว่างสารยึดเรซินกลุ่ม Super-Bond 10 s กับฟัน..... 77
รูปที่ 25 ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราดแสดงลักษณะชั้นรอยต่อระหว่างสารยึดเรซินกลุ่ม Super-Bond 30 s กับฟัน..... 78
รูปที่ 26 ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราดแสดงลักษณะชั้นรอยต่อระหว่างสารยึดเรซินกลุ่ม Super-Bond 60 s กับฟัน..... 79
รูปที่ 27 ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราดแสดงลักษณะชั้นรอยต่อระหว่างสารยึดเรซินกลุ่ม Super-Bond D-Liner II Plus 80
รูปที่ 28 ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราดแสดงลักษณะชั้นรอยต่อระหว่างสารยึดเรซินกลุ่ม AQ Bond กับฟัน..... 81
รูปที่ 29 ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราดแสดงลักษณะชั้นรอยต่อระหว่างสารยึดเรซินกลุ่ม Single Bond 2 กับฟัน..... 82
รูปที่ 30 ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราดแสดงลักษณะชั้นรอยต่อระหว่างสารยึดเรซินกลุ่ม Clearfil Protect Bond กับฟัน..... 83
รูปที่ 31 ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราดแสดงลักษณะชั้นรอยต่อระหว่างสารยึดเรซินกลุ่ม All-Bond 2 กับฟัน..... 84
รูปที่ 32 ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราดแสดงลักษณะชั้นรอยต่อระหว่างสารยึดเรซินกลุ่ม Clearfil Mega Bond กับฟัน..... 85
รูปที่ 33 ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราดแสดงลักษณะชั้นรอยต่อระหว่างสารยึดเรซินกลุ่ม Single Bond กับฟัน..... 86

หน้า

รูปที่ 34 ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราดแสดงลักษณะชั้นรอยต่อระหว่างกลุ่มที่ไม่ใช้สารยึดเรซินกับฟัน..... 87
รูปที่ 35 แสดงการซึมผ่านของสีย้อมของฟันที่ไม่ได้รับการบูรณะหลังแช่ในสารละลายบัฟเฟอร์แลคติก เป็นเวลา 14 วัน..... 123
รูปที่ 36 แสดงภาพการวัดระยะการแทรกซึมของสีย้อมที่ประชิดรอยต่อของฟันกับสารยึดเรซิน 130
รูปที่ 37 แสดงภาพรอยต่อของฟันกับวัสดุบูรณะที่ไม่สามารถวัดระยะได้..... 130
รูปที่ 38 แสดงการวัดระยะการแทรกซึมของสีย้อมในเคลือบรากฟันและเนื้อฟัน..... 131
รูปที่ 39 แสดงภาพการวัดระยะการรั่วซึมระหว่างสารยึดเรซินกับวัสดุบูรณะ..... 131
รูปที่ 40 แสดงลักษณะการปิดกั้นการรั่วซึมของสีย้อมเข้าไปในท่อเนื้อฟัน..... 132