

ผลของการปนเปื้อนสารระงับอาการเสียวฟันต่อการรั่วซึมระดับจุลภาคและความแข็งแรงยึดติดของ
เนื้อฟันเมื่อใช้สารยึดติดชนิดเซลฟ์เอทซ์แบบสองชั้นตอน



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาทันตกรรมหัตถการ ภาควิชาทันตกรรมหัตถการ
คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2563
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Effect of desensitizing agent contamination on microleakage and dentin bond strength using two-step self-etch adhesive



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

Department of Operative Dentistry

FACULTY OF DENTISTRY

Chulalongkorn University

Academic Year 2020

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์

ผลของการปนเปื้อนสารระงับอาการเสียวฟันต่อการรั่วซึมระดับ
จุลภาคและความแข็งแรงยึดติดของเนื้อฟันเมื่อใช้สารยึดติดชนิด
เซลฟ์เอทซ์แบบสองชั้นตอน

โดย

นายปรัชญา บุญสอง

สาขาวิชา

ทันตกรรมหัตถการ

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

รองศาสตราจารย์ เรือเอกหญิง ทันตแพทย์หญิง ดร.รังสิมา สกุลณะ
มรรคา

คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะทันตแพทยศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ทันตแพทย์ ดร.พรชัย จันศิษย์ยานนท์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ทันตแพทย์ ดร.ชัยวัฒน์ มณีบุษย์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(รองศาสตราจารย์ เรือเอกหญิง ทันตแพทย์หญิง ดร.รังสิมา สกุลณะมรรคา)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ทันตแพทย์หญิง ดร.ภาวิณีย์ ปฏิพัทธ์วุฒิกุล ดิตรอน)

CHULALONGKORN UNIVERSITY

ปรัชญา บุญสอง : ผลของการปนเปื้อนสารระงับอาการเสียวฟันต่อการรั่วซึมระดับจุลภาคและความแข็งแรงยึดติดของเนื้อฟันเมื่อใช้สารยึดติดชนิดเซลฟ์เอทช์แบบสองขั้นตอน. (Effect of desensitizing agent contamination on microleakage and dentin bond strength using two-step self-etch adhesive) อ.ที่ปรึกษาหลัก : รศ. ร.อ.หญิง ทญ. ดร.รังสิมา สกฤษณะมรรคา

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลของการรั่วซึมระดับจุลภาคและค่าความแข็งแรงยึดติดแนวเฉียงของการบูรณะฟันด้วยสารยึดติดชนิดเซลฟ์เอทช์แบบสองขั้นตอนกับเรซินคอมโพสิตภายหลังการใช้สารลดอาการเสียวฟันโดยใช้ฟลูออไรด์นอร์มัล 90 ซี. แบ่งเป็น 3 กลุ่มในแต่ละการทดสอบ ได้แก่ กลุ่มควบคุม กลุ่มกลูตารัลดีไฮด์ และกลุ่มออกซาเลต โดยการทดสอบการรั่วซึมระดับจุลภาค (จำนวน 13 ซีตต่อกลุ่ม) เตรียมโพรงฟันคลาสไฟว์ที่คอฟันด้านใกล้แก้มยาว 4 มม. กว้างและลึก 2 มม. ทำการเบเวลขอบด้านบดเคี้ยว เตรียมผิวฟันตามกลุ่มการทดลอง ตามด้วยการบูรณะฟันด้วยสารยึดติดชนิดเซลฟ์เอทช์แบบสองขั้นตอนกับเรซินคอมโพสิต จากนั้นทำการเทอร์โมไซคลิง 5,000 รอบ แล้วแช่ในสารละลายเมทิลีนบลูความเข้มข้นร้อยละ 1 และทำการประเมินการรั่วซึมระดับจุลภาค สำหรับการทดสอบความแข็งแรงยึดติดแนวเฉียง (จำนวน 17 ซีตต่อกลุ่ม) ใช้เนื้อฟันด้านใกล้แก้ม ขัดและเตรียมผิวฟันตามกลุ่มการทดลองแล้วบูรณะฟันด้วยสารยึดติดกับเรซินคอมโพสิต จากนั้นทำการเทอร์โมไซคลิงและทดสอบความแข็งแรงยึดติดแนวเฉียงด้วยเครื่องทดสอบแรงเนกประสงค์ ทำการวิเคราะห์การแตกหักของชิ้นงานด้วยกล้องจุลทรรศน์สเตอริโอกำลังขยาย 40 เท่า ผลการศึกษาพบการรั่วซึมระดับจุลภาคที่ขอบวัสดุด้านบดเคี้ยวของทั้ง 3 กลุ่มไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่ขอบด้านใกล้เหงือกของกลุ่มสารลดอาการเสียวฟันทั้ง 2 กลุ่มมีการรั่วซึมระดับจุลภาคสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนการรั่วซึมของขอบด้านบดเคี้ยวและขอบด้านใกล้เหงือกมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทั้ง 3 กลุ่ม สำหรับความแข็งแรงยึดติดแนวเฉียง กลุ่มออกซาเลตมีค่าต่ำกว่ากลุ่มควบคุมและกลุ่มกลูตารัลดีไฮด์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และความล้มเหลวของการยึดติดที่เกิดขึ้นในทั้ง 3 กลุ่มส่วนใหญ่เป็นความล้มเหลวที่เกิดที่รอยต่อระหว่างสารยึดติดกับเนื้อฟัน จากผลการศึกษาจึงสรุปได้ว่าการใช้สารลดอาการเสียวฟันก่อนการบูรณะฟันด้วยสารยึดติดชนิดเซลฟ์เอทช์แบบสองขั้นตอนกับเรซินคอมโพสิตส่งผลต่อการรั่วซึมและความแข็งแรงยึดติดของวัสดุบูรณะ

สาขาวิชา ทันตกรรมหัตถการ

ลายมือชื่อนิสิต

ปีการศึกษา 2563

ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก

6075820332 : MAJOR OPERATIVE DENTISTRY

KEYWORD: Desensitizing agent, Microleakage, Shear bond strength, Two-step self-etch adhesive

Pratya Boonsong : Effect of desensitizing agent contamination on microleakage and dentin bond strength using two-step self-etch adhesive. Advisor: Assoc. Prof. Lt. RANGSIMA SAKOOLNAMARKA, D.D.S., Ph.D.

The purpose of this study was to compare microleakage and shear bond strength on the restoration with two-step self-etch adhesive and resin composite after applying desensitizing agents. 90 extracted, intact human premolars were divided into 3 groups (control, glutaraldehyde and oxalate group) in each experiment. For the microleakage test (n=13), class V cavities (4 mm in length, 2 mm in width and 2 mm in depth) were prepared on the buccal surface of each tooth, beveled at occlusal margin, applied desensitizing agent according to the testing group, restored with two-step self-etch adhesive and resin composite, thermocycled for 5,000 cycles, immersed in 1% methylene blue solution and evaluated the microleakage. For the shear bond strength test (n=17), buccal dentin was used, the surface was polished, then treated according to the testing group, restored with adhesive and resin composite, thermocycled, tested using a universal testing machine and analyzed the mode of failure in each fractured sample under a stereomicroscope at x40 magnification. The results showed that there was no statistically significant difference among 3 groups in microleakage test at the occlusal margin. In the meantime, microleakage at the gingival margin of both desensitized groups were higher than the control group with significant level and microleakage at both margins in each group were statistically different. In addition, for shear bond strength, oxalate group exhibited significantly lower value than both control and glutaraldehyde groups and mode of failure of all groups mostly were the adhesive failure. It could be concluded that applying desensitizing agents before the restoration with two-step self-etch and resin composite affects the microleakage and bond strength of restorative materials.

Field of Study: Operative Dentistry

Student's Signature

Academic Year: 2020

Advisor's Signature

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ รศ. ร.อ.หญิง ทญ. ดร.รังสิมา สกุลณะมรรคา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่ช่วยให้คำปรึกษาและคำแนะนำเป็นอย่างดีตลอดการศึกษานิพนธ์นี้สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ และขอบคุณโรงพยาบาลพระรามเก้าและเจ้าหน้าที่ รวมถึงเจ้าหน้าที่ศูนย์วิจัยทันตวัสดุศาสตร์และเจ้าหน้าที่ศูนย์วิจัยชีววิทยาช่องปาก คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์ช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกในการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ในการทำวิจัยครั้งนี้

ปรัชญา บุญสอง



สารบัญ

	หน้า
.....	ค
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ค
.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ง
กิตติกรรมประกาศ.....	จ
สารบัญ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ฅ
สารบัญภาพ.....	ญ
บทที่ 1.....	1
บทนำ.....	1
ความสำคัญและที่มาของปัญหางานวิจัย.....	1
คำถามงานวิจัย.....	2
วัตถุประสงค์ของงานวิจัย.....	2
สมมติฐานของงานวิจัย.....	2
ขอบเขตของงานวิจัย.....	4
ข้อตกลงเบื้องต้น.....	4
ข้อจำกัดของการวิจัย.....	4
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	5
กรอบแนวคิด.....	5
บทที่ 2.....	6
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (วรรณกรรมปริทัศน์).....	6

ภาวะเนื้อฟันไวเกิน	6
สารลดอาการเสียวฟัน	9
ออกซาเลต	10
กลูตารัลดีไฮด์	13
ระบบสารยึดติด	14
การรั่วซึมระดับจุลภาค	15
การทดสอบความแข็งแรงยึดติด	16
กระบวนการจำลองการใช้งาน	17
บทที่ 3	19
วัสดุอุปกรณ์และวิธีดำเนินการวิจัย	19
วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัย	19
เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย	20
วิธีดำเนินการวิจัย	21
ฟันที่ใช้ในการทดลองและการคำนวณกลุ่มตัวอย่าง	21
ขั้นตอนและวิธีการทดสอบการรั่วซึมระดับจุลภาค	24
ขั้นตอนและวิธีการทดสอบความแข็งแรงยึดติดแนวเนื้องาน	28
การวิเคราะห์ทางสถิติ	31
บทที่ 4	32
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	32
ผลการศึกษา	32
วิเคราะห์ผลการทดลอง	34
สรุปผลการทดลอง	39
บรรณานุกรม	40
ภาคผนวก	46

ประวัติผู้เขียน..... 61



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 วัสดุที่ใช้ในการศึกษานี้และวิธีการใช้งาน	26
ตารางที่ 2 ความถี่ของค่าการร่วซึมระดับจุลภาคในระดับต่างๆที่บริเวณขอบด้านบดเคี้ยวและขอบ ด้านใกล้เหงือกของแต่ละกลุ่มทดลอง	32
ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ย \pm ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความแข็งแรงยึดติดแนวเฉือน	33



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1 (คัดลอกจาก Kim และ Park ในปี ค.ศ.2017) แสดงทฤษฎีที่นำมาอธิบายกลไกการเกิด อาการเสียวฟัน	8
ภาพที่ 2 (คัดลอกจาก Kim และ Park ในปี ค.ศ.2017) แสดงกลไกการทำงานของสารลดอาการเสียว ฟัน	10
ภาพที่ 3 (คัดลอกจาก Sezinando ในปี ค.ศ.2014) แสดงชนิดและเทคนิคของสารยึดติด	15
ภาพที่ 4 แสดงการคำนวณกลุ่มตัวอย่างจากโปรแกรม G*Power version 3.1.9.2 ของการทดสอบ การรั่วซึมระดับจุลภาค	22
ภาพที่ 5 แสดงการคำนวณกลุ่มตัวอย่างจากโปรแกรม G*Power version 3.1.9.2 ของการทดสอบ ความแข็งแรงยึดติดแนวเฉียง	23
ภาพที่ 6 แสดงขั้นตอนการทดสอบการรั่วซึมระดับจุลภาค	27
ภาพที่ 7 (ดัดแปลงจาก Yikilgan และคณะ ในปี ค.ศ.2016) แสดงเกณฑ์การประเมินระดับการรั่วซึม ระดับจุลภาค	28
ภาพที่ 8 แสดงขั้นตอนการทดสอบความแข็งแรงยึดติดแนวเฉียง	30
ภาพที่ 9 สัดส่วนและร้อยละของแต่ละประเภทความล้มเหลวในแต่ละกลุ่มทดลอง	34

บทที่ 1

บทนำ

ความสำคัญและที่มาของปัญหาทางวิจัย

ภาวะเนื้อฟันไวเกิน (Dentin hypersensitivity) หรืออาการเสียวฟันคืออาการที่พบเป็นอันดับต้นๆในผู้ป่วยที่เข้ามารับการรักษาโดยมีลักษณะเฉพาะคือ เจ็บแปลบเป็นช่วงสั้นๆโดยต้องมีสิ่งกระตุ้น เมื่อนำสิ่งกระตุ้นออกอาการจะดีขึ้น ซึ่งสิ่งกระตุ้นได้แก่ อุณหภูมิ การเป่าลม การสัมผัส เป็นต้น (1) ในปัจจุบันการใช้สารลดอาการเสียวฟันเป็นทางเลือกหนึ่งในการรักษาอาการดังกล่าวซึ่งสารที่นิยมใช้คือ ออกซาเลตและกลูตารัลดีไฮด์ (2, 3)

ออกซาเลตช่วยลดอาการเสียวฟันด้วยการอุดปิดและลดการเคลื่อนไหวของของเหลวในท่อเนื้อฟันโดยจับกับแคลเซียมที่อยู่ในน้ำลายและในเนื้อฟันได้เป็นสารประกอบหรือผลึกแคลเซียมออกซาเลตที่ไม่ละลายน้ำ (4) ส่วนกลูตารัลดีไฮด์ทำให้ซีรัมอัลบูมินในท่อเนื้อฟันเกิดการตกตะกอนและลดการซึมผ่านของของเหลวในท่อเนื้อฟันจึงช่วยลดอาการเสียวฟันได้ (5) โดยที่บางผลิตภัณฑ์มีไฮดรอกซีเอธิลเมทาครีเลท (Hydroxyethylmethacrylate: HEMA) เป็นองค์ประกอบ (6) ซึ่งช่วยให้กลูตารัลดีไฮด์เกิดปฏิกิริยากับซีรัมอัลบูมินได้ดีและมีประสิทธิภาพมากขึ้น (7, 8) แต่จากหลายงานวิจัยพบว่าประสิทธิภาพดังกล่าวไม่ถาวร อาการเสียวฟันก็จะกลับมาเป็นอีกโดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณคอฟันหรือโพรงฟันคลาสไฟว์ (9) ดังนั้นการบูรณะฟันด้วยระบบสารยึดติดกับเรซินคอมโพสิตจึงเป็นการรักษาในลำดับต่อมา (10) ซึ่งระบบสารยึดติดที่นิยมใช้ในบริเวณดังกล่าวคือ สารยึดติดชนิดเซลฟ์เอทซ์แบบสองชั้นตอน เนื่องจากสามารถยึดติดกับเนื้อฟันได้ดี (11, 12) จึงส่งผลให้ลดอาการเสียวฟันได้ด้วย อย่างไรก็ตามจากการที่สารลดอาการเสียวฟันส่วนใหญ่เป็นชนิดที่มีการตกตะกอนของสารเพื่ออุดปิด

ท่อนื้อพินซึ่งอาจส่งผลต่อการยึดติดของสารยึดติดได้ โดยปัจจัยหลักที่ควรคำนึงถึงคือ การร่วซึมระดับจุลภาค (5) และความแข็งแรงในการยึดติดของวัสดุบูรณะ (2) อีกทั้งบางงานวิจัยก่อนหน้านี้ ผลกระทบของออกซาเลตและกลูตารัลดีไฮด์ต่อปัจจัยดังกล่าวยังมีบางประเด็นที่ขัดแย้งกัน จึงเป็นที่มาของการวิจัยครั้งนี้

คำถามงานวิจัย

การใช้สารลดอาการเสียวฟันชนิดต่างๆก่อนการบูรณะพินด้วยเรซินคอมโพสิตในโพรงพินคลาสไฟว์จะส่งผลต่อการยึดติดของสารยึดติดได้แตกต่างกันหรือไม่

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

เพื่อเปรียบเทียบผลของการร่วซึมระดับจุลภาคและค่าความแข็งแรงยึดติดแนวเฉือนของการบูรณะโพรงพินคลาสไฟว์ด้วยสารยึดติดชนิดเซลฟ์เอทซ์แบบสองชั้นตอนกับเรซินคอมโพสิตภายหลังการใช้สารลดอาการเสียวฟันชนิดต่างๆภายใต้สภาวะจำลองในห้องปฏิบัติการ

สมมติฐานของงานวิจัย

การร่วซึมระดับจุลภาคและค่าความแข็งแรงยึดติดแนวเฉือนของการบูรณะโพรงพินคลาสไฟว์ด้วยสารยึดติดชนิดเซลฟ์เอทซ์แบบสองชั้นตอนกับเรซินคอมโพสิตภายหลังการใช้สารลดอาการเสียวฟันชนิดต่างๆไม่มีความแตกต่างกัน

ซึ่งสามารถแยกได้เป็น 2 ประเด็น ดังนี้

1. การร่วซึมระดับจุลภาคของการบูรณะโพรงพินคลาสไฟว์ด้วยสารยึดติดชนิดเซลฟ์เอทซ์แบบสองชั้นตอนกับเรซินคอมโพสิตภายหลังการใช้สารลดอาการเสียวฟันชนิดต่างๆมีความแตกต่างกันหรือไม่

สมมติฐานว่าง (Null hypothesis): การรั่วซึมระดับจุลภาคของการบูรณะโพรงฟันคลาสไฟว์ด้วยสารยึดติดชนิดเซลฟ์เอทซ์แบบสองชั้นต่อกับเรซินคอมโพสิตภายใต้การใส่สารลดอาการเสียวฟันชนิดต่างๆไม่มีความแตกต่างกัน

สมมติฐานทางเลือก (Alternative hypothesis): การรั่วซึมระดับจุลภาคของการบูรณะโพรงฟันคลาสไฟว์ด้วยสารยึดติดชนิดเซลฟ์เอทซ์แบบสองชั้นต่อกับเรซินคอมโพสิตภายใต้การใส่สารลดอาการเสียวฟันชนิดต่างๆมีความแตกต่างกัน

ตัวแปรต้น คือ สารลดอาการเสียวฟันชนิดต่างๆ

ตัวแปรตาม คือ การรั่วซึมระดับจุลภาค

2. ค่าความแข็งแรงยึดติดแนวเฉือนของการบูรณะโพรงฟันคลาสไฟว์ด้วยสารยึดติดชนิดเซลฟ์เอทซ์แบบสองชั้นต่อกับเรซินคอมโพสิตภายใต้การใส่สารลดอาการเสียวฟันชนิดต่างๆมีความแตกต่างกันหรือไม่

สมมติฐานว่าง: ค่าความแข็งแรงยึดติดแนวเฉือนของการบูรณะโพรงฟันคลาสไฟว์ด้วยสารยึดติดชนิดเซลฟ์เอทซ์แบบสองชั้นต่อกับเรซินคอมโพสิตภายใต้การใส่สารลดอาการเสียวฟันชนิดต่างๆไม่มีความแตกต่างกัน

สมมติฐานทางเลือก: ค่าความแข็งแรงยึดติดแนวเฉือนของการบูรณะโพรงฟันคลาสไฟว์ด้วยสารยึดติดชนิดเซลฟ์เอทซ์แบบสองชั้นต่อกับเรซินคอมโพสิตภายใต้การใส่สารลดอาการเสียวฟันชนิดต่างๆมีความแตกต่างกัน

ตัวแปรต้น คือ สารลดอาการเสียวฟันชนิดต่างๆ

ตัวแปรตาม คือ ค่าความแข็งแรงยึดติดแนวเฉือน

ขอบเขตของงานวิจัย

เป็นการศึกษาวิจัยแบบทดลองและวิเคราะห์ที่ศึกษาและเปรียบเทียบถึงผลของการรั้วซีมระดับจุลภาคด้วยการใช้สีย้อมและค่าความแข็งแรงยึดติดแนวเฉือนของการบูรณะโพรงฟันคลาสไฟว์ด้วยสารยึดติดชนิดเซลฟ์เอทช์แบบสองชั้นตอนกับเรซินคอมโพสิตภายหลังการใช้สารลดอาการเสียวฟันชนิดที่มีการตกตะกอนของสารในการอุดปิดท่อเนื้อฟัน ได้แก่ ออกซาเลต และกลูตารัลดีไฮด์ ภายใต้สภาวะจำลองในห้องปฏิบัติการ

ข้อตกลงเบื้องต้น

เป็นการศึกษาในฟันกรามน้อยของมนุษย์ที่ถูกถอนเพื่อการจัดฟัน ที่ไม่มีรอยร้าว รอยแตก รอยผุ ไม่เคยผ่านการบูรณะฟันมาก่อน และศึกษาถึงผลของการใช้สารลดอาการเสียวฟัน 2 ชนิด ได้แก่ ออกซาเลต และกลูตารัลดีไฮด์ ก่อนการบูรณะโพรงฟันคลาสไฟว์ด้วยสารยึดติดชนิดเซลฟ์เอทช์แบบสองชั้นตอนกับเรซินคอมโพสิตต่อการรั้วซีมระดับจุลภาคด้วยการใช้สีย้อมและค่าความแข็งแรงยึดติดแนวเฉือนภายใต้สภาวะจำลองในห้องปฏิบัติการ

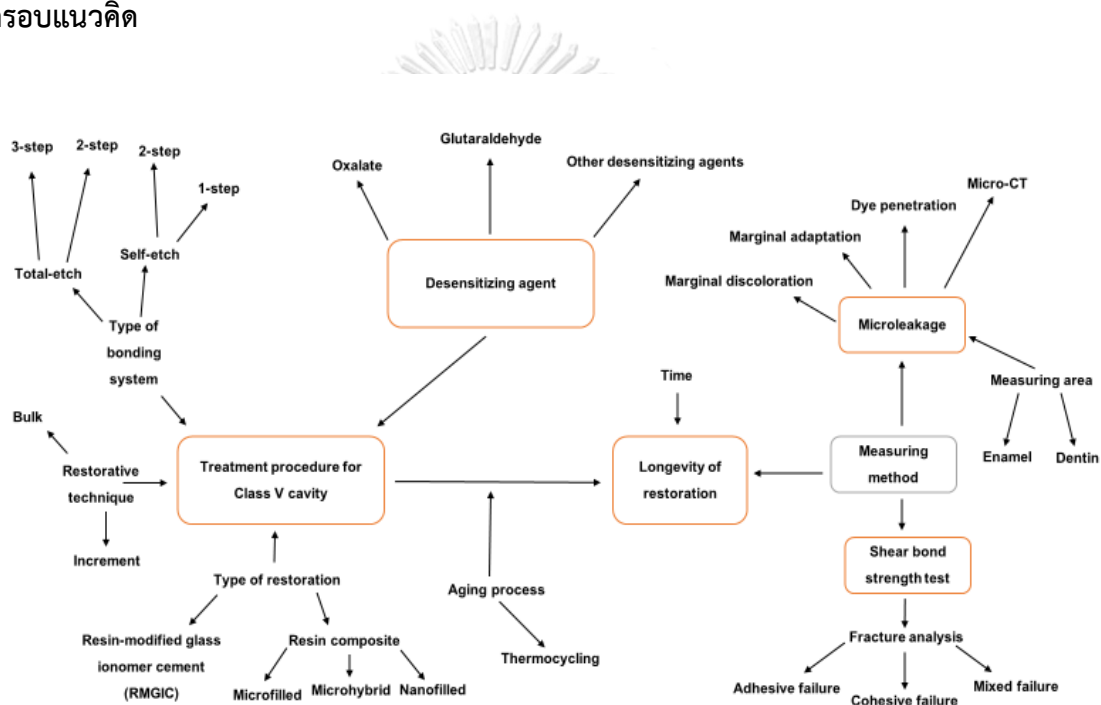
ข้อจำกัดของการวิจัย

เป็นการศึกษาทดลองในห้องปฏิบัติการจึงไม่สามารถจำลองสภาวะจริงที่เกิดขึ้นทางคลินิกได้ทั้งหมด เช่น องค์ประกอบของน้ำลาย ความเป็นกรด-ด่าง ความสามารถในการสะเทินกรดของน้ำลาย ความดันในท่อเนื้อฟัน เป็นต้น ซึ่งล้วนแล้วแต่มีอิทธิพลต่อประสิทธิภาพของการใช้สารลดอาการเสียวฟันและความสามารถในการยึดติดของสารยึดติดและเรซินคอมโพสิตกับเนื้อฟัน อีกทั้งยังไม่สามารถบอกถึงผลของการรักษาแบบปัจเจกบุคคลของการใช้สารลดอาการเสียวฟันชนิดต่างๆว่าสามารถช่วยลดอาการเสียวฟันทั้งก่อนและหลังบูรณะฟันได้จริงหรือไม่

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

เพื่อเป็นแนวทางในการเลือกใช้สารลดอาการเสียวฟันและสามารถพิจารณาถึงผลลัพธ์ที่จะเกิดขึ้นหลังจากการใช้สารลดอาการเสียวฟันก่อนการบูรณะโพรงฟันคลาสไฟว์ด้วยสารยึดติดกับเรซินคอมโพสิต ทั้งในด้านของการคงอยู่หรืออายุของวัสดุบูรณะและประสิทธิภาพในการยึดติดของสารยึดติดชนิดเซลล์เพอซแบบสองขั้นตอน

กรอบแนวคิด



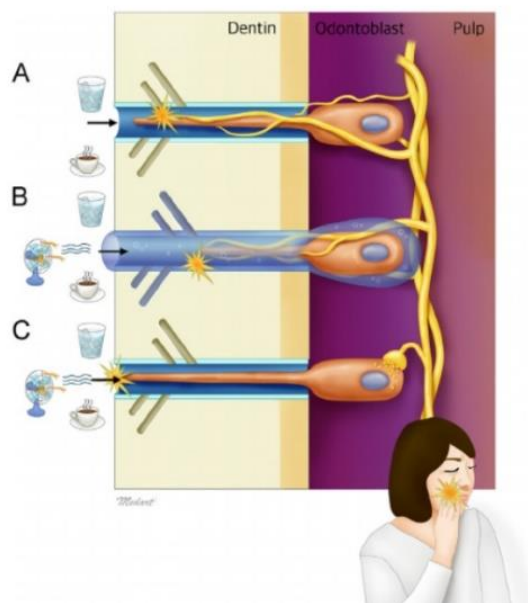
บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (วรรณกรรมปริทัศน์)

ภาวะเนื้อฟันไวเกิน (Dentin hypersensitivity)

ภาวะเนื้อฟันไวเกินหรืออาการเสียวฟันเป็นอาการที่สามารถตรวจพบได้เป็นอันดับต้นๆในผู้ป่วยที่เข้ามารับการรักษาทางทันตกรรม โดยมีลักษณะเจ็บแปลบเป็นช่วงสั้นๆและต้องมีสิ่งกระตุ้นซึ่งเมื่อนำสิ่งกระตุ้นออก อาการดังกล่าวก็จะดีขึ้น โดยสิ่งกระตุ้น ได้แก่ อุณหภูมิ การเป่าลม การแตะสัมผัส อิทธิพลของความเข้มข้นของสารภายนอกต่อเนื้อฟัน และสารเคมีต่างๆ เป็นต้น (13) ทั้งนี้ ความรุนแรงของอาการเสียวฟันจะเพิ่มมากขึ้น หากมีการสูญเสียและหลุดออกของเนื้อเยื่อแข็ง เช่น เคลือบฟันและเคลือบรากฟัน และมีเหงือกกร่น ซึ่งเหงือกกร่นถือเป็นสาเหตุหลักของการเกิดอาการเสียวฟันเพราะเนื้อฟันจะถูกเปิดออกและเผชิญต่อสิ่งแวดล้อมและสารภายในช่องปาก (14) โดยบริเวณที่มีโอกาสพบเหงือกกร่นและอาการเสียวฟันได้มากที่สุดคือ บริเวณคอฟันทางด้านใกล้แก้ม (buccal) และริมฝีปาก (labial) ทั้งนี้นอกจากเหงือกกร่น ยังมีสาเหตุอื่นๆที่สามารถทำให้เนื้อฟันถูกเปิดออกต่อสิ่งแวดล้อมและสารภายในช่องปาก ได้แก่ การเสียดสีและสึกของฟันจากสิ่งภายนอกช่องปาก (Abrasion) การเสียดสีและสึกโดยฟัน (Attrition) การสึกจากสารเคมีที่มีฤทธิ์เป็นกรด (Erosion) และการสึกและหลุดออกของเคลือบฟันโดยอาจรวมถึงเคลือบรากฟันที่คอฟัน อันเนื่องมาจากขนาดของแรงบดเคี้ยวที่มากจนเกินไปหรือจากการสบฟันที่ไม่ถูกต้องตามแนวแกนฟัน (Abfraction) (15) ซึ่งรอยโรคบริเวณคอฟันดังกล่าวอาจรวมเรียกได้ว่า รอยโรคบริเวณคอฟันที่ไม่ได้มีสาเหตุมาจากฟันผุ (Non-carious cervical lesions: NCCLs) โดยจะพบได้ในเพศหญิงมากกว่าเพศชาย (16-18) พบในฟันกรามน้อยและฟันเขี้ยวมากกว่าฟันกราม (19-21) ซึ่งทฤษฎีของการเกิดอาการเสียวฟันที่ถูกใช้

อธิบายมากที่สุดในปัจจุบันคือ ทฤษฎีไฮโดรไดนามิก (Hydrodynamic theory) ถูกอธิบายโดย Brännström ในปี ค.ศ.1965 (22) ซึ่งกล่าวว่า สิ่งกระตุ้น เช่น อุณหภูมิ การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ และความเข้มข้นของสารต่างๆภายนอกฟันทำให้ของเหลวในท่อเนื้อฟันเกิดการเคลื่อนไหว ตัวอย่างเช่น ความเย็นและการเป่าลมจะทำให้ของเหลวดังกล่าวเกิดการเคลื่อนตัวออกจากท่อเนื้อฟัน แต่ถ้าเป็นความร้อนจะทำให้ของเหลวนั้นเคลื่อนตัวเข้าไปในฟัน (23) ซึ่งการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวจะไปกระตุ้นตำแหน่งรับรู้ของเซลล์ประสาทในฟัน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง เส้นใยประสาทชนิดเอ-เดลต้า (A- δ) (16) ที่ไวต่อการเปลี่ยนแปลงของแรงดัน ทำให้เกิดการส่งกระแสประสาทไปยังสมองให้เกิดการรับรู้ว่ามีอาการเสียวฟันเกิดขึ้น (6) ทั้งนี้เมื่อเปรียบเทียบระหว่างฟันที่มีอาการเสียวฟันกับฟันที่ไม่มีอาการดังกล่าวพบว่าเส้นผ่านศูนย์กลางและจำนวนของท่อเนื้อฟันที่มีการเปิดออกในฟันที่มีอาการเสียวฟันจะมีปริมาณมากกว่าประมาณ 8 เท่าของฟันที่ไม่มีอาการ (20) นอกจากนี้ยังมีอีก 2 ทฤษฎี ได้แก่ ทฤษฎีไดเรกต์เนิร์ฟอินโนเวชัน (Direct nerve innovation theory) และทฤษฎีโอดอนโทบลาสติคทรานส์ดีวเซอร์ (Odontoblastic transducer theory) ก็ได้มีการกล่าวถึง (6, 16) ดังแสดงในภาพที่ 1



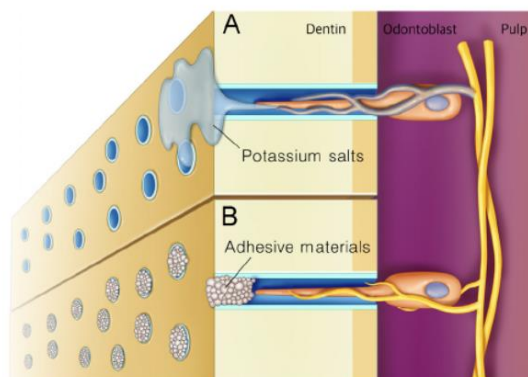
ภาพที่ 1 (คัดลอกจาก Kim และ Park ในปี ค.ศ.2017) แสดงทฤษฎีที่นำมาอธิบายกลไกการเกิดอาการเสียวฟัน

โดยที่ A แสดงถึง Direct nerve innervation theory, B แสดงถึง Hydrodynamic theory, C แสดงถึง Odontoblastic transducer theory (1)

ความชุก (prevalence) ของอาการเสียวฟันพบว่ามีค่าที่หลากหลายตั้งแต่ร้อยละ 42 ถึง 98 (24, 25) เนื่องจากสภาพแวดล้อมและการออกแบบการวิจัยที่แตกต่างกัน (16) อาการเสียวฟันเกิดขึ้นได้ในทุกช่วงอายุ แต่จะพบได้บ่อยในช่วง 20 ถึง 40 ปี โดยอุบัติการณ์เกิดใหม่ (incidence) จะสูงที่ปลายอายุ 30 ปี (26) หลังจาก 40 ปีไปแล้วมักจะพบน้อยลง อันเนื่องมาจากการสร้างเนื้อฟันทุติยภูมิ (secondary dentin) และตติยภูมิ (tertiary dentin) รวมทั้งการอุดตันของท่อเนื้อฟันและการตอบสนองของเซลล์สร้างเนื้อฟัน (odontoblast) เช่น เนื้อฟันสเคลอโรติก (sclerotic dentin) เป็นต้น (19, 27)

สารลดอาการเสียวฟัน (Desensitizing agent)

ในปัจจุบันการรักษาและการจัดการกับอาการเสียวฟันมุ่งเน้นไปในทางป้องกันมากกว่าการรักษา กล่าวคือ การป้องกันการเปิดออกของเนื้อฟันเป็นสิ่งสำคัญ ได้แก่ การสอนการแปรงฟันที่ถูกต้องวิธีการให้คำแนะนำในการเลือกรับประทานอาหาร เช่น ระวังอาหารและเครื่องดื่มที่มีฤทธิ์เป็นกรด เป็นต้น (6) แต่ถ้าเนื้อฟันถูกเปิดออกแล้วมีอาการเสียวฟัน การใช้สารลดอาการเสียวฟันถือเป็นทางเลือกหนึ่งในการเข้าจัดการเป็นลำดับต้นๆ ซึ่งวิธีการและการรักษาในปัจจุบันสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 วิธีหลักดังนี้ วิธีที่หนึ่งคือ การดูแลรักษาและใช้สารลดอาการเสียวฟันด้วยตัวผู้ป่วยเองที่บ้าน มักจะอยู่ในรูปแบบของยาสีฟันและน้ำยาบ้วนปาก วิธีที่สองคือ การให้การรักษาและใช้สารลดอาการเสียวฟันโดยทันตแพทย์ ซึ่งมีข้อควรคำนึงดังนี้คือ ควรเริ่มต้นจากการรักษาที่ไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อฟัน (non-invasive) สามารถฟื้นกลับได้ ทำได้ง่าย และราคาไม่แพงก่อน แต่ถ้าอาการเสียวฟันยังไม่ดีขึ้น ถึงจะทำการรักษาที่มีความซับซ้อนมากขึ้นได้ เช่น การบูรณะฟัน (28) โดยกลไกและวิธีการรักษาโดยรวมของสารลดอาการเสียวฟันสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 กลไกหลักๆคือ การระงับหรือการเปลี่ยนแปลงการส่งกระแสประสาทให้ตอบสนองต่อสิ่งกระตุ้นลดลง และการอุดต้นหรือการตกตะกอนของสารเพื่อปิดท่อเนื้อฟันและลดการเคลื่อนไหวของของเหลวในท่อเนื้อฟัน (1) ดังแสดงในภาพที่ 2



ภาพที่ 2 (คัดลอกจาก Kim และ Park ในปี ค.ศ.2017) แสดงกลไกการทำงานของสารลด

อาการเสียวฟัน

โดยที่ A แสดงถึงการระงับหรือการเปลี่ยนแปลงการส่งกระแสประสาทของเซลล์ประสาทในฟันให้ตอบสนองต่อสิ่งกระตุ้นลดลง เช่น เกลือโพแทสเซียม และ B แสดงถึงการอุดตันหรือการตกตะกอนของสารเพื่อปิดท่อเนื้อฟันและลดการเคลื่อนไหวของของเหลวในท่อเนื้อฟัน (1)

ในปัจจุบันสารลดอาการเสียวฟันมีอยู่หลายชนิด ได้แก่ โพแทสเซียม สตรอนเซียม ฟลูออไรด์ ออกซาเลต กลูตารัลดีไฮด์ อาร์จินีนและแคลเซียมคาร์บอเนต ไบโอแอคทีฟกลาสหรือแคลเซียมฟอสโฟซิลิเกต สารอนุพันธ์เคซีน เรซินและสารยึดติด สารชีวโมเลกุล และรวมถึงเลเซอร์ แต่จากหลายงานวิจัยและในประเทศไทย สารลดอาการเสียวฟันที่มีจำหน่ายและเป็นที่ยอมรับใช้ และมีบทบาทในการช่วยลดอาการเสียวฟัน ได้แก่ ออกซาเลต และกลูตารัลดีไฮด์ ซึ่งจะได้กล่าวในลำดับต่อไป

ออกซาเลต (Oxalate)

ออกซาเลตถูกนำมาใช้เป็นครั้งแรกเพื่อช่วยลดอาการเสียวฟันในช่วงปี ค.ศ.1970 (29, 30) ซึ่งมีกลไกในการอุดปิดและลดการเคลื่อนไหวของของเหลวในท่อเนื้อฟันโดยจะไปจับกับแคลเซียมไอออนที่อยู่ในน้ำลายและที่ผิวฟันได้เป็นสารประกอบหรือผลึกแคลเซียมออกซาเลตที่ไม่ละลายน้ำ (4) ซึ่งงานวิจัยส่วนใหญ่พบว่าทนต่อสภาพความเป็นกรดได้ดีจึงทำให้ลดอาการเสียวฟันได้เป็นเวลานาน

แต่ในบางงานวิจัยกลับกล่าวว่าไม่สามารถต้านทานต่อความเป็นกรดได้ (31) ซึ่งสารประกอบหรือเกลือ ออกซาเลตที่ละลายน้ำได้และเป็นองค์ประกอบอยู่ในผลิตภัณฑ์ที่ช่วยลดอาการเสียวฟันในท้องตลาด ได้แก่ โพลแทสเซียมออกซาเลต ไดโพลแทสเซียมออกซาเลต และเฟอร์ริกออกซาเลต แต่ที่ได้รับความนิยมและพบว่ามีประสิทธิภาพในการช่วยลดอาการเสียวฟันได้ดีที่สุดคือ โมโนไฮโดรเจนโมโน โพลแทสเซียมออกซาเลต (Monohydrogen-monopotassium oxalate) ที่ความเข้มข้นร้อยละ 3 (32) โดยในปี ค.ศ.1989 Muzzin และ Johnson (33) พบว่าการใช้โมโนไฮโดรเจนโมโนโพลแทสเซียม ออกซาเลตความเข้มข้นร้อยละ 3 เพียงอย่างเดียวสามารถช่วยลดอาการเสียวฟันได้ทันทีและยาวนาน มากกว่า 1 เดือน ส่วนการใช้ไดโพลแทสเซียมออกซาเลตความเข้มข้นร้อยละ 30 กลับด้อยกว่าอย่างมี นัยสำคัญ แต่ถ้าใช้โมโนไฮโดรเจนโมโนโพลแทสเซียมออกซาเลตความเข้มข้นร้อยละ 3 ต่อจากสาร ดังกล่าวก็จะช่วยลดอาการเสียวฟันได้ดีขึ้นอย่างเห็นได้ชัด นอกจากนี้ ในปี ค.ศ. 2004 Gillam และ คณะ (34) พบว่าเฟอร์ริกออกซาเลต เช่น เซ็นโซดาเยน ซีลแลนท์ (Sensodyne® Sealant; GlaxoSmithKline, United Kingdom) สามารถช่วยลดอาการเสียวฟันได้ทันทีหลังการใช้ แต่เมื่อ ผ่านไป 1 เดือนกลับไม่มีความแตกต่างเมื่อเทียบกับกลุ่มยาหลอก (placebo) โดยส่วนใหญ่ทันตแพทย์ จะเป็นผู้ทาสารลดอาการเสียวฟันชนิดออกซาเลตให้กับผู้ป่วย นอกจากนี้ยังพบว่ามีใช้อยู่ในรูปแบบ น้ำยาบ้วนปาก (35) แต่ไม่เป็นที่นิยมและมีประสิทธิภาพด้อยกว่าแบบที่ใช้โดยทันตแพทย์ (36)

ผลิตภัณฑ์ทันตกรรมที่มีส่วนประกอบของออกซาเลตและทางบริษัทผู้ผลิตอ้างว่าสามารถช่วย ลดอาการเสียวฟัน ได้แก่

โพรเทคท์ (Protect® Sensitizing Solution; Sunstar Americas, Guelph, ON, Canada) ซึ่งประกอบด้วยโพลแทสเซียมออกซาเลตความเข้มข้นร้อยละ 2.7 โดยในปี ค.ศ.1985 Pashley และ Galloway เป็นผู้ริเริ่มใช้เพื่อช่วยในการลดอาการเสียวฟัน (29) และในปี ค.ศ.2003 Pashley และ

Camps ได้ทำการวิจัยในมนุษย์เพื่อพิสูจน์ถึงประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ดังกล่าว พบว่าสามารถช่วยลดอาการเสียวฟันในผู้ป่วยได้และต่างกับกลุ่มยาหลอกอย่างมีนัยสำคัญ (37)

บิสบล็อก (BisBlock; Bisco, Schaumburg, IL, USA) ซึ่งประกอบด้วยฟลักแคลเซียมออกซาลेट โดยเมื่อใช้กรดกัดที่บริเวณผิวฟันก่อนการทำผลิตภัณฑ์ดังกล่าวจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการลดอาการเสียวฟันได้ดียิ่งขึ้น (7) เพราะฟลักแคลเซียมออกซาลेटจะเข้าไปอุดปิดในส่วนที่สึกของท่อเนื้อฟัน ดังนั้นเมื่อใช้สารยึดติดชนิดโททอลเอทช์แบบสองขั้นตอน (2-step total-etch) ก็จะช่วยให้การยึดติดของสารยึดติดดีขึ้นเพราะการยอมให้มีการซึมผ่านของเนื้อฟันมีค่าลดลง อันเนื่องมาจากการอุดตันในท่อเนื้อฟันของผลิตภัณฑ์ดังกล่าว

เพน-ฟรี (Pain-Free[®] Desensitizer; Parkell, Edgewood, NY, USA) เป็นอีกหนึ่งผลิตภัณฑ์ซึ่งประกอบด้วยกรดออกซาลิกความเข้มข้นร้อยละ 2 และไฮดรอกซีเอธิลเมทาครีเลท (2-hydroxyethylmethacrylate: HEMA) ซึ่งมีส่วนช่วยในการอุดปิดท่อเนื้อฟัน (7, 19) กรดออกซาลิกจะซึมผ่านเข้าไปในเนื้อฟันแล้วทำให้แคลเซียมไอออนถูกปล่อยออกมาซึ่งเมื่อจับกับออกซาลेटก็จะเกิดเป็นผลึกและอุดปิดท่อเนื้อฟัน นอกจากนี้ฮีมา (HEMA) จะเกิดปฏิกิริยาพอลิเมอร์ (polymerization) และเป็นโครงข่ายเพื่อช่วยในการยึดเกาะของฟลักแคลเซียมออกซาลेट และส่งผลในการช่วยลดอาการเสียวฟันได้ดียิ่งขึ้น

ซูเปอร์ ซีล (Super Seal; Phoenix Dental, Fenton, MI, USA) ก็เป็นอีกหนึ่งผลิตภัณฑ์ที่มีออกซาลेटเป็นส่วนประกอบและมีประสิทธิภาพในการช่วยลดอาการเสียวฟันได้เช่นกัน (38)

เอ็มเอส โคท วัน (MS Coat ONE; Sun Medical, Japan) ถือเป็นผลิตภัณฑ์ที่ยังมีงานวิจัยจำนวนน้อยที่พิสูจน์ถึงประสิทธิภาพในการช่วยลดอาการเสียวฟันเพราะเริ่มมีจำหน่ายไม่นาน ซึ่งสารสำคัญในผลิตภัณฑ์นี้คือ กรดออกซาลิก

กลูตารัลดีไฮด์ (Glutaraldehyde)

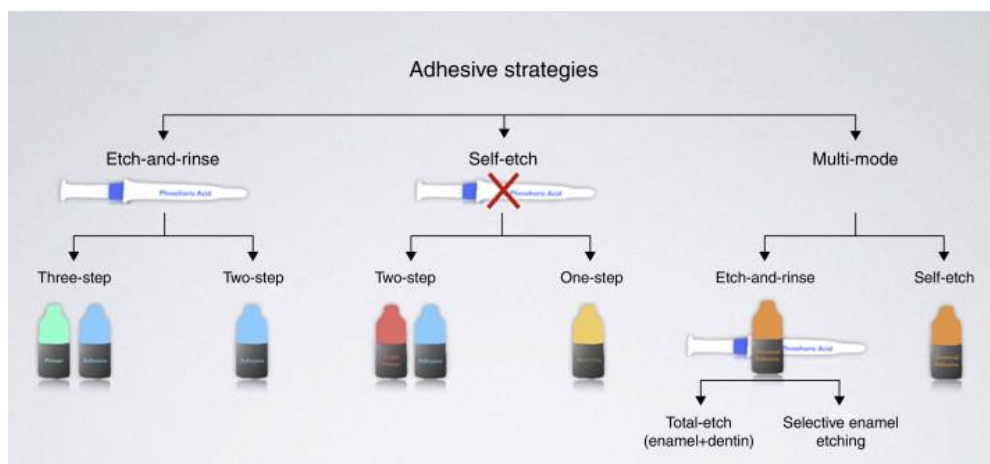
กลไกของกลูตารัลดีไฮด์ในการช่วยลดอาการเสียวฟันคือ จะไปทำให้ซีรัมอัลบูมินในท่อเนื้อฟันเกิดการตกตะกอนและอุดปิดท่อเนื้อฟัน ทำให้ลดการเคลื่อนไหวของของเหลวในท่อเนื้อฟัน (39) นอกจากนี้กลูตารัลดีไฮด์ยังช่วยในการฆ่าเชื้อแบคทีเรียและเข้ากันได้ดีกับสารยึดติด (28) แต่การเลือกใช้สารชนิดนี้ก็มีข้อควรระวังเพราะว่ากลูตารัลดีไฮด์สามารถทำให้เกิดอันตรายต่อเซลล์และเนื้อเยื่อ อีกทั้งในผู้ป่วยบางรายสามารถเกิดอาการแพ้ได้ (40)

ผลิตภัณฑ์ทันตกรรมที่มีส่วนประกอบของกลูตารัลดีไฮด์ซึ่งมีจำหน่ายในประเทศไทยและทางบริษัทผู้ผลิตอ้างว่าสามารถช่วยลดอาการเสียวฟัน ได้แก่

กลูมา (Gluma[®] Desensitizer; Heraeus Kulzer, Hanau, Germany) ซึ่งประกอบด้วยกลูตารัลดีไฮด์ความเข้มข้นร้อยละ 5 และไฮดรอกซีเอซิลเมธาครีลเลทความเข้มข้นร้อยละ 35 ซึ่งสามารถช่วยลดอาการเสียวฟันได้ยาวนานถึง 9 เดือน (6) นอกจากนี้ฮีมาในผลิตภัณฑ์ดังกล่าวยังช่วยในการซึมผ่านของกลูตารัลดีไฮด์ให้เข้าไปในเนื้อฟันได้ดีขึ้นและส่งผลในการช่วยลดอาการเสียวฟันได้อย่างมีประสิทธิภาพ (41) อีกทั้งฮีมาเองยังสามารถเกิดปฏิกิริยาพอลิเมอร์และทำให้เกิดการอุดปิดท่อเนื้อฟันได้เช่นกัน (7, 8)

ระบบสารยึดติด (Adhesive system)

สารยึดติดทางทันตกรรมได้มีการพัฒนามาโดยตลอดนับตั้งแต่มีการแนะนำโดย Buonocore ในปี ค.ศ.1955 (42) ซึ่งสามารถแบ่งเป็นสองระบบใหญ่ๆ ได้แก่ ระบบที่หนึ่งคือ สารยึดติดชนิดเอทซ์ แอนด์รีนส์ (Etch & rinse) หรือโททอลเอทซ์ (Total-etch) โดยสามารถแบ่งได้เป็นอีกสองกลุ่มย่อยคือ แบบสามขั้นตอน (3-step) และแบบสองขั้นตอน (2-step) (43, 44) ซึ่งโททอลเอทซ์แบบสามขั้นตอนได้รับการพิจารณาว่าเป็นวิธีการมาตรฐานเพื่อใช้ในการยึดติดกับฟัน (43) อย่างไรก็ตามวิธีดังกล่าวค่อนข้างที่จะยุ่งยากและละเอียดอ่อน และมักจะไม่ได้เกิดประสิทธิผลเมื่อไม่สามารถควบคุมความชื้นได้ดีหรือเนื้อฟันแห้งจนเกินไป (45) ระบบที่สองคือ สารยึดติดชนิดเซลฟ์เอทซ์ (Self-etch) โดยสามารถแบ่งได้เป็นอีกสองกลุ่มย่อยเช่นเดียวกันคือ แบบสองขั้นตอน (2-step) และแบบขั้นตอนเดียว (1-step หรือ All-In-One) ซึ่งระบบที่สองนี้เกิดจากความพยายามของบริษัทผู้ผลิตที่จะลดขั้นตอนการทำงานของทันตแพทย์ลงและเพื่อลดความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นจากขั้นตอนที่ยุ่งยากดังเช่นโททอลเอทซ์แบบสามขั้นตอน (43) นอกจากนี้บริษัทผู้ผลิตยังได้มีการพัฒนาต่อมาโดยมีปรัชญาในการดำเนินการซึ่งยังคงมุ่งเน้นในการลดทอนขั้นตอนและลดเวลาในการบูรณะฟันเช่นเดิม โดยในปัจจุบันได้มีการผลิตสารยึดติดอเนกประสงค์ (Universal adhesive) ขึ้นที่ใช้แนวคิดของระบบเซลฟ์เอทซ์ แต่สามารถใช้ได้ทั้งใน 3 วิธีการคือ โททอลเอทซ์ เซลฟ์เอทซ์ และซีเลคทีฟเอทซิง (Selective etching) (46) ดังแสดงในภาพที่ 3



ภาพที่ 3 (คัดลอกจาก Sezinando ในปี ค.ศ.2014) แสดงชนิดและเทคนิคของสารยึดติด

การรั่วซึมระดับจุลภาค (Microleakage)

ปรากฏการณ์ที่พบได้บ่อยของการบูรณะฟันด้วยเรซินคอมโพสิตในโพรงฟันคลาสไฟว์คือการรั่วซึมระดับจุลภาค โดยเฉพาะอย่างยิ่งตรงบริเวณขอบที่เรซินคอมโพสิตเชื่อมต่อกับเนื้อฟัน การรั่วซึมระดับจุลภาคจะตรวจสอบได้ยากในทางคลินิก ซึ่งการตรวจการรั่วซึมระดับจุลภาคในห้องปฏิบัติการมีหลายวิธี เช่น การใช้สารเคมี การวัดปริมาณแบคทีเรีย และการใช้สารหรือโมเลกุลที่ไวต่อการตรวจพบด้วยรังสี เป็นต้น (47) แต่การใช้สารเคมีหรือสีย้อมได้รับความนิยมเนื่องจากทำได้ง่าย ตัวอย่างสารที่ใช้ เช่น ฟลูออเรสซิน (fluorescein) อนิลีน-บลู (aniline-blue) ซิลเวอร์ไนเตรท (silver nitrate) เบสิคฟุคซิน (basic fuchsine) เมทิลีนบลู (methylene blue) เป็นต้น โดยขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของโมเลกุลเมทิลีนบลูประมาณ 1.2 นาโนเมตรจึงสามารถซึมผ่านเข้าไปในช่องว่างระดับจุลภาค (microgap) ได้ง่าย (48) ส่วนวิธีการทดลองมีหลายรูปแบบ ได้แก่ การแช่ในสีย้อม การปั่นในสารละลาย เช่น ซิลเวอร์ไนเตรท และการแช่ในอ่างควบคุมอุณหภูมิที่ใส่สีย้อม เป็นต้น ในปัจจุบันไมโคร-ซีที (Micro-CT) ถือเป็นอีกวิธีหนึ่งที่ทันสมัยและสามารถตรวจสอบการรั่วซึมระดับจุลภาคได้เช่นกัน โดยใช้หลักการถ่ายภาพรังสีและประกอบเป็นภาพสามมิติซึ่งสามารถใช้ประเมินได้ทั้งการหด

ตัวของเรซินคอมโพสิตภายหลังปฏิกิริยาพอลิเมอร์ การรื้อขี้นระดับจุลภาค และโครงสร้างบริเวณรอยต่อระหว่างเนื้อฟันกับสารยึดติด (49) แต่เนื่องจากราคาค่อนข้างสูงและต้องใช้ความเชี่ยวชาญในการแปลผลภาพถ่ายรังสี การใช้สีย้อมจึงยังคงเป็นที่นิยมมากกว่า

การทดสอบความแข็งแรงยึดติด (Bond strength test)

ในปัจจุบันการทดสอบความแข็งแรงยึดติดสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การทดสอบความแข็งแรงยึดติดด้วยแรงดึง (Tensile bond strength test) การทดสอบความแข็งแรงยึดติดด้วยแรงดึงระดับจุลภาค (Micro-tensile bond strength test) (50) การทดสอบความแข็งแรงยึดติดแนวเฉือน (Shear bond strength test) (51) การทดสอบความแข็งแรงยึดติดแนวเฉือนระดับจุลภาค (Micro-shear bond strength test) (2) เป็นต้น ซึ่งการทดสอบความแข็งแรงยึดติดแนวเฉือนและการทดสอบความแข็งแรงยึดติดแนวเฉือนระดับจุลภาคได้รับความนิยมในการนำมาทดสอบความแข็งแรงยึดติดของสารยึดติดโดยมีหลักการคือ ใช้แรงทดสอบในแนวขนานกับพื้นที่หน้าตัดของพื้นที่ระหว่างสองวัตถุ ซึ่งทั้งสองวิธีจะแตกต่างกันที่ขนาดของพื้นที่หน้าตัด โดยที่ความแข็งแรงยึดติดแนวเฉือนจะมีพื้นที่หน้าตัดมากกว่า 3 ตารางมิลลิเมตร ในขณะที่ความแข็งแรงยึดติดแนวเฉือนระดับจุลภาคจะมีพื้นที่หน้าตัดน้อยกว่า 3 ตารางมิลลิเมตร (52) นอกจากนี้ในการทดสอบความแข็งแรงยึดติดของการบูรณะฟันด้วยสารยึดติดกับเรซินคอมโพสิตภายหลังการใช้สารลดอาการเสียวฟันซึ่งหลายงานวิจัยเลือกที่จะใช้ความแข็งแรงยึดติดแนวเฉือนในการทดสอบ เพราะว่าเป็นการจำลองสภาวะของแรงในช่องปากที่สามารถทำให้วัสดุบูรณะแตกหักหรือหลุดออกได้ดีกว่าการทดสอบความแข็งแรงยึดติดด้วยแรงดึง โดยใช้เครื่องทดสอบแรงแบบอเนกประสงค์ (Universal testing machine) ซึ่งความเร็วของหัวกด (crosshead speed) เป็นปัจจัยหนึ่งที่สำคัญและส่งผลกระทบต่อความต้านทานการแตกหัก โดยพบว่า

ความต้านทานการแตกหักจะลดลงเมื่อความเร็วของหัวกดเพิ่มขึ้น ซึ่งโดยทั่วไปจะใช้ความเร็วอยู่ในช่วง 0.5 ถึง 2 มม.ต่อนาที (2)

กระบวนการจำลองการใช้งาน (Aging process)

กระบวนการและสิ่งแวดล้อมในช่องปากที่สามารถทำให้วัสดุบูรณะฟันโดยเฉพาะอย่างยิ่งเรซินคอมโพสิตเกิดการเสื่อมสภาพ ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ ความชื้น ความเป็นกรด-ด่าง (pH) สารเคมีต่างๆ และแรงจากการบดเคี้ยว (53) ดังนั้นในการศึกษาคุณสมบัติของวัสดุบูรณะทางทันตกรรมที่ทำการทดลองแบบในห้องปฏิบัติการโดยมีการจำลองสภาวะและลอกเลียนการเสื่อมสภาพในช่องปากของวัสดุบูรณะฟันจึงมีความสำคัญและสามารถนำผลที่ได้ไปทำนายถึงประสิทธิภาพของการบูรณะฟันเมื่อใช้งานจริงในทางคลินิกได้ใกล้เคียงที่สุด ซึ่งวิธีการจำลองสภาวะในช่องปากในห้องปฏิบัติการ ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิขึ้นลงเป็นจังหวะหรือเทอร์โมไซคลิก (Thermocycling) การแช่ในสารละลายต่างๆ เช่น น้ำ น้ำลาย หรือสารเคมีอื่นๆ การจำลองการเคลื่อนไหวทางกลเสมือนแรงบดเคี้ยว (Mechanical cycling) หรือการให้แรงแบบวัฏจักร (Cyclic loading) เป็นต้น ซึ่งวิธีการทั้งหมดดังกล่าวทำให้เกิดการเสื่อมสภาพของเรซินคอมโพสิต อีกทั้งยังทำให้ความแข็งแรงและความสามารถในการยึดติดของสารยึดติดกับเนื้อฟันลดลงอย่างมีนัยสำคัญ (54)

เทอร์โมไซคลิกเป็นการจำลองสภาวะในช่องปากในด้านอุณหภูมิ โดยมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอยู่ในช่วง 0 ถึง 60 องศาเซลเซียส ในระยะเวลา 1 นาทีต่อรอบ ซึ่งโดยทั่วไปแนะนำให้ทำ 3,000 ถึง 100,000 รอบ โดย 20 ถึง 50 รอบ จะเท่ากับ 1 วัน ของการใช้งานในช่องปากของวัสดุบูรณะฟัน ดังนั้น 10,000 รอบ จึงเทียบเท่ากับอายุการใช้งาน 1 ปี (55) นอกจากนี้องค์การมาตรฐานสากลหรือไอเอสโอ (ISO) หมายเลข 11405 ปี ค.ศ.1994 ได้เสนอให้ทำการทดสอบอยู่ในช่วงอุณหภูมิ 5 ถึง 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 500 รอบ โดยมีระยะเวลาในแต่ละรอบอย่างน้อย 20

วินาที และถ้าเป็น 1 นาทีต่อรอบจะเป็นการทดสอบที่มีประสิทธิภาพที่สุด ในปี ค.ศ.2003 Price และคณะพบว่าเทอร์โมไซคลิก 5,000 รอบขึ้นไปจึงจะส่งผลเสียต่อการยึดติดของสารยึดติดอย่างมีนัยสำคัญ (56) ด้วยเหตุที่ว่าน้ำที่อุณหภูมิสูงและเมื่อวัสดุบูรณะถูกแช่อยู่เป็นเวลานานจะทำให้เกิดปฏิกิริยาการสลายตัวด้วยน้ำ (Hydrolysis หรือ Hydrolytic degradation) เพราะเรซินจะดูดน้ำ อีกทั้งการมีสัมประสิทธิ์การขยายตัวที่แตกต่างกันของแต่ละสารเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิจะทำให้เกิดความเค้นและความเครียดที่ชั้นสารยึดติดจึงส่งผลให้เกิดความล้มเหลวของการยึดติดที่บริเวณรอยต่อระหว่างสารยึดติดกับเนื้อฟันและทำให้เกิดช่องว่างระดับจุลภาค รวมถึงการรั่วซึมระดับจุลภาคได้ นอกจากนี้ในปี ค.ศ.2015 Blumer และคณะพบว่าเทอร์โมไซคลิกทำให้ค่าแรงยึดติดของวัสดุบูรณะฟันลดลงได้มากกว่าวิธีการแช่น้ำหรือกรด (54)



บทที่ 3

วัสดุอุปกรณ์และวิธีดำเนินการวิจัย

วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัย

1. ฟันกรามน้อยบนหรือล่างของมนุษย์ที่ปราศจากรอยผุหรือพยาธิสภาพใดๆ จำนวน 90 ซี่
2. สารลดอาการเสียวฟันชนิดกาวเคลือบ (Gluma[®] Desensitizer; Heraeus Kulzer, Hanau, Germany)
3. สารลดอาการเสียวฟันชนิดออกซาเลต (MS Coat ONE; Sun Medical, Japan)
4. สารยึดติดชนิดเซลฟ์เอทซ์แบบสองชั้นตอน (Clearfil[™] SE Bond; Kuraray Noritake, Tokyo, Japan)
5. เรซินคอมโพสิตชนิดแข็งตัวด้วยแสงสี A3.5 Body (Filtek[™] Z350XT; 3M ESPE, St. Paul, MN, USA)
6. กรดฟอสฟอริกความเข้มข้นร้อยละ 37.5 (Kerr gel etchant; Kerr, Orange, CA, USA)
7. สีย้อมเมทิลีนบลูความเข้มข้นร้อยละ 1 (1% Methylene blue solution; ภาควิชาเภสัชวิทยา คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย)
8. พู่กันปลายเล็ก (Microbrush; Kerr, Orange, CA, USA)
9. สารละลายไทมอลความเข้มข้นร้อยละ 0.1 (0.1% Thymol solution; M-dent, Thailand)
10. หัวกรอกากเพชรทรงกระบอกเบอร์ 314 110 544 (Intensiv; Montagnola, Switzerland)
11. เครื่องมือตรวจวัดปริทันต์ (Periodontal probe; Hu-Friedy, USA)

12. เครื่องมือบูรณะเรซินคอมโพสิต (Composite filling instrument CVIPC; Hu-Friedy, USA)
13. แผ่นขัดอะลูมิเนียมออกไซด์ (Sof-Lex™ Pop-on disc; 3M ESPE, USA)
14. เครื่องมือขูดหินน้ำลาย (Hand scaler)
15. หัวขัดยางรูปถ้วย (Rubber cup)
16. ผงขัดชนิดปราศจากฟลูออไรด์ (Pumice)
17. ต้ามกรอความเร็วช้า (Low speed handpiece; NSK, USA)
18. กระดาษทรายซิลิกอนคาร์ไบด์เบอร์ 600 (Silicon carbide paper; TOA, Thailand)
19. แม่แบบซิลิโคน (Silicone mold)
20. อะคริลิกเรซินใสชนิดบ่มตัวด้วยตัวเอง (Clear self-cured acrylic resin; Germany)
21. แผ่นไมลาร์ (Mylar strip)
22. ชีผึ้งเหนียว (Sticky wax)
23. น้ำยาเคลือบเล็บ (Nail varnish; Revlon, USA)
24. น้ำกลั่น (ศูนย์วิจัยชีววิทยาช่องปาก คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย)
25. น้ำปราศจากประจุ (ศูนย์วิจัยชีววิทยาช่องปาก คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย)

เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

1. กล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ (Stereo Microscope SZ 61; OLYMPUS, Japan)
2. เครื่องตัดฟันความเร็วต่ำ (Low speed cutting machine; IsoMet® 1000, Buehler, IL, USA)

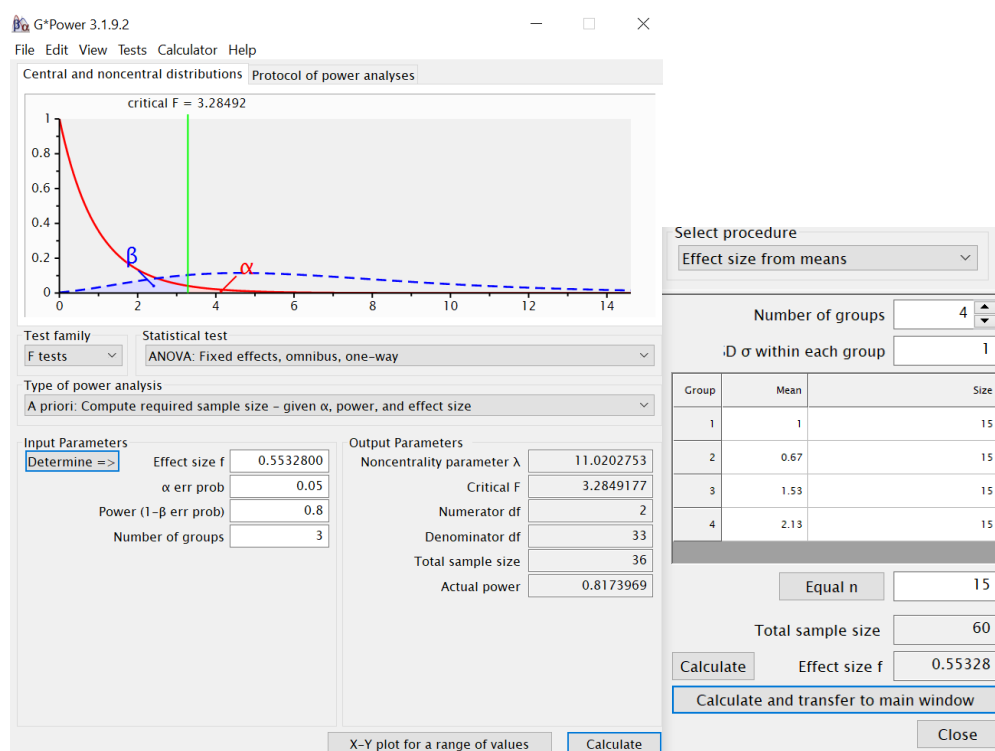
3. เครื่องขัดผิววัสดุ (Automatic polishing machine; NANO 2000, Pace Technologies, USA)
4. ตู้ควบคุมอุณหภูมิ (Incubator; Contherm 160M, Contherm Scientific Ltd., New Zealand)
5. เครื่องทำความสะอาดด้วยคลื่นเสียงความถี่สูง (Ultrasonic cleaner; Branson 5210, Branson[®], Germany)
6. เครื่องฉายแสง (Elipar[™] DeepCure-L curing light; 3M ESPE, USA)
7. เครื่องตรวจสอบความเข้มแสง (Light Intensity Meter; 100 Optilux, SDS/Kerr, USA)
8. เครื่องเทอร์โมไซเคิล (Thermo Cycling Unit; KMITL, Samut Prakan, Thailand)
9. เครื่องทดสอบแรงแบบอเนกประสงค์ (Universal testing machine; EZ-S, SHIMADZU, Japan)

วิธีดำเนินการวิจัย

พื้นที่ใช้ในการทดลองและการคำนวณกลุ่มตัวอย่าง

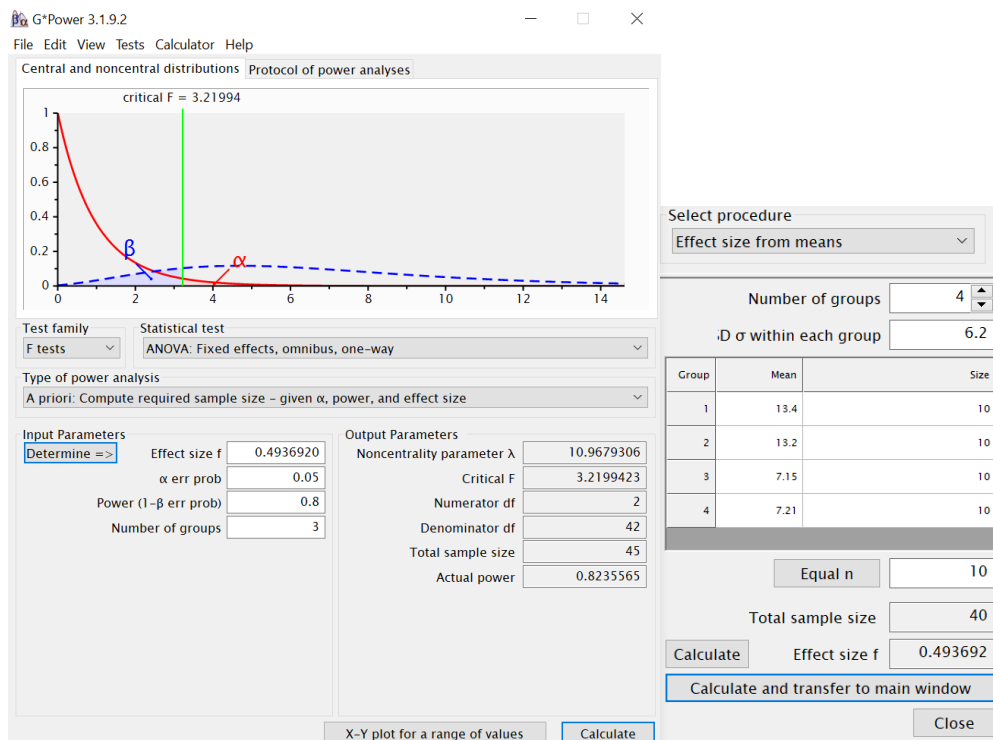
พื้นที่ใช้ในการทดลองเป็นพื้นที่บนหรือล่างของมนุษย์ที่มีการสร้างรากที่สมบูรณ์แล้ว ถูกถอนเพื่อการจัดฟันจากผู้ป่วยในช่วงอายุ 18-45 ปี (57) โดยคำนวณกลุ่มตัวอย่างจากโปรแกรม G*Power version 3.1.9.2 อ้างอิงค่าต่างๆ ได้แก่ Effect size จากการศึกษาที่ใกล้เคียง (5, 50) โดยใช้ F tests: one-way ANOVA จึงได้จำนวนตัวอย่างรวมทั้งหมด 81 ซี่ ซึ่งแบ่งเป็น 2 การทดสอบคือการรั้วซีมระดับจุลภาคได้จำนวนตัวอย่างรวม 36 ซี่ โดยอ้างอิงจากการศึกษาของ Mozaffari และคณะ ในปี ค.ศ.2016 (5) ดังแสดงในภาพที่ 4 และความแข็งแรงยึดติดแนวเขื่อนได้จำนวนตัวอย่างรวม 45 ซี่ โดยอ้างอิงจากการศึกษาของ Aranha และคณะ ในปี ค.ศ.2006 (50) ดังแสดงในภาพที่ 5

ทำการเพิ่มจำนวนตัวอย่างเพื่อป้องกันความผิดพลาดอีกร้อยละ 10 จึงเปลี่ยนใหม่เป็นการรั่วซึมระดับ
 จุลภาคได้จำนวนตัวอย่างรวม 39 ซี (n=13) และความแข็งแรงยึดติดแนวเฉือนได้จำนวนตัวอย่างรวม
 51 ซี (n=17) ซึ่งรวมทั้งหมดเป็น 90 ซี



ภาพที่ 4 แสดงการคำนวณกลุ่มตัวอย่างจากโปรแกรม G*Power version 3.1.9.2 ของการ

ทดสอบการรั่วซึมระดับจุลภาค



ภาพที่ 5 แสดงการคำนวณกลุ่มตัวอย่างจากโปรแกรม G*Power version 3.1.9.2 ของการทดสอบความแข็งแรงยึดติดแนวเฉือน

ก่อนการเก็บฟันผู้ป่วยจะได้รับทราบข้อมูลและให้ความยินยอม การวิจัยนี้ได้รับการอนุมัติจากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ของคณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (HREC-DCU 2019-032) เก็บฟันในสารละลายโทมอลความเข้มข้นร้อยละ 0.1 (M-dent, Thailand) และนำมาทดสอบภายใน 2 เดือน (58) กำจัดเนื้อเยื่อและคราบสกปรกบนผิวฟันด้วยเครื่องมือชุดหินปูน และผงขัดที่ปราศจากฟลูออไรด์ร่วมกับหัวขัดยางรูปถ้วยกับด้ามกรอช้าความเร็ว 3,000 รอบต่อนาที (Low speed handpiece; NSK, USA) ด้วยแรงกดที่น้อยถึงปานกลาง

หลังจากนั้นตรวจสอบฟันที่จะทำการทดลองด้วยกล้องจุลทรรศน์สเตอริโอกำลังขยาย 10 เท่า (Stereo Microscope SZ 61; OLYMPUS, Japan) ให้ปราศจากรอยผุ รอยแตกหัก รอยร้าว หรือวัสดุบูรณะ

ขั้นตอนและวิธีการทดสอบการรั่วซึมระดับจุลภาค

การทดสอบการรั่วซึมระดับจุลภาคใช้ฟันจำนวน 39 ซี่ ทำการเตรียมโพรงฟันคลาสไฟว์ที่บริเวณคอฟันด้านใกล้แก้มโดยให้ขอบด้านใกล้เหงือกอยู่ต่ำกว่ารอยต่อระหว่างเคลือบรากฟันกับเคลือบฟัน 1 มม. ด้วยหัวกรอกากเพชรทรงกระบอกเบอร์ 314 110 544 (Intensiv; Montagnola, Switzerland) ร่วมกับด้ามกรอความเร็วสูงภายใต้สภาวะที่มีอากาศและน้ำในการช่วยระบายความร้อนโดยเปลี่ยนหัวกรอใหม่ทุกการเตรียมโพรงฟันครบ 5 ซี่ ซึ่งโพรงฟันมีความยาว 4 มม. กว้าง 2 มม. และลึก 2 มม. (ภาพที่ 6a.) ทำการเบเวล (bevel) ตรงขอบด้านบดเคี้ยวให้มีความกว้าง 0.5 มม. ต่อมาใช้เครื่องมือตรวจวัดปริทันต์ (Periodontal probe; Hu-Friedy, USA) ในการตรวจสอบและยืนยันขนาดของโพรงฟัน จากนั้นนำฟันทั้งหมดไปแช่ในน้ำกลั่นที่อุณหภูมิห้อง ซึ่งสารและวิธีใช้งานดังแสดงในตารางที่ 1 โดยแบ่งกลุ่มฟันทั้งหมดออกเป็น 3 กลุ่มแบบสุ่ม (n=13) ดังนี้

กลุ่มที่ 1 คือกลุ่มควบคุม ไม่มีการทาสารลดอาการเสียวฟัน

กลุ่มที่ 2 คือกลุ่มที่ทาสารลดอาการเสียวฟันชนิดกลูตารัลดีไฮด์ (Gluma® Desensitizer;

Heraeus Kulzer, Hanau, Germany)

กลุ่มที่ 3 คือกลุ่มที่ทาสารลดอาการเสียวฟันชนิดออกซาเลต (MS Coat ONE; Sun Medical, Japan)

ทาขอบด้านบดเคี้ยวของฟันแต่ละกลุ่มด้วยกรดฟอสฟอริกความเข้มข้นร้อยละ 37.5 (Kerr gel etchant; Kerr, Orange, CA, USA) เป็นเวลา 15 วินาที ล้างน้ำเป็นเวลา 20 วินาที ทำการเป่าลมที่

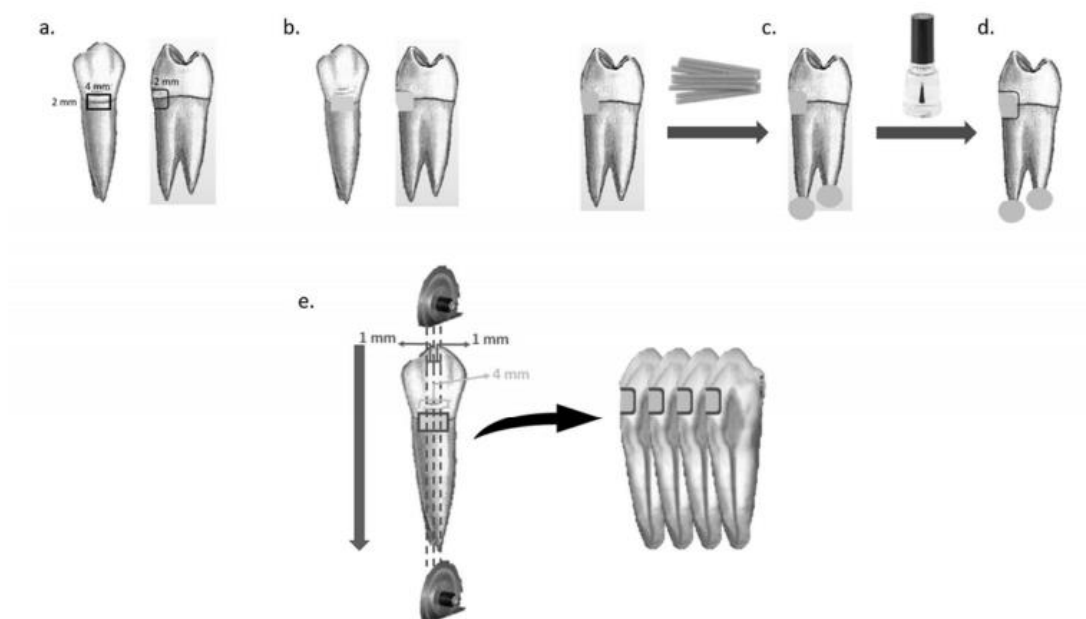
ปราศจากน้ำมันและไม่ต้องแห้งสนิท ทาสารยึดติดชนิดเซลฟ์เอทซ์แบบสองชั้นตอน (Clearfil™ SE Bond; Kuraray Noritake, Tokyo, Japan) ฉายแสงเป็นเวลา 20 วินาที บำรุงโพรงฟันด้วยเรซินคอมโพสิตสี A3.5 Body (Filtek™ Z350XT; 3M ESPE, St. Paul, MN, USA) เพียงชั้นเดียว ฉายแสง 40 วินาทีด้วยเครื่องฉายแสง (Elipar™ DeepCure-L curing light; 3M ESPE, USA) ที่มีความเข้มแสง 450 ถึง 800 มิลลิวัตต์ต่อตารางเซนติเมตร โดยวางปลายของเครื่องฉายแสงให้ใกล้กับวัสดุมากที่สุดและห่างไม่เกิน 1 มม. และทำการตรวจสอบความเข้มแสงทุกๆการบูรณะฟันครบ 5 ซี่ด้วยเครื่องตรวจสอบความเข้มแสง (Light Intensity Meter; 100 Optilux, SDS/Kerr, USA) ชัดแต่งวัสดุด้วยแผ่นอะลูมิเนียมออกไซด์ (Sof-Lex™ Pop-on disc; 3M ESPE, USA) (ภาพที่ 6b.)

สารและวัสดุที่ใช้ในการทดลอง	เลขที่ชุดผลิตภัณฑ์	ส่วนประกอบของสารและวัสดุ	วิธีการใช้งาน
Gluma® Desensitizer (Glutaraldehyde desensitizing agent; Heraeus Kulzer, Hanau, Germany)	KA10522	HEMA (35%), Glutaraldehyde (5%), Water	ทาสารทิ้งไว้เป็นเวลา 30 วินาที หลังจากนั้นเป่าลมจนไม่เห็นการเคลื่อนไหวของสาร
MS Coat ONE (Oxalate desensitizing agent; Sun Medical, Japan)	TF1	MS Polymer (copolymer with sulfonic acid group), Oxalic acid, Water	หยดสาร 1 หยดลงในถ้วยพลาสติกแล้วใช้ฟู่กันเฉพาะ (Felt Applicator) จุ่มลงไปจนชุ่มแล้วทาเป็นเวลา 30 วินาที เป่าลม 10 วินาที ล้างน้ำ เป่าลม
Clearfil™ SE Bond (Two-step self-etch adhesive; Kuraray)	160615	10-Methacryloyloxydecyl dihydrogen phosphate (MDP) Bis-phenol A diglycidyl methacrylate (Bis-GMA), 2-	ทาสารไพรเมอร์ (PRIMER) ให้ทั่วด้วยฟู่กันปลายเล็ก (microbrush) เป็นเวลา 20 วินาทีในลักษณะหมุนวน

Noritake, Tokyo, Japan)		Hydroxyethylmethacrylate (HEMA), Hydrophobic dimethacrylate, dl Camphorquinone, N, N-Diethanol-p-toluidine, colloidal silica	(agitate) เป่าลม 5 วินาที ต่อมาทาสารยึดติด (BOND) ให้ทั่วแล้วเป่าลมเพื่อให้สารยึดติดมีลักษณะบางและไม่หนาในบางบริเวณ ฉายแสง 20 วินาที
Filtek™ Z350XT (Resin composite; 3M ESPE Dental Products, St. Paul, MN, USA)	NA81720	Bis-GMA, UDMA, TEGDMA, Bis-EMA, Inorganic fillers	บูรณะเป็นแบบก้อนหรือชั้นเดียว ฉายแสง 40 วินาที

ตารางที่ 1 วัสดุที่ใช้ในการศึกษานี้และวิธีการใช้งาน

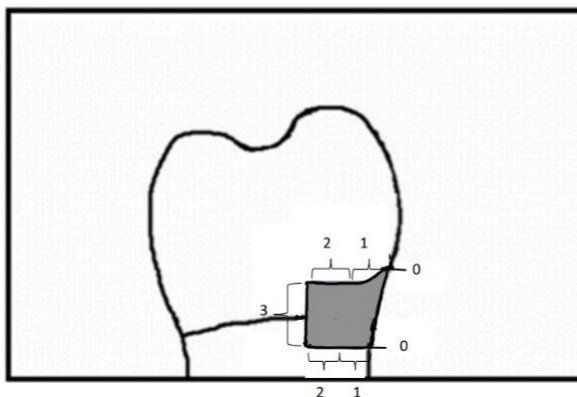
เก็บฟันในน้ำกลั่นในตู้ควบคุมอุณหภูมิ (Incubator; Contherm 160M, Contherm Scientific Ltd., New Zealand) ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมงก่อนนำมาเข้าเครื่องเทอร์โมไซคลิง (Thermo Cycling Unit; KMITL, Samut Prakan, Thailand) ที่มีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิจาก 5 องศาเซลเซียส ไปเป็น 55 องศาเซลเซียส โดยแต่ละอุณหภูมิจะใช้เวลา 30 วินาทีและใช้เวลาในการเปลี่ยนไปเป็นอีกอุณหภูมิ 15 วินาที เป็นจำนวนทั้งหมด 5,000 รอบ ปิดปลายรากฟันด้วยซีเมนต์เหนียว (ภาพที่ 6c.) ส่วนบริเวณอื่นจะถูกทำด้วยน้ำยาเคลือบเล็บ 2 ชั้น ยกเว้นบริเวณวัสดุบูรณะโดยจะทำให้ห่างจากขอบวัสดุโดยรอบ 1 มม. (ภาพที่ 6d.) นำฟันทั้งหมดไปแช่ในสารละลายเมทิลีนบลูความเข้มข้นร้อยละ 1 ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง



ภาพที่ 6 แสดงขั้นตอนการทดสอบการรั่วซึมระดับจุลภาค

โดยที่ (a.) ตำแหน่งและขนาดของโพรงฟันคลาสไฟว์ (b.) การบรูณะฟันด้วยเรซินคอมโพสิต (c.) ปิดปลายรากฟันด้วยซีเมนต์เหนียว (d.) ทาด้วยน้ำยาเคลือบเคลือบ 2 ชั้นโดยห่างจากขอบวัสดุโดยรอบ 1 มม. (e.) ตัดฟันด้วยเครื่องตัดฟันออกเป็น 4 ชิ้นงาน

ล้างฟันด้วยน้ำปราศจากประจุ ตัดฟันในแนวยาวจากด้านใกล้แก้มไปยังด้านใกล้ลิ้นตามแกนฟันด้วยเครื่องตัดฟันความเร็วต่ำ (Low speed cutting machine; IsoMet® 1000, Buehler, IL, USA) ตามภาพที่ 6e. โดยเริ่มตัดตรงกลางของวัสดุซึ่งจะได้เป็น 2 ส่วนใกล้เคียงกัน แล้วนำแต่ละส่วนที่ได้ไปตัดออกในแนวยาวอีกครั้งโดยตัดผ่านตรงกลางของวัสดุที่เหลือซึ่งจะได้ชิ้นงาน 4 ชิ้นจากฟันแต่ละซี่ นำชิ้นงานที่ได้มาศึกษาการรั่วซึมระดับจุลภาคผ่านกล้องจุลทรรศน์สเตอริโอกำลังขยาย 20 เท่าทั้งบริเวณขอบของวัสดุด้านบดเคี้ยวและด้านใกล้เหงือก ใช้ค่าการรั่วซึมที่มากที่สุดจากฟันแต่ละซี่ไปประเมินและวิเคราะห์ผลทางสถิติ ซึ่งมีหลักเกณฑ์ในการประเมิน ดังนี้ (ภาพที่ 7) (59)



ภาพที่ 7 (ดัดแปลงจาก Yikilgan และคณะ ในปี ค.ศ.2016) แสดงเกณฑ์การประเมินระดับการรั่วซึมระดับจุลภาค

0 คือไม่พบการซึมผ่านของสีย้อมตรงบริเวณขอบของวัสดุบูรณะ

1 คือพบการซึมผ่านของสีย้อมเข้าไปน้อยกว่าครึ่งหนึ่งของระยะทางระหว่างขอบด้านนอกกับจุดลึกสุดด้านในของโพรงฟัน

2 คือพบการซึมผ่านของสีย้อมเข้าไปมากกว่าหรือเท่ากับครึ่งหนึ่งของระยะทางระหว่างขอบด้านนอกกับจุดลึกสุดด้านในของโพรงฟันแต่ยังไม่ถึงผนังด้านแอกเซียล

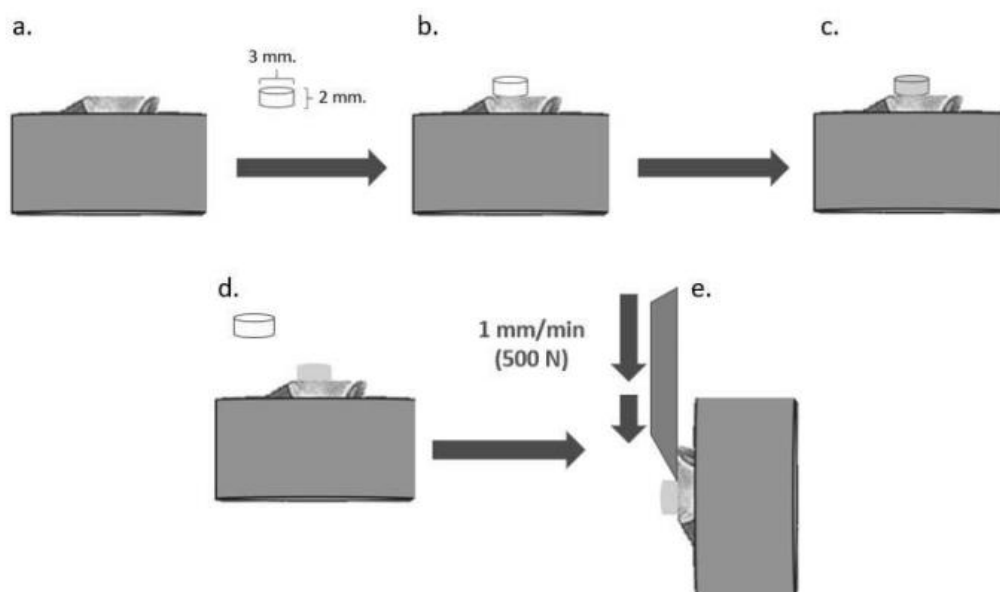
3 คือพบการซึมผ่านของสีย้อมตามขอบเข้าไปจนถึงผนังด้านแอกเซียล

ขั้นตอนและวิธีการทดสอบความแข็งแรงยึดติดแนวเฉียง

การทดสอบความแข็งแรงยึดติดแนวเฉียงใช้ฟันจำนวน 51 ซี่ โดยใช้หัวกรอกากเพชรทรงกระบอกตัดเคลือบฟันทางด้านใกล้แก้มขนานกับแนวแกนฟันและกรอจนกว่าจะถึงตำแหน่งรอยต่อระหว่างเคลือบรากฟันกับเคลือบฟันซึ่งจะทำให้เนื้อฟันถูกเปิดออก เปลี่ยนหัวกรอใหม่เมื่อครบ 5 ซี่ จากนั้นตัดรากฟันต่ำกว่ารอยต่อระหว่างเคลือบรากฟันกับเคลือบฟันประมาณ 4 มม. ด้วยเครื่องตัดฟันความเร็วต่ำ นำตัวฟันไปฝังลงในอะคริลิกเรซินใสชนิดบ่มตัวด้วยตัวเองในท่อพีวีซีขนาดเส้นผ่าน

ศูนย์กลางภายในประมาณ 17 มม. และสูง 20 มม. โดยให้ผิวฟันที่ถูกกรออยู่เหนือขอบบนของท่อพีวีซี 1 มม. (ภาพที่ 8a.) ขัดด้วยกระดาษทรายซิลิกอนคาร์ไบด์เบอร์ 600 ร่วมกับเครื่องขัดผิววัสดุ (Automatic polishing machine; NANO 2000, Pace Technologies, USA) เปลี่ยนกระดาษทรายใหม่ทุกๆ การขัดฟัน 5 ชั้นงาน นำชิ้นงานที่ได้ไปเข้าเครื่องทำความสะอาดด้วยคลื่นความถี่สูง (Ultrasonic cleaner; Branson 5210, Branson[®], Germany) แบ่งชิ้นงานออกเป็น 3 กลุ่มแบบสุ่ม (n=17) เตรียมผิวชิ้นงานแต่ละกลุ่มก่อนการทาสารยึติดิตตามการทดสอบการรั่วซึมระดับจุลภาค

นำชิ้นงานแต่ละกลุ่มมาทาสารยึติดิตชนิดเซลฟิเอทซ์แบบสองชั้นตอน ฉายแสงเป็นเวลา 20 วินาที ใส่เรซินคอมโพสิตลงในแม่แบบซิลิโคนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 3 มม. สูง 2 มม. (ภาพที่ 8b.) ปิดด้วยแผ่นไมลาร์ (Mylar strip) ฉายแสง 40 วินาทีด้วยเครื่องฉายแสงและทำการตรวจสอบความเข้มแสงทุกๆ การบูรณะครบ 5 ชั้นงานด้วยเครื่องตรวจสอบความเข้มแสง กำจัดส่วนเกินของเรซินคอมโพสิตบริเวณขอบของแม่แบบด้วยแผ่นขัดอะลูมิเนียมออกไซด์ (ภาพที่ 8c.) นำแม่แบบออก (ภาพที่ 8d.) นำชิ้นงานทั้งหมดแช่น้ำกลั่นในตู้ควบคุมอุณหภูมิที่ 37 องศาเซลเซียส 24 ชั่วโมง นำมาเข้าเครื่องเทอร์โมไซคลิง 5,000 รอบ



ภาพที่ 8 แสดงขั้นตอนการทดสอบความแข็งแรงยึดติดแนวเฉือน

โดยที่ (a.) ตัวพันทิ่มผิวพื้นเปิดออกถึงเนื้อพื้นถูกฝังในอะคริลิกเรซินในท่อพีวีซี (b.) ตำแหน่งที่วางแม่แบบซิลิโคน (c.) บุรณะพันทิ่มด้วยเรซินคอมโพสิตผ่านแม่แบบ (d.) นำแม่แบบออก (e.) นำชิ้นงานมาทดสอบความแข็งแรงยึดติดแนวเฉือน

นำชิ้นงานทั้งหมดมาทดสอบความแข็งแรงยึดติดแนวเฉือนด้วยเครื่องทดสอบแรงแบบอเนกประสงค์ (Universal testing machine; EZ-S, SHIMADZU, Japan) โดยมีค่าความเร็วของปลายแท่งกด 1 มม.ต่อนาที และแท่งกดมีน้ำหนัก 500 นิวตัน (ภาพที่ 8e.) ให้แรงจนกว่าชิ้นงานจะเกิดการแตกหักและเรซินคอมโพสิตหลุดออก บันทึกค่าที่ได้เป็นหน่วยเมกะปาสคาล (MPa) นำชิ้นงานที่แตกหักมาวิเคราะห์ชนิดของการแตกหักด้วยกล้องจุลทรรศน์สเตอริโอกำลังขยาย 40 เท่า โดยจำแนกความล้มเหลวและการแตกหักของชิ้นงานออกเป็น 4 ประเภท ดังนี้

ประเภทที่ 1 ความล้มเหลวที่เกิดที่รอยต่อระหว่างสารยึดติดกับเนื้อพื้น (Adhesive failure)

ประเภทที่ 2 ความล้มเหลวที่เกิดในเรซินคอมโพสิต (Cohesive failure in resin composite)

ประเภทที่ 3 ความล้มเหลวที่เกิดในเนื้อฟัน (Cohesive failure in dentin)

ประเภทที่ 4 ความล้มเหลวแบบผสม (Mixed failure) ซึ่งรอยแตกจะเกิดในชั้นเรซินคอมโพสิต สารยึดติด และ/หรือเนื้อฟัน มากกว่า 1 ชนิดขึ้นไป

การวิเคราะห์ทางสถิติ

การวิเคราะห์ทางสถิติใช้โปรแกรมเอสพีเอสเวอร์ชัน 22.0 (SPSS for window version 22.0; SPSS Inc., Chicago, IL, USA) โดยค่าการรั่วซึมระดับจุลภาคใช้สถิติวิเคราะห์ชนิดนอนพาราเมตริก (Non-parametric test) ด้วยการทดสอบครัสคาลวัลลิส (Kruskal-Wallis test) ส่วนค่าความแข็งแรงยึดติดแนวเฉือน ทดสอบการกระจายตัวของข้อมูลด้วยสถิติชาปิโร-วิลค์ (Shapiro-Wilk test) ข้อมูลมีการกระจายแบบปกติจึงวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (one-way ANOVA) ตามด้วยการเปรียบเทียบเชิงพหุคูณชนิดทูกีย์ (Tukey HSD post-hoc analysis) และประเภทความล้มเหลวของการแตกหักของชิ้นงานใช้สถิติวิเคราะห์ด้วยการทดสอบไคสแควร์ (Chi-square test) กำหนดระดับนัยสำคัญที่ร้อยละ 95

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการศึกษา

ผลการรั่วซึมระดับจุลภาคที่บริเวณขอบของวัสดุบูรณะด้านบดเคี้ยวและขอบด้านใกล้เหงือกของทั้ง 3 กลุ่มแสดงในตารางที่ 2



Study group	Number	Degree of microleakage							
		Occlusal margin				Gingival margin			
		0 (%)	1 (%)	2 (%)	3 (%)	0 (%)	1 (%)	2 (%)	3 (%)
Control	13	11 (84.6%)	2 (15.4%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	4 (30.7%)	7 (53.9%)	1 (7.7%)	1 (7.7%)
Gluma®	13	9 (69.2%)	3 (23.1%)	1 (7.7%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	1 (7.7%)	1 (7.7%)	11 (84.6%)
MS Coat ONE	13	6 (46.2%)	4 (30.7%)	2 (15.4%)	1 (7.7%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	13 (100.0%)

ตารางที่ 2 ความถี่ของค่าการรั่วซึมระดับจุลภาคในระดับต่างๆที่บริเวณขอบด้านบดเคี้ยวและขอบด้านใกล้เหงือกของแต่ละกลุ่มทดลอง

ค่าการรั่วซึมระดับจุลภาคที่ขอบของวัสดุบูรณะด้านบดเคี้ยวของทั้ง 3 กลุ่มทดลองไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.081$) ส่วนขอบของวัสดุด้านใกล้เหงือกพบว่ากลุ่มที่ทาสารกλουตารัลดีไฮต์และกลุ่มออกซาเลตมีค่าการรั่วซึมระดับจุลภาคสูงกว่าของกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) แต่ทั้ง 2 กลุ่มดังกล่าวไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p=0.600$) ส่วนการเปรียบเทียบการรั่วซึมระดับจุลภาคระหว่างขอบของวัสดุด้านบดเคี้ยวกับด้านใกล้เหงือกพบว่าขอบ

ของวัสดุด้านใกล้เหงือกของทั้ง 3 กลุ่มทดลองมีค่าการรั่วซึมระดับจุลภาคสูงกว่าขอบด้านบดเคี้ยว อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ค่าความแข็งแรงยึดติดแนวเขื่อนมีการกระจายตัวแบบปกติ ($p > 0.05$)

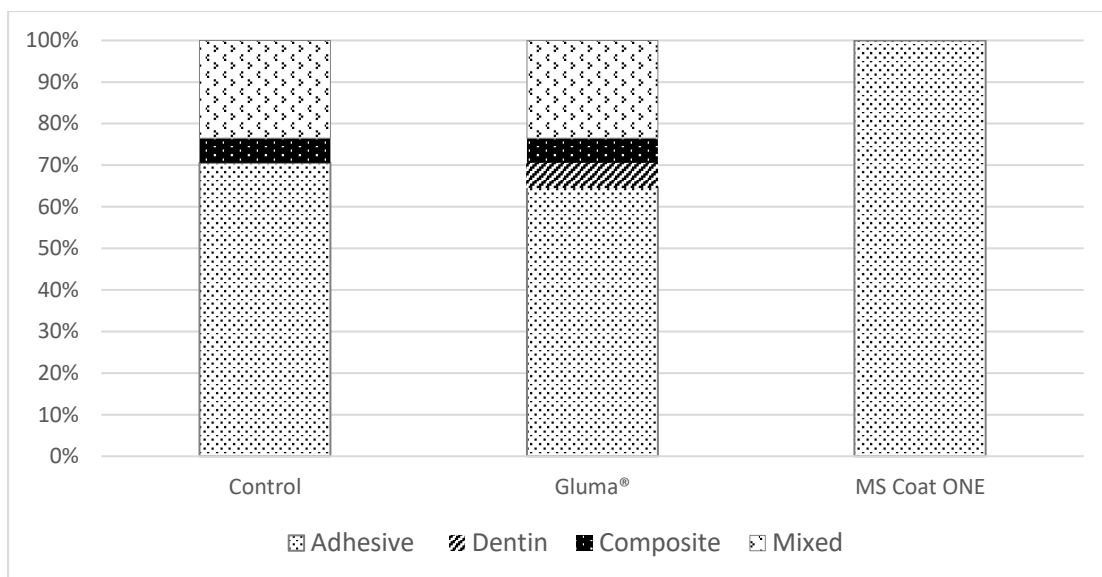
Group	Shear bond strength (MPa)		ANOVA	
	Range	Mean \pm SD	F	P-value
Control	11.52 – 32.26	21.13 \pm 5.96 ^A	131.210	<0.001*
Gluma [®]	13.16 – 31.77	23.25 \pm 4.97 ^A		
MS Coat ONE	2.15 – 9.57	4.58 \pm 2.25 ^B		

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ย \pm ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความแข็งแรงยึดติดแนวเขื่อน

*มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และตัวอักษรพิมพ์ใหญ่บนตัวเลขที่เหมือนกันแสดงว่าไม่มี ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญร้อยละ 95

กลุ่มออกซาลิตมีค่าเฉลี่ยของความแข็งแรงยึดติดแนวเขื่อนต่ำกว่าอีก 2 กลุ่มอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติ ($p < 0.05$) ในขณะที่ทั้ง 2 กลุ่มดังกล่าวไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p = 0.611$)

ผลการศึกษาชนิดและประเภทความล้มเหลวของการแตกหักของชิ้นงานในแต่ละกลุ่มทดลอง ดังแสดงในภาพที่ 9



ภาพที่ 9 สัดส่วนและร้อยละของแต่ละประเภทความล้มเหลวในแต่ละกลุ่มทดลอง

ประเภทความล้มเหลวของการแตกหักของชิ้นงานใช้สถิติวิเคราะห์ด้วยการทดสอบไคสแควร์ พบว่าทั้ง 3 กลุ่มไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.066$) โดยส่วนใหญ่ทั้ง 3 กลุ่มเป็นความล้มเหลวที่เกิดที่รอยต่อระหว่างสารยึดติดกับเนื้อฟัน

วิเคราะห์ผลการทดลอง

จากผลการศึกษาที่ได้ปฏิเสศสมมติฐานของงานวิจัยและพบว่า การทำสารลดอาการเสียวฟัน ทั้ง 2 ชนิดมีผลต่อการรั่วซึมระดับจุลภาคที่ขอบด้านใกล้เหงือก โดยการทำสารลดอาการเสียวฟัน ชนิดกลูตาไรลดีไฮด์ส่งผลต่อการรั่วซึมระดับจุลภาคที่ขอบด้านใกล้เหงือกสูงกว่าของกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Huh และคณะ (60) ด้วยเหตุที่ว่า การใช้สารยึดติดชนิดเซลฟ์เอทซ์แบบสองขั้นตอนที่เป็นที่นิยมใช้และมีประสิทธิภาพดีในการยึดติดกับเนื้อฟัน (11) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการบูรณะโพรงฟันคลาสไฟว์ร่วมกับเรซินคอมโพสิตเพื่อการยึดติดของวัสดุบูรณะ (12) และลดโอกาสของการเสียวฟันหลังการบูรณะฟัน แต่ชั้นไฮบริดที่ได้หนาเพียง 1 ไมโครเมตรและเรซินแทรกที่สั้น (51, 61) ดังนั้นการปนเปื้อนสารลดอาการเสียวฟันก่อนการบูรณะฟันจึงสามารถขัดขวางการยึด

ติดของสารยึดติดดังกล่าวได้ (60) อย่างไรก็ตามการศึกษาก่อนหน้านี้กลับพบว่ากลุ่มคาร์ลดีไฮต์ไม่ส่งผลต่อการยึดติดของสารยึดติดกับเนื้อฟัน (5, 59, 62) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะวิธีการวิจัยและวัสดุที่ใช้แตกต่างกัน ตัวอย่างเช่น การศึกษาของ Mozaffari และคณะ (5) ที่ใช้สารยึดติดชนิดโททอลเอทซ์ซึ่งต้องทำการปรับสภาพผิวฟันด้วยกรดฟอสฟอริกหลังจากการทาสารลดอาการเสียวฟัน จึงอาจทำให้สามารถลดการปนเปื้อนของสารลดอาการเสียวฟันก่อนการบูรณะฟันได้ ด้วยเหตุนี้การรั่วซึมระดับจุลภาคของกลุ่มคาร์ลดีไฮต์จึงไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับกลุ่มควบคุม เป็นต้น ส่วนการทาสารลดอาการเสียวฟันชนิดออกซาเลตส่งผลต่อการรั่วซึมระดับจุลภาคที่ขอบด้านใกล้เหงือกสูงกว่าของกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญซึ่งสอดคล้องกับหลายการศึกษาก่อนหน้านี้ (10, 61, 63) คือสารออกซาเลตจับกับแคลเซียมไอออนในเนื้อฟันได้เป็นสารประกอบหรือผลึกแคลเซียมออกซาเลตที่ไม่ละลายน้ำจึงขัดขวางการยึดติดของสารยึดติดทำให้เกิดการรั่วซึมระดับจุลภาคที่สูงขึ้น (10, 64) อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาถึงผลการศึกษานี้ของการรั่วซึมระดับจุลภาคที่ขอบด้านบดเคี้ยวของวัสดุบูรณะภายหลังการทาสารลดอาการเสียวฟันทั้ง 2 ชนิดกลับพบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับกลุ่มควบคุมซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาก่อนหน้านี้ของการทาสารลดอาการเสียวฟันชนิดคาร์ลดีไฮต์ (5, 59) แต่สำหรับชนิดออกซาเลตกลับไม่สอดคล้องกับหลายการศึกษาที่ได้ผลว่าออกซาเลตขัดขวางการยึดติดของสารยึดติดและเกิดการรั่วซึมระดับจุลภาคที่สูงขึ้นแม้กระทั่งที่ขอบเคลือบฟัน (10, 61) ด้วยเหตุที่ว่าผลึกแคลเซียมออกซาเลตสามารถสะท้อนกรตในชั้นตอนปรับสภาพผิวฟันด้วยกรตจึงทำให้ขัดขวางการเกิดเรซินแทรกของสารยึดติดและส่งผลต่อการยึดติดได้ ในขณะที่การศึกษาของ Tay และคณะ (65) และการศึกษาที่สามารถอธิบายได้ว่าการเบvelที่ขอบด้านบดเคี้ยวซึ่งกระทำเหมือนในทางคลินิกของการบูรณะโพรงฟันคลาสไฟว์ด้วยเรซินคอมโพสิตและการปรับสภาพผิวฟันด้วยกรตเฉพาะจุด (selective etching) สามารถละลายผลึกแคลเซียมออกซาเลตได้บางส่วนจึงทำให้ลดผลเสียต่อการยึดติดของสารยึดติดและการรั่วซึมระดับจุลภาคได้ อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาผลการ

ร่วซึมระดับจุลภาคที่ขอบด้านบดเคี้ยวของกลุ่มออกซาเลตพบว่าการร่วซึมส่วนใหญ่สูงกว่าอีก 2 กลุ่มทดลองโดยถึงระดับการร่วซึมที่ผนังด้านแอกเซียล ดังนั้นถ้ามีการเพิ่มจำนวนซี่ฟันในแต่ละกลุ่มทดลอง อาจเกิดความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของกลุ่มออกซาเลตที่ขอบด้านบดเคี้ยวได้ นอกจากนี้เมื่อพิจารณาผลการร่วซึมระดับจุลภาคพบว่าขอบด้านบดเคี้ยวเกิดการร่วซึมที่ต่ำกว่าขอบด้านใกล้เหงือกอย่างมีนัยสำคัญในทั้ง 3 กลุ่มทดลอง ซึ่งอาจกล่าวได้ว่าการเบvelและการปรับสภาพผิวฟันด้วยกรดเฉพาะจุดที่ขอบด้านบดเคี้ยวซึ่งเป็นผิวเคลือบฟันสามารถช่วยให้สารยึดติดยึดกับผิวฟันได้ดีขึ้นแม้มีการปนเปื้อนของสารลดอาการเสียวฟันและลดการร่วซึมระดับจุลภาคได้ จากการทดสอบการร่วซึมระดับจุลภาคของการศึกษานี้ซึ่งใช้วิธีการแช่ฟันลงไปนีสีย้อมและประเมินค่าการร่วซึมระดับจุลภาคแบบมาตรอันดับ (ordinal scale) ถึงแม้ว่าเป็นวิธีที่นิยมใช้ในหลายการศึกษาก่อนหน้านี้ (5, 49, 59, 61) แต่มีข้อจำกัดเนื่องจากการเป็นการศึกษาที่สามารถมองเห็นได้เพียงบางตำแหน่งไม่สามารถเห็นรอยต่อทั้งหมด ดังนั้นในการศึกษานี้จึงทำการตัดฟันออกเป็น 4 ชิ้นงานและใช้ค่าการร่วซึมที่มากที่สุดเป็นผลที่ได้ในแต่ละซี่ฟันเพื่อให้ได้ผลการร่วซึมระดับจุลภาคใกล้เคียงความเป็นจริงมากขึ้น นอกจากนี้การทำเทอร์โมไซคลิก จากการศึกษานี้ได้กำหนดไว้ที่ 5,000 รอบ อันเนื่องมาจากการศึกษาของ Price และคณะ (56) ที่ได้กล่าวว่าการทำเทอร์โมไซคลิกอย่างน้อย 5,000 รอบจึงจะส่งผลเสียต่อการยึดติดของสารยึดติดอย่างมีนัยสำคัญ และจากการศึกษาของ Gale และ Darvell (55) ที่กล่าวว่าการทำเทอร์โมไซคลิกที่มีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิจาก 5 องศาเซลเซียสไปเป็น 55 องศาเซลเซียสจำนวน 10,000 รอบเทียบเท่ากับอายุการใช้งานในช่องปากของวัสดุบูรณะเป็นเวลา 1 ปี ดังนั้นการทำเทอร์โมไซคลิก 5,000 รอบจึงประมาณเทียบเท่ากับ 6 เดือน ซึ่งระยะเวลาดังกล่าวโดยส่วนใหญ่แล้วในทางคลินิกทันตแพทย์จะทำการนัดหมายปกติสำหรับผู้ป่วยที่ไม่มีพยาธิสภาพใดๆเพื่อมาตรวจสุขภาพและทำความสะอาดช่องปากรวมถึงติดตามผลการรักษา ด้วยเหตุนี้จึงเลือกใช้การทำเทอร์โมไซคลิก 5,000 รอบสำหรับการศึกษานี้ ปัจจุบันการทดสอบการร่วซึมระดับจุลภาคมีการนำเทคโนโลยีที่ทันสมัยมาใช้

ในการประเมินผล ได้แก่ การทำไมโครซีที (micro-CT) ซึ่งสามารถประเมินการรั่วซึมระดับจุลภาคได้แบบ 3 มิติ (49) แต่เนื่องจากราคาค่อนข้างสูง ใช้เวลานาน และต้องใช้ความเชี่ยวชาญในการแปลผลภาพรังสี ด้วยเหตุนี้จึงเลือกใช้การแช่ฟันในสีย้อมสำหรับการศึกษา นี้ โดยเลือกใช้สารละลายเมทิลีนบลู เนื่องจากมีโมเลกุลขนาดเล็กและเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1.2 นาโนเมตร ซึ่งสามารถซึมผ่านเข้าไปในช่องว่างระดับจุลภาคที่เกิดขึ้นที่รอยต่อระหว่างวัสดุบูรณะกับผิวฟันและนำไปประเมินระดับการรั่วซึมได้ (5)

การทดสอบความแข็งแรงยึดติดแนวเฉือนภายหลังการทาสารลดอาการเสียวฟันชนิดกลูตาร์ลดีไฮด์ จากการศึกษาพบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับของกลุ่มควบคุมซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาก่อนหน้านี้ (2, 51, 66, 67) ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่ากลูตาร์ลดีไฮด์ไม่ได้ส่งผลต่อความแข็งแรงยึดติดของสารยึดติด และจากการศึกษาที่สารลดอาการเสียวฟันชนิดกลูตาร์ลดีไฮด์มีไฮดรอกซีเอธิลเมทาครีเลทหรืออีมา (HEMA) เป็นองค์ประกอบร่วมด้วย ซึ่งคือสารตัวเดียวกันกับในสารไพรเมอร์ของสารยึดติดที่ใช้ซึ่งทำให้เรซินมอนอเมอร์แทรกซึมเข้าไปในโครงข่ายคอลลาเจนได้ดียิ่งขึ้น (50, 51) ด้วยเหตุนี้วัสดุบูรณะจึงยึดติดกับผิวฟันได้ดีและค่าความแข็งแรงยึดติดแนวเฉือนสูงใกล้เคียงกลุ่มควบคุม สำหรับการทาสารลดอาการเสียวฟันชนิดออกซาเลตก่อนการบูรณะพบว่าค่าความแข็งแรงยึดติดแนวเฉือนต่ำกว่าของกลุ่มควบคุมและกลุ่มกลูตาร์ลดีไฮด์อย่างมีนัยสำคัญซึ่งสอดคล้องกับหลายการศึกษาก่อนหน้านี้ (2, 67-69) เนื่องจากผลึกแคลเซียมออกซาเลตที่เกิดขึ้นซึ่งเป็นชั้นที่หนาและลึกจากผิวฟันประมาณ 10 ถึง 15 ไมโครเมตร (65) ขัดขวางการยึดติดของสารยึดติดกับเนื้อฟัน นอกจากนี้ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าความแข็งแรงยึดติดแนวเฉือนของกลุ่มออกซาเลตค่อนข้างสูงซึ่งแสดงให้เห็นว่าค่าดังกล่าวหรือข้อมูลมีการกระจายมากซึ่งสามารถอธิบายได้ว่าชนิดและคุณภาพของฟันที่ใช้ทดลองหรือกลุ่มตัวอย่างมีความสำคัญ โดยในการศึกษานี้ อาจเกิดจากความแตกต่างของ

อายุของฟันที่ได้จากผู้ป่วยที่มีช่วงอายุต่างกัน ด้วยเหตุนี้จึงควรมีการศึกษาเพิ่มเติมโดยกำหนดชนิด และคุณภาพของกลุ่มตัวอย่างให้ชัดเจนและเหมือนกันในทุกกลุ่มทดลอง หรือถ้ายึดหลักเกณฑ์เดิมก็ ควรมีการเพิ่มจำนวนสมาชิกขึ้นในแต่ละกลุ่มทดลองเพื่อให้ได้ผลการศึกษาที่ถูกต้องแม่นยำมากขึ้น

ความล้มเหลวและการแตกหักของชิ้นงานในการทดสอบความแข็งแรงยึดติดแนวเฉือนที่พบ ในการศึกษานี้ ส่วนใหญ่เป็นความล้มเหลวที่เกิดที่รอยต่อระหว่างสารยึดติดกับเนื้อฟันในทั้ง 3 กลุ่ม ทดลองและไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเมื่อพิจารณาระหว่างกลุ่มซึ่งสอดคล้องกับการศึกษา ของ Sabatini และ Wu (51) ด้วยเหตุที่ว่าสารยึดติดที่ใช้ในการศึกษานี้คือชนิดเซลฟ์เอทซ์แบบสอง ขั้นตอนซึ่งชั้นไฮบริดค่อนข้างบางและเรซินแทรกสั่นจึงเกิดความล้มเหลวที่บริเวณรอยต่อมากกว่าที่จะ เกิดในเรซินคอมโพสิตหรือเนื้อฟัน

จากผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าการใช้สารลดอาการเสียวฟันก่อนการบูรณะฟันด้วยสารยึด ติดชนิดเซลฟ์เอทซ์แบบสองขั้นตอนกับเรซินคอมโพสิตมีผลต่อการรั่วซึมระดับจุลภาคและความ แข็งแรงยึดติดของวัสดุบูรณะกับเนื้อฟัน ด้วยเหตุนี้ในทางคลินิกจึงไม่ควรบูรณะฟันหลังจากการทำ สารลดอาการเสียวฟันโดยทันที นอกจากนี้ก่อนการบูรณะฟัน ถ้าทราบว่าผู้ป่วยได้รับการทาสารลด อาการเสียวฟันมาก่อนแล้วไม่นานก็ควรทำการปรับสภาพผิวฟันโดยเฉพาะอย่างยิ่งที่เนื้อฟัน ได้แก่ การปรับสภาพผิวฟันด้วยกรดเพื่อช่วยลดผลเสียดังกล่าวและส่งผลให้การยึดติดของสารยึดติดดียิ่งขึ้น อย่างไรก็ตามการศึกษานี้ไม่สามารถจำลองสภาวะจริงและปัจจัยที่เกี่ยวข้องในทางคลินิกได้ทั้งหมด แต่ผลการศึกษาที่ได้สามารถนำไปประยุกต์ใช้เป็นแนวทางในการปฏิบัติและให้การรักษากับผู้ป่วยได้ ด้วยเหตุนี้จึงควรมีการศึกษาวิจัยเพิ่มเติมในเชิงคลินิกเพื่อให้ได้ผลที่สะท้อนถึงสภาวะจริงที่เกิดขึ้น

สรุปผลการทดลอง

ภายใต้ข้อจำกัดของการศึกษาเชิงทดลองในห้องปฏิบัติการนี้ สามารถสรุปได้ว่าการใช้สารลดอาการเสียวฟันทั้งกลูตารัลดีไฮด์และออกซาเลตก่อนการบูรณะฟันด้วยสารยึดติดชนิดเซลฟ์เอทซ์แบบสองขั้นตอนกับเรซินคอมโพสิตส่งผลต่อการรั่วซึมและความแข็งแรงยึดติดของวัสดุบูรณะกับเนื้อฟัน กล่าวคือการรั่วซึมระดับจุลภาคมีอัตราสูงขึ้นที่บริเวณขอบวัสดุด้านใกล้เหงือก การเบเวลและการปรับสภาพผิวฟันด้วยกรดเฉพาะจุดที่ขอบด้านบดเคี้ยวช่วยลดการรั่วซึมระดับจุลภาคได้ สำหรับความแข็งแรงในการยึดติดของวัสดุบูรณะพบว่าสารลดอาการเสียวฟันชนิดออกซาเลตส่งผลให้ค่าแรงยึดติดลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่สารลดอาการเสียวฟันชนิดกลูตารัลดีไฮด์ให้ค่าแรงยึดติดที่ไม่แตกต่างกับของกลุ่มควบคุม



บรรณานุกรม

1. Kim JW, Park JC. Dentin hypersensitivity and emerging concepts for treatments. *J Oral Biosci.* 2017;59(4):211-7.
2. Maeda FA, Guedes AP, Catelan A, Pavan S, Briso AL, Sundfeld RH, et al. Influence of desensitizing agents on the microshear bond strength of adhesive systems to dentin. *Acta Odontol Latinoam.* 2009;22(1):41-5.
3. Duran I, Sengun A. The long-term effectiveness of five current desensitizing products on cervical dentine sensitivity. *J Oral Rehabil.* 2004;31(4):351-6.
4. Pashley DH. Dentin permeability, dentin sensitivity, and treatment through tubule occlusion. *J Endod.* 1986;12(10):465-74.
5. Mozaffari HR, Ehteshami A, Zallaghi F, Chiniforush N, Moradi Z. Microleakage in Class V Composite Restorations after Desensitizing Surface Treatment with Er:YAG and CO2 Lasers. *Laser Ther.* 2016;25(4):259-66.
6. Shiau HJ. Dentin hypersensitivity. *J Evid Based Dent Pract.* 2012;12(3):220-8.
7. Trushkowsky RD, Oquendo A. Treatment of dentin hypersensitivity. *Dent Clin North Am.* 2011;55(3):599-608.
8. Qin CY, Xu JW, Zhang YJ. Spectroscopic investigation of the function of aqueous 2-hydroxyethylmethacrylate/glutaraldehyde solution as a dentin desensitizer. *Eur J Oral Sci.* 2006;114(4):354-9.
9. Ling TY, Gillam DG. The effectiveness of desensitizing agents for the treatment of cervical dentine sensitivity (CDS)--a review. *J West Soc Periodontol Periodontal Abstr.* 1996;44(1):5-12.
10. Shafiei F, Memarpour M. Effect of surface pretreatment with two desensitizer techniques on the microleakage of resin composite restorations. *Lasers Med Sci.* 2013;28(1):247-51.
11. Armstrong SR, Vargas MA, Fang Q, Laffoon JE. Microtensile bond strength of a total-etch 3-step, total-etch 2-step, self-etch 2-step, and a self-etch 1-step dentin bonding system through 15-month water storage. *J Adhes Dent.* 2003;5(1):47-56.

12. Van Meerbeek B, Kanumilli P, De Munck J, Van Landuyt K, Lambrechts P, Peumans M. A randomized controlled study evaluating the effectiveness of a two-step self-etch adhesive with and without selective phosphoric-acid etching of enamel. *Dent Mater.* 2005;21(4):375-83.
13. Holland GR, Narhi MN, Addy M, Gangarosa L, Orchardson R. Guidelines for the design and conduct of clinical trials on dentine hypersensitivity. *J Clin Periodontol.* 1997;24(11):808-13.
14. Taani SD, Awartani F. Clinical evaluation of cervical dentin sensitivity (CDS) in patients attending general dental clinics (GDC) and periodontal specialty clinics (PSC). *J Clin Periodontol.* 2002;29(2):118-22.
15. Grippo JO. Abfractions: a new classification of hard tissue lesions of teeth. *J Esthet Dent.* 1991;3(1):14-9.
16. West N, Seong J, Davies M. Dentine hypersensitivity. *Monogr Oral Sci.* 2014;25:108-22.
17. Fischer C, Fischer RG, Wennberg A. Prevalence and distribution of cervical dentine hypersensitivity in a population in Rio de Janeiro, Brazil. *J Dent.* 1992;20(5):272-6.
18. Addy M, Mostafa P, Newcombe RG. Dentine hypersensitivity: the distribution of recession, sensitivity and plaque. *J Dent.* 1987;15(6):242-8.
19. Mantzourani M, Sharma D. Dentine sensitivity: past, present and future. *J Dent.* 2013;41(4):3-17.
20. Absi EG, Addy M, Adams D. Dentine hypersensitivity. A study of the patency of dentinal tubules in sensitive and non-sensitive cervical dentine. *J Clin Periodontol.* 1987;14(5):280-4.
21. Dababneh RH, Khouri AT, Addy M. Dentine hypersensitivity - an enigma? A review of terminology, mechanisms, aetiology and management. *Br Dent J.* 1999;187(11):606-11.
22. Brannstrom M. The surface of sensitive dentine. An experimental study using replication. *Odontol Revy.* 1965;16(4):293-9.
23. Matthews B, Vongsavan N. Interactions between neural and hydrodynamic mechanisms in dentine and pulp. *Arch Oral Biol.* 1994;39:87-95.

24. Chabanski MB, Gillam DG, Bulman JS, Newman HN. Clinical evaluation of cervical dentine sensitivity in a population of patients referred to a specialist periodontology department: a pilot study. *J Oral Rehabil.* 1997;24(9):666-72.
25. West NX, Sanz M, Lussi A, Bartlett D, Bouchard P, Bourgeois D. Prevalence of dentine hypersensitivity and study of associated factors: a European population-based cross-sectional study. *J Dent.* 2013;41(10):841-51.
26. Rees JS. The prevalence of dentine hypersensitivity in general dental practice in the UK. *J Clin Periodontol.* 2000;27(11):860-5.
27. Bartold PM. Dentinal hypersensitivity: a review. *Aust Dent J.* 2006;51(3):212-8.
28. Schmidlin PR, Sahrman P. Current management of dentin hypersensitivity. *Clin Oral Investig.* 2013;17(1):55-9.
29. Pashley DH, Galloway SE. The effects of oxalate treatment on the smear layer of ground surfaces of human dentine. *Arch Oral Biol.* 1985;30(10):731-7.
30. Santiago SL, Pereira JC, Martineli AC. Effect of commercially available and experimental potassium oxalate-based dentin desensitizing agents in dentin permeability: influence of time and filtration system. *Braz Dent J.* 2006;17(4):300-5.
31. Absi EG, Addy M, Adams D. Dentine hypersensitivity: uptake of toothpastes onto dentine and effects of brushing, washing and dietary acid--SEM in vitro study. *J Oral Rehabil.* 1995;22(3):175-82.
32. Cunha-Cruz J, Stout JR, Heaton LJ, Wataha JC, Northwest P. Dentin hypersensitivity and oxalates: a systematic review. *J Dent Res.* 2011;90(3):304-10.
33. Muzzin KB, Johnson R. Effects of potassium oxalate on dentin hypersensitivity in vivo. *J Periodontol.* 1989;60(3):151-8.
34. Gillam DG, Newman HN, Davies EH, Bulman JS, Troullos ES, Curro FA. Clinical evaluation of ferric oxalate in relieving dentine hypersensitivity. *J Oral Rehabil.* 2004;31(3):245-50.
35. Sharma D, McGuire JA, Amini P. Randomized trial of the clinical efficacy of a potassium oxalate-containing mouthrinse in rapid relief of dentin sensitivity. *J Clin Dent.* 2013;24(2):62-7.
36. West NX, Seong J, Davies M. Management of dentine hypersensitivity: efficacy of professionally and self-administered agents. *J Clin Periodontol.* 2015;42(16):256-302.

37. Camps J, Pashley D. In vivo sensitivity of human root dentin to air blast and scratching. *J Periodontol.* 2003;74(11):1589-94.
38. Kolker JL, Vargas MA, Armstrong SR, Dawson DV. Effect of desensitizing agents on dentin permeability and dentin tubule occlusion. *J Adhes Dent.* 2002;4(3):211-21.
39. Arrais CA, Chan DC, Giannini M. Effects of desensitizing agents on dentinal tubule occlusion. *J Appl Oral Sci.* 2004;12(2):144-8.
40. Schweickl H, Schmalz G. Glutaraldehyde-containing dentin bonding agents are mutagens in mammalian cells in vitro. *J Biomed Mater Res.* 1997;36(3):284-8.
41. Stewardson DA, Crisp RJ, McHugh S, Lendenmann U, Burke FJ. The Effectiveness of Systemp.desensitizer in the treatment of dentine hypersensitivity. *Prim Dent Care.* 2004;11(3):71-6.
42. Buonocore MG. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *J Dent Res.* 1955;34(6):849-53.
43. Van Meerbeek B, De Munck J, Yoshida Y, Inoue S, Vargas M, Vijay P, et al. Buonocore memorial lecture. Adhesion to enamel and dentin: current status and future challenges. *Oper Dent.* 2003;28(3):215-35.
44. Van Meerbeek B, Yoshihara K, Yoshida Y, Mine A, De Munck J, Van Landuyt KL. State of the art of self-etch adhesives. *Dent Mater.* 2011;27(1):17-28.
45. Breschi L, Mazzoni A, Ruggeri A, Cadenaro M, Di Lenarda R, De Stefano Dorigo E. Dental adhesion review: aging and stability of the bonded interface. *Dent Mater.* 2008;24(1):90-101.
46. Alex G. Universal adhesives: the next evolution in adhesive dentistry? *Compend Contin Educ Dent.* 2015;36(1):15-26.
47. Kidd EA. Microleakage: a review. *J Dent.* 1976;4(5):199-206.
48. Joseph A, Santhosh L, Hegde J, Panchajanya S, George R. Microleakage evaluation of Silorane-based composite and methacrylate-based composite in class II box preparations using two different layering techniques: an in vitro study. *Indian J Dent Res.* 2013;24(1):148.
49. Jacker-Guhr S, Ibarra G, Oppermann LS, Luhrs AK, Rahman A, Geurtsen W. Evaluation of microleakage in class V composite restorations using dye penetration and micro-CT. *Clin Oral Investig.* 2016;20(7):1709-18.

50. Aranha AC, Siqueira Junior Ade S, Cavalcante LM, Pimenta LA, Marchi GM. Microtensile bond strengths of composite to dentin treated with desensitizer products. *J Adhes Dent.* 2006;8(2):85-90.
51. Sabatini C, Wu Z. Effect of Desensitizing Agents on the Bond Strength of Mild and Strong Self-etching Adhesives. *Oper Dent.* 2015;40(5):548-57.
52. Sirisha K, Rambabu T, Shankar YR, Ravikumar P. Validity of bond strength tests: A critical review: Part I. *J Conserv Dent.* 2014;17(4):305-11.
53. Sano H, Yoshikawa T, Pereira PN, Kanemura N, Morigami M, Tagami J, et al. Long-term durability of dentin bonds made with a self-etching primer, in vivo. *J Dent Res.* 1999;78(4):906-11.
54. Blumer L, Schmidli F, Weiger R, Fischer J. A systematic approach to standardize artificial aging of resin composite cements. *Dent Mater.* 2015;31(7):855-63.
55. Gale MS, Darvell BW. Thermal cycling procedures for laboratory testing of dental restorations. *J Dent.* 1999;27(2):89-99.
56. Price RB, Derand T, Andreou P, Murphy D. The effect of two configuration factors, time, and thermal cycling on resin to dentin bond strengths. *Biomaterials.* 2003;24(6):1013-21.
57. Montoya C, Arango-Santander S, Pelaez-Vargas A, Arola D, Ossa EA. Effect of aging on the microstructure, hardness and chemical composition of dentin. *Arch Oral Biol.* 2015;60(12):1811-20.
58. Aydin B, Pamir T, Baltaci A, Orman MN, Turk T. Effect of storage solutions on microhardness of crown enamel and dentin. *Eur J Dent.* 2015;9(2):262-6.
59. Yikilgan I, Akgul S, Ozcan S, Bala O, Omurlu H. An in vitro evaluation of the effects of desensitizing agents on microleakage of Class V cavities. *J Clin Exp Dent.* 2016;8(1):55-9.
60. Huh JB, Kim JH, Chung MK, Lee HY, Choi YG, Shim JS. The effect of several dentin desensitizers on shear bond strength of adhesive resin luting cement using self-etching primer. *J Dent.* 2008;36(12):1025-32.
61. Saffarpour A, Saffarpour A, Kharazifard MJ, Golmohamadi N. Effect of a Desensitizing Varnish on Microleakage of Two Self-Etch Adhesives. *J Dent (Tehran).* 2015;12(11):807-14.

62. Viswanath N, Inbaraj AS, Amaechi BT, Gandhi GD, Subramani RP. Influences of desensitizing agents on bond strength of etch-and-rinse and self-etch adhesive system to dentin. *J Conserv Dent*. 2020;23(5):522-7.
63. Arisu HD, Dalkihc E, Uctasli MB. Effect of desensitizing agents on the microtensile bond strength of a two-step self-etch adhesive to dentin. *Oper Dent*. 2011;36(2):153-61.
64. Pashley EL, Tao L, Pashley DH. Effects of oxalate on dentin bonding. *Am J Dent*. 1993;6(3):116-8.
65. Tay FR, Pashley DH, Mak YF, Carvalho RM, Lai SC, Suh BI. Integrating oxalate desensitizers with total-etch two-step adhesive. *J Dent Res*. 2003;82(9):703-7.
66. Reinhardt JW, Stephens NH, Fortin D. Effect of Gluma desensitization on dentin bond strength. *Am J Dent*. 1995;8(4):170-2.
67. Soeno K, Taira Y, Matsumura H, Atsuta M. Effect of desensitizers on bond strength of adhesive luting agents to dentin. *J Oral Rehabil*. 2001;28(12):1122-8.
68. Christensen GJ. Preventing postoperative tooth sensitivity in class I, II and V restorations. *J Am Dent Assoc*. 2002;133(2):229-31.
69. Christensen GJ. Overcoming the challenges of Class II resin-based composites. *J Am Dent Assoc*. 2006;137(7):1021-3.



ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางแสดงผลการวิจัยระดับคุณภาพของกลุ่มควบคุม

หมายเลขฟัน	ระดับการวิจัยระดับคุณภาพของกลุ่มควบคุม (0-3)									
	ขอบด้านบดเคี้ยว					ขอบด้านใกล้เหงือก				
	ชิ้นงานที่				สรุป	ชิ้นงานที่				สรุป
1	2	3	4	1		2	3	4		
17	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1
32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	0	0	1	1	2	1	2	1	2
26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	1	1	1	1	2	2	3	2	3
13	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1
38	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
39	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
15	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
สรุปแต่ละระดับ	ขอบด้านบดเคี้ยว					ขอบด้านใกล้เหงือก				
	0 = 11	1 = 2	2 = 0	3 = 0	0 = 4	1 = 7	2 = 1	3 = 1		

ตารางแสดงผลการวิจัยระดับคุณภาพของกลุ่มคุณดารัตติไฮต์

หมายเลขพิน	ระดับการวิจัยระดับคุณภาพของกลุ่มคุณดารัตติไฮต์ (0-3)									
	ขอบด้านบดเคี้ยว					ขอบด้านใกล้เหงือก				
	ชิ้นงานที่				สรุป	ชิ้นงานที่				สรุป
1	2	3	4	1		2	3	4		
27	1	2	2	1	2	2	2	2	2	2
36	1	1	1	1	1	2	2	3	3	3
33	0	0	0	0	0	2	1	3	2	3
28	0	0	0	0	0	1	2	3	2	3
25	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1
10	0	0	0	0	0	1	2	3	1	3
37	0	0	0	0	0	2	2	3	2	3
11	0	0	0	0	0	2	3	1	2	3
23	0	1	1	0	1	2	2	2	3	3
18	0	0	0	0	0	1	2	1	3	3
14	0	0	0	0	0	3	2	2	1	3
2	0	0	0	0	0	1	1	2	3	3
4	1	1	1	1	1	3	2	3	3	3
สรุปแต่ละระดับ	ขอบด้านบดเคี้ยว					ขอบด้านใกล้เหงือก				
	0 = 9	1 = 3	2 = 1	3 = 0		0 = 0	1 = 1	2 = 1	3 = 11	

ตารางแสดงผลการวิจัยระดับคุณภาพของกลุ่มออกซาเลต

หมายเลขฟัน	ระดับการวิจัยระดับคุณภาพของกลุ่มออกซาเลต (0-3)									
	ขอบด้านบดเคี้ยว					ขอบด้านใกล้เหงือก				
	ชิ้นงานที่				สรุป	ชิ้นงานที่				สรุป
1	2	3	4	1		2	3	4		
5	0	0	0	0	0	3	2	3	2	3
34	0	0	0	0	0	3	2	2	3	3
22	0	0	0	0	0	2	3	3	2	3
35	0	0	0	0	0	3	3	3	2	3
30	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
29	1	1	1	1	1	3	2	3	3	3
21	1	1	1	1	1	3	3	3	3	3
20	1	2	2	1	2	3	3	3	3	3
19	0	0	0	0	0	2	3	2	3	3
16	1	1	1	1	1	3	3	2	3	3
8	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3
3	0	0	0	0	0	3	2	3	3	3
6	1	1	1	1	1	3	3	3	3	3
สรุปแต่ละระดับ	ขอบด้านบดเคี้ยว					ขอบด้านใกล้เหงือก				
	0 = 6	1 = 4	2 = 2	3 = 1		0 = 0	1 = 0	2 = 0	3 = 13	

ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการรู้ซึมระดับจุลภาคระหว่างกลุ่มด้วยสถิติ

วิเคราะห์ชนิดนอนพาราเมตริกด้วยการทดสอบครัสคาล์วลีส

Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
Enamel	39	.462	.7555	.0	3.0
Dentin	39	2.231	1.1112	.0	3.0
Group_code	39	2.00	.827	1	3

Kruskal-Wallis Test

Ranks

	Group_code	N	Mean Rank
Enamel	1	13	16.19
	2	13	19.35
	3	13	24.46
	Total	39	
Dentin	1	13	8.46
	2	13	24.54
	3	13	27.00
	Total	39	

Test Statistics^{a,b}

	Enamel	Dentin
Chi-Square	5.038	27.878
df	2	2
Asymp. Sig.	.081	.000

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: Group_code

Hypothesis Test Summary

	Null Hypothesis	Test	Sig.	Decision
1	The distribution of Enamel is the same across categories of Group_code.	Independent-Samples Kruskal-Wallis Test	.081	Retain the null hypothesis.
2	The distribution of Dentin is the same across categories of Group_code.	Independent-Samples Kruskal-Wallis Test	.000	Reject the null hypothesis.

Asymptotic significances are displayed. The significance level is .05.



Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Dentin

Tukey HSD

(I) Group_code	(J) Group_code	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% ...
					Lower Bound
1	2	-1.8462*	.2378	.000	-2.427
	3	-2.0769*	.2378	.000	-2.658
2	1	1.8462*	.2378	.000	1.265
	3	-.2308	.2378	.600	-.812
3	1	2.0769*	.2378	.000	1.496
	2	.2308	.2378	.600	-.350

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Dentin

Tukey HSD

(I) Group_code	(J) Group_code	95% Confidence
		Upper Bound
1	2	-1.265
	3	-1.496
2	1	2.427
	3	.350
3	1	2.658
	2	.812

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการรับรู้ระดับคุณภาพระหว่างขอบในแต่ละกลุ่ม

ทดลองด้วยสถิติวิเคราะห์ชนิดนอนพาราเมตริกด้วยการทดสอบแมนวิทนี

Mann-Whitney Test

Ranks

	Type	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Control	1	13	9.85	128.00
	2	13	17.15	223.00
	Total	26		
Gluma®	1	13	7.23	94.00
	2	13	19.77	257.00
	Total	26		
MS Coat ONE	1	13	7.50	97.50
	2	13	19.50	253.50
	Total	26		

Test Statistics^a

	Control	Gluma®	MS Coat ONE
Mann-Whitney U	37.000	3.000	6.500
Wilcoxon W	128.000	94.000	97.500
Z	-2.780	-4.455	-4.394
Asymp. Sig. (2-tailed)	.005	.000	.000
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.014 ^b	.000 ^b	.000 ^b

a. Grouping Variable: Type

b. Not corrected for ties.



Hypothesis Test Summary

	Null Hypothesis	Test	Sig.	Decision
1	The distribution of Control is the same across categories of Type.	Independent-Samples Mann-Whitney U Test	.014 ¹	Reject the null hypothesis.
2	The distribution of Gluma® is the same across categories of Type.	Independent-Samples Mann-Whitney U Test	.000 ¹	Reject the null hypothesis.
3	The distribution of MS Coat ONE is the same across categories of Type.	Independent-Samples Mann-Whitney U Test	.000 ¹	Reject the null hypothesis.

Asymptotic significances are displayed. The significance level is .05.

¹Exact significance is displayed for this test.

ตารางแสดงผลการทดสอบความแข็งแรงยึดติดแนวเฉือนของกลุ่มควบคุม

หมายเลขชิ้นงาน	กลุ่มทดลอง	ค่าความแข็งแรงยึดติดแนวเฉือน (เมกะปาสคาล)
1	Control	11.8012
2	Control	19.4346
3	Control	14.7837
4	Control	32.2554
5	Control	27.1731
6	Control	20.0005
7	Control	27.7955
8	Control	26.1213
9	Control	23.4075
10	Control	16.2550
11	Control	22.4762
12	Control	11.5189
13	Control	25.7064
14	Control	27.1113
15	Control	17.9251
16	Control	17.5106
17	Control	18.1847

ตารางแสดงผลการทดสอบความแข็งแรงยึดติดแนวเฉือนของกลุ่มกลูตารัลดีไฮด์

หมายเลขชิ้นงาน	กลุ่มทดลอง	ค่าความแข็งแรงยึดติดแนวเฉือน (เมกะปาสคาล)
18	Gluma®	17.2892
19	Gluma®	27.7496
20	Gluma®	22.7026
21	Gluma®	24.7875
22	Gluma®	20.8741
23	Gluma®	14.9531
24	Gluma®	20.3011
25	Gluma®	31.7709
26	Gluma®	26.1205
27	Gluma®	27.4419
28	Gluma®	26.7416
29	Gluma®	27.3354
30	Gluma®	13.1639
31	Gluma®	24.6301
32	Gluma®	26.9255
33	Gluma®	20.4069
34	Gluma®	22.1406

ตารางแสดงผลการทดสอบความแข็งแรงยึดติดแนวเฉือนของกลุ่มออกซาเลต

หมายเลขชิ้นงาน	กลุ่มทดลอง	ค่าความแข็งแรงยึดติดแนวเฉือน (เมกะปาสคาล)
35	MS Coat ONE	4.29612
36	MS Coat ONE	9.57406
37	MS Coat ONE	7.61999
38	MS Coat ONE	2.81987
39	MS Coat ONE	3.62060
40	MS Coat ONE	2.54395
41	MS Coat ONE	5.48979
42	MS Coat ONE	8.48579
43	MS Coat ONE	6.63924
44	MS Coat ONE	5.11524
45	MS Coat ONE	3.33447
46	MS Coat ONE	3.71821
47	MS Coat ONE	2.14612
48	MS Coat ONE	2.33675
49	MS Coat ONE	3.37980
50	MS Coat ONE	3.09220
51	MS Coat ONE	3.67365

ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติของความแข็งแรงยึดติดแนวเฉียงด้วยสถิติการวิเคราะห์
ความแปรปรวนทางเดียวตามด้วยการเปรียบเทียบเชิงพหุคูณชนิดทุคีย์

ANOVA

shearbondstrengthmpa_In

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	30.807	2	15.404	131.210	.000
Within Groups	5.635	48	.117		
Total	36.442	50			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent Variable: shearbondstrengthmpa_In

Tukey HSD

(I) Group_code	(J) Group_code	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% ...
					Lower Bound
1	2	-.11176	.11752	.611	-.3960
	3	1.59000*	.11752	.000	1.3058
2	1	.11176	.11752	.611	-.1725
	3	1.70176*	.11752	.000	1.4175
3	1	-1.59000*	.11752	.000	-1.8742
	2	-1.70176*	.11752	.000	-1.9860

Multiple Comparisons

Dependent Variable: shearbondstrengthmpa_In

Tukey HSD

(I) Group_code	(J) Group_code	95% Confidence
		Upper Bound
1	2	.1725
	3	1.8742
2	1	.3960
	3	1.9860
3	1	-1.3058
	2	-1.4175

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

ตารางแสดงผลการตรวจสอบประเภทความล้มเหลวของการแตกหักของชิ้นงานของกลุ่มควบคุม

หมายเลขชิ้นงาน	กลุ่มทดลอง	ประเภทความล้มเหลว (Mode of failure)			
		Adhesive	Cohesive		Mixed
			Composite	Dentin	
1	Control	✓			
2	Control		✓		
3	Control				✓
4	Control	✓			
5	Control	✓			
6	Control	✓			
7	Control	✓			
8	Control				✓
9	Control	✓			
10	Control	✓			
11	Control				✓
12	Control	✓			
13	Control	✓			
14	Control	✓			
15	Control	✓			
16	Control	✓			
17	Control				✓
n=17	รวม	12	1	0	4

ตารางแสดงผลการตรวจสอบประเภทความล้มเหลวของการแตกหักของชิ้นงานของกลุ่มกลูตารัลดีไฮด์

หมายเลขชิ้นงาน	กลุ่มทดลอง	ประเภทความล้มเหลว (Mode of failure)			
		Adhesive	Cohesive		Mixed
			Composite	Dentin	
18	Gluma®	✓			
19	Gluma®	✓			
20	Gluma®				✓
21	Gluma®		✓		
22	Gluma®				✓
23	Gluma®	✓			
24	Gluma®	✓			
25	Gluma®	✓			
26	Gluma®			✓	
27	Gluma®	✓			
28	Gluma®				✓
29	Gluma®	✓			
30	Gluma®				✓
31	Gluma®	✓			
32	Gluma®	✓			
33	Gluma®	✓			
34	Gluma®	✓			
n=17	รวม	11	1	1	4

ตารางแสดงผลการตรวจสอบประเภทความล้มเหลวของการแตกหักของชิ้นงานของกลุ่มออกซาลิต

หมายเลขชิ้นงาน	กลุ่มทดลอง	ประเภทความล้มเหลว (Mode of failure)			
		Adhesive	Cohesive		Mixed
			Composite	Dentin	
35	MS Coat ONE	✓			
36	MS Coat ONE	✓			
37	MS Coat ONE	✓			
38	MS Coat ONE	✓			
39	MS Coat ONE	✓			
40	MS Coat ONE	✓			
41	MS Coat ONE	✓			
42	MS Coat ONE	✓			
43	MS Coat ONE	✓			
44	MS Coat ONE	✓			
45	MS Coat ONE	✓			
46	MS Coat ONE	✓			
47	MS Coat ONE	✓			
48	MS Coat ONE	✓			
49	MS Coat ONE	✓			
50	MS Coat ONE	✓			
51	MS Coat ONE	✓			
n=17	รวม	17	0	0	0

ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติของประเภทความล้มเหลวของการแตกหักของชิ้นงาน

ด้วยการทดสอบไคสแควร์

Group * Mode Crosstabulation

Count		Mode				Total
		Adhesive	Composite	Dentin	Mixed	
Group	Control	12	1	0	4	17
	Gluma®	11	1	1	4	17
	MS Coat ONE	17	0	0	0	17
Total		40	2	1	8	51

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	8.550 ^a	6	.201
Likelihood Ratio	11.806	6	.066
N of Valid Cases	51		

a. 9 cells (75.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is .33.



ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นายปรัชญา บุญสอง
วัน เดือน ปี เกิด	22 พฤศจิกายน 2526
สถานที่เกิด	ชลบุรี
วุฒิการศึกษา	ทันตแพทยศาสตรบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY