ผลของการปนเปื้อนสารห้ามเลือดต่อการรั่วซึมระดับจุลภาคของสารยึดติดระบบเซลฟ์เอทช์ 2 ชนิด

นางสาวอัจฉราวรรณ ธรรมพาเลิศ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาทันตกรรมหัตถการ ภาควิชาทันตกรรมหัตถการ

คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2551

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

THE EFFECT OF HEMOSTATIC AGENT CONTAMINATIONS ON MICROLEAKAGE OF TWO SELF-ETCHING ADHESIVES

Miss Autcharawan Thampalert

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science Program in Operative Dentistry
Department of Operative Dentistry
Faculty of Dentistry
Chulalongkorn University
Academic Year 2008
Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลของการปนเปื้อนสารห้ามเลือดต่อการรั่วซึมระดับจุลภาคของสารยึดติดระบบเซลฟ์เอทช์ 2 ชนิด
โดย	นางสาวอัจฉราวรรณ ธรรมพาเลิศ
สาขาวิชา	ทันตกรรมหัตถการ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	อาจารย์ทันตแพทย์หญิง มุรธา พานิช

คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.... คณบดีคณะทันตแพทยศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ทันตแพทย์หญิง วัชราภรณ์ ทัศจันทร์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.... ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทันตแพทย์หญิง ดร. ศิริวิมล ศรีสวัสดิ์)

.... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(อาจารย์ทันตแพทย์หญิง มุรธา พานิช)

.... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ทันตแพทย์หญิง วาสนา พัฒนพีระเดช)

.... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทันตแพทย์หญิง สายใจ มธุราสัย)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

อัจฉราวรรณ ธรรมพาเลิศ : ผลของการปนเปื้อนสารห้ามเลือดต่อการรั่วซึมระดับจุลภาคของสารยึดติดระบบเซลฟ์เอทช์ 2 ชนิด. (THE EFFECT OF HEMOSTATIC AGENT CONTAMINATIONS ON MICROLEAKAGE OF TWO SELF-ETCHING ADHESIVES) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : อ.ทญ.มุรธา พานิช, 77 หน้า.

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้คือต้องการเปรียบเทียบการรั่วซึมระดับจุลภาคที่ผนังด้านเหงือกและผนังด้านบดเคี้ยวของโพรงฟันชนิดคลาสไฟว์ ระหว่างกลุ่มที่มีการปนเปื้อนสารห้ามเลือด 2 วิธี กับกลุ่มควบคุมที่ไม่มีการปนเปื้อนสารห้ามเลือดในการบูรณะฟันด้วยสารยึดติดระบบเซลฟ์เอทช์ 2 ชนิด โดยทำการกรอแต่งฟันกรามน้อยบนเป็นโพรงฟันคลาสไฟว์ บูรณะฟันด้วยสารยึดติดระบบเซลฟ์เอทช์ 2 ชนิดคือ เคลียร์ฟิลเอสอีบอนด์ และเคลียร์ฟิลไตรเอสบอนด์ ซึ่งมีการเตรียมผิวฟันเป็น 3 กลุ่มย่อยคือกลุ่มควบคุม กลุ่มปนเปื้อนสารห้ามเลือดโดยไม่ทำการล้างน้ำ และกลุ่มปนเปื้อนสารห้ามเลือดโดยทำการล้างน้ำ จากนั้นนำไปทดสอบการรั่วซึมระดับจุลภาคด้วยสารเคมีซิลเวอร์ไนเตรต และอ่านผลการรั่วซึมเป็นคะแนนทั้งผนังด้านบดเคี้ยวและผนังด้านเหงือก เปรียบเทียบระหว่างกลุ่มด้วยสถิตินอนพาราเมตริกครัสคาล-วัลลิส การเปรียบเทียบพหุคูณ และสถิติของแมนวิทนีย์ ศึกษาที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ผลการศึกษาพบว่าการรั่วซึมระดับจุลภาคของกลุ่มเคลียร์ฟิลเอสอีบอนด์ที่ผนังด้านบดเคี้ยวพบการปนเปื้อนสารห้ามเลือด 2 วิธีไม่มีความแตกต่างกันเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม *($p=0.5555$)* ที่ผนังด้านเหงือกการปนเปื้อนสารห้ามเลือดโดยไม่ผ่านการล้างน้ำมีการรั่วซึมที่มากกว่าเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ *($p<0.0001$)* กลุ่มเคลียร์ฟิลไตรเอสบอนด์ทั้งผนังด้านบดเคี้ยวและผนังด้านเหงือกพบการปนเปื้อนสารห้ามเลือดโดยไม่ผ่านการล้างน้ำมีการรั่วซึมที่มากกว่าเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.0006$ และ $p<0.0001$ ตามลำดับ)

สรุปว่ากลุ่มสารยึดติดเคลียร์ฟิลเอสอีบอนด์ และกลุ่มเคลียร์ฟิลไตรเอสบอนด์เมื่อมีการปนเปื้อนสารห้ามเลือดโดยไม่ทำการล้างน้ำจะให้ค่าการรั่วซึมมากกว่ากลุ่มควบคุมและกลุ่มปนเปื้อนสารห้ามเลือดโดยทำการล้างน้ำ

ภาควิชาทันตกรรมหัตถการ	ลายมือชื่อนิสิต อัจฉราวรรณ ธรรมพาเลิศ
สาขาวิชาทันตกรรมหัตถการ	ลายมือชื่ออ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
ปีการศึกษา 2551	

5076125832 : MAJOR OPERATIVE DENTISTRY
KEYWORDS : CONTAMINATION / HEMOSTATIC AGENT / MICROLEAKAGE / SELF-ETCHING ADHESIVE

AUTCHARAWAN THAMPALERT : THE EFFECT OF HEMOSTATIC AGENT CONTAMINATIONS ON MICROLEAKAGE OF TWO SELF-ETCHING ADHESIVES. ADVISOR : MURATHA PANICH, 77 pp.

The purpose, to compare the effect of hemostatic agent contaminations on microleakage of the occlusal and gingival walls of restorations using two types of self-etching adhesive. The class V cavities were prepared in 70 upper premolars and restored with resin composite using clearfil SE-bond and clearfil S3-bond. The teeth were devided into 3 subgroups : no contamination (control), hemostatic agent contamination without water rinsing (NR) and hemostatic agent contamination with water rinsing (R). After thermocycling and microleakage tests, the microleakage scores were compared between occlusal and gingival walls in each subgroup. The data was analyzed using non-parametric statistics. In clearfil SE-bond group, there was no significant difference between control, NR and R groups for the occlusal walls *(P=0.5555)*. On the gingival wall, SE-NR had significantly higher microleakage scores than SE-control group *(P<0.0001)*. In clearfil S3-bond group, S3-NR group had significantly higher microleakage scores than S3-control group for both occlusal and gingival walls (*P=0.0006* and *P<0.0001* respectively). In conclusions, for both adhesive groups, there were higher microleakage scores in the hemostatic agent contaminated without water rinsing groups than control groups and the contaminated with water rinsing groups significantly.

Department : operative dentistry
Field of Study : operative dentistry
Academic Year : 2008

Student's Signature :
Advisor's Signature :

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณอาจารย์ทันตแพทย์หญิง มุรธา พานิช อาจารย์ที่ปรึกษา คณาจารย์ภาควิชาทันตกรรมหัตถการที่ให้คำปรึกษา และคำแนะนำตลอดการจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ขอขอบคุณอาจารย์ไพพรรณ พิทยานนท์ ที่ให้คำปรึกษาด้านสถิติ ทันตแพทย์หญิง อุษณีย์ กัลยาธิ และทันตแพทย์หญิง อัมพาภรณ์ นิธิประทีป ที่ช่วยอ่านผลคะแนนการรั่วซึม ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ศูนย์วิจัย คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่อำนวยความสะดวกในการใช้เครื่องมือ และช่วยผลักดันให้วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จได้ด้วยดี

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญ	ช
สารบัญตาราง	ฌ
สารบัญภาพ	ฎ
บทที่ 1 บทนำ	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
สมมติฐานการวิจัย	2
ขอบเขตของการวิจัย	2
ข้อตกลงเบื้องต้น	3
ข้อจำกัดของการวิจัย	3
คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย	3
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
วิธีดำเนินการวิจัย	4
ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลงานการวิจัย	4
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	5
แนวคิดและทฤษฎี	5
กลไกการยึดติด	5
สารยึดติดทางทันตกรรม	8
การปนเปื้อน	11
สารห้ามเลือดทางทันตกรรม	12
การรั่วซึมระดับจุลภาค	20

	หน้า
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย..	22
ประชากร...	22
วัสดุที่ใช้ในการวิจัย...	23
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย..	23
การเก็บฟัน..	24
การเตรียมโพรงฟัน..	24
การเตรียมผิวฟันก่อนการบูรณะ..	25
การบูรณะฟัน..	27
การทำเทอร์โมไซคลิง..	28
การทดสอบการรั่วซึมระดับจุลภาค...	28
การวัดค่าความเป็นกรด-ด่างของสารห้ามเลือด...	29
การเก็บรวบรวมข้อมูล..	30
การวิเคราะห์ข้อมูล..	31
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล..	33
ผลการวิเคราะห์...	33
ผลการเปรียบเทียบการรั่วซึมระดับจุลภาคของสารยึดติดระบบเซลฟ์เอทช์ชนิด 2 ขั้นตอน	35
ผลการเปรียบเทียบการรั่วซึมระดับจุลภาคของสารยึดติดระบบเซลฟ์เอทช์ชนิด 1 ขั้นตอน	37
ผลการเปรียบเทียบการรั่วซึมระดับจุลภาคระหว่างสารยึดติด ระบบเซลฟ์เอทช์ 2 ขั้นตอน กับ 1 ขั้นตอน...	38
ผลการเปรียบเทียบการรั่วซึมระดับจุลภาคระหว่างผนังด้านบดเคี้ยวและผนังด้านเหงือก...	39
ผลการวัดค่าความเป็นกรด-ด่างของสารห้ามเลือด...	40
ผลการวิเคราะห์ความเที่ยงของเครื่องมือทดสอบ...	40
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ..	41
อภิปรายผลการวิจัย...	41
สรุปผลการวิจัย..	45
ข้อเสนอแนะ..	45
รายการอ้างอิง..	46
ภาคผนวก...	55

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ชนิดของสารห้ามเลือดทางทันตกรรม และตัวอย่างผลิตภัณฑ์....................	13
2	ค่าความเป็นกรด-ด่างของสารห้ามเลือดชนิดต่างๆ................................	18
3	ส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์ที่ใช้ศึกษา และขั้นตอนการใช้งาน....................	26
4	ขั้นตอนการเตรียมผิวฟันก่อนการบูรณะ...	27
5	แสดงการแปลผลค่าแคปปาตามเกณฑ์ของ Altman'1991........................	32
6	แสดงการแจงแจงความถี่ของคะแนนการรั่วซึมระดับจุลภาคในแต่ละกลุ่ม.......	33
7	แสดงร้อยละของคะแนนการรั่วซึมระดับจุลภาคในแต่ละกลุ่ม.....................	34
8	แสดงผลสถิติทดสอบครัสคาล-วัลลิส ในกลุ่มสารยึดติดระบบเซลฟ์เอทช์ 2 ขั้นตอน..	36
9	แสดงผลสถิติทดสอบครัสคาล-วัลลิส ในกลุ่มสารยึดติดระบบเซลฟ์เอทช์ 1 ขั้นตอน..	38
10	แสดงผลสถิติทดสอบของแมน-วิทนีย์ เปรียบเทียบระหว่างกลุ่มของสารยึดติดระบบเซลฟ์เอทช์ 1 ขั้นตอน และ 2 ขั้นตอน..	39
11	แสดงผลสถิติทดสอบของแมน-วิทนีย์ เปรียบเทียบระหว่างผนังด้านบดเคี้ยวและผนังด้านเหงือก..	40
12	ข้อมูลดิบการอ่านผลคะแนนการรั่วซึมระดับจุลภาคจากผู้อ่านผลทั้ง 2 คน.......	56
13	ข้อมูลดิบการอ่านผลการรั่วซึมระดับจุลภาคเพื่อทดสอบความเที่ยงของเครื่องมือของผู้อ่านผลคนที่ 1 ครั้งที่ 1	59
14	ข้อมูลดิบการอ่านผลการรั่วซึมระดับจุลภาคเพื่อทดสอบความเที่ยงของเครื่องมือของผู้อ่านผลคนที่ 1 ครั้งที่ 2..	60
15	ข้อมูลดิบการอ่านผลการรั่วซึมระดับจุลภาคเพื่อทดสอบความเที่ยงของเครื่องมือของผู้อ่านผลคนที่ 2 ครั้งที่ 1	61
16	ข้อมูลดิบการอ่านผลการรั่วซึมระดับจุลภาคเพื่อทดสอบความเที่ยงของเครื่องมือของผู้อ่านผลคนที่ 2 ครั้งที่ 2..	62
17	แสดงข้อมูลค่าแคปปาแบบถ่วงน้ำหนักระหว่างผู้อ่านคนที่ 1 และผู้อ่านคนที่ 2..	63

ตารางที่		หน้า
18	แสดงข้อมูลค่าแคปปาแบบถ่วงน้ำหนักของผู้อ่านผลคนที่ 1 ในการอ่านผล 2 ครั้ง…………………………………………...........................	64
19	แสดงข้อมูลค่าแคปปาแบบถ่วงน้ำหนักของผู้อ่านผลคนที่ 2 ในการอ่านผล 2 ครั้ง…………………………………………...........................	65

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แสดงมุมสัมผัส (θ) ระหว่างของเหลวที่สัมผัสกับพื้นผิวที่เป็นของแข็ง………….	6
2	แสดงพื้นผิวของเคลือบฟันหลังถูกกัดด้วยกรด…………………………………..	7
3	แสดงพื้นผิวและองค์ประกอบของเนื้อฟัน……………………………………….	8
4	การจำแนกระบบสารยึดติดทางทันตกรรมตามขั้นตอนการใช้งาน……………...	11
5	ภาพถ่ายจากกล้องอิเลคตรอนชนิดส่องกราดแสดงเนื้อฟันที่สัมผัสสารห้ามเลือดชนิดต่างๆ เป็นเวลา 5 นาที ………………………………………………	17
6	ขนาดโพรงฟันคลาสไฟว์ตามมาตรฐานนานาชาติทางทันตกรรม : รายงานทางเทคนิคหมายเลข 11405……………………………………………………………	25
7	การเคลือบพื้นผิวที่ไม่เกี่ยวข้องด้วยน้ำยาทาเล็บ………………………………..	28
8	ตำแหน่งของการตัดฟัน และตัวอย่างชิ้นงานจาก 2 ชิ้นกลางแบ่งเป็น 4 ด้านคือ A, B, C และ D…………………………..……………………………………	29
9	การให้คะแนนการรั่วซึมที่ผนังด้านบดเคี้ยวและผนังด้านเหงือก………………..	31
10	ตัวอย่างการให้คะแนนการรั่วซึม……………………………………………...	31
11	แสดงลักษณะการรั่วซึมระดับจุลภาคที่ผนังด้านบดเคี้ยวและผนังด้านเหงือกในแต่ละกลุ่ม………………………………..……………………………………	35

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันการบูรณะฟันด้วยวัสดุสีเหมือนฟันเป็นที่นิยมอย่างแพร่หลายโดยเฉพาะอย่างยิ่งการบูรณะฟันด้วยเรซินคอมโพสิต เนื่องจากให้ค่ากำลังแรงยึดกับเนื้อฟันที่ดี ความสวยงามสูง มีสีและผิวสัมผัสใกล้เคียงกับฟันธรรมชาติ จึงนำมาใช้บูรณะฟันหน้า โพรงฟันชนิดคลาสไฟว์ (cavity class V) บริเวณที่ต้องการความสวยงาม หรือในฟันหลังที่ปัจจุบันให้ความนิยมมากขึ้น ความสำเร็จของการบูรณะฟันด้วยเรซินคอมโพสิตขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย นอกจากปัจจัยด้านคุณสมบัติของวัสดุที่ใช้ เช่นการหดตัวเมื่อเกิดปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์ (polymerization shrinkage)[1] การฉายแสงจากเครื่องฉายแสง (light curing unit) เพื่อทำให้วัสดุเกิดพอลิเมอร์อย่างสมบูรณ์[2] ยังมีปัจจัยด้านเทคนิคการบูรณะฟันซึ่งการควบคุมความชื้น (moisture control) เป็นสิ่งที่สำคัญมากในการบูรณะฟันด้วยเรซินคอมโพสิต[3] ในขั้นตอนการบูรณะฟันด้วยเรซินคอมโพสิตจำเป็นต้องอาศัยการยึดติดกับผิวฟันด้วยระบบสารยึดติดทางทันตกรรม (adhesive systems) ที่มีหลายระบบ โดยการพัฒนาระบบสารยึดติดมีความพยายามเพื่อลดขั้นตอนการทำงานของสารยึดติดให้มีการใช้งานที่ง่าย ลดความยุ่งยากด้านเทคนิคการใช้งาน จึงเกิดสารยึดติดระบบเซลฟ์เอทช์ (self-etching systems) ซึ่งในปัจจุบันมีทั้งระบบเซลฟ์เอทช์ 2 ขั้นตอน และ 1 ขั้นตอน[4] วิธีการควบคุมความชื้นบริเวณขอบเหงือกที่อาจมีการปนเปื้อนจากเลือด น้ำลาย และน้ำเหลืองเหงือก (crevicular fluid) ระหว่างการบูรณะฟัน นอกจากวิธีการใส่แผ่นยางกั้นน้ำลายแล้ววิธีที่นิยม คือ การใช้ด้ายแยกเหงือก (gingival retraction cord) และสารห้ามเลือดทางทันตกรรม[5, 6] การใช้สารห้ามเลือดทางทันตกรรมสามารถควบคุมความชื้นบริเวณขอบเหงือกได้ดี แต่ คุณสมบัติของสารห้ามเลือดส่วนใหญ่มีค่าความเป็นกรดสูง[7, 8] เมื่อมีการปนเปื้อน และเกิดการสัมผัสบริเวณผิวเนื้อฟันจะทำให้เกิดเปลี่ยนแปลงพื้นผิวตามระยะเวลาที่สัมผัส กล่าวคือสารห้ามเลือดบางชนิดทำให้เกิดการกำจัดชั้นสเมียร์ (smear layer) เกิดการละลายของแร่ธาตุบริเวณเนื้อฟัน และเกิดการเผยของท่อเนื้อฟันมากขึ้น[7] พบว่าชั้นสเมียร์เป็นส่วนหนึ่งของชั้นไฮบริด (hybrid layer) ของสารยึดติดระบบเซลฟ์เอทช์[9, 10] ดังนั้นเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงชั้นสเมียร์บริเวณผิวเนื้อฟันจากการปนเปื้อนสารห้ามเลือดอาจส่งผลต่อการยึดติดของเนื้อฟันกับสารยึดติดได้ จึงมีผู้สนใจศึกษาถึงผลของการปนเปื้อนสารห้ามเลือดต่อประสิทธิภาพในการบูรณะฟัน โดยมีการศึกษาค่ากำลังแรงยึดของสารยึดติดระบบเซลฟ์เอทช์กับเนื้อฟันที่มีการปนเปื้อนสารห้ามเลือด หลายการ

ศึกษาพบว่าการปนเปื้อนสารห้ามเลือดมีผลทำให้ค่ากำลังแรงยึดต่ำลง[11, 12] การทดสอบการรั่วซึมบริเวณขอบของวัสดุเป็นอีกวิธีหนึ่งที่บ่งบอกถึงความสำเร็จของการบูรณะฟัน เมื่อเกิดการรั่วซึมระหว่างวัสดุกับโพรงฟัน ในทางคลินิกพบว่าทำให้เกิดการติดสีตามขอบวัสดุ เกิดฟันผุซ้ำ (secondary caries) เกิดการเสียวฟันหลังการบูรณะ และอาจเกิดพยาธิสภาพต่อโพรงประสาทฟันตามมาได้[13] ยังไม่มีผู้ศึกษาในเรื่องการรั่วซึมบริเวณขอบของวัสดุกับการปนเปื้อนสารห้ามเลือด จึงเป็นที่น่าสนใจและเป็นที่มาของการศึกษาในครั้งนี้ คือต้องการศึกษาถึงผลของการปนเปื้อนสารห้ามเลือดต่อการรั่วซึมระดับจุลภาคในการบูรณะฟันด้วยสารยึดติดระบบเซลฟ์เอทช์ 2 ชนิด

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อเปรียบเทียบการรั่วซึมระดับจุลภาคที่ผนังด้านเหงือก และผนังด้านบดเคี้ยวของโพรงฟันชนิดคลาสไฟว์ ระหว่างกลุ่มที่มีการปนเปื้อนสารห้ามเลือด 2 วิธี กับกลุ่มควบคุมที่ไม่มีการปนเปื้อนสารห้ามเลือด ในการบูรณะฟันด้วยสารยึดติดระบบเซลฟ์เอทช์ 2 ชนิด

สมมติฐานการวิจัย

1. การรั่วซึมระดับจุลภาคของสารยึดติดระบบเซลฟ์เอทช์ 2 ขั้นตอนในกลุ่มที่มีการปนเปื้อนสารห้ามเลือด 2 วิธี และกลุ่มที่ไม่มีการปนเปื้อนไม่แตกต่างกัน

2. การรั่วซึมระดับจุลภาคของสารยึดติดระบบเซลฟ์เอทช์ 1 ขั้นตอนในกลุ่มที่มีการปนเปื้อนสารห้ามเลือด 2 วิธี และกลุ่มที่ไม่มีการปนเปื้อนไม่แตกต่างกัน

ขอบเขตของการวิจัย

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้เป็นการศึกษาในห้องปฏิบัติการในฟันกรามน้อยมนุษย์ เพื่อจำลองการบูรณะโพรงฟันคลาสไฟว์ด้วยเรซินคอมโพสิตทางด้านใกล้แก้มด้วยสารยึดติดระบบเซลฟ์เอทช์ 2 ชนิด คือ ระบบเซลฟ์เอทช์ 2 ขั้นตอน และระบบเซลฟ์เอทช์ 1 ขั้นตอน ที่มีการปนเปื้อนสารห้ามเลือดชนิดสารละลายอลูมินัมคลอไรด์ 2 วิธี เพื่อเปรียบเทียบการรั่วซึมระดับจุลภาคกับกลุ่มควบคุมที่ทำการบูรณะฟันโดยไม่มีการปนเปื้อนสารห้ามเลือด วัดการรั่วซึมบริเวณขอบด้านเคลือบฟันและเนื้อฟัน ซึ่งมีกลุ่มควบคุมเชิงลบคือการบูรณะฟันด้วยเรซินคอมโพสิตโดยไม่มีการใช้สารยึดติด

ข้อตกลงเบื้องต้น

1. ในการเตรียมโพรงฟันและการบูรณะฟันในทุกกลุ่มตัวอย่างใช้ผู้วิจัยเพียงคนเดียวภายใต้แว่นขยายที่มีกำลังขยาย 2.5 เท่า

2. ในการตรวจค่าการรั่วซึมใช้บุคคลอื่น 2 คน ที่ทำความเข้าใจตรงกันในการให้คะแนนอ่านค่าจากคอมพิวเตอร์ในสภาวะแวดล้อมเดียวกัน และไม่ทราบว่าชิ้นงานที่ตรวจเป็นกลุ่มใด

ข้อจำกัดของการวิจัย

การศึกษานี้เป็นการศึกษาในห้องปฏิบัติการที่พยายามจำลองสภาวะแวดล้อมให้ใกล้เคียงกับในช่องปากที่แท้จริง แต่ไม่สามารถจำลองได้อย่างสมบูรณ์ เช่น อุณหภูมิ ความชื้นภายในช่องปาก และการรับแรงบดเคี้ยว เป็นต้น

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

การรั่วซึมระดับจุลภาค : Microleakage
สารยึดติดระบบเซลฟ์เอทช์ 2 ขั้นตอน : Two step self etching adhesive system
สารยึดติดระบบเซลฟ์เอทช์ 1 ขั้นตอน : One step self etching adhesive system

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทำให้ทราบข้อมูลผลของการปนเปื้อนสารห้ามเลือดต่อการรั่วซึมระดับจุลภาคของสารยึดติดระบบเซลฟ์เอทช์ 2 ชนิด เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ไม่มีการปนเปื้อนสารห้ามเลือด

2. ทำให้สามารถเพิ่มประสิทธิภาพของการบูรณะฟันทางคลินิกกรณีที่จำเป็นต้องมีการใช้สารห้ามเลือดร่วมด้วย

3. ทำให้ได้ข้อมูลเกี่ยวกับการรั่วซึมของสารยึดติดระบบเซลฟ์เอทช์ทั้ง 2 ชนิด เพื่อประกอบการตัดสินใจในการเลือกวัสดุในการบูรณะฟันให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การวิจัยเชิงทดลองในห้องปฏิบัติการ
2. เป็นการศึกษาเปรียบเทียบการรั่วซึมระดับจุลภาคของกลุ่มที่มีการปนเปื้อนสารห้ามเลือดทั้ง 2 วิธีกับกลุ่มควบคุมที่ทำการบูรณะฟันโดยไม่มีการปนเปื้อนสารห้ามเลือด วัดการรั่วซึมบริเวณขอบด้านเคลือบฟันและเนื้อฟัน ซึ่งมีกลุ่มควบคุมเชิงลบคือการบูรณะฟันด้วยเรซินคอมโพสิตโดยไม่มีการใช้สารยึดติด

ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิจัย

1. ขั้นตอนการเตรียมการวิจัย	
1.1 ศึกษาข้อมูลและทบทวนวรรณกรรม	เมษายน 2551 – มิถุนายน 2551
1.2 วางแผนออกแบบการวิจัย	มิถุนายน 2551 – กรกฎาคม 2551
1.3 ศึกษาวิจัยนำร่อง	กรกฎาคม 2551 – สิงหาคม 2551
1.4 จัดทำโครงร่างวิทยานิพนธ์	สิงหาคม 2551 - กันยายน 2551
1.5 เสนอโครงร่างวิทยานิพนธ์	ตุลาคม 2551
2. ขั้นดำเนินการวิจัยและเก็บข้อมูล	ตุลาคม 2551 – มกราคม 2552
3. ขั้นวิเคราะห์ข้อมูลและแปรผล	มกราคม 2552 - กุมภาพันธ์ 2552
4. ขั้นรายงานผล	
4.1 จัดทำรายงาน	กุมภาพันธ์ 2552 - มีนาคม 2552
4.2 นำเสนอผลการวิจัยต่อคณะกรรมการ	เมษายน 2552

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

แนวคิดและทฤษฎี

1. **กลไกการยึดติด** (adhesion)

การยึดติดของวัสดุบูรณะฟันกับผิวฟันเป็นปัจจัยที่สำคัญมากของการยึดอยู่ (retention) ของวัสดุบูรณะทุกชนิดทางทันตกรรม การยึดติดคือ กระบวนการที่ของแข็ง หรือของเหลวชนิดหนึ่งเกิดการยึด (interaction) กับของแข็ง หรือของเหลวอีกชนิดหนึ่งที่พื้นผิว[3] วัสดุที่สามารถยึดพื้นผิว 2 พื้นผิวเข้าด้วยกันเรียกว่า สารยึดติด (adhesive) ในการยึดอาจเกิดจากกลไกร่วมกันหรืออย่างใดอย่างหนึ่งได้แก่

1.1 **การยึดเชิงกล** (mechanical bonding)

การยึดเชิงกลเกิดขึ้นโดยการที่สารยึดติดแทรกเข้าไปในรอยคอดของพื้นผิวที่ต้องการยึด มีการแทรกของสารยึดติดนั้นเกิดขึ้นในรอยขรุขระของพื้นผิวที่มีขนาดต่างกัน ถ้าเกิดจากรอยคอดขนาดเล็กระดับไมโครเมตร เรียกว่า การยึดติดเชิงกลขนาดเล็ก (micromechanical interlocking) ถ้าเกิดจากรอยคอดขนาดใหญ่ เช่นจากผิวฟันที่เกิดความขรุขระจากการกรอแต่งฟัน จะเรียก การยึดติดเชิงกลขนาดใหญ่ (macromechanical interlocking) การยึดติดเชิงกลนี้เป็นกลไกหลักที่ใช้ในการยึดติดของวัสดุบูรณะกับผิวฟัน

1.2 **การยึดทางกายภาพ** (physical bonding)

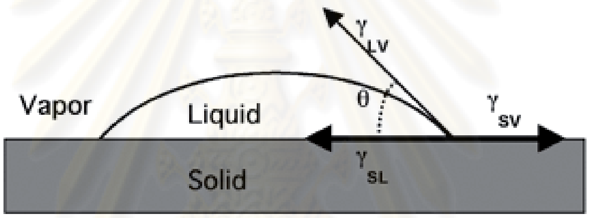
การยึดทางกายภาพเป็นการยึดติดระหว่างโครงสร้างอะตอมของผิวฟันกับสารยึดติด เช่น การสร้างพันธะไฮโดรเจน (hydrogen bond) แรงแวน เดอ วาลส์ (Van der waals force)

1.3 **การยึดทางเคมี** (chemical bonding)

การยึดทางเคมีเป็นการยึดของสารยึดติดที่มีคุณสมบัติสามารถยึดติดทางเคมีกับผิวฟัน ซึ่งเป็นพันธะที่แข็งแรงกว่าการยึดติดทางกายภาพ เช่น การยึดติดด้วยพันธะไอโอนิก (ionic bond) หรือ พันธะโควาเลนท์ (covalent bond)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อกลไกในการยึดติดคือ สารยึดติดต้องมีการไหลแผ่ (wetting) ที่ดีไปตามรอยคอดบนพื้นผิวที่ต้องการยึดติด เพื่อให้เกิดการสัมผัสแนบชิด (intimate contact) ระหว่างพื้นผิวทั้งสอง และสามารถเกิดพันธะเคมีขึ้น ซึ่งความสามารถในการไหลแผ่ของสารยึดติดบนผิวฟันสามารถวัดได้จากค่ามุมสัมผัส (contact angle) แสดงดังภาพที่ 1 ถ้าวัสดุมีการไหลแผ่ที่ดีจะมีค่ามุมสัมผัสที่น้อย (low contact angle) โดยถ้ามุมสัมผัสมีค่าเป็นศูนย์แสดงถึงการไหลแผ่ที่ดีมาก แต่ถ้ามุมสัมผัสมีค่ามาก แสดงถึงการไหลแผ่ที่ไม่ดีการยึดติดก็จะไม่ดีตามมา ซึ่งปัจจัยที่มีผลต่อค่ามุมสัมผัส ได้แก่ แรงตึงผิว (surface tension) ของสารยึดติด และพลังงานอิสระของพื้นผิวที่ต้องการยึดติด (surface-free energy) โดยค่าพลังงานอิสระของพื้นผิวที่ต้องการยึดติดต้องมีค่ามากกว่าแรงตึงผิวของสารยึดติด



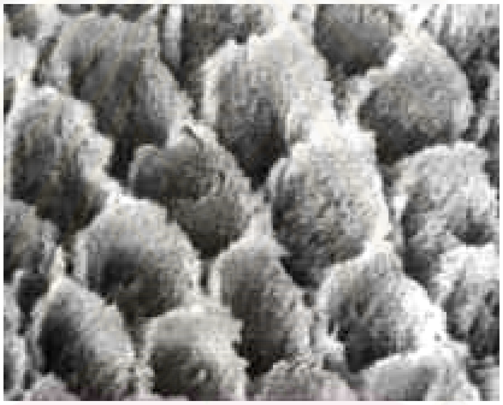
ภาพที่ 1 แสดงมุมสัมผัส (θ) ระหว่างของเหลวที่สัมผัสกับพื้นผิวที่เป็นของแข็ง[14]

พื้นผิวฟันที่ต้องการยึดติดได้แก่ เคลือบฟัน และเนื้อฟัน (enamel and dentin) ดังนั้นการทำให้พื้นผิวเคลือบฟันและเนื้อฟันมีค่าพลังงานอิสระของพื้นผิวสูง พื้นผิวต้องมีลักษณะสะอาด แห้ง ปราศจากน้ำมัน และสิ่งสกปรกปกคลุมอยู่ แรงยึดติดจะมีค่าสูงสุดเมื่อสารยึดติด และพื้นผิวที่ต้องการยึดติดมีการสัมผัสแนบชิดเป็นบริเวณกว้าง (large surface area) ดังนั้นสารยึดติดต้องเป็นของเหลว หรือครีมที่มีความหนืดต่ำ จึงจะสามารถไหลแผ่บนพื้นผิวที่ต้องการยึดติดได้ดี[15]

ในการยึดติดกับผิวฟัน พบว่าการยึดติดกับผิวเคลือบฟันให้ผลที่ดีกว่าการยึดติดกับผิวเนื้อฟันเนื่องจากองค์ประกอบของเคลือบฟัน และเนื้อฟันที่แตกต่างกัน นอกจากนี้ยังมีความแตกต่างในด้านของโครงสร้างที่ซับซ้อนของเนื้อฟันทำให้การยึดติดมีความยากขึ้น[16] ดังนั้นจึงควรมีความเข้าใจเกี่ยวกับการเลือกใช้สารยึดติดทางทันตกรรมเพื่อให้เหมาะสมกับโครงสร้างและส่วนประกอบของพื้นผิวที่ต้องการยึดติด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

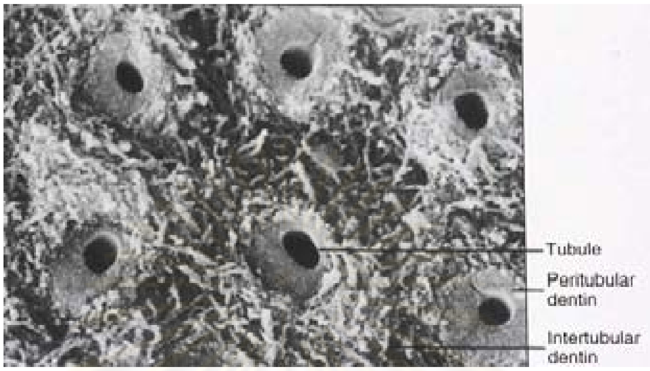
เริ่มต้นการพัฒนาการยึดติดกับผิวฟันจาก Buonocore ในปี ค.ศ.1955 ที่ทำการใช้กรดกัดผิวเคลือบฟัน โดยเชื่อว่ากรดสามารถทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงบริเวณผิวฟัน เกิดเป็นพื้นผิวใหม่ดังภาพที่ 2 และพบว่าอะคลิริกเรซินสามารถยึดกับผิวเคลือบฟันที่ถูกกัดได้ดีขึ้นถึง 100 เท่า เมื่อเทียบกับกลุ่มที่ไม่ได้ใช้กรดกัด การใช้กรดกัดผิวเคลือบฟันทำให้เกิดรูพรุนเล็กๆ มีการไหลแผ่ของสารยึดติดที่มีความหนืดต่ำเข้าไปในรูพรุนเหล่านั้นและเกิดการยึดติดเชิงกล (mechanical interlocking) ขึ้น[17, 18] ซึ่งหลักการของการยึดติดของผิวฟันที่เกิดขึ้นนี้เป็นกระบวนการแลกเปลี่ยนระหว่างวัสดุกับโครงสร้างของผิวฟัน กระบวนการแลกเปลี่ยนนี้ประกอบด้วย 2 ส่วนได้แก่ การกำจัดแร่ธาตุออกจากโครงสร้างผิวฟัน ผลที่เกิดคือรูพรุนขนาดเล็กและมีการแทรกของเรซินในรูพรุนเหล่านั้น



ภาพที่ 2 แสดงพื้นผิวของเคลือบฟันหลังถูกกัดด้วยกรด[19]

ต่อมามีการทำกระบวนการเช่นเดียวกันโดยใช้กรดกัดที่เนื้อฟัน พบว่าให้ค่าแรงยึดที่ต่ำลง[20] จากค่าแรงยึดที่ต่ำเพียง 5 เมกะปาสคาล (MPa) อาจเนื่องมาจากสารยึดติดในสมัยนั้นมีการไหลแผ่ที่ไม่ดีและขาดความรู้ในเรื่องโครงสร้างของเนื้อฟันอย่างแท้จริง[21] นอกจากนี้การพัฒนาสารยึดติดยังไม่ดีพอ ไม่สามารถแทรกซึมผ่านชั้นสเมียร์ได้ดี โดยมีการศึกษาจากกล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอนชนิดส่องกราด (Scanning Electron Microscope : SEM) พบว่าความล้มเหลวส่วนใหญ่มักเกิดขึ้นบริเวณชั้นสเมียร์[20] เมื่อพิจารณาถึงโครงสร้างของเนื้อฟันพบว่าเนื้อฟันเป็นโครงสร้างทางจุลกายวิภาคที่ซับซ้อน[22] มีองค์ประกอบของสารอนินทรีย์ (inorganic matrix) ร้อยละ 50 และสารอินทรีย์ (organic matrix) ร้อยละ 25 โดยปริมาตร[3] ลักษณะของพื้นผิวเนื้อฟันมีความแตกต่างจากเคลือบฟัน ดังภาพที่ 3 จากการที่เนื้อฟันมีสารอินทรีย์มากกว่าเคลือบฟัน และ

การที่เนื้อฟันมีความชื้นจากน้ำในท่อเนื้อฟัน (dentinal fluid) เข้ามาเกี่ยวข้องด้วย จึงทำให้ค่าแรงยึดในเนื้อฟันมีค่าที่แตกต่างกัน[3, 23] นอกจากนี้ยังมีความแตกต่างกันของระบบสารยึดติดที่ใช้



ภาพที่ 3 แสดงพื้นผิวและองค์ประกอบของเนื้อฟัน[24]

2. สารยึดติดทางทันตกรรม

การบูรณะฟันด้วยเรซินคอมโพสิตจำเป็นต้องอาศัยการยึดติดของวัสดุบูรณะกับผิวฟันด้วยระบบสารยึดติด (adhesive systems) ซึ่งมีหลายระบบ โดยแต่ละระบบที่เลือกใช้จะให้ประสิทธิภาพในการยึดอยู่และมีผลต่อการรั่วซึมระดับจุลภาคแตกต่างกัน ในปัจจุบันมีการแบ่งตามขั้นตอนการใช้งานทางคลินิกได้เป็น 3 ระบบ คือ ระบบโททอลเอทช์ (total-etched system) ระบบเซลฟ์เอทช์ (self-etched system) และ กลาสไอโอโนเมอร์และระบบยึดกลาสไอโอโนเมอร์ (glass ionomer and glass ionomer adhesive)[4] แสดงในภาพที่ 4

2.1 ระบบโททอลเอทช์

เป็นระบบที่ใช้กรดกำจัดชั้นสเมียร์บนผิวฟันได้อย่างสมบูรณ์ โดยส่วนใหญ่จะใช้กรดฟอสฟอริก (phosphoric acid) ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 30-40 ทำการล้างกรดออกด้วยน้ำจากนั้นทาสารยึดติดลงบนผิวฟันที่เตรียมไว้ซึ่งเทคนิคจะแตกต่างกันตามตัวทำละลายของสารยึดติดแต่ละชนิดที่ใช้ ได้แก่ เอธานอล (ethanol based adhesive) อะซิโตน (acetone based adhesive) และน้ำ (water based adhesive)

ระบบโททอลเอทช์ สามารถแบ่งตามขั้นตอนการใช้งานได้เป็น 2 แบบคือ

ศูนย์วิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.1.1 ระบบโททอลเอทช์ แบบ 3 ขั้นตอน

ขั้นตอนแรกเป็นการใช้กรดปรับสภาพเคลือบฟัน และเนื้อฟัน จากนั้นล้างกรดออก ทาสารไพร์เมอร์ (Primer) เป็นขั้นตอนที่สอง และทาสารยึดติดเป็นขั้นตอนสุดท้าย

2.1.2 ระบบโททอลเอทช์ แบบ 2 ขั้นตอน

ระบบนี้เป็นการรวมสารไพร์เมอร์และสารยึดติดไว้ในขวดเดียวกัน โดยขั้นตอนแรกทำการปรับสภาพผิวฟันด้วยกรดเช่นเดียวกัน เมื่อล้างกรดแล้ว ทาสารยึดติดที่รวมเป็นขวดเดียวเป็นขั้นตอนสุดท้าย

2.2 ระบบเซลฟ์เอทช์

ในการพัฒนาระบบสารยึดติด มีความพยายามเพื่อลดขั้นตอนการทำงานของสารยึดติดให้มีการใช้งานที่ง่ายขึ้น ลดความยุ่งยาก และความไวด้านเทคนิคการใช้งาน (technique sensitivity) ของระบบโททอลเอทช์ จึงเกิดสารยึดติดระบบเซลฟ์เอทช์ขึ้น สารยึดติดระบบเซลฟ์เอทช์เป็นระบบที่ไม่ได้กำจัดชั้นสเมียร์ออกอย่างสมบูรณ์ แต่จะรวมส่วนของชั้นสเมียร์เข้าไว้กับส่วนของสารยึดติด ในระบบนี้ได้มีการคิดค้นสารโมโนเมอร์ที่มีความเป็นกรด (acidic monomer) มาใช้ทดแทนกรดฟอสฟอริกในระบบโททอลเอทช์ ดังนั้นขั้นตอนการล้างกรดออกด้วยน้ำจึงไม่มีความจำเป็น เนื่องจากโมโนเมอร์ที่เป็นกรดจะทำหน้าที่ปรับสภาพผิวฟัน และเกิดการแทรกตัวของโมโนเมอร์กลุ่มอื่นๆ ไปพร้อมกัน ทำให้ช่วยลดขั้นตอน และความผิดพลาดในระหว่างขั้นตอนน้อยกว่าในระบบโททอลเอทช์ มีการจำแนกระบบเซลฟ์เอทช์ตามขั้นตอนการใช้งานเป็น 2 ชนิดคือ ระบบเซลฟ์เอทช์ 2 ขั้นตอน และระบบเซลฟ์เอทช์ 1 ขั้นตอน

2.2.1 ระบบบเซลฟ์เอทช์แบบ 2 ขั้นตอน

เป็นระบบที่ใช้โมโนเมอร์ที่มีความเป็นกรดรวมกับสารไพร์เมอร์ไว้ในขั้นตอนเดียวกันทาที่ผิวฟันโดยไม่ต้องผ่านขั้นตอนการล้างน้ำ และมีขั้นตอนการใช้สารยึดติดเป็นขั้นตอนสุดท้าย

2.2.2 ระบบบเซลฟ์เอทช์แบบ 1 ขั้นตอน

เป็นการรวมขั้นตอนการใช้กรดกัด สารไพร์เมอร์ และสารยึดติด ไว้ในขั้นตอนเดียว ซึ่งสามารถทำให้เกิดการละลายแร่ธาตุและการเตรียมผิวฟันไปพร้อมกัน

นอกจากนี้ยังสามารถแบ่งระบบเซลฟ์เอทช์ตามความรุนแรงของการกัดด้วยกรด (etching aggressiveness) คือ ระบบที่ใช้การกัดด้วยกรดอ่อน (mild self-etch adhesives) ระบบที่ใช้การ

กัดด้วยกรดเข้มข้นปานกลาง (intermediary strong self-etch adhesives) และระบบที่ใช้การกัดด้วยกรดเข้มข้น (strong self-etch adhesives)

- ระบบที่ใช้การกัดด้วยกรดอ่อน

ระบบนี้มีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ประมาณ 2 มีความสามารถในการละลายแร่ธาตุต่ำ โดยสามารถละลายแร่ธาตุในชั้นเนื้อฟันเพียง 1 ไมโครเมตร การละลายแร่ธาตุบริเวณพื้นผิวจะเกิดเพียงบางส่วนทำให้หลงเหลือส่วนของผลึกไฮดรอกซีอะพาไทท์ (hydroxyapatite) ติดอยู่กับส่วนของคอลลาเจน (collagen fibrils) มีการรวมส่วนของชั้นสเมียร์และสเมียร์พลัคเข้าไว้ในชั้นไฮบริด

- ระบบที่ใช้การกัดด้วยกรดเข้มข้นปานกลาง

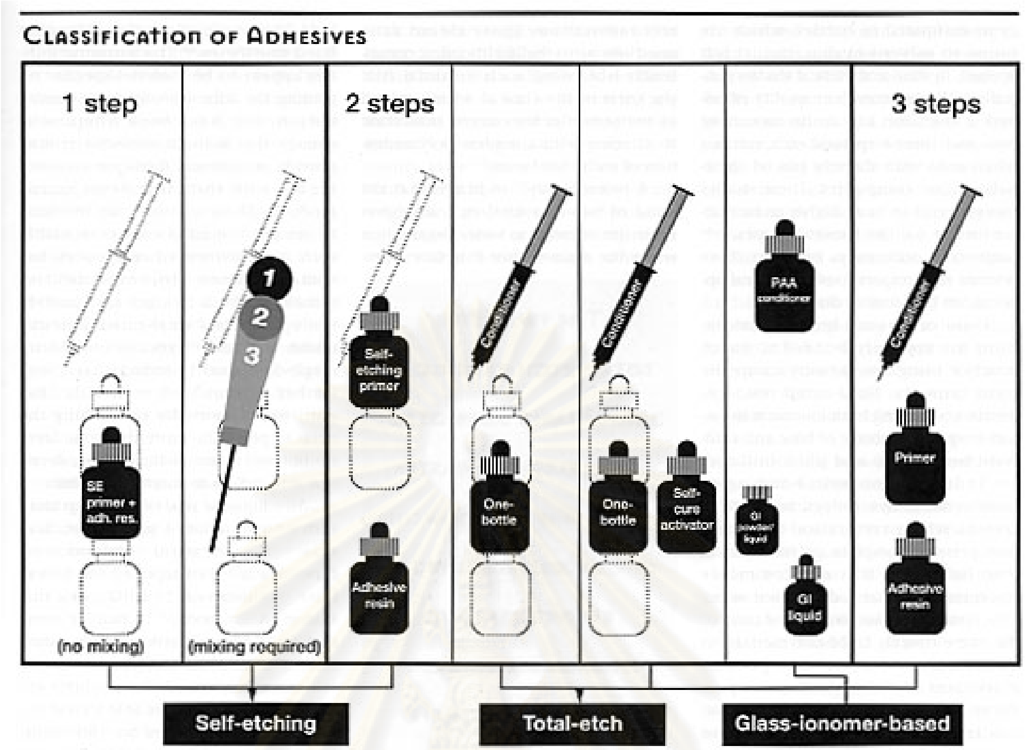
ระบบนี้มีค่าความเป็นกรด-ด่าง ประมาณ 1.5 ซึ่งจัดเป็นกลุ่มกึ่งกลางระหว่างกลุ่มที่มีการใช้กรดที่รุนแรงกับกลุ่มที่ใช้กรดอ่อน ดังนั้นจึงมีความสามารถในการกำจัดชั้นสเมียร์ และสเมียร์พลัคได้บางส่วน โดยจะพบว่ายังมีส่วนของสเมียร์พลัคหลงเหลืออยู่ในกรณีที่ชั้นสเมียร์มีความหนามาก

- ระบบที่ใช้การกัดด้วยกรดเข้มข้น

ระบบนี้มีค่าความเป็นกรด-ด่าง ประมาณ 1 หรือน้อยกว่า 1 มีความสามารถในการละลายแร่ธาตุในชั้นที่ลึกได้ ในการใช้งานกับผิวเคลือบฟันและเนื้อฟันให้ผลไม่แตกต่างกับการใช้กรดฟอสฟอริกในระบบโททอลเอทช์

2.3 กลาสไอโอโนเมอร์และระบบยึดกลาสไอโอโนเมอร์

ในระบบยึดกลาสไอโอโนเมอร์มีการยึดกับผิวฟันด้วยพันธะเคมี และพันธะเชิงกล โดยใช้กรดพอลีอัลคิโนอิก (polyalkenoic acid) ในการกำจัดชั้นสเมียร์ จากนั้นมีการแทรกส่วนของกลาสไอโอโนเมอร์เข้าไปในส่วนของเส้นใยคอลลาเจน ทำให้เกิดการยึดติดเชิงกลระดับจุลภาค (micromechanical bond) และพันธะเคมีจากกลุ่มคาร์บอกซิล (carboxyl groups) ในกรดพอลีอัลคิโนอิกกับแคลเซียมไอออนในผลึกไฮดรอกซีอะพาไทต์



ภาพที่ 4 การจำแนกระบบสารยึดติดทางทันตกรรมตามขั้นตอนการใช้งาน[25]

3. การปนเปื้อน (Contamination)

ในการยึดติดของวัสดุกับผิวฟันให้ได้ประสิทธิภาพที่ดีพื้นผิวบริเวณที่ต้องการยึดจะต้องสะอาดปราศจากสิ่งปนเปื้อน[26] การปนเปื้อนระหว่างขั้นตอนการยึดติดของวัสดุกับผิวฟันเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อความสำเร็จของการบูรณะฟันด้วยเรซินคอมโพสิต โดยเฉพาะอย่างยิ่งการบูรณะฟันในตำแหน่งที่ใกล้บริเวณขอบเหงือก การปนเปื้อนมีหลายรูปแบบได้แก่ การปนเปื้อนเลือด น้ำลาย น้ำเหลืองเหงือก น้ำยาบ้วนปากประเภทที่มีน้ำมันระเหยผสม (essential oil) อลูมินัมคลอไรด์ (aluminum chloride) จากสารห้ามเลือด และเจลฟอกสีฟัน (bleaching gel) พบว่าการปนเปื้อนในรูปแบบต่างๆ นี้มีผลทำให้ค่ากำลังแรงยึดต่ำลง[27-33] มีผู้ศึกษาถึงความพยายามที่จะเพิ่มค่ากำลังแรงยึดระหว่างพื้นผิวฟันที่มีการปนเปื้อนกับเรซินคอมโพสิต โดยพบว่าสามารถเพิ่มค่ากำลังแรงยึดให้แก่ผิวฟันที่มีการปนเปื้อนได้ด้วยกระบวนการล้างน้ำทันทีหลังเกิดการปนเปื้อน ทำการใช้กรดกัดฟันซ้ำและทำการทาสารไพร์เมอร์ซ้ำ (re-etching and re-priming)[27, 29, 31] แม้ว่าจะมีหลายการศึกษาถึงผลของการปนเปื้อนจากหลายปัจจัย ส่วนใหญ่มักเป็นการศึกษาการปนเปื้อนเลือดและน้ำลาย ส่วนการศึกษาในเรื่องของผลการปนเปื้อนสารห้ามเลือดต่อวัสดุบูรณะนั้นยังมีข้อมูลที่น้อย ซึ่งต้องการการศึกษาต่อไป

4. สารห้ามเลือดทางทันตกรรม

ปัจจุบันมีหลากหลายวิธีการในการบูรณะฟันที่มีการสูญเสียเนื้อฟันเนื่องมาจากหลายสาเหตุ เช่น การเกิดฟันผุ (dental caries) ฟันสึกรูปแบบต่างๆ การบูรณะฟันหลังทำการรักษาคลองรากฟันแล้ว (endodontics treated tooth restoration) เป็นต้น ในการทำหัตถการใดๆที่จำเป็นต้องเกี่ยวข้องกับขอบของโพรงฟันที่ต้องการบูรณะ ให้สามารถที่จะเข้าถึง และสามารถมองเห็นบริเวณที่จะทำงานได้อย่างชัดเจน เช่น การอุดฟันที่มีรอยผุบริเวณคอฟัน การพิมพ์ปากเพื่อทำครอบฟัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งขอบของฟันที่อยู่บริเวณขอบเหงือกที่มีความชื้นสูงจากน้ำเหลืองเหงือก น้ำลาย เลือด หรือจากภาวะอักเสบที่เป็นผลมาจากการกรอแต่งฟัน

การควบคุมความชื้น (moisture control) และการแยกเนื้อเยื่อ (tissue displacement) เพื่อช่วยให้การบูรณะฟันประสบความสำเร็จ และมีประสิทธิภาพ มีหลายวิธีดังนี้[34]

- วิธีทางกล (mechanical methods)
- วิธีทางกลร่วมกับการใช้สารเคมี (chemicomechanical methods)
- วิธีศัลยกรรมไฟฟ้า (electrosurgical methods)
- วิธีการขูดเหงือกด้วยเครื่องมือแบบหมุน (rotary curettage methods)

วิธีการใช้ด้ายแยกเหงือกและสารห้ามเลือดเพื่อการจัดการกับเนื้อเยื่อเหงือกให้สามารถเข้าถึงขอบของฟันที่ต้องการบูรณะ เป็นหนึ่งในวิธีทางกลและวิธีทางกลร่วมกับการใช้สารเคมี[6] บางกรณีการใช้แรงกด (mechanical pressure) จากด้ายแยกเหงือกวิธีเดียวอาจไม่สามารถจัดการกับเนื้อเยื่อเหงือกได้สำเร็จ เช่นในกรณีที่เหงือกอักเสบ ภาวะบาดเจ็บจากการกรอฟัน หรือกรณีต้องการห้ามเลือดภายหลังจากการทำศัลยกรรมรูปแบบต่างๆ จึงมีการใช้สารห้ามเลือดร่วมด้วย[35] มีการรวบรวมชนิดของสารห้ามเลือดทางทันตกรรม และตัวอย่างชื่อทางการค้า ดังตารางที่ 1

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 1 ชนิดของสารห้ามเลือดทางทันตกรรม และตัวอย่างผลิตภัณฑ์[7, 36]

ชนิดของสารห้ามเลือด	**ผลิตภัณฑ์**
15.5% $Fe_2(SO_4)_3$	- Astringedent (Ultradent Products, Inc. Salt Lake City)
21% $Fe_2(SO_4)_3$	- Stasis (Gingi-Pak Laboratories Camarillo)
20% $Fe_2(SO_4)_3$ aqueous	- Viscostat (Ultradent Products, Inc. Salt Lake City
20% $AlCl_3$ in buffered glycol	- Cranbery Styptin (Van R Dental Products Inc. Oxnard)
21.3% $AlCl_3$ aqueous/glycol	- Hemodent (Premier Dental Products Co. Norristown)
25% $AlCl_3$ N.F.	- Gingi-Aid 25% (Gingi-Pak LaboratoriesCamarillo)
25% $AlCl_3$ aqueous	- Hemogin-L (Van R. Dental Products, Inc. Oxnard)
$Al_2K(SO_4)_3$	- Sulpak K-Alum Astringent (Aseptico, Inc. Kirkland)
8% Racemic Epinephrine HCl aqueous	- Orostat 8% (Gingi-Pak Laboratories Camarillo)
$AlCl_3$ in Kaolin	- Expasyl (Kerr coorperation)
Tetrahydrozoline HCl 0.05%	- Visine (Pfizer)
Epinephrine + Alum	- Astringent Plus Vasocostrictor (Aseptico, Inc. Kirkland) - Sulpak, Ultrax (Sultan Dental Prod Englewood) - GingiBraid, FlexiBraid, GingiCord (Van R. Dental Products, Inc. Oxnard)
Epinephrine + Zinc phenolsulfonate	- Racord II (Pascal Dental Mfg Bellevue)
Tannic acid	-20%, 100% Tannic acid

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปัจจุบันทางบริษัทผู้ผลิตมีการออกแบบผลิตภัณฑ์ของสารห้ามเลือดแต่ละชนิดในรูปแบบต่างๆ เช่น สารห้ามเลือดที่ผสมอยู่ในด้ายแยกเหงือก รูปแบบสารละลายที่ใช้หยดลงบนด้ายแยกเหงือกชนิดที่ไม่มีสารห้ามเลือดผสมอยู่ รูปแบบเจล สารละลายชนิดบรรจุในหลอดพร้อมฉีดลงในบริเวณร่องเหงือก บางชนิดบรรจุแยกชิ้นในปริมาณที่สามารถใช้งานได้เพียงครั้งเดียวเพื่อลดการปนเปื้อน และมีการชุบสารห้ามเลือดในก้อนสำลีแบบสำเร็จรูป

นอกจากนี้ยังมีสารห้ามเลือดที่พัฒนาผลิตภัณฑ์ขึ้นมาใหม่ให้การใช้งานสะดวกยิ่งขึ้น โดยมีการผสมสารห้ามเลือดชนิดอลูมินัมคลอไรด์ กับคาโอลิน (kaolin) ซึ่งเป็นส่วนประกอบของดินขาว (white clay) บรรจุในรูปแบบปืนฉีด ชื่อผลิตภัณฑ์ทางการค้าคือ เอกซ์พาซิล (expasyl®) วิธีการใช้งานสามารถฉีดสารห้ามเลือดนี้อย่างช้าๆ ลงในร่องเหงือกด้วยอัตราเร็ว 2 มม.ต่อวินาที อาจใช้ก้อนสำลีช่วยดันวัสดุลงในร่องเหงือกได้มากขึ้น วิธีการนี้ไม่จำเป็นต้องใช้ด้ายแยกเหงือกร่วมด้วย ทิ้งวัสดุไว้ในร่องเหงือกประมาณ 1-2 นาที ขึ้นอยู่กับสภาพเหงือก แล้วทำการล้างออกด้วยน้ำ เนื่องจากคุณสมบัติของวัสดุนี้เป็นสารชอบน้ำจึงทำให้ล้างออกได้ง่าย จากนั้นทำการพิมพ์ปากภายในเวลา 2 นาทีก่อนที่ร่องเหงือกจะปิด[37] การที่ใช้แรงจากปืนฉีดประมาณ 0.1 นิวตัน ต่อ ตร.มม. ผลที่ได้คือสามารถห้ามเลือดได้จากผลของอลูมินัมคลอไรด์ และสามารถแยกเหงือกได้ประมาณ 1.5 มม.[38]

4.1 กลไกการทำงานของสารห้ามเลือดทางทันตกรรม

- ***อลูมินัมคลอไรด์*** *(aluminum chloride)* อลูมินัมคลอไรด์ มีหลายรูปแบบในการใช้งานเช่นใช้เป็นสารละลาย หรือผสมอยู่ในด้ายแยกเหงือก เป็นสารห้ามเลือดที่นิยมใช้มากที่สุด[39] มีกลไกการทำงานคือ สามารถทำให้เกิดการขาดเลือดเฉพาะที่ชั่วขณะของเนื้อเยื่อเหงือกและทำให้เนื้อเยื่อเหงือกเกิดการหดตัว โดยสาเหตุเนื่องมาจากอลูมินัมสามารถเคลื่อนที่ผ่านเนื้อเยื่อยึดต่อ (connective tissue) บริเวณที่สารห้ามเลือดสัมผัสทำให้เนื้อเยื่อยึดต่อบริเวณนั้นเกิดการบวมขึ้นและสามารถกดหลอดเลือดฝอย เกิดการขาดเลือดชั่วขณะ นอกจากนี้ยังสามารถตกตะกอนโปรตีนได้ ภายหลังจากการดึงด้ายแยกเหงือกออกจากร่องเหงือกแล้วร่องเหงือกจะยังคงเปิดกว้างได้ประมาณ 30 วินาที ดังนั้นในการพิมพ์ปากควรรีบทำทันทีจึงจะได้ผลดีที่สุด[36] ระยะเวลาที่แนะนำให้ใช้โดยที่มีความปลอดภัยและให้ประสิทธิภาพที่ดีคือ 5-10 นาที[40] นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยพบว่า การแช่ด้ายแยกเหงือกในสารห้ามเลือดชนิดนี้จะเพิ่มประสิทธิภาพในการห้ามเลือดได้ดีขึ้น[41, 42]

- ***เฟอริกซัลเฟต*** *(ferric sulfate)* ส่วนมากใช้ในกรณีที่เนื้อเยื่อเหงือกมีภาวะเลือดออกชนิดที่ไม่สามารถควบคุมได้ สารห้ามเลือดชนิดนี้ไม่มีผลทำให้เนื้อเยื่อเหงือกหดตัว[43] ซึ่งกลไกคือ เฟอริกอิออน (ferric ions) มีความสามารถกระตุ้นการสร้างลิ่มเลือดได้เป็นอย่างดีโดยชุบ

น้ำยาเฟอริกซัลเฟตในบริเวณที่ต้องการทำงานและถูเบาๆ ปล่อยทิ้งไว้ประมาณ 1-3 นาที ทำการล้างออกและเป่าลมให้แห้ง ถ้าเลือดยังไม่หยุดสามารถที่จะทำซ้ำได้จนกว่าจะควบคุมให้เลือดหยุดไหลได้ โดยทั่วไปวิธีการใช้สารนี้สามารถที่จะควบคุมภาวะเลือดออกจนสามารถที่จะพิมพ์ปากได้ ในการเกิดลิ่มเลือดอาจส่งผลให้เนื้อเยื่อเกิดการติดสีดำแต่จะหายเป็นปกติได้ในเวลา 1-2 วัน ซึ่งการติดสีนี้มีรายงานว่าสามารถติดสีที่เนื้อฟันและเคลือบฟันได้[34]

- ***อลูมินัมซัลเฟต (aluminum sulfate)*** มีประโยชน์ในการควบคุมภาวะเลือดออกและลดการซึมของน้ำเหลืองเหงือกในบริเวณที่ต้องการทำงานเช่นเดียวกัน ให้ผลในการหดตัวของเนื้อเยื่อน้อยกว่าอิพิเนฟริน แต่ทำให้การคืนกลับของเนื้อเยื่อได้เร็ว การใช้งานกับเนื้อเยื่อเหงือกที่ถูกทำลายเพียงเล็กน้อยและใช้เวลาในการทำงาน 10 นาที สามารถทำให้เนื้อเยื่อมีการสมานได้ภายใน 10 วัน[44] มีรายงานว่าสารห้ามเลือดชนิดนี้สามารถเข้ากันได้ดีกับเนื้อเยื่อเหงือก แต่มีข้อจำกัดในการทำงานคือ สารห้ามเลือดชนิดนี้สามารถรบกวนกระบวนการเกิดพอลิเมอร์ (polymerization) ของวัสดุซิลิโคนชนิดที่เกิดพอลิเมอร์แบบเติม (additional silicones) จากการปลดปล่อยซัลเฟอร์จากสารห้ามเลือด

- ***อิพิเนฟริน (epinephrine)*** ใช้เป็นสารห้ามเลือดทางทันตกรรมมานานตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน มีรูปแบบการใช้งานทั้งเป็นน้ำยาห้ามเลือดหรือผสมอยู่ในด้ายแยกเหงือก กลไกของสารห้ามเลือดนี้คือ ทำให้เนื้อเยื่อเหงือกเกิดการหดตัวของหลอดเลือดโดยทำหน้าที่เป็นสารหดหลอดเลือด (vasoconstrictors)[45] ซึ่งผลที่ตามมาคือ เนื้อเยื่อเหงือกเกิดการหดตัว เนื่องด้วยอิพิเนฟรินมีผลข้างเคียงต่อร่างกายในหลายระบบและมีความเสี่ยงในการใช้งาน อีกทั้งการควบคุมปริมาณขณะใช้งานทำได้ยาก โดยเฉพาะชนิดที่ผสมอยู่ในด้ายแยกเหงือกยากที่จะคำนวณปริมาณสารต่อความยาวของด้ายแยกเหงือกที่จะใช้ในแต่ละครั้งได้[36]

- ***กรดแทนนิก (tannic acid)*** มีกลไกในการทำงานคือ กรดแทนนิกเป็นสารที่ทำให้โปรตีนจับตัวกันเป็นก้อน และเกาะติดกับคอลลาเจน (collagen) ด้วยพันธะไฮโดรเจน[46] ทำให้หยุดการไหลน้ำเหลืองเหงือกได้ ประสิทธิภาพในการห้ามเลือดต่ำกว่าอิพิเนฟริน แต่ทำให้การคืนกลับของเนื้อเยื่อ (tissue recovery) เร็วกว่า[47] ระยะเวลาที่แนะนำให้ใช้คือ 10 นาที[48]

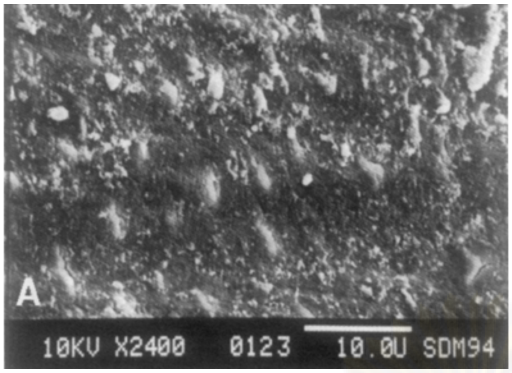
4.2 ผลกระทบของสารห้ามเลือดทางทันตกรรม

สารห้ามเลือดส่วนใหญ่มีภาวะเป็นกรด เมื่อนำไปใช้งานทำให้เกิดผลกระทบต่างๆ ดังนี้

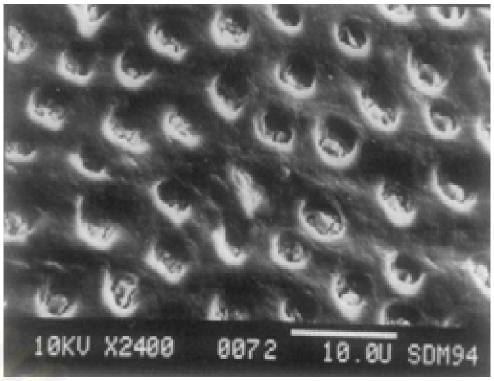
4.2.1 **ผลต่อโครงสร้างฟัน**

- ***เกิดการกำจัดชั้นสเมียร์และละลายแร่ธาตุออกจากโครงสร้างฟัน*** มีการศึกษาพบว่า การสัมผัส 15.5% เฟอริกซัลเฟตเป็นเวลา 5 นาที ทำให้เกิดการกำจัดชั้นสเมียร์อย่างสมบูรณ์และเกิดพื้นผิวเช่นเดียวกับการใช้กรดกัด มีการเผยผึ่ง (exposed) ของท่อเนื้อฟันมากและเกิดผลเช่นเดียวกับสารห้ามเลือดชนิด 21.3% อลูมินัมคลอไรด์คือ มีการกำจัดชั้นสเมียร์ได้ทั้งหมด แต่ท่อเนื้อฟันบางส่วนยังคงอุดตันมีการเผยของท่อเนื้อฟันน้อยกว่า 15.5% เฟอริกซัลเฟต ส่วนสารห้ามเลือดชนิด 8% เรซิมิก อิพิเนฟริน ไฮโดรคลอไรด์ให้ผลเช่นเดียวกับ 21.3% อลูมินัมคลอไรด์ แสดงในภาพถ่ายจากกล้องอิเลคตรอนชนิดส่องกราด[7] ดังภาพที่ 5 นอกจากนี้ยังพบว่าเมื่อเพิ่มเวลาในการสัมผัสสารห้ามเลือดชนิดกรดแทนนิกจะมีการกำจัดชั้นสเมียร์ออกจากเนื้อฟันมากขึ้น[49] กรดแทนนิกจะช่วยเสริมกำลัง (reinforce) ให้สารอินทรีย์ และสารอนินทรีย์ที่เป็นส่วนประกอบของเนื้อฟันโดยมีผลในการกำจัดชั้นสเมียร์ แต่ไม่มีผลทำให้ท่อเนื้อฟันเปิดกว้างมากขึ้น[50] มีการศึกษาค่าความเป็นกรด-ด่างของสารห้ามเลือดแต่ละชนิดโดยทำการวัดค่าความเป็นกรด-ด่างของสารห้ามเลือด[8] ดังตารางที่ 2

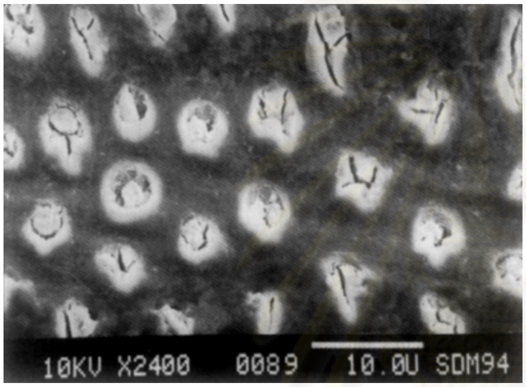
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



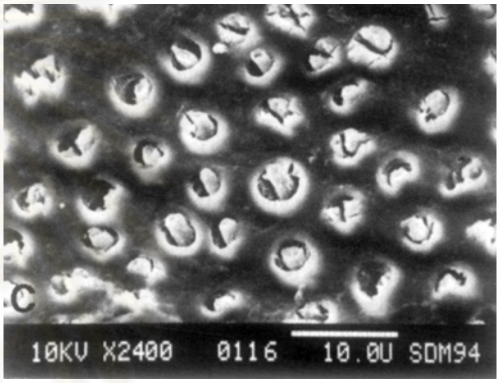
ก.



ข.



ค.



ง.

ภาพที่ 5 ภาพถ่ายจากกล้องอิเลคตรอนชนิดส่องกราดแสดงเนื้อฟันที่สัมผัสสารห้ามเลือดชนิดต่างๆ เป็นเวลา 5 นาที ก. เนื้อฟันปกติที่มีชั้นสเมียร์ปกคลุม ข. สารห้ามเลือดชนิด 15.5% เฟอริกซัลเฟต ค. สารห้ามเลือดชนิด 21.3% อลูมินัมคลอไรด์ และ ง. สารห้ามเลือดชนิด 8% เรซิมิก อิพิเนฟริน ไฮโดรคลอไรด์[7]

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2 ค่าความเป็นกรด-ด่างของสารห้ามเลือดชนิดต่างๆ

(ดัดแปลงจาก Land MF, et al., 1994) [8]

ชนิดของสารห้ามเลือด	**สารออกฤทธิ์สำคัญ**	**ค่าความเป็นกรด-ด่างเฉลี่ย ***
- Astringedent (Ultradent Products, Inc. Salt Lake City)	15.5% $Fe_2(SO_4)_3$	0.83
- Stasis (Gingi-Pak Laboratories Camarillo)	21% $Fe_2(SO_4)_3$	0.76
- Cranbery Styptin (Van R Dental Products Inc. Oxnard)	20% $AlCl_3$ in buffered glycol	1.30
- Styptin (Van R Dental Products Co.)	20% AlCl	1.33
- Hemodent (Premier Dental Products Co. Norristown)	21.3% $AlCl_3$ aqueous/glycol	1.23
- Gingi-Aid 25% (Gingi-Pak LaboratoriesCamarillo)	25% $AlCl_3$ N.F.	1.87
- Hemogin-L (Van R. Dental Products, Inc. Oxnard)	25% $AlCl_3$ aqueous	0.90
- 25% Aluminum Chloride (Gerneric,OSU)	25% $AlCl_3$ aqueous	1.07
- Orostat 8% (Gingi-Pak Laboratories Camarillo)	8% Racemic epinephrine HCl aqueous	1.97
* เปรียบเทียบกับ : Ketac Dentin Etching (ESPE-Premier Norristown, Pa.) ซึ่งวัดค่าได้เท่ากับ 1.7		

4.2.2 ผลต่อเนื้อเยื่อ

- ***การอักเสบที่เนื้อเยื่อเหงือก*** *(tissue inflammation)* มีการเปรียบเทียบการอักเสบของเนื้อเยื่อเหงือกในทางคลินิกระหว่างการใช้ด้ายแยกเหงือกร่วมกับสารห้ามเลือด 3 ชนิด คือโพแทสเซียม อลูมินัมซัลเฟต อิพิเนฟริน และอลูมินัมคลอไรด์ พบว่าสารห้ามเลือดชนิดอิพิเนฟรินมีการอักเสบมากขึ้นเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมโดยวัดหลังจากดึงด้ายแยกเหงือกออกแล้วเป็นเวลา 7 วัน ส่วนกลุ่มอื่นไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ[51] นอกจากนี้ยังมีการศึกษาการอักเสบของเนื้อเยื่อเหงือกในสุนัข พบว่าอลูมินัมคลอไรด์ทำให้เกิดการอักเสบของเนื้อเยื่อเหงือกมากที่สุด[52] ซึ่งเมื่อพิจารณาค่าความเป็นกรด-ด่างของสารห้ามเลือดที่ทำให้เกิดการอักเสบของเนื้อเยื่อพบว่ามีความสัมพันธ์กับค่าความเป็นกรดที่สูง

- ***การเกิดพิษต่อเซลล์*** *(cytotoxic effects)* มีการศึกษาความเป็นพิษต่อเซลล์ไฟโบรบลาสท์ของเหงือก (gingival fibroblast cells) ที่มีการสัมผัสสารห้ามเลือดชนิดอิพิเนฟริน และ อลูมินัมซัลเฟต พบว่าสารห้ามเลือดทั้งสองชนิดมีผลในการลดจำนวนเซลล์ไฟโบรบลาสท์ของเหงือกได้อย่างมีนัยสำคัญ แต่อิพิเนฟรินมีผลในการลดจำนวนเซลล์มากที่สุด[53] นอกจากนี้ยังมีการศึกษาผลของอลูมินัมคลอไรด์และเฟอริกซัลเฟตต่อเนื้อเยื่อเหงือกในสุนัขพบว่าเฟอริกซัลเฟต เป็นสาเหตุให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางจุลวิทยาของเนื้อเยื่อเหงือกอย่างมีนัยสำคัญ แต่สามารถกลับสู่ภาวะปกติได้ภายในเวลา 12 วัน โดยที่สารห้ามเลือดทั้งสองชนิดไม่มีผลในการทำลายคอลลาเจน และพบว่า เฟอริกซัลเฟต มีผลทางชีววิทยาต่อเนื้อเยื่อเหงือกมากกว่า อลูมินัมคลอไรด์[54]

4.3 หลักเกณฑ์ในการพิจารณาเลือกใช้สารห้ามเลือดทางทันตกรรม

ในปัจจุบันสารห้ามเลือดทางทันตกรรมมีหลากหลายชนิดมีหลักเกณฑ์ในการพิจารณาเลือกใช้ดังนี้[5]

4.3.1 สารห้ามเลือดต้องให้ประสิทธิภาพในการทำงานที่ดีคือ สามารถแยกเหงือกได้ทั้งแนวข้างและแนวยืนเพื่อป้องกันการฉีกขาดของวัสดุพิมพ์ปาก สามารถทำให้เนื้อเยื่อหดตัวควบคุมของเหลวจากร่องเหงือกได้ดี ทำให้ได้รอยพิมพ์ที่สมบูรณ์

4.3.2 สารห้ามเลือดนั้นต้องไม่เป็นสาเหตุให้เกิดการทำลายเนื้อเยื่อชนิดผันกลับไม่ได้ (irreversible tissue damage) การทำลายเนื้อเยื่อสามารถเกิดขึ้นได้ในระหว่างการทำงาน แต่ควรจะกลับเป็นปกติภายใน 2 สัปดาห์

4.3.3 สารห้ามเลือดนั้นต้องไม่ทำให้เกิดอันตรายจากผลข้างเคียงทางระบบ (systemic effects) เนื่องจากสารห้ามเลือดสามารถดูดซึมเข้าสู่กระแสเลือดได้ ซึ่งปริมาณการดูดซึมนั้นขึ้นอยู่กับ ชนิดของสารห้ามเลือดสภาพเหงือก และจำนวนฟันที่เตรียม

5. การรั่วซึมระดับจุลภาค (microleakage)

การรั่วซึมระดับจุลภาคหมายถึง มีการผ่านของแบคทีเรีย. ของเหลว .โมเลกุล หรือไอออนระหว่างผนังโพรงฟันกับวัสดุที่ทำการบูรณะ[55] การรั่วซึมระดับจุลภาค เกิดจากช่องห่างบริเวณขอบของวัสดุ (marginal gap) ระหว่างเรซินคอมโพสิตกับผนังโพรงฟัน มีความสัมพันธ์กับหลายปัจจัย ได้แก่ การหดตัวของเรซินคอมโพสิตจากการเกิดปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์ (polymerization shrinkage) ชนิดของเรซินคอมโพสิต เทคนิคการบูรณะ สารยึดติดที่ใช้ ปริมาณแรงบดเคี้ยวที่กระทำต่อวัสดุ และตำแหน่งขอบวัสดุที่วางบนโครงสร้างต่างๆ ของผิวฟัน ซึ่งการหดตัวของเรซินคอมโพสิตจากการเกิดปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์เป็นปัจจัยหลักในการเกิดการรั่วซึมระดับจุลภาค[56, 57] และการรั่วซึมระดับจุลภาคนี้เป็นปัจจัยหลักของการล้มเหลวของการบูรณะฟันด้วยเรซินคอมโพสิต[58] พบว่าเมื่อเปรียบเทียบการรั่วซึมระหว่างขอบด้านเคลือบฟันกับขอบด้านเนื้อฟัน ขอบด้านเนื้อฟันมีการรั่วซึมระดับจุลภาคมากกว่าขอบด้านเคลือบฟันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ[59]

ลักษณะทางคลินิกที่พบว่าเกิดการรั่วซึมบริเวณขอบวัสดุคือ การเกิดการติดสีที่ขอบวัสดุ (discoloration of margin) การเกิดฟันผุซ้ำ เกิดอาการเสียวฟันภายหลังจากการบูรณะ (post operative sensitivity) และการเกิดพยาธิสภาพต่อเนื้อเยื่อใน (pulp pathology) ซึ่งลักษณะต่างๆ นี้แสดงถึงความล้มเหลวในการบูรณะฟัน[13] มีการศึกษาของ Cox และคณะในปี ค.ศ.1992 พบว่าการเกิดการรั่วซึมบริเวณขอบของวัสดุบูรณะและมีการแทรกซึมของสารพิษจากแบคทีเรีย (bacterial toxins) เป็นปัจจัยหลักในการรบกวนเนื้อเยื่อใน (pulp irritation)[60]

มีหลายการศึกษาที่พยามใช้วัสดุบูรณะที่แตกต่างกัน การใช้สารยึดติดระบบต่างๆ กัน รวมถึงปรับปรุงเทคนิคการบูรณะฟันเพื่อลดการเกิดการรั่วซึมระดับจุลภาค[1, 61-63] แต่จนถึงปัจจุบันก็ยังไม่มีระบบของสารยึดติดใดที่สามารถป้องกันการรั่วซึมระดับจุลภาคได้อย่างสมบูรณ์[61, 62, 64, 65]

วิธีการทดสอบการรั่วซึมระดับจุลภาค มีหลายวิธี เช่น การใช้แรงดันอากาศ การศึกษาโดยใช้แบคทีเรียในการแทรกซึม การใช้สารกัมมันตภาพรังสี (radioisotope studies) การตรวจวัดพลังงานนิวตรอน (neutron activation analysis) การใช้สารเคมีสื่อกระแสไฟฟ้า (electrochemical studies) การใช้กล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอนชนิดส่องกราด การใช้สารเคมีแทรกซึม (chemical tracers) และการใช้สีย้อม (dye penetration studies) ซึ่งการเลือกใช้วิธีใดนั้นขึ้นกับการออกแบบงานวิจัยที่มีวัตถุประสงค์ต่างกัน[66]

วิธีการใช้สารเคมีแทรกซึมเป็นวิธีที่ให้การยอมรับที่ดีในการทดสอบการรั่วซึม สารเคมีที่นิยมใช้ทดสอบคือ 50% ซิลเวอร์ไนเตรต (silver nitrate) เนื่องจากมีอนุภาคขนาดเล็กของซิลเวอร์อิออนเท่ากับ 0.059 นาโนเมตร เมื่อเทียบกับขนาดของแบคทีเรียที่มีขนาด 0.5 - 1.0 ไมโครเมตร[67] ดังนั้นซิลเวอร์ไนเตรตจึงมีความสามารถแทรกซึมผ่านช่องว่างขนาดเล็กและท่อเนื้อฟันได้ดี ในการทำงานของซิลเวอร์ไนเตรตต้องมีการตกตะกอนโดยทำปฏิกิริยากับน้ำยาล้างฟิล์ม (developer) แม้ว่าโมเลกุลของน้ำยาล้างฟิล์มจะมีขนาดใหญ่กว่าซิลเวอร์อิออน ซึ่งอาจทำให้ไม่สามารถแสดงถึงการแทรกซึมของซิลเวอร์อิออนทั้งหมดได้[68] แต่วิธีการนี้เป็นวิธีการที่สะดวกสามารถดูผลได้ทันที ประหยัดเวลาและค่าใช้จ่าย สามารถแยกความแตกต่างระหว่างรอยต่อของผิวฟันและวัสดุได้ชัดเจน ในการตัดชิ้นงานเพื่อดูผลการรั่วซึมระดับจุลภาคมีผู้ศึกษาและแนะนำให้ทำการตัดชิ้นงานอย่างน้อยให้สามารถอ่านค่าได้ 4-6 ด้าน ซึ่งจะสามารถให้ผลการรั่วซึมที่ครอบคลุม และน่าเชื่อถือกว่าการอ่านค่าเพียง 2 ด้านจากการตัดชิ้นงานครั้งเดียว[69]

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากร

1. กลุ่มตัวอย่างเป็นฟันกรามน้อยมนุษย์บนที่ปราศจากรอยผุ รอยร้าว และการบูรณะใดๆ
2. การคำนวณขนาดตัวอย่าง (n) ต่อกลุ่ม

สูตรการคำนวณการทดสอบสัดส่วน 2 ค่า : เป็นการทดสอบสองทาง ดังนี้

$$n = \frac{\{Z_{1-\alpha/2}\sqrt{2\overline{P}(1-\overline{P})} + Z_{1-\beta}\sqrt{P_1(1-P_1+P_2(1-P_2)}\}^2}{(P_1 - P_2)^2}$$

$Z_{1-\alpha/2}$ = 1.96

$Z_{1-\beta}$ = 0.842

$\overline{P} = \dfrac{P_1 + P_2}{2}$

P_1 = สัดส่วนของจำนวนด้านที่รั่วซึมต่อจำนวนด้านทั้งหมดของกลุ่มที่ 1

P_2 = สัดส่วนของจำนวนด้านที่รั่วซึมต่อจำนวนด้านทั้งหมดของกลุ่มที่ 2

นำค่าที่ได้จากการวิจัยนำร่อง แทนค่าในสูตรจะได้ค่า n = 23 ด้านต่อกลุ่ม ในฟัน 1 ซี่ ทำการอ่านค่าการรั่วซึม 4 ด้าน ดังนั้นจึงได้ค่า n = 7 ซี่ ต่อกลุ่ม แต่เนื่องจากมาตรฐานนานาชาติทางทันตกรรม : รายงานทางเทคนิคหมายเลข 11405 (Internal Organization for Standardization/Technical Reports, ISO/TR 11405) ได้กำหนดจำนวนซี่ฟันในการทดสอบการรั่วซึมระดับจุลภาคไว้ว่าควรทำการทดสอบอย่างน้อยกลุ่มละ 10 ซี่

ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงใช้จำนวนฟันในการทดสอบ n = 10 ซี่ ต่อกลุ่ม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วัสดุที่ใช้ในการวิจัย

1. เรซิน คอมโพสิต (Filtek Z350 สี A3.5, 3M ESPE, U.S.A.)
2. สารห้ามเลือด (Racestyptine hemostatic solution agent, Septodont, France)
3. ซิลเวอร์ไนเตรต (Silver nitrate, Merck, Germany)
4. สารยึดติดเซลฟ์เอทช์ 2 ขั้นตอน (Clearfil SE-bond, kuraray medical INC., Japan)
5. สารยึดติดเซลฟ์เอทช์ 1 ขั้นตอน (Clearfil S3-bond, kuraray medical INC., Japan)
6. หัวกรอฟันชนิดกากเพชรทรงกระบอก (Cyclindrical diamond bur, Messinger, Germany)
7. หัวกรอฟันชนิดกากเพชรละเอียดปลายแหลม (Taper diamond bur, Messinger, Germany)
8. แผ่นขัดคอมโพสิตเรซิน (Sof-lex disc, 3M ESPE, U.S.A.)
9. ใบมีดเบอร์ 12 (Swann-morton LTD., England)
10. น้ำยาทาเล็บ (Nail varnish, Anne & Florio®, Thailand)
11. ขี้ผึ้งเหนียว (Sticky wax, Kemdent, Associated Dental Products Ltd, UK)
12. น้ำยาล้างฟิล์ม (Kodak GBX Developer and replenisher, Kodak Co., U.S.A.)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. เครื่องฉายแสง (Light curng unit, Elipar® Trilight, 3M ESPE, U.S.A.)
2. เครื่องกรอฟัน (Mobile unit, Super mobile 85, Thaidental Products, Thailand)
3. เครื่องมือวัดความลึกร่องเหงือก (Periodontal probe, Hu-Friedy, U.S.A.)
4. ไมโครปิเปต (Micropipette, Pipetman, U.S.A.) ขนาด 10 ไมโครลิตร
5. เครื่องวัดขนาดแบบดิจิทอล (Digital vernier caliper, Mitutoyo, Japan)
6. เครื่องเทอร์โมไซคลิง (Thermocycling unit, Bosstech, U.S.A. and Memmert , Germany)
7. ตู้บ่มอุณหภูมิ (Incubator, Contherm series five, Contherm Scientific Ltd., New Zealand)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

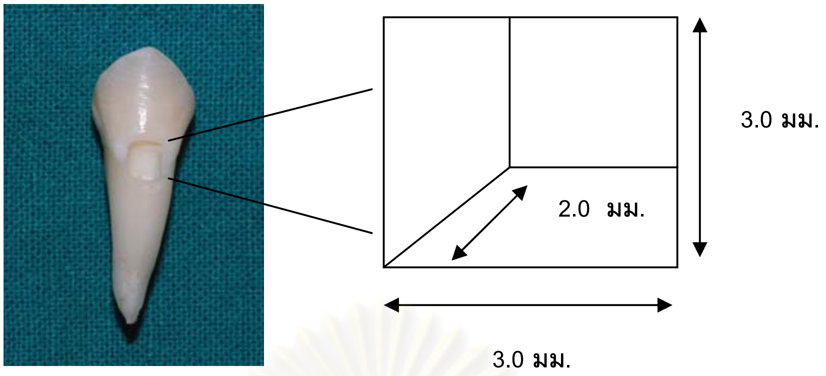
8. เครื่องตัดฟันความเร็วต่ำ (Slow speed cutting machine, Model Isomet , Buehler, U.SA)
9. เครื่องวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH meter, ORION 420A, ATI ORION, U.S.A.)
10. กล้องสเตอริโอไมโครสโคป (Stereromicroscope, ML 9300 Meiji techno Co.,LTD, Japan)

การเก็บฟัน

ฟันกรามน้อยมนุษย์บน จำนวน 70 ซี่ ถอนไม่เกิน 1 เดือน ตรวจสอบฟันทุกซี่ต้องไม่มีรอยร้าว รอยผุ หรือวัสดุอุด โดยมีการวัดขนาดฟันให้มีขนาดใกล้เคียงกัน ฟันที่นำมาทดสอบได้รับอนุญาตจากการประชุมครั้งที่ 9/2551 ของคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จากนั้นทำความสะอาดฟัน กำจัดคราบสี หินปูน และเนื้อเยื่อออกจากฟัน ในการเก็บฟันให้แช่ฟันทันทีหลังถอนฟันใน 0.2% สารละลายไธมอล (Thymol solution) เป็นเวลา 1 สัปดาห์ จากนั้นเก็บในน้ำกลั่นที่อุณหภูมิ 4 °C จนกว่าจะนำไปทดสอบ

การเตรียมโพรงฟัน

เตรียมโพรงฟันบริเวณกึ่งกลางด้านแก้ม (midbuccal surface) ให้ได้รูปร่างโพรงฟันคลาสไฟว์ (cavity class V) ตามมาตรฐานนานาชาติทางทันตกรรม : รายงานทางเทคนิคหมายเลข 11405 ขนาดกว้าง x ยาว x ลึก เท่ากับ 3.0 x 3.0 x 2.0 มม. ผิดพลาดได้ไม่เกิน ± 0.3 มม. ผนังด้านเหงือกอยู่ใต้รอยต่อขอบเคลือบฟันและเคลือบรากฟัน (cementoenamel junction) ประมาณ 1.0 มม. และผนังด้านบดเคี้ยวอยู่บนเคลือบฟัน โดยใช้เข็มกรอฟันกากเพชรชนิดทรงกระบอกขนาด 009 (cyclindrical diamond bur, Messinger) กรอด้วยความเร็วสูง มีน้ำระบายความร้อนตลอดเวลา และมีการเปลี่ยนเข็มกรอฟันใหม่หลังจากผ่านการกรอฟัน 2 ซี่ จากนั้นใช้เข็มกรอฟันกากเพชรชนิดละเอียดปลายแหลม (taper diamond bur, Messinger) ปาดเฉียง (bevel) ที่ผนังด้านบดเคี้ยวเป็นมุม 45 องศา กว้าง 1.0 มม. ในการวัดขนาดและความลึกของโพรงฟันใช้เครื่องมือวัดความลึกร่องเหงือก (periodontal probe, Hu-Friedy, U.S.A.) และเครื่องวัดขนาดแบบดิจิทอล (digital vernier caliper, Mitutoyo, Japan) โดยถ้าชิ้นงานใดมีขนาดเล็กหรือใหญ่กว่าที่กำหนดจะไม่นำมาใช้เป็นกลุ่มตัวอย่าง ดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 ขนาดโพรงฟันคลาสไฟว์ตามมาตรฐานนานาชาติ
ทางทันตกรรม : รายงานทางเทคนิคหมายเลข 11405

การเตรียมผิวฟันก่อนการบูรณะฟัน

ทำการสุ่มแบ่งฟันเป็น 7 กลุ่ม กลุ่มละ 10 ซี่ ดังนี้

กลุ่มที่ 1 : กลุ่มควบคุมทางลบ (Negative control)

กลุ่มที่ 2 : กลุ่มเซลฟ์เอทซ์ 2 ขั้นตอน : กลุ่มควบคุม (SE-control)

กลุ่มที่ 3 : กลุ่มเซลฟ์เอทซ์ 2 ขั้นตอน : กลุ่มปนเปื้อนสารห้ามเลือดโดยไม่ทำการล้าง (SE-NR)

กลุ่มที่ 4 : กลุ่มเซลฟ์เอทซ์ 2 ขั้นตอน : กลุ่มปนเปื้อนสารห้ามเลือดโดยทำการล้าง (SE-R)

กลุ่มที่ 5 : กลุ่มเซลฟ์เอทซ์ 1 ขั้นตอน : กลุ่มควบคุม (S3-control)

กลุ่มที่ 6 : กลุ่มเซลฟ์เอทซ์ 1 ขั้นตอน : กลุ่มปนเปื้อนสารห้ามเลือดโดยไม่ทำการล้าง (S3-NR)

กลุ่มที่ 7 : กลุ่มเซลฟ์เอทซ์ 1 ขั้นตอน : กลุ่มปนเปื้อนสารห้ามเลือดโดยทำการล้าง (S3-R)

ทำการเตรียมผิวฟันก่อนบูรณะ โดยมีรายละเอียดของผลิตภัณฑ์ที่ใช้ดังตารางที่ 3 และมีขั้นตอนการเตรียมผิวฟันดังตารางที่ 4

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3 ส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์ที่ใช้ศึกษา และขั้นตอนการใช้งาน

ผลิตภัณฑ์	**บริษัทผู้ผลิต**	**ส่วนประกอบ**	**ขั้นตอนการใช้งาน (ตามคำแนะนำของผู้ผลิต)**
สารยึดติดระบบเซลฟ์เอทช์ 2 ขั้นตอน (Clearfil SE-bond)	Kuraray medical INC., Japan	**- ไพร์เมอร์** : 10-Methacryloxydecyl dihydrogen phosphate (MDP), 2-Hydroxyethyl methacrylate (HEMA), dl-Camphorquinone, water - **สารยึดติด** : Bis-phenol A diglycidylmethacrylate (Bis-GMA), MDP, HEMA, dl-Camphorquinone, Silanated colloidal silica	- ทาสารไพร์เมอร์เป็นเวลา 20 วินาที ทำการเป่าด้วยลมเบาๆ จากนั้นทาสารยึดติด เป่าด้วยลมเบาๆอีกครั้ง และทำการฉายแสงเป็นเวลา 10 วินาที
สารยึดติดระบบเซลฟ์เอทช์ 1 ขั้นตอน (Clearfil S3-bond)	Kuraray medical INC., Japan	**-** 10-MDP, Bis-GMA, HEMA, Hydrophobic dimethacrylate, dl-Camphorquinone, Ethyl alcohol, water, Silanated colloidal silica	- ทาสารไพร์เมอร์เป็นเวลา 20 วินาที ทำการเป่าด้วยลมแรงๆ เป็นเวลามากกว่า 5 วินาที จากนั้นทำการฉายแสงเป็นเวลา 10 วินาที
สารห้ามเลือด (Racestyptine hemostatic solution agent)	Septodont, France	- Hexahydrated aluminium chloride 25% m/v, Oxyquinol, Hydroalcoholic excipient.	- เช็ดเหงือกให้แห้ง ใช้สำลีจุ่มยาทาบริเวณที่ต้องการ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4 ขั้นตอนการเตรียมผิวฟันก่อนการบูรณะ

	ขั้นตอนการเตรียมผิวฟัน
กลุ่มควบคุมทางลบ	- ทำการล้างน้ำและเป่าฟันให้พอหมาด (moist dentin) จากนั้นบูรณะฟันโดยไม่ใช้สารยึดติด
กลุ่มควบคุม	- ทำการล้างน้ำและเป่าฟันให้พอหมาด และทำการเตรียมผิวฟันตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต
กลุ่มปนเปื้อนสารห้ามเลือด โดยไม่ทำการล้างน้ำ	- ทำการล้างน้ำและเป่าฟันให้แห้ง ดูดสารห้ามเลือด 10 ไมโครลิตรใส่ในโพรงฟัน ทิ้งไว้เป็นเวลา 2 นาที จากนั้นทำการเป่าผิวฟันให้แห้ง และทำการใช้สารยึดติดตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต
กลุ่มปนเปื้อนสารห้ามเลือด โดยทำการล้างน้ำ	- ทำการล้างน้ำและเป่าฟันให้แห้ง ดูดสารห้ามเลือด 10 ไมโครลิตรใส่ในโพรงฟัน ทิ้งไว้เป็นเวลา 2 นาที ทำการล้างน้ำเป็นเวลา 30 วินาที และเป่าผิวฟันให้พอหมาด จากนั้นทำการใช้สารยึดติดตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต
หมายเหตุ : ในการทำผิวฟันให้พอหมาดจะใช้หัวเป่าลมและน้ำแบบสามทางโดยวางปลายห่างจากโพรงฟันประมาณ 5 เซนติเมตร และทำการเป่าด้วยลมเป็นเวลา 5 วินาที	

การบูรณะฟัน

ทำการบูรณะฟันด้วยเรซินคอมโพสิต Filtek Z350 สี A3.5 (3M ESPE, U.S.A.) โดยทำการบูรณะเป็นชั้น (incremental technique) ซึ่งทำการบูรณะผนังด้านบดเคี้ยว (occlusal wall) ก่อน ตามด้วยบูรณะผนังด้านเหงือก (gingival wall) และฉายแสงชั้นละ 40 วินาที ด้วยเครื่องฉายแสง (light curing unit, Elipar® Trilight, 3M ESPE, U.S.A.) ซึ่งจะทำการวัดความเข้มแสง (light intensity) ด้วยเครื่องตรวจสอบความเข้มแสง (radiometer, Elipar® Trilight, 3M ESPE, U.S.A.) ก่อนการฉายแสง โดยความเข้มแสงที่วัดได้ต้องไม่ต่ำกว่า 300 มิลลิวัตต์ต่อตารางเซนติเมตร การฉายแสงจะฉายตั้งฉากกับผนังด้านโพรงประสาทฟัน (pulpal wall) จากนั้นทำการตัดแต่งส่วนเกินทันทีด้วยใบมีดเบอร์ 12 (swann-morton LTD., England) และขัดด้วยแผ่นขัดคอมโพสิตโดยเรียงลำดับความหยาบจนถึงละเอียดที่สุด (sof-lex, 3M ESPE, U.S.A.) ในการตรวจสอบการขัดทำโดยผู้ตรวจสอบอีกคนหนึ่งซึ่งอยู่ในสาขาทันตกรรมหัตถการ ทำการตรวจสอบภายใต้แว่น

ขยาย 2.5 เท่า เพื่อยืนยันอีกครั้งว่าสามารถขัดได้เรียบและไม่มีส่วนเกิน ถ้าชิ้นงานใดยังมีส่วนเกินหรือยังขัดไม่เรียบพอให้ทำการขัดใหม่ แต่ถ้าชิ้นงานใดตรวจสอบพบว่ามีการขัดมากเกินลึกเข้าไปในส่วนของฟันจะไม่นำชิ้นงานนั้นมาใช้เป็นกลุ่มตัวอย่าง นำวัสดุแช่น้ำกลั่นที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมงก่อนการเทอร์โมไซคลิง

การทำเทอร์โมไซคลิง

จากนั้นทำเทอร์โมไซคลิงจำนวน 5000 รอบ ด้วยเครื่องเทอร์โมไซคลิง (thermocycling unit, Bosstech and Memmert, Germany) โดยสลับอุณหภูมิของน้ำแช่ฟันที่ 5 องศาเซลเซียส กับ 55 องศาเซลเซียส อุณหภูมิละ 30 วินาที

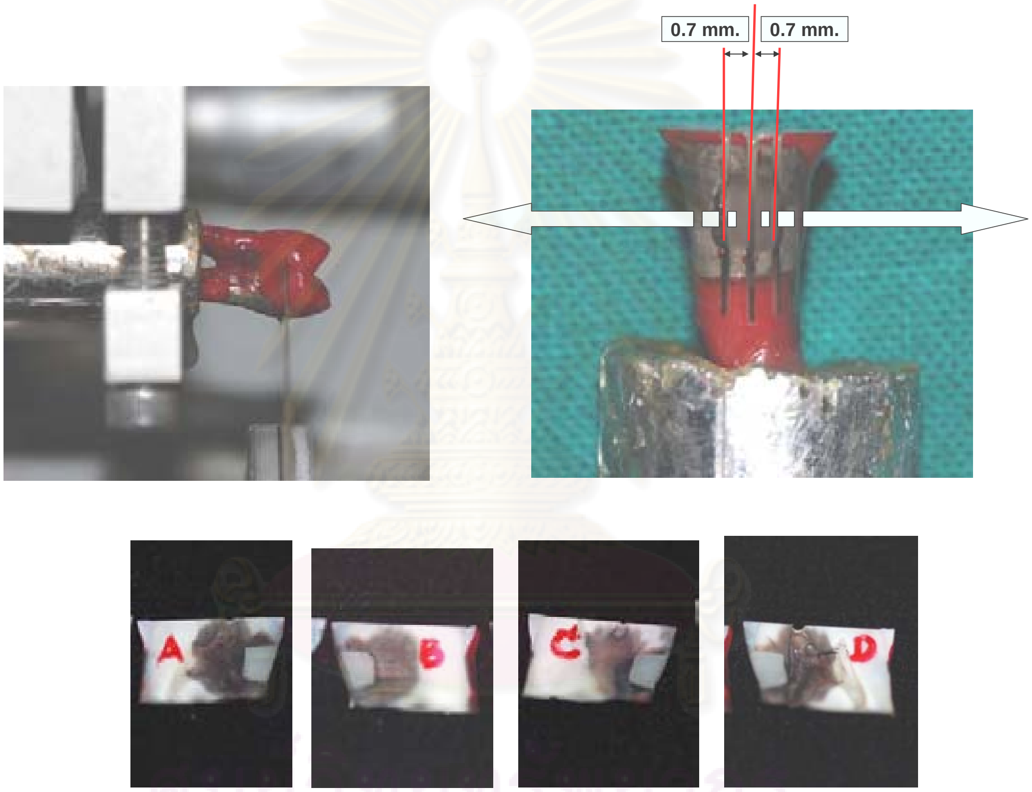
การทดสอบการรั่วซึมระดับจุลภาค

ทำการเคลือบพื้นผิวที่ไม่เกี่ยวข้องด้วยน้ำยาทาเล็บ (nail varnish, Anne & Florio®, Thailand) โดยเคลือบห่างจากขอบของวัสดุอุด 1.0 มม.โดยรอบ ทำการเคลือบ 2 ชั้น ดังภาพที่ 7 ส่วนบริเวณปลายรากฟันให้ใช้ขี้ผึ้งเหนียว (Kemdent, Associated Dental Products Ltd, UK) ปิด จากนั้นนำไปแช่ในสารละลาย 50% ซิลเวอร์ไนเตรต (silver nitrate, Merck, Germany) เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ล้างน้ำให้สะอาด และแช่ฟันในน้ำยาล้างฟิล์ม (Kodak GBX Developer and replenisher, Kodak Co., U.S.A.) ภายใต้แสงฟลูออเรสเซนท์ (fluorescent light) ในห้องมืดเป็นเวลา 8 ชั่วโมง เพื่อตกตะกอนซิลเวอร์ไนเตรตที่แทรกซึมในชิ้นงาน และทำการล้างน้ำให้สะอาด

ภาพที่ 7 การเคลือบพื้นผิวที่ไม่เกี่ยวข้องด้วยน้ำยาทาเล็บ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ทำการตัดแบ่งฟันเป็น 4 ส่วนด้วยเลื่อยตัดฟันความเร็วต่ำ (slow speed cutting machine, Model Isomet , Buehler, U.SA) โดยมีน้ำระบายความร้อนตลอดเวลา ในการตัดแบ่งฟันเริ่มจากบริเวณกึ่งกลางด้านแก้มในแนวตั้ง (vertical) จากนั้นตัดอีก 2 แนวทางด้านซ้าย และขวาจากแนวกึ่งกลางฟัน โดยวัดความหนาจากแนวกึ่งกลางฟันไปเท่ากับ 0.7 มม. ดังภาพที่ 8 นำชิ้นฟันที่ตัดได้ 2 ชิ้นกลาง ที่มีความหนาเท่ากัน ทั้งหมด 4 ด้าน ไปส่องดูด้วยกล้องสเตอริโอไมโครสโคป (stereromicroscope, ML 9300 Meiji techno Co.,LTD, Japan) กำลังขยาย 10 เท่า



ภาพที่ 8 ตำแหน่งของการตัดฟัน และตัวอย่างชิ้นงานจาก 2 ชิ้นกลาง
แบ่งเป็น 4 ด้านคือ ด้าน A, B, C และ D

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การวัดค่าความเป็นกรดด่างของสารห้ามเลือด

ทำการปรับมาตรฐานของเครื่องวัดค่าความเป็นกรดด่าง (calibration) จากนั้นทำการจุ่มปลายอิเลคโทรด (electrode) ของเครื่องวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH meter, ORION 420A, ATI ORION, U.S.A.) ลงในสารห้ามเลือด (racestyptine hemostatic solution agent,

Septodont, France) บันทึกค่าความเป็นกรด-ด่าง โดยทำการวัดซ้ำ 3 ครั้ง และนำค่าที่ได้มาหาค่าเฉลี่ยเป็นค่าความเป็นกรด-ด่างของสารห้ามเลือด

การเก็บรวบรวมข้อมูล

วัดการแทรกซึมของซิลเวอร์ไนเตรตเป็นคะแนนตั้งแต่ 0-4 คะแนน ดังภาพที่ 9 และภาพที่ 10 โดยมีผู้ตรวจวัด 2 คน ที่ไม่ใช่คนเดียวกับผู้ทำการบูรณะฟัน ทำการฝึกอ่านผลให้มีความเข้าใจในการให้คะแนนตรงกัน และทำการอ่านค่าคะแนนพร้อมๆ กัน โดยถ้ามีค่าใดที่มีความเห็นไม่ตรงกันให้ใช้ค่าคะแนนที่มากกว่า และผู้ตรวจวัดไม่ทราบว่าชิ้นงานที่ให้คะแนนเป็นกลุ่มใด ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

1. การรั่วซึมบริเวณผนังด้านบดเคี้ยว

0 = ไม่มีการแทรกซึม

1 = แทรกซึม 1/3 ของความยาวของผนังด้านบดเคี้ยว

2 = แทรกซึม 2/3 ของความยาวของผนังด้านบดเคี้ยว

3 = แทรกซึม 3/3 ของความยาวของผนังด้านบดเคี้ยว

4 = แทรกซึมในส่วนของผนังด้านโพรงประสาทฟัน

2. การรั่วซึมบริเวณผนังด้านเหงือก

0 = ไม่มีการแทรกซึม

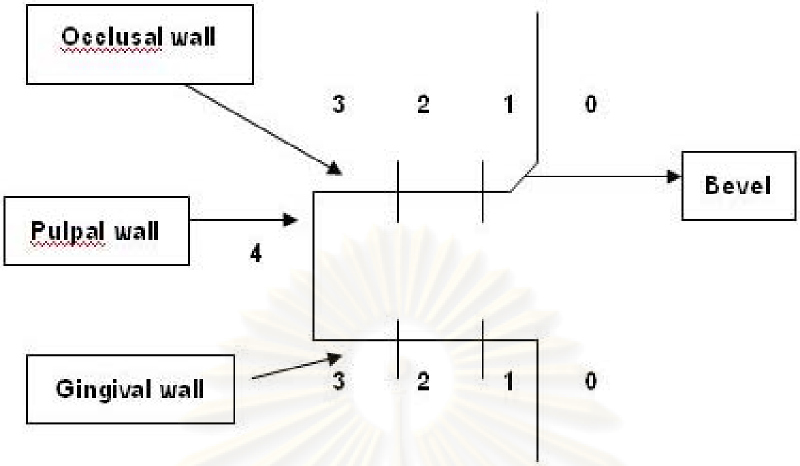
1 = แทรกซึม 1/3 ของความยาวของผนังด้านเหงือก

2 = แทรกซึม 2/3 ของความยาวของผนังด้านเหงือก

3 = แทรกซึม 3/3 ของความยาวของผนังด้านเหงือก

4 = แทรกซึมในส่วนของผนังด้านโพรงประสาทฟัน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 9 การให้คะแนนการรั่วซึมที่ผนังด้านบดเคี้ยวและผนังด้านเหงือก

ภาพที่ 10 ตัวอย่างการให้คะแนนการรั่วซึม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. เปรียบเทียบค่าการรั่วซึมในแต่ละกลุ่มทดสอบ

เปรียบเทียบในแต่ละกลุ่มด้วยสถิตินอนพาราเมตริก (non-parametric) ด้วยสถิติทดสอบครัสคาล-วัลลิส (Kruskal-Wallis) โดยถ้าค่าที่คำนวณได้มีความแตกต่างกันระหว่างกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญให้ทำการทดสอบต่อโดยการเปรียบเทียบพหุคูณ (multiple comparisons)

ด้วยวิธี All pairwise comparisons (Conover Inman) เพื่อที่จะหาว่าคู่ใดที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และสถิติแมนวิทนีย์ ยู เทสท์ (Mann Whitney U test) ด้วยโปรแกรม StatsDirect for window version 2.7.2 software

2. การวิเคราะห์ความเที่ยงของเครื่องมือทดสอบ

มีการทดสอบความเที่ยงของผู้อ่านผลคะแนนการรั่วซึมทั้ง 2 คน โดยทำการทดสอบความเที่ยงจากแต่ละบุคคลแยกกัน และทำการทดสอบความเที่ยงของทั้ง 2 คนเมื่อทำการอ่านผลร่วมกัน สามารถวิเคราะห์ความเที่ยงได้จากค่าแคปปาแบบถ่วงน้ำหนัก (Weighted Kappa) ในโปรแกรม MedCalc โดยค่าที่ได้กำหนดว่าต้องอยู่ในช่วงของดี หรือดีมาก เกณฑ์ในตารางที่ 5 ถ้าค่าที่ได้ต่ำกว่าที่กำหนดจะทำการฝึกอ่านค่าคะแนนของผู้อ่านผลใหม่จนกว่าจะได้ค่ามาตรฐาน

ตารางที่ 5 แสดงการแปลผลค่าแคปปาตามเกณฑ์ของ Altman’1991[70]

Value of Kappa	Strength of agreement
น้อยกว่า 0.20	Poor
0.21 – 0.40	Fair
0.41 – 0.60	Moderate
0.61 – 0.80	Good
0.81 – 1.00	Very good

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิเคราะห์

(รายละเอียดการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติแสดงไว้ในภาคผนวก)

จากการศึกษาในครั้งนี้แบ่งกลุ่มศึกษาเป็น 7 กลุ่ม แต่ละกลุ่มใช้ฟันกรามน้อยบนกลุ่มละ 10 ซี่ ซึ่งตัดแบ่งดูผลของการรั่วซึมระดับจุลภาคเป็น 4 ด้าน (A,B,C,D) ต่อซี่ ดังนั้นในแต่ละกลุ่มจะมีจำนวนด้านเท่ากับ 40 ด้าน โดยแบ่งอ่านผลในแต่ละด้านเป็นผนังด้านบดเคี้ยว และผนังด้านเหงือก ดังตารางที่ 6 และคำนวณเป็นค่าร้อยละดังตารางที่ 7

นอกจากนี้ยังแสดงตัวอย่างชิ้นงานที่มีลักษณะการรั่วซึมในแต่ละกลุ่มดังภาพที่ 11

ตารางที่ 6 แสดงการแจงแจงความถี่ของคะแนนการรั่วซึมระดับจุลภาคในแต่ละกลุ่ม

คะแนน	Negative Control		Clearfil SE- bond						Clearfil S3-bond					
			Control		Non-rinse		Rinse		Control		Non-rinse		Rinse	
	O	G	O	G	O	G	O	G	O	G	O	G	O	G
0	0	0	6	8	4	0	3	1	0	0	0	0	1	0
1	0	0	24	28	31	0	28	31	25	25	14	0	31	29
2	0	0	9	0	5	3	8	6	17	8	4	0	8	5
3	1	0	1	2	0	6	1	2	0	4	1	0	0	2
4	39	40	0	2	0	31	0	0	0	3	21	40	0	4
รวม	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40

O = ผนังด้านบดเคี้ยว (n=40), G = ผนังด้านเหงือก (n=40)

Control = กลุ่มควบคุม, Non-rinse = กลุ่มที่ปนเปื้อนสารห้ามเลือดและไม่ล้างน้ำ,

Rinse = กลุ่มที่ปนเปื้อนสารห้ามเลือดและทำการล้างน้ำ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 7 แสดงร้อยละของคะแนนการรั่วซึมระดับจุลภาคในแต่ละกลุ่ม

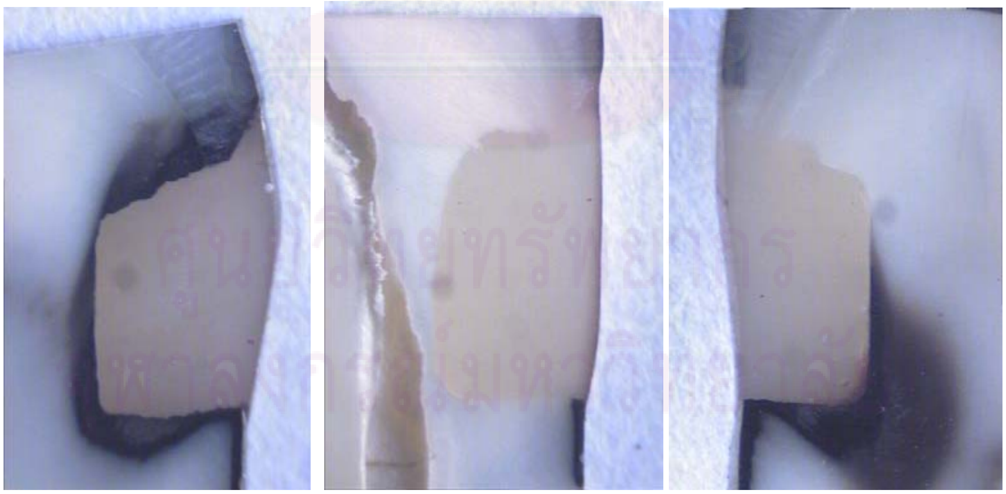
คะแนน	Negative Control		Clearfil SE- bond						Clearfil S3-bond					
			Control		Non-rinse		Rinse		Control		Non-rinse		Rinse	
	O	G	O	G	O	G	O	G	O	G	O	G	O	G
0	0	0	15	20	10	0	7.5	2.5	0	0	0	0	2.5	0
1	0	0	60	70	77.5	0	70	77.5	57.5	62.5	35	0	77.5	72.5
2	0	0	22.5	5	12.5	7.5	20	15	42.5	20	10	0	20	12.5
3	2.5	0	2.5	5	0	15	2.5	5	0	10	2.5	0	0	5
4	97.5	100	0	0	0	77.5	0	0	0	7.5	52.5	100	0	10
รวม	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

O = ผนังด้านบดเคี้ยว (n=40), G = ผนังด้านเหงือก (n=40)

Control = กลุ่มควบคุม, Non-rinse = กลุ่มที่ปนเปื้อนสารห้ามเลือดและไม่ล้างน้ำ,

Rinse = กลุ่มที่ปนเปื้อนสารห้ามเลือดและทำการล้างน้ำ

การศึกษานี้ได้ทำการบูรณะฟันโดยไม่ใช้สารยึดติดเพื่อเป็นกลุ่มควบคุมเชิงลบ (Negative control) พบว่าจากทั้งหมด 40 ด้าน มีการรั่วซึมระดับจุลภาคบริเวณ ***ผนังด้านบดเคี้ยว*** คะแนนเท่ากับ 4 คิดเป็นร้อยละ 97.5 ส่วน***ผนังด้านเหงือก***มีคะแนนเท่ากับ 4 ร้อยละ 100



ก) ข) ค)

ง) จ)

ฉ) ช)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 11 แสดงลักษณะการรั่วซึมระดับจุลภาคที่ผนังด้านบดเคี้ยวและผนังด้านเหงือก ในแต่ละ กลุ่ม ก) กลุ่มควบคุมเชิงลบ ข) กลุ่ม SE-control ค) กลุ่ม SE-NR ง) กลุ่ม SE-R จ) กลุ่ม S3-control ฉ) กลุ่ม S3-NR และ ช) กลุ่ม S3-R

ผลการเปรียบเทียบการรั่วซึมระดับจุลภาคของสารยึดติดระบบเซลฟ์เอทช์ชนิด 2 ขั้นตอน (Clearfil SE-bond)

เปรียบเทียบระหว่างกลุ่มควบคุมที่ไม่มีการปนเปื้อนสารห้ามเลือด กลุ่มที่มีการปนเปื้อนสารห้ามเลือดโดยไม่ผ่านการล้างน้ำ และกลุ่มที่มีการปนเปื้อนสารห้ามเลือดโดยผ่านการล้างน้ำ

1. บริเวณผนังด้านบดเคี้ยว พบว่า ทั้ง 3 กลุ่มมีค่าการรั่วซึมระดับจุลภาคไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

2. บริเวณผนังด้านเหงือก พบว่า ทั้ง 3 กลุ่มมีค่าการรั่วซึมระดับจุลภาคอย่างน้อย 1 กลุ่มที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จึงทำการทดสอบโดยใช้สถิติการเปรียบเทียบพหุคูณด้วยวิธี All pairwise comparisons (Conover Inman) พบว่า

2.1 กลุ่มควบคุมที่ไม่มีการปนเปื้อนสารห้ามเลือดมีค่าการรั่วซึมระดับจุลภาค น้อยกว่ากลุ่มที่มีการปนเปื้อนสารห้ามเลือดโดยไม่ผ่านการล้างน้ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ *(P < 0.0001)*

2.2 กลุ่มควบคุมที่ไม่มีการปนเปื้อนสารห้ามเลือดมีค่าการรั่วซึมระดับจุลภาคที่ไม่แตกต่างจากกลุ่มที่มีการปนเปื้อนสารห้ามเลือดโดยผ่านการล้างน้ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ *(P = 0.1147)*

2.3 กลุ่มที่มีการปนเปื้อนสารห้ามเลือดโดยไม่ผ่านการล้างน้ำมีค่าการรั่วซึมระดับจุลภาคมากกว่ากลุ่มที่มีการปนเปื้อนสารห้ามเลือดโดยผ่านการล้างน้ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ *(P < 0.0001)* แสดงค่าดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 แสดงผลสถิติทดสอบครัสคาล-วัลลิส ในกลุ่มสารยึดติดระบบเซลฟ์เอทช์ 2 ขั้นตอน

ผนัง	**การปนเปื้อน**	N	Mean rank	T (Chi-square)	df	P (Asymp. Sig.)
ด้านบดเคี้ยว	Control	40	61.23			
	Non rinse	40	56.76			
	Rinse	40	63.51			
	Total	120		1.1779163	2	P = 0.555
ด้านเหงือก	Control	40	37.63			
	Non rinse	40	98.45			
	Rinse	40	45.43			
	Total	120		84.309358	2	P < 0.0001

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผลการเปรียบเทียบการรั่วซึมระดับจุลภาคของสารยึดติดระบบเซลฟ์เอทช์ 1 ขั้นตอน
(Clearfil S3-bond)

เปรียบเทียบระหว่างกลุ่มควบคุมที่ไม่มีการปนเปื้อนสารห้ามเลือด กลุ่มที่มีการปนเปื้อนสารห้ามเลือดโดยไม่ผ่านการล้างน้ำ และกลุ่มที่มีการปนเปื้อนสารห้ามเลือดโดยผ่านการล้างน้ำ

1. บริเวณผนังด้านบดเคี้ยว พบว่า ทั้ง 3 กลุ่มมีค่าการรั่วซึมระดับจุลภาคอย่างน้อย 1 กลุ่มที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จึงทำการทดสอบโดยใช้สถิติการเปรียบเทียบพหุคูณด้วยวิธี All pairwise comparisons (Conover Inman) พบว่า

1.1 กลุ่มควบคุมที่ไม่มีการปนเปื้อนสารห้ามเลือดมีค่าการรั่วซึมระดับจุลภาคน้อยกว่ากลุ่มที่มีการปนเปื้อนสารห้ามเลือดโดยไม่ผ่านการล้างน้ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ *(P = 0.0006)*

1.2 กลุ่มควบคุมที่ไม่มีการปนเปื้อนสารห้ามเลือดมีค่าการรั่วซึมระดับจุลภาคที่ไม่แตกต่างจากกลุ่มที่มีการปนเปื้อนสารห้ามเลือดโดยผ่านการล้างน้ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ *(P = 0.0969)*

1.3 กลุ่มที่มีการปนเปื้อนสารห้ามเลือดโดยไม่ผ่านการล้างน้ำมีค่าการรั่วซึมระดับจุลภาคมากกว่ากลุ่มที่มีการปนเปื้อนสารห้ามเลือดโดยผ่านการล้างน้ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ *(P < 0.0001)*

2. บริเวณผนังด้านเหงือก พบว่า ทั้ง 3 กลุ่มมีค่าการรั่วซึมระดับจุลภาคอย่างน้อย 1 กลุ่มที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จึงทำการทดสอบโดยใช้สถิติการเปรียบเทียบพหุคูณด้วยวิธี All pairwise comparisons (Conover Inman) พบว่า

2.1 กลุ่มควบคุมที่ไม่มีการปนเปื้อนสารห้ามเลือดมีค่าการรั่วซึมระดับจุลภาคน้อยกว่ากลุ่มที่มีการปนเปื้อนสารห้ามเลือดโดยไม่ผ่านการล้างน้ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ *(P < 0.0001)*

2.2 กลุ่มควบคุมที่ไม่มีการปนเปื้อนสารห้ามเลือดมีค่าการรั่วซึมระดับจุลภาคที่ไม่แตกต่างจากกลุ่มที่มีการปนเปื้อนสารห้ามเลือดโดยผ่านการล้างน้ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ *(P = 0.5767)*

2.3 กลุ่มที่มีการปนเปื้อนสารห้ามเลือดโดยไม่ผ่านการล้างน้ำมีค่าการรั่วซึมระดับจุลภาคมากกว่ากลุ่มที่มีการปนเปื้อนสารห้ามเลือดโดยผ่านการล้างน้ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ *(P < 0.0001)* แสดงค่าดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 แสดงผลสถิติทดสอบครัสคาล-วัลลิส ในกลุ่มสารยึดติดระบบเซลฟ์เอทช์ 1 ขั้นตอน

ผนัง	การปนเปื้อน	N	Mean rank	T (Chi-square)	df	P (Asymp. Sig.)
ด้านบดเคี้ยว	Control	40	56.11			
	Non rinse	40	81.05			
	Rinse	40	44.34			
	Total	120		29.090713	2	P < 0.0001
ด้านเหงือก	Control	40	43.71			
	Non rinse	40	97.00			
	Rinse	40	40.79			
	Total	120		78.120282	2	P < 0.0001

ผลการเปรียบเทียบการรั่วซึมระดับจุลภาคระหว่างสารยึดติดระบบ 2 ขั้นตอน (Clearfil SE-bond) **กับสารยึดติดระบบ 1 ขั้นตอน** (Clearfil S3-bond)

เปรียบเทียบในกลุ่มควบคุมที่ไม่มีการปนเปื้อนสารห้ามเลือด กลุ่มที่มีการปนเปื้อนสารห้ามเลือดโดยไม่ผ่านการล้างน้ำ และในกลุ่มที่มีการปนเปื้อนสารห้ามเลือดโดยผ่านการล้างน้ำ ศึกษาที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

บริเวณผนังด้านบดเคี้ยว และ บริเวณผนังด้านเหงือก ให้ผลเช่นเดียวกันคือ

1. กลุ่มควบคุมที่ไม่มีการปนเปื้อนสารห้ามเลือดพบว่า สารยึดติดชนิดเคลียร์ฟิลเอสอีบอนด์ให้ค่าการรั่วซึมระดับจุลภาคน้อยกว่าสารยึดติดชนิดเคลียร์ฟิลไตรเอสบอนด์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

2. กลุ่มที่มีการปนเปื้อนสารห้ามเลือดโดยไม่ผ่านการล้างน้ำพบว่า สารยึดติดชนิดเคลียร์ฟิลเอสอีบอนด์ให้ค่าการรั่วซึมระดับจุลภาคน้อยกว่าสารยึดติดชนิดเคลียร์ฟิลไตรเอสบอนด์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3. กลุ่มที่มีการปนเปื้อนสารห้ามเลือดโดยผ่านการล้างน้ำพบว่าพบว่า สารยึดติดชนิดเคลียร์ฟิลเอสอีบอนด์ให้ค่าการรั่วซึมระดับจุลภาคไม่แตกต่างจากสารยึดติดชนิดเคลียร์ฟิลไตรเอสบอนด์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงค่าดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 แสดงผลสถิติทดสอบของแมน-วิทนีย์ เปรียบเทียบระหว่างกลุ่มของสารยึดติดระบบเซลฟ์เอทช์ 1 ขั้นตอน และ 2 ขั้นตอน

ผนัง	การปนเปื้อน	สารยึดติด	N	Mean Rank	Sum of Rank	Mann-Whitney U	Asymp. Sig. (2-tail)
ด้านบดเคี้ยว	Control	Clearfil SE	40	35.49	1419.50	599.500*	P = 0.0272
		Clearfil S3	40	45.51	1820.50		
	Non rinse	Clearfil SE	40	27.93	1117.00	297.000*	P < 0.0001
		Clearfil S3	40	53.08	2123.00		
	Rinse	Clearfil SE	40	40.29	1611.50	791.500	P = 0.9153
		Clearfil S3	40	40.71	1628.50		
ด้านเหงือก	Control	Clearfil SE	40	32.93	1317.00	497.000*	P = 0.0005
		Clearfil S3	40	48.08	1923.00		
	Non rinse	Clearfil SE	40	36.00	1440.00	620.000*	P = 0.0016
		Clearfil S3	40	45.00	1800.00		
	Rinse	Clearfil SE	40	38.21	1528.50	708.500	P = 0.2457
		Clearfil S3	40	42.79	1711.50		

* *แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ*

ผลการเปรียบเทียบการรั่วซึมระดับจุลภาคระหว่างผนังด้านบดเคี้ยวและผนังด้านเหงือก :

เปรียบเทียบตามกลุ่มของสารยึดติด 2 ชนิด ที่เป็นกลุ่มควบคุม กลุ่มที่มีการปนเปื้อนสารห้ามเลือดโดยไม่ผ่านการล้างน้ำ และกลุ่มที่มีการปนเปื้อนสารห้ามเลือดโดยผ่านการล้างน้ำ ศึกษาที่ระดับความเชื่อมั่น 95% พบว่า

กลุ่มสารยึดติดทั้ง 2 ชนิดพบการรั่วซึมระดับจุลภาคที่ผนังด้านบดเคี้ยวมีค่าน้อยกว่าผนังด้านเหงือกในกรณีที่มีการปนเปื้อนสารห้ามเลือดและไม่ผ่านการล้างน้ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และพบว่าการรั่วซึมระดับจุลภาคที่ผนังด้านเหงือกมีค่าไม่แตกต่างจากผนังด้านบดเคี้ยวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในกลุ่มควบคุมที่ไม่มีการปนเปื้อนสารห้ามเลือด และในกลุ่มที่มีการปนเปื้อนสารห้ามเลือดที่ผ่านการล้างน้ำ ดังตารางที่ 11

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 11 แสดงผลสถิติทดสอบของแมน-วิทนีย์ เปรียบเทียบระหว่างผนังด้านบดเคี้ยวและผนังด้านเหงือก

สารยึดติด	การปนเปื้อน	ผนัง	N	Mean Rank	Sum of Rank	Mann-Whitney U	Asymp. Sig. (2-tail)
Clearfil SE-bond	Control	บดเคี้ยว	40	43.33	1733.00	913	P = 0.1996
		เหงือก	40	37.68	1507.00		
	Non rinse	บดเคี้ยว	40	20.69	827.50	7.5*	P < 0.0001
		เหงือก	40	60.31	2412.50		
	Rinse	บดเคี้ยว	40	40.06	1602.50	782.5	P = 0.827
		เหงือก	40	40.94	1637.50		
Clearfil S3-bond	Control	บดเคี้ยว	40	40.01	1600.50	780.5	P = 0.8289
		เหงือก	40	40.99	1639.50		
	Non rinse	บดเคี้ยว	40	31.00	1240.00	420*	P < 0.0001
		เหงือก	40	50.00	2000.00		
	Rinse	บดเคี้ยว	40	38.04	1521.50	701.5	P = 0.2108
		เหงือก	40	42.96	1718.50		

* *แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ*

ผลการวัดค่าความเป็นกรด-ด่างของสารห้ามเลือด

พบว่าวัด 3 ครั้งได้ค่าเท่ากับ 0.70, 0.79 และ 0.84 คิดเป็นค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.78

ผลการวิเคราะห์ความเที่ยงของเครื่องมือทดสอบ

ผลการวิเคราะห์แบ่งเป็น 3 ค่าแคปปาแบบถ่วงน้ำหนัก โดยเทียบกับเกณฑ์ของ Altman' 1991 คือ

1. ผลการวิเคราะห์ความเที่ยงของผู้อ่านผลคะแนนการรั่วซึมระหว่างผู้อ่านคนที่ 1 และผู้อ่านคนที่ 2 พบว่าได้ค่าแคปปาแบบถ่วงน้ำหนักอยู่ในเกณฑ์ดีมาก (Weighted Kappa = 0.848)

2. ผลการวิเคราะห์ความเที่ยงของผู้อ่านผลคะแนนการรั่วซึมของผู้อ่านคนที่ 1 ได้ค่าแคปปาแบบถ่วงน้ำหนักอยู่ในเกณฑ์ดีมาก (Weighted Kappa = 0.847)

3. ผลการวิเคราะห์ความเที่ยงของผู้อ่านผลคะแนนการรั่วซึมของผู้อ่านคนที่ 2 ได้ค่าแคปปาแบบถ่วงน้ำหนักอยู่ในเกณฑ์ดีมาก (Weighted Kappa = 0.810)

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

อภิปรายผลการวิจัย

การยึดติดของวัสดุกับผิวฟันให้ได้ประสิทธิภาพที่ดี พื้นผิวบริเวณที่ต้องการยึดจะต้องสะอาดปราศจากสิ่งปนเปื้อน[26] ในการศึกษานี้พยายามจำลองเหตุการณ์การบูรณะโพรงฟันคลาสไฟว์ในกรณีที่ต้องใช้สารห้ามเลือดบริเวณที่ใกล้กับโพรงฟัน และเกิดการปนเปื้อนสารห้ามเลือดภายในโพรงฟัน จากการศึกษาที่ผ่านมาพบสารห้ามเลือดส่วนใหญ่มีภาวะเป็นกรดสูง[7, 8] ซึ่งสอดคล้องกับการวัดค่าความเป็นกรด-ด่างของสารห้ามเลือดที่ใช้ในการศึกษานี้ได้ค่าเฉลี่ยคือ 0.78 จากโครงสร้างของเคลือบฟันและเนื้อฟันที่แตกต่างกันกล่าวคือ การที่เนื้อฟันมีความชื้นจากน้ำในท่อเนื้อฟันเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย จึงทำให้ค่ากำลังแรงยึดของวัสดุกับเนื้อฟันมีค่าที่แตกต่างกัน[3, 23] ในการศึกษานี้จึงมีการอ่านผลคะแนนการรั่วซึมระดับจุลภาคแยกเป็นผนังด้านบดเคี้ยวและผนังด้านเหงือก ซึ่งเป็นตัวแทนของการรั่วซึมบริเวณเคลือบฟันและเนื้อฟันตามลำดับ สามารถอภิปรายผลการวิจัยได้ดังนี้

ในการเตรียมโพรงฟันพบว่าการใช้เข็มกรอฟันต่างชนิดทำให้มีผลต่อความหนาของชั้นสเมียร์และมีผลต่อค่ากำลังแรงยึดของวัสดุกับผิวฟัน[71] ดังนั้นการศึกษานี้จึงมีการควบคุมโดยการใช้เข็มกรอฟันชนิดเดียวกันและทำการเปลี่ยนเข็มกรอฟันทุกการกรอฟัน 2 ซี่ มีการศึกษาที่พบว่าความชื้นบริเวณเนื้อฟันที่พอเหมาะจะทำให้ค่ากำลังแรงยึดสูงกว่าเนื้อฟันที่แห้ง[72] การศึกษานี้จึงมีการควบคุมความชื้นก่อนการบูรณะโดยการเป่าฟันให้พอหมาดด้วยการควบคุมเวลาและระยะทางในการเป่าลมเท่าๆ กันทุกชิ้นงาน

การหดตัวของเรซินคอมโพสิตจากการเกิดปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์เป็นปัจจัยหลักในการทำให้เกิดการรั่วซึมระดับจุลภาค[57, 73] และการรั่วซึมระดับจุลภาคเป็นปัจจัยหลักของการล้มเหลวของการบูรณะฟันด้วยเรซินคอมโพสิต[58] ดังนั้นในการศึกษานี้จึงทำการบูรณะเรซินคอมโพสิตเป็นชั้นเพื่อช่วยลดแรงเค้นที่เกิดจากการหดตัวของวัสดุเมื่อปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์[74]

การทำเทอร์โมไซคลิงเป็นการจำลองสภาวะการใช้งานของวัสดุในช่องปากในแง่การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ มีการศึกษาพบว่าการทำเทอร์โมไซคลิงทำให้เกิดการรั่วซึมที่มากขึ้น[75] ในการศึกษานี้ทำเทอร์โมไซคลิงจำนวน 5000 รอบ โดยสลับน้ำแช่ฟันที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

และ 55 องศาเซลเซียส อุณหภูมิละ 30 วินาที เทียบเท่ากับการใช้งานวัสดุเป็นเวลา 6 เดือน[76] นอกจากนี้การนำวัสดุแช่น้ำกลั่นที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมงก่อนการทำเทอร์โมไซคลิง เพื่อให้เกิดการดูดน้ำกลับหลังจากการสูญเสียน้ำขณะบูรณะฟัน จึงช่วยลดช่องว่างบริเวณขอบของวัสดุ (marginal gap) ทำให้การทดสอบการรั่วซึมมีความถูกต้องยิ่งขึ้น[77] การศึกษานี้เลือกใช้สารละลายซิลเวอร์ไนเตรตเพื่อทดสอบการรั่วซึมระดับจุลภาค พบว่าอนุภาคของซิลเวอร์อิออนมีขนาดเล็กเท่ากับ 0.059 นาโนเมตร ซึ่งเล็กกว่าแบคทีเรียที่มีขนาดประมาณ 0.5-1.0 ไมโครเมตร ทำให้อนุภาคสามารถแทรกซึมตามขอบที่เกิดการรั่วซึมได้เป็นอย่างดี[67] ทั้งนี้แม้ว่าช่องขนาดเล็กจนแบคทีเรียไม่สามารถผ่านได้แต่สารพิษจากแบคทีเรียสามารถซึมผ่านท่อเนื้อฟันสู่โพรงประสาทฟันได้ ตามมาตรฐานนานาชาติทางทันตกรรม : รายงานทางเทคนิคหมายเลข 11405 กำหนดให้ทำการตรวจการรั่วซึมโดยการตัดแบ่งฟันเพียงครั้งเดียวและอ่านผลการรั่วซึม 2 ค่า แต่จากการศึกษาของ Raskin A. และคณะในปี 2003 พบว่าการตัดฟันหลายตำแหน่ง (4-6 ด้าน) จะช่วยเพิ่มความน่าเชื่อถือกว่าการตัดชิ้นงานเพียงครั้งเดียว[69]

การเลือกสารยึดติดเพื่อใช้ศึกษาในครั้งนี้ เพื่อเป็นตัวแทนของกลุ่มของสารยึดติดระบบเซลฟ์เอทช์ 2 ขั้นตอน และ 1 ขั้นตอน ผู้วิจัยพยายามเลือกสารยึดติดจากบริษัทผู้ผลิตเดียวกันและมีองค์ประกอบหลักที่ใกล้เคียงกันเพื่อลดปัจจัยรบกวนอื่นที่ไม่เกี่ยวข้อง สารยึดติดที่ใช้ในศึกษานี้ ได้แก่ เคลียร์ฟิลเอสอีบอนด์และเคลียร์ฟิลไตรเอสบอนด์ ซึ่งเป็นสารยึดติดระบบเซลฟ์เอทช์ 2 ขั้นตอน และ 1 ขั้นตอน มีค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 2.0 และ 2.7 ตามลำดับ ซึ่งจัดอยู่ในระบบที่ใช้การกัดด้วยกรดอ่อน (mild self-etch adhesives) สารยึดติดทั้งสองชนิดมีส่วนประกอบที่เหมือนกันคือ 10-MDP (10-Methacryloxydecyl dihydrogen phosphate) ซึ่งเป็นโมโนเมอร์ที่มีหมู่ทำปฏิกิริยาคือ หมู่ฟอสเฟต (phosphate group) ซึ่งเป็นส่วนที่ชอบน้ำ (hydrophillic) เมื่อแตกตัวจะสามารถยึดติดกับผลึกไฮดรอกซีอะพาไทท์ด้วยพันธะเคมีได้ดี[78] ซึ่งเป็นลิขสิทธิ์ของทางบริษัทผู้ผลิต นอกจากนี้สารยึดติดทั้ง 2 ชนิดยังมีองค์ประกอบของ HEMA เป็นโมเลกุลที่ชอบน้ำอาจทำให้การระเหยตัวทำละลายทำได้ยากขึ้น[79]

เมื่อพิจารณาในแง่องค์ประกอบของสารยึดติดทั้งสองระบบที่มีแตกต่างกันพบว่ากลุ่มเคลียร์ฟิลไตรเอสบอนด์ที่มีการรวมองค์ประกอบของการใช้กรดกัด สารไพร์เมอร์ และสารบอนดิงไว้ภายในขวดเดียว ดังนั้นจึงประกอบด้วยโมเลกุลที่ชอบน้ำ และไม่ชอบน้ำ (hydrophobic) รวมเข้าไว้ด้วยกัน โดยอาศัยน้ำเป็นตัวกลางเพื่อช่วยให้โมโนเมอร์ (monomer) เกิดการแตกตัว การที่มีน้ำและตัวทำละลายในที่นี้คือ เอธิลแอลกอฮอล์ (ethyl alcohol) เป็นองค์ประกอบอาจส่งผลเสียต่อประสิทธิภาพในการยึดติดกับผิวฟัน โดยพบว่าสารยึดติดกลุ่มนี้ถ้าการเป่าระเหยน้ำและตัวทำละลายเกิดขึ้นอย่างไม่สมบูรณ์ในระหว่างการบูรณะฟันจะให้ค่าการยึดติดกับผิวฟันที่ลดลง และอาจประพฤติตัวเป็นเยื่อเลือกผ่าน (semi-permeable membrane) โดยยอมให้ของเหลวและน้ำซึม

ผ่านชั้นของสารยึดติดนี้ ส่งผลต่อคุณภาพในการยึดติดกับผิวฟันในระยะยาวได้[80, 81] ในการศึกษานี้ใช้วิธีการเป่าลมแรงๆ มากกว่า 5 วินาที เพื่อเป็นการระเหยน้ำออกจากเคลียร์ฟิลไตรเอสบอนด์ ด้วยเหตุผลดังกล่าวทำให้อธิบายผลการศึกษานี้ที่พบว่าในกลุ่มควบคุมที่ไม่มีการปนเปื้อนสารห้ามเลือดและทำการบูรณะฟันด้วยสารยึดติดชนิดเคลียร์ฟิลไตรเอสบอนด์ให้ค่าการรั่วซึมระดับจุลภาคที่มากกว่าบูรณะด้วยสารยึดติดชนิดเคลียร์ฟิลเอสอีบอนด์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สอดคล้องกับการศึกษาอื่นที่ผ่านมาซึ่งให้ผลเช่นเดียวกัน[82, 83] และการศึกษาค่ากำลังแรงยึดจากการศึกษาอื่นพบว่าเคลียร์ฟิลเอสอีบอนด์ให้ค่ากำลังแรงยึดมากกว่าเคลียร์ฟิลไตรเอสบอนด์[84] นอกจากนี้มีการศึกษาในแง่ประสิทธิภาพในการคงอยู่ของวัสดุทางคลินิกของสารยึดติดระบบเซลฟ์เอทช์ 2 ขั้นตอนมีอัตราการคงอยู่ของวัสดุสูงกว่าระบบเซลฟ์เอทช์ 1 ขั้นตอน[85]

จากการศึกษานี้ใช้ระยะเวลาในการปนเปื้อนสารห้ามเลือดโดยให้สารห้ามเลือดสัมผัสกับผิวฟันเป็นเวลา 2 นาที เนื่องจากเป็นระยะเวลาโดยเฉลี่ยที่ใช้ทาสารห้ามเลือดบริเวณเนื้อเยื่อเหงือกเพื่อควบคุมภาวะเลือดออกก่อนทำการบูรณะฟัน นอกจากนี้ในการศึกษาของ Land MF. และคณะในปี 1994[8] พบว่าเนื้อฟันที่สัมผัสสารห้ามเลือด (pH เท่ากับ 0.8) อย่างน้อย 2 นาทีจะมีการเปลี่ยนแปลงพื้นผิวโดยสามารถกำจัดชั้นสเมียร์ได้อย่างสมบูรณ์

การที่สารห้ามเลือดมีค่าความเป็นกรดสูง เมื่อสัมผัสกับผิวฟันทำให้เกิดการละลายของแร่ธาตุและเกิดการเปลี่ยนแปลงความหนาของชั้นสเมียร์[7] นอกจากนี้สารห้ามเลือดชนิดอลูมินัมคลอไรด์ยังทำหน้าที่ในการตกตะกอนโปรตีน[86] ซึ่งพบมากที่บริเวณผิวเนื้อฟัน ประกอบกับการที่สารห้ามเลือดสัมผัสบริเวณผิวฟันและไม่ทำการล้างน้ำ แต่ทำการเป่าด้วยลมให้แห้งจะมีการปกคลุมของโมเลกุลที่อยู่ภายในสารห้ามเลือดในที่นี้คือ โมเลกุลของอลูมินัมคลอไรด์ และโมเลกุลของ 8-Hydroxyquinoline sulphate จากการศึกษาของ O'Keefe KL และคณะในปี 2005[12] ที่ทำการศึกษาภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอนชนิดส่องกราด เพื่อเปรียบเทียบพื้นผิวเนื้อฟันที่ปนเปื้อนด้วยสารห้ามเลือดชนิดอลูมินัมคลอไรด์เป็นเวลา 5 นาที โดยไม่ผ่านการล้างน้ำ และผ่านการล้างน้ำ ซึ่งพบว่าในกลุ่มที่ไม่ทำการล้างน้ำแสดงให้เห็นถึงสารห้ามเลือดที่แห้งแตกระแหงปกคลุมเนื้อฟัน ในขณะที่เนื้อฟันที่ปนเปื้อนสารห้ามเลือดในเวลาเท่ากันแต่ผ่านการล้างน้ำพบการกำจัดชั้นสเมียร์อย่างสมบูรณ์และมีการเผยของท่อเนื้อฟันอย่างชัดเจน ด้วยเหตุนี้สามารถอธิบายผลจากการศึกษานี้ที่พบว่าเมื่อเกิดการปนเปื้อนสารห้ามเลือดบริเวณผิวเนื้อฟันและไม่ทำการล้างน้ำในการบูรณะด้วยสารยึดติดทั้ง 2 ชนิดจะมีค่าการรั่วซึมระดับจุลภาคมากกว่ากลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ปนเปื้อนสารห้ามเลือดแต่ทำการล้างน้ำ อาจเนื่องมาจากโมเลกุลของสารห้ามเลือดที่ตกค้างบริเวณผิวฟันทำให้ขัดขวางการแทรกซึม และการทำหน้าที่ของสารยึดติดทั้งสองชนิด จากการศึกษาที่ผ่านมาไม่เคยมีการศึกษาถึงผลของการปนเปื้อนสารห้ามเลือดต่อการรั่วซึมระดับจุลภาค แต่มีการศึกษาถึงผลของการปนเปื้อนสารห้ามเลือดต่อค่ากำลังแรงยึดในการบูรณะฟันด้วยสารยึดติด

ระบบเซลฟ์เอทช์ พบว่าการปนเปื้อนสารห้ามเลือดโดยไม่ทำการล้างน้ำจะให้ค่ากำลังแรงยึดที่ต่ำกว่ากลุ่มที่ไม่ปนเปื้อนสารห้ามเลือด และมีการตรวจสอบพื้นผิวเนื้อฟันที่มีการปนเปื้อนสารห้ามเลือดชนิดอลูมินัมคลอไรด์ 2 นาทีและทำการล้างด้วยน้ำ ด้วยวิธี EDS (Energy Dispersive Spectrometer) พบว่าแม้ว่าจะผ่านการล้างด้วยน้ำแล้ว ยังพบส่วนของโมเลกุลอลูมินัมตกค้างอยู่บริเวณพื้นผิวฟันเป็นจำนวนมาก[11, 12] นอกจากนี้ในการปนเปื้อนอื่นๆ เช่น เลือด ความชื้น และน้ำลายทำให้ค่ากำลังแรงยึดของวัสดุที่ต่ำลงเช่นกัน[27-33]

จากผลการศึกษานี้พบผนังด้านบดเคี้ยวของกลุ่มเคลียร์ฟิลเอสอีบอนด์ที่มีการปนเปื้อนโดยไม่ทำการล้างน้ำไม่มีผลต่อการรั่วซึมระดับจุลภาค ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากหลายปัจจัยร่วมกัน คือ ปัจจัยจากโครงสร้างของเนื้อฟันที่มีความชื้นมากกว่า และมีส่วนประกอบของไฮดรอกซีอะพาไทท์ที่น้อยกว่าเคลือบฟัน ทำให้เกิดการยึดติดทางเคมีของผนังเคลือบฟันกับสารยึดติดชนิดเคลียร์ฟิลเอสอีบอนด์ที่มี 10-MDP เป็นส่วนประกอบได้ดี[78] และการศึกษานี้พื้นผิวฟันมีการสัมผัสกับสารห้ามเลือดที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 0.78 เป็นเวลา 2 นาที ซึ่งสามารถกัดผิวเคลือบฟันได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการเตรียมโพรงฟันของการศึกษานี้ได้มีการปาดเฉียงที่บริเวณผนังด้านบดเคี้ยวเปิดผิวหน้าตัดของแท่งเคลือบฟัน (enamel rods) ให้มีการละลายแร่ธาตุออกจากผิวเคลือบฟันได้ง่ายขึ้น[87] นอกจากนี้ขั้นตอนการใช้งานของเคลียร์ฟิลเอสอีบอนด์ที่มีการแยกขั้นตอนการทาสารไพร์เมอร์และมีการกัดของโมโนเมอร์ที่เป็นกรดในขั้นตอนแรก และทาสารยึดติดอีกขั้นตอนหนึ่ง เมื่อทำการฉายแสงแล้วพื้นผิวที่ได้จะมีภาวะไม่ชอบน้ำ เมื่อทำการบูรณะด้วยเรซินคอมโพสิตที่มีองค์ ประกอบของกลุ่มไดเมธาคริเลต (dimethacrylate group) ที่ไม่ชอบน้ำเช่นเดียวกันจึงทำให้เกิดการเชื่อมกันระหว่างวัสดุได้ดี นอกจากนี้เคลียร์ฟิลเอสอีบอนด์มีค่าความเป็นกรดมากกว่าเคลียร์ฟิลไตรเอสบอนด์ (ค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 2.0 และ 2.7 ตามลำดับ) ซึ่งอาจเป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่ช่วยทำให้ผนังด้านบดเคี้ยวของกลุ่มเคลียร์ฟิลเอสอีบอนด์ที่มีการปนเปื้อนโดยไม่ทำการล้างน้ำไม่มีผลต่อการรั่วซึมระดับจุลภาค แต่ให้ผลตรงกันข้ามกับกลุ่มเคลียร์ฟิลไตรเอสบอนด์

จากผลการศึกษานี้ทั้งในกลุ่มเคลียร์ฟิลเอสอีบอนด์และเคลียร์ฟิลไตรเอสบอนด์ เมื่อเกิดการปนเปื้อนสารห้ามเลือดและทำการล้างด้วยน้ำจะทำให้ค่าการรั่วซึมระดับจุลภาคไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อาจเนื่องมาจากสารห้ามเลือดที่ใช้ในการ ศึกษานี้คือ อลูมินัมคลอไรด์เฮกซะไฮเดรต (aluminumchloride hexahydrate) ที่มีสูตรทางเคมีคือ $AlCl_3 \cdot 6H_2O$ สามารถละลายได้ทั้งในน้ำ แอลกอฮอล์ (alcohol) กลีเซอรอล (glycerol) และโพรไพลีนไกลคอล (propylene glycol) ดังนั้นเมื่อเกิดการปนเปื้อนสารห้ามเลือดและล้างด้วยน้ำ จึงทำให้น้ำสามารละลายชะล้างสารห้ามเลือดออกจากผิวฟัน และได้ค่าการรั่วซึมไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม

หลายการศึกษาที่ผ่านมาพยายามเพิ่มประสิทธิภาพในการบูรณะฟันเมื่อเกิดการปนเปื้อน

บริเวณผิวฟันด้วยวิธีต่างๆ เช่น การใช้กรดกัดซ้ำและการทาสารยึดติดซ้ำ รวมถึงการล้างน้ำซึ่งเป็นวิธีหนึ่งที่สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการบูรณะฟันเมื่อเกิดการปนเปื้อน[33, 88, 89]

จากผลของการศึกษานี้พบว่า ปฏิเสธสมมติฐานการวิจัยกล่าวคือ การรั่วซึมระดับจุลภาคของสารยึดติดระบบเซลฟ์เอทช์ 1 และ 2 ขั้นตอน ในกลุ่มที่มีการปนเปื้อนสารห้ามเลือดทั้งสองวิธี และกลุ่มที่ไม่มีการปนเปื้อนสารห้ามเลือดมีความแตกต่างกัน อย่างไรก็ตามการศึกษาถึงผลของการปนเปื้อนสารห้ามเลือดต่อประสิทธิภาพในการบูรณะฟันยังมีน้อย และการศึกษานี้ยังจำลองสภาวะจริงภายในช่องปากได้ไม่สมบูรณ์จึงต้องการการศึกษาต่อไปในอนาคต

สรุปผลการวิจัย

ภายใต้ข้อจำกัดของการศึกษาในครั้งนี้ สรุปได้ว่า ในการบูรณะฟันด้วยสารยึดติดชนิดเคลียร์ฟิลเอสอีบอนด์และเคลียร์ฟิลไตรเอสบอนด์ เมื่อเกิดการปนเปื้อนสารห้ามเลือดโดยไม่ทำการล้างน้ำจะให้ค่าการรั่วซึมมากกว่ากลุ่มควบคุมและกลุ่มปนเปื้อนสารห้ามเลือดโดยทำการล้างน้ำ

ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากการทดสอบการรั่วซึมระดับจุลภาคของการปนเปื้อนสารห้ามเลือดยังมีน้อย จึงเป็นที่น่าสนใจในการศึกษาการปนเปื้อนสารห้ามเลือดชนิดต่างๆ โดยทำการเปรียบเทียบการรั่วซึมในลักษณะต่างๆ กันเช่น การปนเปื้อนก่อนการเตรียมผิวฟัน การปนเปื้อนระหว่างการเตรียมผิวฟัน หรือเป็นการปนเปื้อนขณะบูรณะระหว่างชั้นของเรซินคอมโพสิต นอกจากนี้การศึกษาภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอนชนิดส่องกราด เพื่อตรวจดูพื้นผิวระหว่างชั้นของการปนเปื้อนสารห้ามเลือดเป็นสิ่งที่น่าสนใจ รวมถึงในการเลือกวัสดุบูรณะในการศึกษาต่อไปในอนาคตอาจเลือกวัสดุจากบริษัทผู้ผลิตเดียวกัน ส่วนข้อแนะนำในการใช้งานทางคลินิกคือ เมื่อทำการบูรณะฟันด้วยเรซินคอมโพสิตโดยใช้สารยึดติดระบบเซลฟ์เอทช์ทั้ง 2 ขั้นตอน และ 1 ขั้นตอน ผิวโพรงฟันไม่ควรมีการปนเปื้อนสารห้ามเลือดจึงจะให้ค่าการรั่วซึมที่น้อยที่สุด แต่ถ้ามีการปนเปื้อนเกิดขึ้น มีข้อแนะนำให้ทำการล้างน้ำทันทีก่อนการเตรียมผิวฟันด้วยสารยึดติดจะช่วยลดการรั่วซึมระดับจุลภาคได้

รายการอ้างอิง

(1) Versluis, A., Douglas, W. H., Cross, M. and Sakaguchi, R. L. Does an incremental filling technique reduce polymerization shrinkage stresses? J Dent Res. 75 (1996): 871-878.

(2) Yazici, A. R., Kugel, G. and Gul, G. The Knoop hardness of a composite resin polymerized with different curing lights and different modes. J Contemp Dent Pract. 8 (2007): 52-59.

(3) Sturdevant, C. M., Roberson, T.M., Heymann, H.O., and Sturdevant, J.R. The Art and Science of Operative Dentistry. 5 th ed. St. Louis: Mosby, 2002.

(4) De Munck, J., et al. One-day bonding effectiveness of new self-etch adhesives to bur-cut enamel and dentin. Oper Dent. 30 (2005): 39-49.

(5) Donovan, T. E., Gandara, B. K. and Nemetz, H. Review and survey of medicaments used with gingival retraction cords. J Prosthet Dent. 53 (1985): 525-531.

(6) Baharav, H., Laufer, B. Z., Langer, Y. and Cardash, H. S. The effect of displacement time on gingival crevice width. Int J Prosthodont. 10 (1997): 248-253.

(7) Land, M. F., Couri, C. C. and Johnston, W. M. Smear layer instability caused by hemostatic agents. J Prosthet Dent. 76 (1996): 477-482.

(8) Land, M. F., Rosenstiel, S. F. and Sandrik, J. L. Disturbance of the dentinal smear layer by acidic hemostatic agents. J Prosthet Dent. 72 (1994): 4-7.

(9) Perdigao, J., Lopes, L., Lambrechts, P., Leitao, J., Van Meerbeek, B. and Vanherle, G. Effects of a self-etching primer on enamel shear bond strengths and SEM morphology. Am J Dent. 10 (1997): 141-146.

(10) Spencer, P., Wang, Y., Walker, M. P., Wieliczka, D. M. and Swafford, J. R. Interfacial chemistry of the dentin/adhesive bond. J Dent Res. 79 (2000): 1458-1463.

(11) Kuphasuk, W., Harnirattisai, C., Senawongse, P. and Tagami, J. Bond strengths of two adhesive systems to dentin contaminated with a hemostatic agent. Oper Dent. 32 (2007): 399-405.

(12) O'Keefe, K. L., Pinzon, L. M., Rivera, B. and Powers, J. M. Bond strength of composite to astringent-contaminated dentin using self-etching adhesives. Am J Dent. 18 (2005): 168-172.

(13) Kubo, S., Yokota, H., Sata, Y. and Hayashi, Y. Microleakage of self-etching primers after thermal and flexural load cycling. Am J Dent. 14 (2001): 163-169.

(14) Della Bona, A., Shen, C., Anusavice, K. J. Work of adhesion of resin on treated lithia disilicate-based ceramic. Dent Mater. 20 (2004): 338-344.

(15) McCabe, J. F. Applied Dental Materials. 7th ed. Oxford: Blackwell Scientific Publication, 1990.

(16) Swift, E. J., Perdigao, J. and Heymann, H. O. Bonding to enamel and dentin: a brief history and state of the art, 1995. Quintessence Int. 26 (1995): 95-110.

(17) Kanca, J. A method for bonding to tooth structure using phosphoric acid as a dentin-enamel conditioner. Quintessence Int. 22 (1991): 285-290.

(18) Buonocore, M. G. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. J Dent Res. 34 (1955): 849-853.

(19) Goes, M. F., Sinhoreti, M. A., Consani, S. and Silva, M. A. Morphological effect of the type, concentration and etching time of acid solutions on enamel and dentin surfaces. Braz Dent J. 9 (1998): 3-10.

(20) Nakabayashi, D. H. Hybridization of dental hard tissues. Chicago: Quintessence Publishing, 1998.

(21) Pashley, D. H. and Carvalho, R. M. Dentine permeability and dentine adhesion. J Dent. 25 (1997): 355-372.

(22) Pashley, D. H. Dynamics of the pulpo-dentin complex. Crit Rev Oral Biol Med. 7 (1996): 104-133.

(23) Roulet, J. F. A world without adhesion?. J Adhes Dent. 3 (2001): 119.

(24) Seltzer, S. and Bender, I. B. Seltzer and Bender's dental pulp. 3rd ed. Chicago: Quintessence Publishing, 2002.

(25) Hewlett, E. R. Resin adhesion to enamel and dentin: a review. J Calif Dent Assoc. 31 (2003): 469-476.

(26) Craig, R. G. and Powers, J. M. Restorative dental materials. 11th ed. St. Louis: Mosby, 2002.

(27) Benderli, Y., Gokce, K. and Buyukgokcesu, S. In vitro shear bond strength of adhesive to normal and fluoridated enamel under various contaminated conditions. Quintessence Int. 30 (1999): 570-575.

(28) Chiba, Y., Miyazaki, M., Rikuta, A. and Moore, B. K. Influence of environmental conditions on dentin bond strengths of one-application adhesive systems. Oper Dent. 29 (2004): 554-559.

(29) Kaneshima, T., Yatani, H., Kasai, T., Watanabe, E. K. and Yamashita, A. The influence of blood contamination on bond strengths between dentin and an adhesive resin cement. Oper Dent. 25 (2000): 195-201.

(30) Park, J. W. and Lee, K. C. The influence of salivary contamination on shear bond strength of dentin adhesive systems. Oper Dent. 29 (2004): 437-442.

(31) Powers, J. M., Finger, W. J. and Xie, J. Bonding of composite resin to contaminated human enamel and dentin. J Prosthodont. 4 (1995): 28-32.

(32) Say, E. C., Koray, F., Tarim, B., Soyman, M. and Gulmez, T. In vitro effect of cavity disinfectants on the bond strength of dentin bonding systems. Quintessence Int. 35 (2004): 56-60.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

(33) Xie, J., Powers, J. M. and McGuckin, R. S. In vitro bond strength of two adhesives to enamel and dentin under normal and contaminated conditions. Dent Mater. 9 (1993): 295-299.

(34) Benson, B. W., Bomberg, T. J., Hatch, R. A. and Hoffman, W. Tissue displacement methods in fixed prosthodontics. J Prosthet Dent. 55 (1986): 175-181.

(35) Stark, M. M., Nicholson, D. J., Soelberg, K. B., Kempler, D. and Pelzner, R. B. The effects of retraction cords and electrosurgery upon blood pressure and tissue regeneration in rhesus monkeys. J Dent Res. 56 (1977): 881-888.

(36) Stephen, F., Rosenstiel, M. F. and Fujimoto, L. Contemporary Fixed Prosthodontics. 3rd ed. United States of America: Mosby, 2001.

(37) Ho, C. C. Making great impressions : A fast, safe and simple retraction technique using Expasyl. Australasian Dental Practice. (2007): 1-6.

(38) Lesage, P. Expasyl: protocol for use with fixed prosthodontics. Dental Practice. (2006): 160-166.

(39) Shaw, D. K. and Cohen DM. Retractive cords with aluminum chloride : Effect on the gingiva. Oper Dent. 5 (1980): 138.

(40) Cloyd, S. and Puri, S. Using the double-cord packing technique of tissue retraction for making crown impressions. Dent Today. 18 (1999): 54-59.

(41) Runyan, D. A., Reddy, T. G. and Shimoda, L. M. Fluid absorbency of retraction cords after soaking in aluminum chloride solution. J Prosthet Dent. 60 (1988): 676-678.

(42) Weir, D. J. and Williams, B. H. Clinical effectiveness of mechanical-chemical tissue displacement methods. J Prosthet Dent. 51 (1984): 326-329.

(43) Bowles, W. H., Tardy, S. J. and Vahadi, A. Evaluation of new gingival retraction agents. J Dent Res. 70 (1991): 1447-1449.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

(44) Nemetz, H. Tissue management in fixed prosthodontics. J Prosthet Dent. 31 (1974): 628-636.

(45) Buchanan, W. T. and Thayer, K. E. Systemic effects of epinephrine-impregnated retraction cord in fixed partial denture prosthodontics. J Am Dent Assoc. 104 (1982): 482-484.

(46) Powis, D. R., Folleras, T., Merson, S. A. and Wilson, A. D. Improved adhesion of a glass ionomer cement to dentin and enamel. J Dent Res. 61 (1982): 1416-1422.

(47) Woycheshin, F. F. An evaluation of the drugs used for gingival retraction. The Journal of Prosthetic Dentistry. 14 (1964): 769-776.

(48) Johnson, J. P. and Dykema, R. W. Modern Practice in Crown and Bridge Prosthodontics. 3rd ed. Philadelphia: WB Saunders, 1971.

(49) Sabbak, S. A. and Hassanin, M. B. A scanning electron microscopic study of tooth surface changes induced by tannic acid. J Prosthet Dent. 79 (1998): 169-174.

(50) Bitter, N. C. Tannic acid for smear layer removal: pilot study with scanning electron microscope. J Prosthet Dent. 61 (1989): 503-507.

(51) de Gennaro, G. G., Landesman, H. M., Calhoun, J. E. and Martinoff, J. T. A comparison of gingival inflammation related to retraction cords. J Prosthet Dent. 47 (1982): 384-386.

(52) Kopac, I., Cvetko, E., Pavlica, Z. and Marion, L. Gingival tissue inflammatory response following treatment with chemical retraction agents in Beagle dogs. Pflugers Arch. 442 (2001): 145-146.

(53) Liu, C. M., Huang, F. M., Yang, L. C., Chou, L. S., Chou, M. Y. and Chang, Y. C. Cytotoxic effects of gingival retraction cords on human gingival fibroblasts in vitro. J Oral Rehabil. 31 (2004): 368-372.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

(54) Akca, E. A., Yildirim, E., Dalkiz, M., Yavuzyilmaz, H. and Beydemir, B. Effects of different retraction medicaments on gingival tissue. Quintessence Int. 37 (2006): 53-59.

(55) Kidd, E. A. Microleakage: a review. J Dent. 4 (1976): 199-206.

(56) Retief, D. H., Mandras, R. S. and Russell, C. M. Shear bond strength required to prevent microleakage of the dentin/restoration interface. Am J Dent. 7 (1994): 44-46.

(57) Chen, H. Y., Manhart, J., Hickel, R. and Kunzelmann, K. H. Polymerization contraction stress in light-cured packable composite resins. Dent Mater. 17 (2001): 253-259.

(58) Rosin, M., Urban, A. D., Gartner, C., Bernhardt, O., Splieth, C. and Meyer, G. Polymerization shrinkage-strain and microleakage in dentin-bordered cavities of chemically and light-cured restorative materials. Dent Mater. 18 (2002): 521-528.

(59) Shook, L. W., Turner, E. W., Ross, J. and Scarbecz, M. Effect of surface roughness of cavity preparations on the microleakage of Class V resin composite restorations. Oper Dent. 28 (2003): 779-785.

(60) Cox, C. F. Microleakage related to restorative procedures. Proc Finn Dent Soc. 88 (1992): 83-93.

(61) May, K. N., Swift, E. J., Wilder, A. J. and Futrell, S. C. Effect of a surface sealant on microleakage of Class V restorations. Am J Dent. 9 (1996): 133-136.

(62) Trushkowsky, R. D. and Gwinnett, A. J. Microleakage of Class V composite, resin sandwich, and resin-modified glass ionomers. Am J Dent. 9 (1996): 96-99.

(63) Eick, J. D. and Welch, F. H. Polymerization shrinkage of posterior composite resins and its possible influence on postoperative sensitivity. Quintessence Int. 17 (1986): 103-111.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

(64) Mehl, A., Hickel, R. and Kunzelmann, K. H. Physical properties and gap formation of light-cured composites with and without 'softstart-polymerization'. J Dent. 25 (1997): 321-330.

(65) Friedl, K. H., Schmalz, G., Hiller, K. A. and Markl, A. Marginal adaption of Class V restorations with and without "softstart-polymerization". Oper Dent. 25 (2000): 26-32.

(66) Taylor, M. J. and Lynch, E. Microleakage. J Dent. 20 (1992): 3-10.

(67) Youngson, C. C., Jones, J. C., Manogue, M. and Smith, I. S. In vitro dentinal penetration by tracers used in microleakage studies. Int Endod J. 31 (1998): 90-99.

(68) Douglas, W. H., Fields, R. P. and Fundingsland, J. A comparison between the microleakage of direct and indirect composite restorative systems. J Dent. 17 (1989): 184-188.

(69) Raskin, A., et al. Influence of the number of sections on reliability of in vitro microleakage evaluations. Am J Dent. 16 (2003): 207-210.

(70) Altman, D. G. Practical Statistics for Medical Research. 1st ed. London: Chapman and Hall, 1991.

(71) Yiu, C. K., Hiraishi, N., King, N. M. and Tay, F. R. Effect of dentinal surface preparation on bond strength of self-etching adhesives. J Adhes Dent. 10 (2008): 173-182.

(72) Tay, F. R., Gwinnett, A. J. and Wei, S. H. The overwet phenomenon: an optical, micromorphological study of surface moisture in the acid-conditioned, resin-dentin interface. Am J Dent. 9 (1996): 43-48.

(73) Retief, D. H. Do adhesives prevent microleakage?. Int Dent J. 44 (1994): 19-26.

(74) Park, J., Chang, J., Ferracane, J. and Lee, I. B. How should composite be layered to reduce shrinkage stress: incremental or bulk filling? Dent Mater. 24 (2008): 1501-1505.

(75) Crim, G. A., Swartz, M. L. and Phillips, R. W. Comparison of four thermocycling techniques. J Prosthet Dent. 53 (1985): 50-53.

(76) Gale, M. S. and Darvell, B. W. Thermal cycling procedures for laboratory testing of dental restorations. J Dent. 27 (1999): 89-99.

(77) Retief, D. H. Standardizing laboratory adhesion tests. Am J Dent. 4 (1991): 231-236.

(78) Van Landuyt, K. L., et al. Systematic review of the chemical composition of contemporary dental adhesives. Biomaterials. 28 (2007): 3757-3785.

(79) Van Landuyt, K. L., Snauwaert, J., Peumans, M., De Munck, J., Lambrechts, P. and Van Meerbeek, B. The role of HEMA in one-step self-etch adhesives. Dent Mater. 24 (2008): 1412-1419.

(80) Sadr, A., Shimada, Y. and Tagami, J. Effects of solvent drying time on micro-shear bond strength and mechanical properties of two self-etching adhesive systems. Dent Mater. 23 (2007): 1114-1119.

(81) Tay, F. R., Pashley, D. H., Suh, B. I., Carvalho, R. M. and Itthagarun, A. Single-step adhesives are permeable membranes. J Dent. 30 (2002): 371-382.

(82) Zivkovic, S. Quality assessment of marginal sealing using 7 dentin adhesive systems. Quintessence Int. 31 (2000): 423-429.

(83) Silveira de Araujo, C., Incerti da Silva, T., Ogliari, F. A., Meireles, S. S., Piva, E. and Demarco, F. F. Microleakage of seven adhesive systems in enamel and dentin. J Contemp Dent Pract. 7 (2006): 26-33.

(84) Van Meerbeek, B., et al. Buonocore memorial lecture. Adhesion to enamel and dentin: current status and future challenges. Oper Dent. 28 (2003): 215-235.

(85) Peumans, M., Kanumilli, P., De Munck, J., Van Landuyt, K., Lambrechts, P. and Van Meerbeek, B. Clinical effectiveness of contemporary adhesives: a systematic review of current clinical trials. Dent Mater. 21 (2005): 864-881.

(86) Putt, M. S. and Kleber, C. J. Dissolution studies of human enamel treated with aluminum solutions. J Dent Res. 64 (1985): 437-440.

(87) Swanson, T. K., Feigal, R. J., Tantbirojn, D. and Hodges, J. S. Effect of adhesive systems and bevel on enamel margin integrity in primary and permanent teeth. Pediatr Dent. 30 (2008): 134-140.

(88) Hitt, J. C. and Feigal, R. J. Use of a bonding agent to reduce sealant sensitivity to moisture contamination: an in vitro study. Pediatr Dent. 14 (1992): 41-46.

(89) Feigal, R. J., Hitt, J. and Splieth, C. Retaining sealant on salivary contaminated enamel. J Am Dent Assoc. 124 (1993): 88-97.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข้อมูลดิบการอ่านผลคะแนนการรั่วซึมระดับจุลภาค

ตารางที่ 12 ข้อมูลดิบการอ่านผลคะแนนการรั่วซึมระดับจุลภาคจากผู้อ่านผลทั้ง 2 คน

กลุ่มที่ 1	Occlusal wall				Gingival wall			
Negative control	**ด้าน**				**ด้าน**			
ซี่ที่	A	B	C	D	A	B	C	D
1	4	4	4	4	4	4	4	4
2	4	4	4	4	4	4	4	4
3	4	4	4	4	4	4	4	4
4	4	4	4	4	4	4	4	4
5	4	4	4	3	4	4	4	4
6	4	4	4	4	4	4	4	4
7	4	4	4	4	4	4	4	4
8	4	4	4	4	4	4	4	4
9	4	4	4	4	4	4	4	4
10	4	4	4	4	4	4	4	4
กลุ่มที่ 2	Occlusal wall				Gingival wall			
SE-control	**ด้าน**				**ด้าน**			
ซี่ที่	A	B	C	D	A	B	C	D
1	0	0	0	0	0	0	0	1
2	1	1	1	1	0	0	0	1
3	1	1	1	2	1	1	1	1
4	1	1	2	2	0	0	1	1
5	3	2	2	2	4	4	3	3
6	1	1	2	2	1	1	1	1
7	1	0	1	0	1	1	1	1
8	2	1	1	1	1	1	1	1
9	1	1	1	1	1	1	1	1
10	1	1	1	1	1	1	1	1
กลุ่มที่ 3	Occlusal wall				Gingival wall			
SE-NR	**ด้าน**				**ด้าน**			
ซี่ที่	A	B	C	D	A	B	C	D
1	0	0	1	1	4	4	4	4
2	0	1	1	1	4	4	4	4

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3	1	1	1	1	4	4	4	4
4	2	2	2	2	4	4	4	4
5	1	1	1	1	3	3	3	3
6	0	1	1	1	2	2	2	3
7	2	1	1	1	4	4	4	4
8	1	1	1	1	4	4	4	4
9	1	1	1	1	4	4	4	3
10	1	1	1	1	4	4	4	4
กลุ่มที่ 4	Occlusal wall				Gingival wall			
SE-R	**ด้าน**				**ด้าน**			
ซี่ที่	A	B	C	D	A	B	C	D
1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	0	1	1	3	3	2	1
3	1	2	3	2	1	1	1	1
4	0	1	0	2	1	1	1	1
5	1	1	1	2	1	2	2	2
6	1	1	1	1	1	1	1	1
7	1	1	1	1	1	1	1	1
8	1	1	1	1	1	1	1	1
9	2	2	2	2	1	1	2	1
10	1	1	1	1	1	0	1	2
กลุ่มที่ 5	Occlusal wall				Gingival wall			
S3-control	**ด้าน**				**ด้าน**			
ซี่ที่	A	B	C	D	A	B	C	D
1	1	1	1	2	1	1	1	1
2	1	1	1	1	1	1	1	1
3	2	2	2	2	1	1	1	1
4	2	2	2	2	2	1	1	1
5	2	2	2	2	1	1	1	1
6	2	2	2	2	2	2	1	2
7	1	1	1	1	1	1	1	2
8	1	1	1	1	4	3	3	4
9	1	1	1	1	3	3	1	1
10	1	1	1	1	4	2	2	2

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กลุ่มที่ 6 S3-NR	Occlusal wall ด้าน				Gingival wall ด้าน			
ซี่ที่	A	B	C	D	A	B	C	D
1	4	2	4	4	4	4	4	4
2	4	2	1	2	4	4	4	4
3	3	1	1	1	4	4	4	4
4	1	1	1	1	4	4	4	4
5	1	1	2	1	4	4	4	4
6	4	4	4	4	4	4	4	4
7	1	1	4	4	4	4	4	4
8	4	4	4	4	4	4	4	4
9	4	4	4	4	4	4	4	4
10	4	1	4	4	4	4	4	4
กลุ่มที่ 7 S3-R	Occlusal wall ด้าน				Gingival wall ด้าน			
ซี่ที่	A	B	C	D	A	B	C	D
1	2	2	2	2	1	1	1	1
2	1	1	1	1	1	1	1	1
3	2	2	2	2	1	2	2	2
4	1	1	1	1	3	3	2	2
5	1	1	1	1	4	4	4	4
6	1	1	1	1	1	1	1	1
7	1	1	1	0	1	1	1	1
8	1	1	1	1	1	1	1	1
9	1	1	1	1	1	1	1	1
10	1	1	1	1	1	1	1	1

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 13 ข้อมูลดิบการอ่านผลการรั่วซึมระดับจุลภาคเพื่อทดสอบความเที่ยงของเครื่องมือของผู้อ่านผลคนที่ 1 ครั้งที่ 1

ซี่ที่	Occlusal wall				Gingival wall			
	ด้าน				ด้าน			
	A	B	C	D	A	B	C	D
1	0	1	1	1	1	1	1	1
2	1	0	1	1	3	3	2	1
3	1	1	3	2	1	1	1	1
4	0	1	0	2	1	1	1	1
5	1	1	1	2	1	2	2	2
6	1	1	1	1	1	1	1	1
7	1	1	1	1	1	1	1	1
8	1	1	1	1	1	1	1	1
9	2	2	2	2	1	1	2	1
10	1	1	1	1	1	0	1	1
11	4	2	4	4	4	4	4	4
12	4	2	1	1	4	4	4	4
13	3	1	1	1	4	4	4	4
14	1	1	1	1	4	4	4	4

ลงชื่อ....................อัมพาภรณ์..ผู้ตรวจ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 14 ข้อมูลดิบการอ่านผลการรั่วซึมระดับจุลภาคเพื่อทดสอบความเที่ยงของเครื่องมือของผู้อ่านผลคนที่ 1 ครั้งที่ 2

ซี่ที่	Occlusal wall				Gingival wall			
	ด้าน				**ด้าน**			
	A	B	C	D	A	B	C	D
1	0	1	0	0	1	1	1	1
2	0	0	1	1	1	1	1	1
3	0	1	2	2	1	1	1	1
4	0	0	0	2	1	1	1	1
5	1	0	1	2	1	2	2	2
6	1	1	1	1	1	1	1	1
7	1	1	1	1	1	1	1	1
8	1	1	1	1	1	1	1	1
9	2	2	2	2	1	1	1	1
10	1	1	1	1	1	1	1	1
11	4	4	2	2	4	4	4	4
12	4	2	1	1	4	4	4	4
13	4	1	1	1	4	4	4	4
14	1	1	1	1	4	4	4	4
ลงชื่อ..........................อัมพาภรณ์...ผู้ตรวจ								

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 15 ข้อมูลดิบการอ่านผลการรั่วซึมระดับจุลภาคเพื่อทดสอบความเที่ยงของเครื่องมือของผู้อ่านผลคนที่ 2 ครั้งที่ 1

ซี่ที่	Occlusal wall				Gingival wall			
	ด้าน				ด้าน			
	A	B	C	D	A	B	C	D
1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	0	0	1	3	3	2	1
3	1	2	3	2	1	1	1	1
4	0	1	0	2	1	1	1	1
5	1	0	1	2	1	2	2	2
6	1	1	1	1	1	1	1	1
7	1	1	1	1	1	1	1	1
8	1	1	1	1	1	1	1	1
9	2	2	2	2	1	1	2	1
10	1	1	1	1	1	0	1	2
11	2	2	2	2	4	4	4	4
12	4	2	1	2	4	4	4	4
13	2	1	1	1	4	4	4	4
14	1	1	1	1	4	4	4	4

ลงชื่อ..........................อุษณีย์...ผู้ตรวจ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 16 ข้อมูลดิบการอ่านผลการรั่วซึมระดับจุลภาคเพื่อทดสอบความเที่ยงของเครื่องมือของผู้อ่านผลคนที่ 2 ครั้งที่ 2

ซี่ที่	Occlusal wall				Gingival wall			
	ด้าน				**ด้าน**			
	A	B	C	D	A	B	C	D
1	0	1	1	0	1	1	1	1
2	0	0	1	1	3	2	3	1
3	2	2	2	2	1	1	1	1
4	1	0	1	1	1	1	1	1
5	1	0	1	2	1	2	2	2
6	1	1	1	1	1	1	1	1
7	1	1	1	1	1	1	1	1
8	1	1	0	1	1	1	1	1
9	2	2	2	2	1	1	1	1
10	1	1	1	2	1	1	1	1
11	4	1	1	2	4	4	4	4
12	4	2	1	1	4	4	4	4
13	4	1	1	1	4	4	4	4
14	1	1	0	1	4	4	4	4

ลงชื่อ..................................อุษณีย์...ผู้ตรวจ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข้อมูลการทดสอบค่าแคปปาแบบถ่วงน้ำหนัก

1. ค่าแคปปาแบบถ่วงน้ำหนักระหว่างผู้อ่านผลคนที่ 1 และผู้อ่านผลคนที่ 2 แสดงดังตารางที่ 17

ตารางที่ 17 แสดงข้อมูลค่าแคปปาแบบถ่วงน้ำหนักระหว่างผู้อ่านคนที่ 1 และผู้อ่านคนที่ 2

	ผู้อ่านผลคนที่ 1				
ผู้อ่านผลคนที่ 2	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**
0	6	2			
1	3	60	2		1
2	1	4	12		
3		2			
4					19

Weighted Kappa = 0.848

Standard error (KW'=0) = 0.072

Standard error (KW'#0) = 0.072

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. ค่าแคปปาแบบถ่วงน้ำหนักของผู้อ่านผลคนที่ 1 ในการอ่านผล 2 ครั้ง
แสดงดังตารางที่ 18

ตารางที่ 18 แสดงข้อมูลค่าแคปปาแบบถ่วงน้ำหนักของผู้อ่านผลคนที่ 1 ในการอ่านผล 2 ครั้ง

	ครั้งที่ 1				
ครั้งที่ 2	0	1	2	3	4
0	4	7			
1	1	62	2	2	
2			12	1	2
3		2			
4				1	18

Weighted Kappa = 0.847
Standard error (KW'=0) = 0.072
Standard error (KW'#0) = 0.039

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3. ค่าแคปปาแบบถ่วงน้ำหนักของผู้อ่านผลคนที่ 2 ในการอ่านผล 2 ครั้ง
แสดงดังตารางที่ 19

ตารางที่ 19 แสดงข้อมูลค่าแคปปาแบบถ่วงน้ำหนักของผู้อ่านผลคนที่ 2 ในการอ่านผล 2 ครั้ง

	ผู้อ่านผลคนที่ 2 ครั้งที่ 1				
ครั้งที่ 2	0	1	2	3	4
0	2	6			
1	4	58	6		
2		2	12	1	
3			1	1	
4			2		17

Weighted Kappa = 0.810

Standard error (KW'=0) = 0.071

Standard error (KW'#0) = 0.041

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข้อมูลผลการวิเคราะห์ทางสถิติด้วยโปรแกรม StatsDirect for window version 2.7.2 software

1. **สถิติเชิงพรรณนา** (Descriptive statistics) ของข้อมูลในแต่ละกลุ่ม

กลุ่มที่ 1 Negative control

Descriptive statistics		*Descriptive statistics*	
Variables	Occlusal 1	Variables	Gingival 1
Valid data	40	Valid data	40
Missing data	0	Missing data	0
Maximum	4	Maximum	4
Upper quartile	4	Upper quartile	4
Median	4	Median	4
Lower quartile	4	Lower quartile	4
Minimum	3	Minimum	4

กลุ่มที่ 2 Clearfil SE-bond control (SE-control)

Descriptive statistics		*Descriptive statistics*	
Variables	Occlusal 2	Variables	Gingival 2
Valid data	40	Valid data	40
Missing data	0	Missing data	0
Maximum	3	Maximum	4
Upper quartile	1.75	Upper quartile	1
Median	1	Median	1
Lower quartile	1	Lower quartile	1
Minimum	0	Minimum	0

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กลุ่มที่ 3 Clearfil SE-bond non rinse (SE-NR)

Descriptive statistics

Variables	Occlusal 3
Valid data	40
Missing data	0
Maximum	2
Upper quartile	1
Median	1
Lower quartile	1
Minimum	0

Descriptive statistics

Variables	Gingival 3
Valid data	40
Missing data	0
Maximum	4
Upper quartile	4
Median	4
Lower quartile	4
Minimum	2

กลุ่มที่ 4 Clearfil SE-bond rinse (SE-R)

Descriptive statistics

Variables	Occlusal 4
Valid data	40
Missing data	0
Maximum	3
Upper quartile	1
Median	1
Lower quartile	1
Minimum	0

Descriptive statistics

Variables	Gingival 4
Valid data	40
Missing data	0
Maximum	3
Upper quartile	1
Median	1
Lower quartile	1
Minimum	0

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กลุ่มที่ 5 Clearfil S3-bond control (S3-control)

Descriptive statistics

Variables	Occlusal 5
Valid data	40
Missing data	0
Maximum	2
Upper quartile	2
Median	1
Lower quartile	1
Minimum	1

Descriptive statistics

Variables	Gingival 5
Valid data	40
Missing data	0
Maximum	4
Upper quartile	2
Median	1
Lower quartile	1
Minimum	1

กลุ่มที่ 6 Clearfil S3-bond non rinse (S3-NR)

Descriptive statistics

Variables	Occlusal 6
Valid data	40
Missing data	0
Maximum	4
Upper quartile	4
Median	4
Lower quartile	1
Minimum	1

Descriptive statistics

Variables	Gingival 6
Valid data	40
Missing data	0
Maximum	4
Upper quartile	4
Median	4
Lower quartile	4
Minimum	4

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กลุ่มที่ 7 Clearfil S3-bond rinse (S3-R)

Descriptive statistics

Variables	Occlusal 7
Valid data	40
Missing data	0
Maximum	2
Upper quartile	1
Median	1
Lower quartile	1
Minimum	0

Descriptive statistics

Variables	Gingival 7
Valid data	40
Missing data	0
Maximum	4
Upper quartile	2
Median	1
Lower quartile	1
Minimum	1

2. **สถิติครัสคาล-วัลลิส และการเปรียบเทียบพหุคูณระหว่างกลุ่ม**

Kruskal-Wallis test

Variables: occlusal 2, occlusal 3, occlusal 4

Groups = 3
df = 2
Total observations = 120

T = .779163
P = 0.6773

Adjusted for ties:

T = 1.177495
P = 0.555

Kruskal-Wallis test

Variables: occlusal 5, occlusal 6, occlusal 7

Groups = 3
df = 2
Total observations = 120

T = 23.232366
P < 0.0001

Adjusted for ties:

T = 29.090713
P < 0.0001

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

At least one of your sample populations tends to yield larger observations than at least one other sample population.

Kruskal-Wallis: all pairwise comparisons (Dwass-Steel-Chritchlow-Fligner)
Critical q (range) = 3.314493

occlusal 5 vs. occlusal 6 significant
(|5.369757| > 3.314493) P = 0.0004
occlusal 5 vs. occlusal 7 not significant
(|-3.202807| > 3.314493) P = 0.0609
occlusal 6 vs. occlusal 7 significant
(|-6.919665| > 3.314493) P < 0.0001

Kruskal-Wallis: all pairwise comparisons (Conover-Inman)
Critical t (117 df) = 1.980448

occlusal 5 and occlusal 6 significant
(24.9375 > 13.936621) P = 0.0006
occlusal 5 and occlusal 7 not significant
(11.775 > 13.936621) P = 0.0969

occlusal 6 and occlusal 7 significant
(36.7125 > 13.936621) P < 0.0001

Kruskal-Wallis test

Variables: ginival 2, gingival 3, gingival 4

Groups = 3
df = 2
Total observations = 120

T = 72.42062
P < 0.0001

Adjusted for ties:

T = 84.309358
P < 0.0001

At least one of your sample populations tends to yield larger observations than at least one other sample population.

Kruskal-Wallis: all pairwise comparisons (Dwass-Steel-Chritchlow-Fligner)
Critical q (range) = 3.314493

ginival 2 vs. gingival 3 significant
(|10.689829| > 3.314493) P < 0.0001
ginival 2 vs. gingival 4 not significant
(|3.099826| > 3.314493) P = 0.0725
gingival 3 vs. gingival 4 significant
(|-11.291942| > 3.314493) P < 0.0001

Kruskal-Wallis: all pairwise comparisons (Conover-Inman)
Critical t (117 df) = 1.980448

ginival 2 and gingival 3	significant
(60.825 > 9.719523)	P < 0.0001
ginival 2 and gingival 4	not significant
(7.8 > 9.719523)	P = 0.1147
gingival 3 and gingival 4	significant
(53.025 > 9.719523)	P < 0.0001

Kruskal-Wallis test

Variables: gingival 5, gingival 6, gingival 7

Groups = 3
df = 2
Total observations = 120

T = 66.203399
P < 0.0001

Adjusted for ties:

T = 78.120282
P < 0.0001

At least one of your sample populations tends to yield larger observations than at least one other sample population.

Kruskal-Wallis: all pairwise comparisons (Dwass-Steel-Chritchlow-Fligner)
Critical q (range) = 3.314493

gingival 5 vs. gingival 6	significant
(|11.167009| > 3.314493)	P < 0.0001
gingival 5 vs. gingival 7	not significant
(|-1.124499| > 3.314493)	P = 0.706
gingival 6 vs. gingival 7	significant
(|-11.052611| > 3.314493)	P < 0.0001

Kruskal-Wallis: all pairwise comparisons (Conover-Inman)
Critical t (117 df) = 1.980448

gingival 5 and gingival 6	significant
(53.2875 > 10.347873)	P < 0.0001
gingival 5 and gingival 7	not significant
(2.925 > 10.347873)	P = 0.5767
gingival 6 and gingival 7	significant
(56.2125 > 10.347873)	P < 0.0001

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3. **สถิติของแมน-วิทนีย์**

3.1 ผลการเปรียบเทียบการรั่วซึมระดับจุลภาคระหว่างสารยึดติดระบบ 2 ขั้นตอน และ 1 ขั้นตอน

Mann-Whitney U test

Observations (x) in occlusal 2 = 40   median = 1   rank sum = 1419.5
Observations (y) in occlusal 5 = 40   median = 1
U = 599.5   U' = 1000.5

Normalised statistic = -2.209315 (adjusted for ties)
Lower side P = 0.0136 (H1: x tends to be less than y)
Upper side P = 0.9864 (H1: x tends to be greater than y)
Two sided P = 0.0272 (H1: x tends to be distributed differently to y)

95% confidence interval for difference between medians or means:
K = 597   median difference = 0
CI = -1 to 0

Mann-Whitney U test

Observations (x) in occlusal 3 = 40   median = 1   rank sum = 1117
Observations (y) in occlusal 6 = 40   median = 4
U = 297   U' = 1303

Normalised statistic = -5.402955 (adjusted for ties)
Lower side P < 0.0001 (H1: x tends to be less than y)
Upper side P > 0.9999 (H1: x tends to be greater than y)
Two sided P < 0.0001 (H1: x tends to be distributed differently to y)

95% confidence interval for difference between medians or means:
K = 597   median difference = -2
CI = -3 to -1

Mann-Whitney U test

Observations (x) in occlusal 4 = 40   median = 1   rank sum = 1611.5
Observations (y) in occlusal 7 = 40   median = 1
U = 791.5   U' = 808.5

Normalised statistic = -.106408 (adjusted for ties)
Lower side P = 0.4576 (H1: x tends to be less than y)
Upper side P = 0.5424 (H1: x tends to be greater than y)
Two sided P = 0.9153 (H1: x tends to be distributed differently to y)

95% confidence interval for difference between medians or means:
K = 597   median difference = 0
CI = 0 to 0

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Mann-Whitney U test

Observations (x) in ginival 2 = 40   median = 1   rank sum = 1317
Observations (y) in gingival 5 = 40   median = 1
U = 497   U' = 1103

Normalised statistic = -3.468348 (adjusted for ties)
Lower side P = 0.0003 (H1: x tends to be less than y)
Upper side P = 0.9997 (H1: x tends to be greater than y)
Two sided P = 0.0005 (H1: x tends to be distributed differently to y)

95% confidence interval for difference between medians or means:
K = 597   median difference = 0
CI = -1 to 0

Mann-Whitney U test

Observations (x) in gingival 3 = 40   median = 4   rank sum = 1440
Observations (y) in gingival 6 = 40   median = 4
U = 620   U' = 980

Normalised statistic = -3.159502 (adjusted for ties)
Lower side P = 0.0008 (H1: x tends to be less than y)
Upper side P = 0.9992 (H1: x tends to be greater than y)
Two sided P = 0.0016 (H1: x tends to be distributed differently to y)

95% confidence interval for difference between medians or means:
K = 597   median difference = 0
CI = 0 to 0

Mann-Whitney U test

Observations (x) in gingival 4 = 40   median = 1   rank sum = 1528.5
Observations (y) in gingival 7 = 40   median = 1
U = 708.5   U' = 891.5

Normalised statistic = -1.160748 (adjusted for ties)
Lower side P = 0.1229 (H1: x tends to be less than y)
Upper side P = 0.8771 (H1: x tends to be greater than y)
Two sided P = 0.2457 (H1: x tends to be distributed differently to y)

95% confidence interval for difference between medians or means:
K = 597   median difference = 0
CI = 0 to 0

3.2 **ผลการเปรียบเทียบการรั่วซึมระดับจุลภาคระหว่างผนังด้านบดเคี้ยวและผนังด้านเหงือก**

Mann-Whitney U test

Observations (x) in occlusal 1 = 40   median = 4   rank sum = 1600
Observations (y) in Gingival 1 = 40   median = 4
U = 780   U' = 820

Normalised statistic = -1 (adjusted for ties)
Lower side P = 0.1587 (H1: x tends to be less than y)
Upper side P = 0.8413 (H1: x tends to be greater than y)
Two sided P = 0.3173 (H1: x tends to be distributed differently to y)

95% confidence interval for difference between medians or means:
K = 597   median difference = 0
CI = 0 to 0

Mann-Whitney U test

Observations (x) in occlusal 2 = 40   median = 1   rank sum = 1733
Observations (y) in ginival 2 = 40   median = 1
U = 913   U' = 687

Normalised statistic = 1.282662 (adjusted for ties)
Lower side P = 0.9002 (H1: x tends to be less than y)
Upper side P = 0.0998 (H1: x tends to be greater than y)
Two sided P = 0.1996 (H1: x tends to be distributed differently to y)

95% confidence interval for difference between medians or means:
K = 597   median difference = 0
CI = 0 to 0

Mann-Whitney U test

Observations (x) in occlusal 3 = 40   median = 1   rank sum = 827.5
Observations (y) in gingival 3 = 40   median = 4
U = 7.5   U' = 1592.5

Normalised statistic = -8.118933 (adjusted for ties)
Lower side P < 0.0001 (H1: x tends to be less than y)
Upper side P > 0.9999 (H1: x tends to be greater than y)
Two sided P < 0.0001 (H1: x tends to be distributed differently to y)

95% confidence interval for difference between medians or means:
K = 597   median difference = -3
CI = -3 to -3

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Mann-Whitney U test

Observations (x) in occlusal 4 = 40 median = 1 rank sum = 1602.5
Observations (y) in gingival 4 = 40 median = 1
U = 782.5 U' = 817.5

Normalised statistic = -0.218597 (adjusted for ties)
Lower side P = 0.4135 (H1: x tends to be less than y)
Upper side P = 0.5865 (H1: x tends to be greater than y)
Two sided P = 0.827 (H1: x tends to be distributed differently to y)

95% confidence interval for difference between medians or means:
K = 597 median difference = 0
CI = 0 to 0

Mann-Whitney U test

Observations (x) in occlusal 5 = 40 median = 1 rank sum = 1600.5
Observations (y) in gingival 5 = 40 median = 1
U = 780.5 U' = 819.5

Normalised statistic = -0.216174 (adjusted for ties)
Lower side P = 0.4144 (H1: x tends to be less than y)
Upper side P = 0.5856 (H1: x tends to be greater than y)
Two sided P = 0.8289 (H1: x tends to be distributed differently to y)

95% confidence interval for difference between medians or means:
K = 597 median difference = 0
CI = 0 to 0

Mann-Whitney U test

Observations (x) in occlusal 6 = 40 median = 4 rank sum = 1240
Observations (y) in gingival 6 = 40 median = 4
U = 420 U' = 1180

Normalised statistic = -4.924777 (adjusted for ties)
Lower side P < 0.0001 (H1: x tends to be less than y)
Upper side P > 0.9999 (H1: x tends to be greater than y)
Two sided P < 0.0001 (H1: x tends to be distributed differently to y)

95% confidence interval for difference between medians or means:
K = 597 median difference = 0
CI = -2 to 0

Mann-Whitney U test

Observations (x) in occlusal 7 = 40 median = 1 rank sum = 1521.5
Observations (y) in gingival 7 = 40 median = 1
U = 701.5 U' = 898.5

Normalised statistic = -1.251271 (adjusted for ties)
Lower side P = 0.1054 (H1: x tends to be less than y)

Upper side P = 0.8946 (H1: x tends to be greater than y)
Two sided P = 0.2108 (H1: x tends to be distributed differently to y)

95% confidence interval for difference between medians or means:
K = 597   median difference = 0
CI = 0 to 0

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวอัจฉราวรรณ ธรรมพาเลิศ เกิดเมื่อวันที่ 16 มกราคม พ.ศ. 2520 ณ จังหวัดนครสวรรค์ สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาชีวเคมีและชีวเคมีเทคโนโลยี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ในปี พ.ศ. 2542 และสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาทันตแพทยศาสตร์บัณฑิต คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ปี พ.ศ. 2547 และในปี พ.ศ. 2547 ได้เข้ารับราชการตำแหน่งพนักงานมหาวิทยาลัย ที่คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ จนถึงปัจจุบัน

ปัจจุบันลาศึกษาต่อในหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาทันตกรรมหัตถการ คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย