

## ผลของการปนเปื้อนสารระงับอาการเสียวฟันต่อการรั่วซึมระดับจุลภาคและความแข็งแรงยึดติดของเนื้อฟันเมื่อใช้สารยึดติดชนิดเซลฟ์เอทช์แบบสองขั้นตอน

### Effect of Desensitizing Agent Contamination on Microleakage and Dentin Bond Strength using Two-step Self-etch Adhesive

ปรีชญา บุญสอง<sup>1</sup>, รังสิมา สกูลณะมรรคา<sup>1</sup>

Pratya Boonsong<sup>1</sup>, Rangsimma Sakoolnamarka<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ภาควิชาทันตกรรมหัตถการ คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร ประเทศไทย

<sup>1</sup>Department of Operative Dentistry Faculty of Dentistry Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand

#### บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลของการรั่วซึมระดับจุลภาคและค่าความแข็งแรงยึดเหนี่ยวของการบูรณะฟันด้วยสารยึดติดชนิดเซลฟ์เอทช์แบบสองขั้นตอนกับเรซินคอมโพสิตภายหลังการใช้สารลดอาการเสียวฟันโดยใช้ฟันกรามน้อยมนุษย์ 90 ซี่ แบ่งเป็น 3 กลุ่มในแต่ละการทดสอบ ได้แก่ กลุ่มควบคุม กลุ่มกลูตารัลดีไฮด์ และกลุ่มออกซาเลต โดยการทดสอบการรั่วซึมระดับจุลภาค (จำนวน 13 ซี่ต่อกลุ่ม) เตรียมโพรงฟันคลาสไฟว์ที่คอฟันด้านแก้มยาว 4 มม. กว้างและลึก 2 มม. ทำการเบเวลขอบด้านบดเคี้ยวเตรียมผิวฟันตามกลุ่มการทดลอง ตามด้วยการบูรณะฟันด้วยสารยึดติดชนิดเซลฟ์เอทช์แบบสองขั้นตอนกับเรซินคอมโพสิต จากนั้นทำการเทอร์โมไซคลิง 5,000 รอบ แล้วแช่ในสารละลายเมทิลีนบลูความเข้มข้นร้อยละ 1 และทำการประเมินการรั่วซึมระดับจุลภาค สำหรับการทดสอบความแข็งแรงยึดเหนี่ยว (จำนวน 17 ซี่ต่อกลุ่ม) ใช้เนื้อฟันด้านแก้ม ขัดและเตรียมผิวฟันตามกลุ่มการทดลองแล้วบูรณะฟันด้วยสารยึดติดกับเรซินคอมโพสิต จากนั้นทำการเทอร์โมไซคลิงและทดสอบความแข็งแรงยึดเหนี่ยวด้วยเครื่องทดสอบอเนกประสงค์ ทำการวิเคราะห์การแตกหักของชิ้นงานด้วยกล้องจุลทรรศน์สเตอริโอกำลังขยาย 40 เท่า ผลการศึกษาพบการรั่วซึมระดับจุลภาคที่ขอบวัสดุด้านบดเคี้ยวของทั้ง 3 กลุ่มไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่ขอบด้านเหงือกของกลุ่มสารลดอาการเสียวฟันทั้ง 2 กลุ่มมีการรั่วซึมระดับจุลภาคสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนการรั่วซึมของขอบด้านบดเคี้ยวและขอบด้านเหงือกมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทั้ง 3 กลุ่ม สำหรับความแข็งแรงยึดเหนี่ยว กลุ่มออกซาเลตมีค่าต่ำกว่ากลุ่มควบคุมและกลุ่มกลูตารัลดีไฮด์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและความล้มเหลวของการยึดติดที่เกิดขึ้นในทั้ง 3 กลุ่มส่วนใหญ่เป็นความล้มเหลวที่เกิดที่รอยต่อระหว่างสารยึดติดกับเนื้อฟัน จากผลการศึกษาจึงสรุปได้ว่าการใช้สารลดอาการเสียวฟันก่อนการบูรณะฟันด้วยสารยึดติดชนิดเซลฟ์เอทช์แบบสองขั้นตอนกับเรซินคอมโพสิตส่งผลต่อการรั่วซึมและความแข็งแรงยึดติดของวัสดุบูรณะ

**คำสำคัญ :** การรั่วซึมระดับจุลภาค, ความแข็งแรงยึดเหนี่ยว, สารยึดติดชนิดเซลฟ์เอทช์แบบสองขั้นตอน, สารระงับอาการเสียวฟัน

#### Abstract

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.

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

Received date:

Revised date:

Accepted date:

Doi:

ติดต่อเกี่ยวกับบทความ :

ปรัชญา บุญสอง ภาควิชาทันตกรรมหัตถการ คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ ประเทศไทย โทรศัพท์ 02-218-8795, 089-881-9322  
อีเมล praty.boonsong@gmail.com

Correspondence to :

Praty Boonsong, Department of Operative Dentistry, Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand. Tel: 02-218-8795, 089-881-9322 Email: praty.boonsong@gmail.com

## บทนำ

ภาวะเนื้อฟันไวเกิน (dentin hypersensitivity) หรืออาการเสียวฟันคืออาการที่พบเป็นอันดับต้นๆในผู้ป่วยที่เข้ามารับการรักษาโดยมีลักษณะเฉพาะคือ เจ็บแปลบเป็นช่วงสั้นๆโดยต้องมีสิ่งกระตุ้น เมื่อนำสิ่งกระตุ้นออกอาการจะดีขึ้น ซึ่งสิ่งกระตุ้นได้แก่ อุณหภูมิ การเป่าลม การสัมผัส เป็นต้น<sup>1</sup> ในปัจจุบันการใช้สารลดอาการเสียวฟันเป็นทางเลือกหนึ่งในการรักษาอาการดังกล่าวซึ่งสารที่นิยมใช้คือ ออกซาเลตและกลูตารัลดีไฮด์<sup>2,3</sup>

ออกซาเลตช่วยลดอาการเสียวฟันด้วยการอุดปิดและลดการเคลื่อนไหวของของเหลวในท่อเนื้อฟันโดยจะไปจับกับแคลเซียมไฮดรอกไซด์ในน้ำลายและในเนื้อฟันได้เป็นสารประกอบหรือผลึกแคลเซียมออกซาเลตที่ไม่ละลายน้ำ<sup>4</sup> ส่วนกลูตารัลดีไฮด์ทำให้ซีรัมอัลบูมินในท่อเนื้อฟันเกิดการตกตะกอนและลดการซึมผ่านของของเหลวในท่อเนื้อฟันจึงช่วยลดอาการเสียวฟันได้<sup>5</sup> โดยที่บางผลิตภัณฑ์มีไฮดรอกซีเอธิลเมทาครีเลท (hydroxyethylmethacrylate: HEMA) เป็นองค์ประกอบ<sup>6</sup> ซึ่งช่วยให้กลูตารัลดีไฮด์เกิดปฏิกิริยากับซีรัมอัลบูมินได้ดีและมีประสิทธิภาพมากขึ้น<sup>7,8</sup> แต่จากหลายงานวิจัยพบว่าประสิทธิภาพดังกล่าวไม่ถาวร อาการเสียวฟันก็จะกลับมาเป็นอีก

โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณคอฟันหรือโพรงฟันคลาสไฟว์<sup>9</sup> ดังนั้นการบูรณะฟันด้วยระบบสารยึดติดกับเรซินคอมโพสิตจึงเป็นการรักษาในลำดับต่อมา<sup>10</sup> ซึ่งระบบสารยึดติดที่นิยมใช้ในบริเวณดังกล่าวคือสารยึดติดชนิดเซลฟ์เอทซ์แบบสองขั้นตอน เนื่องจากสามารถยึดติดกับเนื้อฟันได้ดี<sup>11,12</sup> จึงส่งผลให้ลดอาการเสียวฟันได้ด้วย อย่างไรก็ตามจากการที่สารลดอาการเสียวฟันส่วนใหญ่เป็นชนิดที่มีการตกตะกอนของสารเพื่ออุดปิดท่อเนื้อฟันซึ่งอาจส่งผลต่อการยึดติดของสารยึดติดได้โดยปัจจัยหลักที่ควรคำนึงถึงคือ การรั่วซีรัมระดับจุลภาค<sup>5</sup> และความแข็งแรงยึดติดของวัสดุบูรณะ<sup>2</sup> อีกทั้งบางงานวิจัยก่อนหน้านี้ ผลกระทบของออกซาเลตและกลูตารัลดีไฮด์ต่อปัจจัยดังกล่าวยังมีบางประเด็นที่ขัดแย้งกัน จึงเป็นที่มาของการวิจัยครั้งนี้

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลของการรั่วซีรัมระดับจุลภาคและค่าความแข็งแรงยึดเหนี่ยวของการบูรณะโพรงฟันคลาสไฟว์ด้วยสารยึดติดชนิดเซลฟ์เอทซ์แบบสองขั้นตอนกับเรซินคอมโพสิตภายหลังการใช้สารลดอาการเสียวฟันชนิดต่าง ๆ ภายใต้สภาวะจำลองในห้องปฏิบัติการ ซึ่งสมมติฐานของงานวิจัยคือ การรั่วซีรัมระดับจุลภาคและค่าความแข็งแรงยึดเหนี่ยวของการบูรณะ

โพรงฟันคลาสไฟว์ด้วยสารยึดติดชนิดเซลฟ์เอทช์แบบสองชั้นตอน กับเรซินคอมโพสิตภายหลังการใช้สารลดอาการเสียวฟันชนิดต่าง ๆ ไม่มีความแตกต่างกัน

**วัสดุอุปกรณ์และวิธีดำเนินการวิจัย**

ฟันที่ใช้เป็นฟันกรามน้อยบนหรือล่างของมนุษย์ที่มีการสร้างรากที่สมบูรณ์แล้ว ถูกถอนเพื่อการจัดฟันจากผู้ป่วยในช่วงอายุ 18-45 ปี<sup>13</sup> จำนวน 90 ซี่ ก่อนการเก็บฟันผู้ป่วยจะได้รับทราบข้อมูล และให้ความยินยอม การวิจัยนี้ได้รับการอนุมัติจากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ของคณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (HREC-DCU 2019-032) เก็บฟันในสารละลายไทมอลความเข้มข้นร้อยละ 0.1 (M-dent, Thailand) และนำมาทดสอบภายใน 2 เดือน<sup>14</sup> กำจัดเนื้อเยื่อและคราบสกปรกบนผิวฟันด้วยเครื่องมือชุดหินปูน (Hu-Friedy; Chicago, IL, USA) และผงขัดที่ปราศจากฟลูออไรด์ หลังจากนั้นตรวจสอบฟันที่จะทำการทดลองด้วยกล้องจุลทรรศน์สเตอริโอกำลังขยาย 10 เท่า (Stereo Microscope SZ 61; OLYMPUS, Japan) ให้ปราศจากรอยผุ รอยแตกหัก รอยร้าว หรือวัสดุบูรณะ

การทดสอบการรั่วซึมระดับจุลภาคใช้ฟันจำนวน 39 ซี่ เตรียมโพรงฟันคลาสไฟว์ที่บริเวณคอฟันด้านแก้ม โดยให้ขอบด้านเหนืออยู่ต่ำกว่ารอยต่อระหว่างเคลือบรากฟันกับเคลือบฟัน

1 มม.ด้วยหัวกรอกากเพชรทรงกระบอกเบอร์ 314 110 544 (Intensiv; Montagnola, Switzerland) โดยเปลี่ยนหัวกรอใหม่ทุก การเตรียมโพรงฟันครบ 5 ซี่ โพรงฟันมีความยาว 4 มม. กว้าง 2 มม. และลึก 2 มม. (รูปที่ 1a.) เบเวล (bevel) ตรงขอบด้านบดเคี้ยว ให้มีความกว้าง 0.5 มม. สารและวิธีใช้งานแสดงดังตารางที่ 1 แบ่งกลุ่มฟันทั้งหมดออกเป็น 3 กลุ่มแบบสุ่ม (n=13) กลุ่มที่ 1 คือกลุ่มควบคุม ไม่มีการทำสารลดอาการเสียวฟัน กลุ่มที่ 2 คือกลุ่มที่ทำสารลดอาการเสียวฟันชนิดกลูตาไรต์ไฮด์ (Gluma® Desensitizer; Heraeus Kulzer, Hanau, Germany) และกลุ่มที่ 3 คือกลุ่มที่ทำสารลดอาการเสียวฟันชนิดออกซาเลต (MS Coat ONE; Sun Medical, Japan) ทาขอบด้านบดเคี้ยวของฟันแต่ละกลุ่มด้วยกรดฟอสฟอริก ความเข้มข้นร้อยละ 37.5 (Kerr gel etchant; Kerr, Orange, CA, USA) เป็นเวลา 15 วินาที ล้างน้ำ เป่าลม ทาสารยึดติดชนิดเซลฟ์เอทช์แบบสองชั้นตอน (Clearfil™ SE Bond; Kuraray Noritake, Tokyo, Japan) ฉายแสงเป็นเวลา 20 วินาที บูรณะโพรงฟันด้วยเรซินคอมโพสิต สี A3.5 Body (Filtek™ Z350XT; 3M ESPE, St. Paul, MN, USA) ฉายแสง 40 วินาทีด้วยเครื่องฉายแสง (Elipar® TriLight; 3M ESPE, USA) ที่ความเข้มแสง 450 มิลลิวัตต์ต่อตารางเซนติเมตร ชัดแต่งด้วยแผ่นอะลูมิเนียมออกไซด์ (Sof-Lex™ Pop-on disc; 3M ESPE, USA) (รูปที่ 1b.)

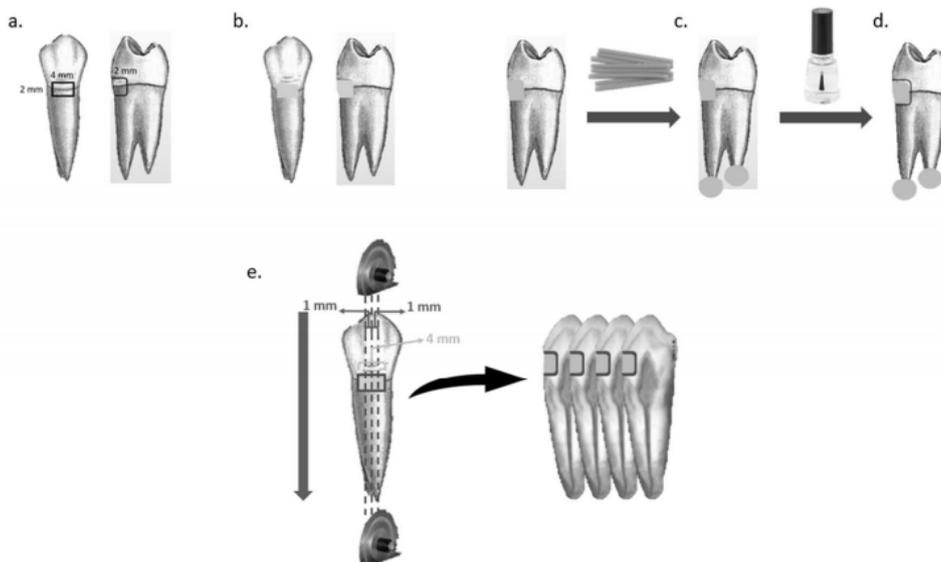
ตารางที่ 1 วัสดุที่ใช้ในการศึกษานี้และวิธีการใช้งาน

Table 1 Materials used in this study and application protocol

Material	Batch number	Composition	Application protocol
Gluma® Desensitizer (Glutaraldehyde desensitizing agent; Heraeus Kulzer, Hanau, Germany)	KA10522	HEMA (35%), Glutaraldehyde (5%), Water	Apply desensitizer and let it sit for 30 s, then dry surface until fluid film disappears.
MS Coat ONE (Oxalate desensitizing agent; Sun Medical, Japan)	TF1	MS Polymer (copolymer with sulfonic acid group), Oxalic acid, Water	Apply desensitizer to the cavity or surface with the Felt Applicator for 30 s using a rubbing motion, dry with air-syringe for 10 s, then rinse and dry.
Clearfil™ SE Bond (Two-step self-etch adhesive; Kuraray Noritake, Tokyo, Japan)	160615	10-Methacryloyloxydecyl dihydrogen phosphate (MDP), Bis-phenol A diglycidyl methacrylate (Bis-GMA), 2-Hydroxyethylmethacrylate (HEMA), Hydrophobic dimethacrylate, dl Camphorquinone, N, N-Diethanol-p-toluidine, colloidal silica	Apply PRIMER to the cavity or surface with a microbrush, agitate for 20 s, evaporate the volatile ingredients with a mild air steam for 5 s, then apply BOND and distribute evenly with mild air flow. Light cure for 20 s.
Filtek™ Z350XT (Resin composite; 3M ESPE Dental Products, St. Paul, MN, USA)	NA81720	Bis-GMA, UDMA, TEGDMA, Bis-EMA, Inorganic fillers	One incremental and bulk-fill technique was applied into the cavity or silicone mold and cured for 40 s.

เก็บฟันในน้ำกลั่นที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมงในตู้ควบคุมอุณหภูมิ (Incubator; Contherm 160M, Contherm Scientific Ltd., New Zealand) ก่อนนำมาเข้าเครื่องเทอร์โมไซคลิก (Thermo Cycling Unit; KMITL, Samut Prakan, Thailand) ที่มีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิจาก 5 องศาเซลเซียสไปเป็น 55 องศาเซลเซียส เป็นจำนวนทั้งหมด 5,000 รอบ

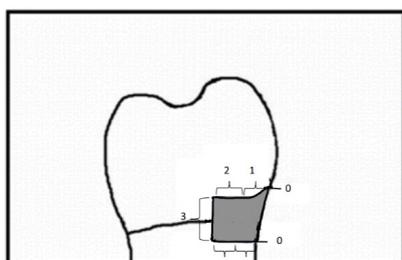
ปิดปลายรากฟันด้วยซีฟิ่งเหนียว (Kerr; Orange, CA, USA) (รูปที่ 1c.) ส่วนบริเวณอื่นจะถูกทาด้วยน้ำยาเคลือบเล็บ (Revlon; USA) 2 ชั้น ยกเว้นบริเวณวัสดุบูรณะโดยจะทาให้ห่างจากขอบวัสดุโดยรอบ 1 มม. (รูปที่ 1d.) นำฟันทั้งหมดไปแช่ในสารละลายเมทิลีนบลูความเข้มข้นร้อยละ 1 ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมงในตู้ควบคุมอุณหภูมิ



**รูปที่ 1** (a.) ตำแหน่งและขนาดของโพรงฟันคลาสไฟว์ (b.) การบูรณะฟันด้วยเรซินคอมโพสิต (c.) ปิดปลายรากฟันด้วยซีฟิ่งเหนียว (d.) ทาด้วยน้ำยาเคลือบเล็บ 2 ชั้นโดยห่างจากขอบวัสดุโดยรอบ 1 มม. (e.) ตัดฟันด้วยเครื่องตัดฟันออกเป็น 4 ชิ้นงาน

**Figure 1** (a.) Position and size of class V cavity; (b.) resin composite restoration; (c.) sealed root apices with sticky wax; (d.) all surfaces, except 1 mm from the restorative margins, were coated with two layers of nail varnish; (e.) each tooth was sectioned into 4 samples using a cutting machine

ล้างฟันด้วยน้ำปราศจากประจุ ตัดฟันด้วยเครื่องตัดฟันความเร็วต่ำ (Low speed cutting machine; IsoMet® 1000, Buehler, IL, USA) ตามรูปที่ 1e. ร่วมกับน้ำกลั่นจะได้ชิ้นงาน 4 ชิ้นจากฟันแต่ละซี่ นำชิ้นงานที่ได้มาศึกษาการรั่วซึมระดับจุลภาคผ่านกล้องจุลทรรศน์สเตอริโอกำลังขยาย 20 เท่า ใช้ค่าการรั่วซึมที่มากที่สุดจากฟันแต่ละซี่ไปประเมินและวิเคราะห์ผลทางสถิติ ซึ่งมีหลักเกณฑ์ในการประเมิน ดังนี้ (รูปที่ 2)



**รูปที่ 2** แสดงเกณฑ์การประเมินระดับการรั่วซึมระดับจุลภาค

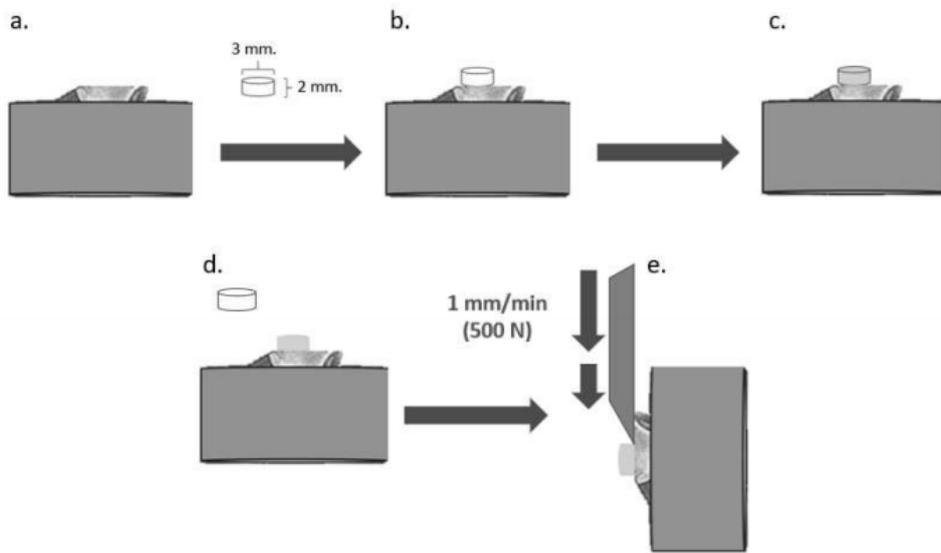
**Figure 2** Schematic view of the microleakage scores of the sample<sup>15</sup>

0 คือไม่พบการซึมผ่านของสีย้อมตรงบริเวณขอบของวัสดุบูรณะ 1 คือพบการซึมผ่านของสีย้อมเข้าไปน้อยกว่าครึ่งหนึ่งของระยะทางระหว่างขอบด้านนอกกับจุดลึกสุดด้านในของโพรงฟัน 2 คือพบการซึมผ่านของสีย้อมเข้าไปมากกว่าหรือเท่ากับครึ่งหนึ่งของระยะทางระหว่างขอบด้านนอกกับจุดลึกสุดด้านในของโพรงฟัน แต่ยังไม่ถึงผนังด้านแอกเซียล และ 3 คือพบการซึมผ่านของสีย้อมตามขอบเข้าไปจนถึงผนังด้านแอกเซียล

การทดสอบความแข็งแรงยึดเหนี่ยวใช้ฟันจำนวน 51 ซี่ใช้หัวกรอกากเพชรทรงกระบอกตัดเคลือบฟันทางด้านแก้มโดยวางแกนหัวกรอให้ขนานกับแนวแกนฟันและกรอจนกว่าจะถึงตำแหน่งรอยต่อระหว่างเคลือบฟันกับเนื้อฟัน เปลี่ยนหัวกรอใหม่เมื่อครบ 5 ซี่ ตัดรากฟันต่ำกว่ารอยต่อระหว่างเคลือบรากฟันกับเคลือบฟันประมาณ 4 มม. ด้วยเครื่องตัดฟันความเร็วต่ำ นำตัวฟันไปฝังลงในอะคริลิกเรซินใสชนิดบ่มตัวด้วยตัวเองในท่อพีวีซีโดยให้ผิวฟันที่ถูกกรอหงายขึ้นและอยู่เหนือขอบบนของท่อพีวีซี 1 มม. (รูปที่ 3a.)

ขัดด้วยกระดาษทรายซิลิกอนคาร์ไบด์เบอร์ 600 (TOA; Bangkok, Thailand) ร่วมกับเครื่องขัดผิววัสดุ (Automatic polishing machine; NANO 2000, Pace Technologies, USA) นำชิ้นงานที่ได้ไปเข้าเครื่องทำความสะอาดด้วยคลื่นความถี่สูง (Ultrasonic cleaner; Branson 5210, Bransonic®, Germany) นำมาตรวจสอบด้วยกล้องจุลทรรศน์ สเตอริโอกำลังขยาย 10 เท่าเพื่อยืนยันว่าผิวฟันที่ถูกเปิดออกเป็นเนื้อฟันทั้งหมด จากนั้นแบ่งชิ้นงานทั้งหมดออกเป็น 3 กลุ่มแบบสุ่ม (n=17) ทำการเตรียมผิวชิ้นงานแต่ละกลุ่มก่อนการทาสารยึดติดตาม การทดสอบการรั่วซึมระดับจุลภาค

นำชิ้นงานแต่ละกลุ่มมาทาสารยึดติดชนิดเซลฟ์เอทซ์แบบสองขั้นตอน ฉายแสงเป็นเวลา 20 วินาที ใส่เรซินคอมโพสิตลงในแม่แบบซิลิโคนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 3 มม. สูง 2 มม. (รูปที่ 3b.) ฉายแสง 40 วินาทีด้วยเครื่องฉายแสงที่ความเข้มแสง 450 มิลลิวัตต์ต่อตารางเซนติเมตร กำจัดส่วนเกินของเรซินคอมโพสิตบริเวณขอบของแม่แบบด้วยแผ่นขัดอะลูมิเนียมออกไซด์ (รูปที่ 3c.) นำแม่แบบออก (รูปที่ 3d.) นำชิ้นงานทั้งหมดแช่ในน้ำกลั่นที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมงในตู้ควบคุมอุณหภูมิ หลังจากนั้นนำมาเข้าเครื่องเทอร์โมไซเคิล 5,000 รอบ



รูปที่ 3 (a.) ตัวฟันที่ผิวฟันเปิดออกถึงเนื้อฟันถูกฝังในอะคริลิกเรซินในท่อพีวีซี (b.) ตำแหน่งที่วางแม่แบบซิลิโคน (c.) บูรณะฟันด้วยเรซินคอมโพสิตผ่านแม่แบบ (d.) นำแม่แบบออก (e.) นำชิ้นงานมาทดสอบความแข็งแรงยึดเหนี่ยว

Figure 3 (a.) Buccal flat exposed dentin surface of crown was embedded in acrylic resin in PVC tube; (b.) placement of silicone mold; (c.) restored with resin composite into the mold; (d.) removed the mold; (e.) sample was submitted to shear bond testing

นำชิ้นงานทั้งหมดมาทดสอบความแข็งแรงยึดเหนี่ยวด้วยเครื่องทดสอบเนกประสงค์ (Universal testing machine; EZ-S, SHIMADZU, Japan) โดยมีค่าความเร็วของปลายแท่งกด 1 มม.ต่อนาที และแท่งกดมีน้ำหนัก 500 นิวตัน (รูปที่ 3e.) บันทึกค่าที่ได้เป็นหน่วยเมกะปาสคาล (MPa) นำชิ้นงานที่แตกหักมาวิเคราะห์ชนิดของการแตกหักด้วยกล้องจุลทรรศน์สเตอริโอกำลังขยาย 40 เท่า โดยจำแนกความล้มเหลวและการแตกหักของชิ้นงานออกเป็น 4 ประเภท ดังนี้ ความล้มเหลวที่เกิดที่รอยต่อระหว่างสารยึดติดกับเนื้อฟัน ความล้มเหลวที่เกิดในเรซินคอมโพสิต ความล้มเหลวที่เกิดในเนื้อฟัน และความล้มเหลวแบบผสมซึ่งรอยแตกจะเกิดในชั้นเรซินคอมโพสิต สารยึดติด และ/หรือเนื้อฟัน มากกว่า 1 ชนิดขึ้นไป โดยที่ปรากฏสารยึดติดอยู่ในช่วงร้อยละ 10 ถึง 50 ของผิวฟันทั้งหมดที่ใช้ในการยึดติด

การวิเคราะห์ทางสถิติใช้โปรแกรมเอสพีเอสเอสเวอร์ชัน 22.0 โดยค่าการรั่วซึมระดับจุลภาคใช้สถิติวิเคราะห์ชนิดนอนพาราเมตริก (Non-parametric test) ด้วยการทดสอบครัสคาล-วัลลิส (Kruskal-Wallis test) ส่วนค่าความแข็งแรงยึดเหนี่ยว ทดสอบการกระจายตัวของข้อมูลด้วยสถิติชาปิโร-วิลค์ (Shapiro-Wilk test) ข้อมูลมีการกระจายแบบปกติจึงวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (one-way ANOVA) ตามด้วยการเปรียบเทียบเชิงพหุคูณชนิดทูคี (Tukey HSD post-hoc analysis) และประเภทความล้มเหลวของการแตกหักของชิ้นงาน ใช้สถิติวิเคราะห์ด้วยการทดสอบ ไคสแควร์ (Chi-square test) กำหนดระดับนัยสำคัญที่ร้อยละ 95

## ผลการศึกษา

ผลการวิจัยระดับจุลภาคที่บริเวณขอบของวัสดุบูรณะด้านบดเคี้ยวและขอบด้านเหงือกของทั้ง 3 กลุ่ม แสดงในตารางที่ 2

ค่าการรั่วซึมระดับจุลภาคที่ขอบของวัสดุบูรณะด้านบดเคี้ยวของทั้ง 3 กลุ่มทดลองไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p=0.081$ ) ส่วนขอบของวัสดุด้านเหงือกพบว่ากลุ่มที่ทาสารกัลดูตารัลดีไฮด์และกลุ่มออกซาเลตมีค่าการรั่วซึมระดับจุลภาคสูงกว่าของกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p<0.05$ ) แต่ทั้ง 2 กลุ่มดังกล่าวไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ( $p=0.600$ ) ส่วนการเปรียบเทียบการรั่วซึมระดับจุลภาคระหว่างขอบของวัสดุด้านบดเคี้ยวกับด้านเหงือกพบว่าขอบของวัสดุด้านเหงือกของทั้ง 3 กลุ่มทดลองมีค่าการรั่วซึมระดับจุลภาคสูงกว่าขอบด้านบดเคี้ยวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p<0.05$ )

ค่าความแข็งแรงยึดเหนี่ยวมีการกระจายตัวแบบปกติ ( $p>0.05$ )

กลุ่มออกซาเลตมีค่าเฉลี่ยของความแข็งแรงยึดเหนี่ยวต่ำกว่าอีก 2 กลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p<0.05$ ) ในขณะที่ทั้ง 2 กลุ่มดังกล่าวไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ( $p=0.611$ )

ผลการศึกษาชนิดและประเภทความล้มเหลวของการแตกหักของชิ้นงานในแต่ละกลุ่มทดลอง ดังแสดงในรูปที่ 4

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

ตารางที่ 2 แสดงความถี่ของค่าการรั่วซึมระดับจุลภาคในระดับต่างๆที่บริเวณขอบด้านบดเคี้ยวและขอบด้านเหงือกของแต่ละกลุ่มทดลอง

Table 2 Frequency distribution of microleakage at both occlusal and gingival margins in each study group

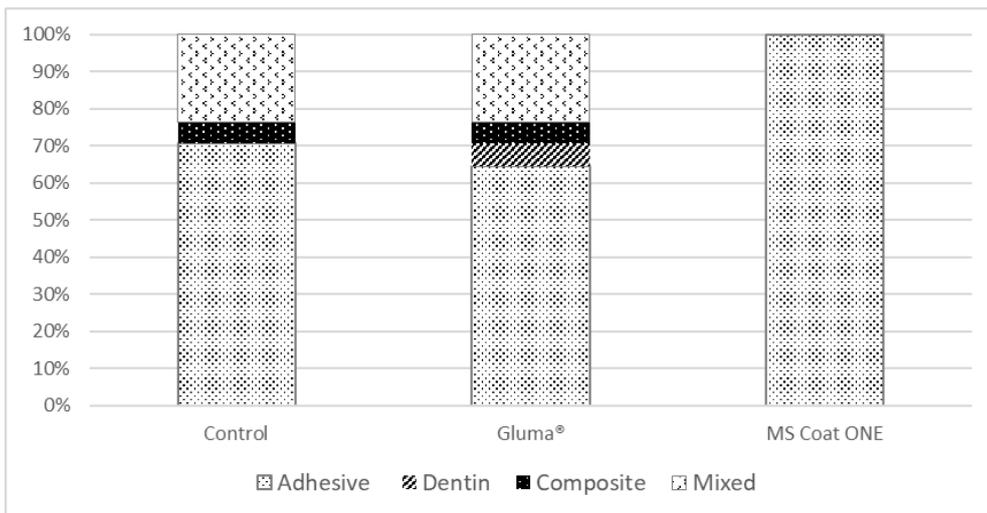
Study group	Number	Degree of microleakage							
		Occlusal margin				Gingival margin			
		0 (%)	1 (%)	2 (%)	3 (%)	0 (%)	1 (%)	2 (%)	3 (%)
Control	13	11 (84.6%)	2 (15.4%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	4 (30.7%)	7 (53.9%)	1 (7.7%)	1 (7.7%)
Gluma®	13	9 (69.2%)	3 (23.1%)	1 (7.7%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	1 (7.7%)	1 (7.7%)	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 3 แสดงค่าเฉลี่ย  $\pm$  ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความแข็งแรงยึดเหนี่ยว

Table 3 Mean  $\pm$  SD of shear bond strength

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		

\*Statistically significant ( $p<0.05$ ) and group with the same uppercase letter are not statistically different ( $p>0.05$ ).



รูปที่ 4 แสดงสัดส่วนและร้อยละของแต่ละประเภทความล้มเหลวในแต่ละกลุ่มทดลอง

Figure 4 Failure mode distribution in each study group

## บทวิจารณ์

จากผลการศึกษานี้ได้ปฏิเสธสมมติฐานของงานวิจัยและพบว่า การทาสารลดอาการเสียวฟันทั้ง 2 ชนิดมีผลต่อการรั่วซึมระดับจุลภาคที่ขอบด้านเหงือก โดยการทาสารลดอาการเสียวฟันชนิดกิลูตารัลดีไฮด์ส่งผลต่อการรั่วซึมระดับจุลภาคที่ขอบด้านเหงือกสูงกว่าของกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Huh และคณะ<sup>16</sup> ด้วยเหตุที่ว่า การใช้สารยึดติดชนิดเซลฟ์เอทช์แบบสองขั้นตอนที่เป็นที่นิยมใช้และมีประสิทธิภาพในการยึดติดกับเนื้อฟัน<sup>11</sup> โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการบูรณะโพรงฟันคลาสไฟว์ร่วมกับเรซินคอมโพสิตเพื่อการยึดติดของวัสดุบูรณะ<sup>12</sup> และลดโอกาสของการเสียวฟันหลังการบูรณะฟัน ซึ่งสารยึดติดดังกล่าวสามารถเกิดพันธะเคมีกับแคลเซียมของไฮดรอกซีอะพาไทต์ในเนื้อฟัน เนื่องจากมีมอนอเมอร์ทำงาน (functional monomer) ได้แก่ เท็นเอ็มดีพี (10-MDP; 10-methacryloyloxydecyl-dihydrogenphosphate) เป็นส่วนประกอบ โดยหมู่ฟอสเฟตของเท็นเอ็มดีพีจะทำปฏิกิริยากับแคลเซียมเกิดเป็นการยึดติดทางเคมี<sup>17</sup> นอกจากนี้ชั้นไฮบริดที่ได้นั้นหนาเพียง 1 ไมโครเมตร<sup>18,19</sup> ด้วยเหตุนี้การปนเปื้อนสารลดอาการเสียวฟันก่อนการบูรณะฟันจึงสามารถขัดขวางการยึดติดของสารยึดติดดังกล่าวได้<sup>16</sup> อย่างไรก็ตาม การศึกษาก่อนหน้านี้กลับพบว่ากิลูตารัลดีไฮด์ไม่ส่งผลต่อการยึดติดของสารยึดติดกับเนื้อฟัน<sup>5,15,20</sup> ทั้งนี้อาจเป็นเพราะวิธีการวิจัยและวัสดุที่ใช้แตกต่างกัน ตัวอย่างเช่น การศึกษาของ Mozaffari และคณะ<sup>5</sup> ที่ใช้สารยึดติดชนิดโททอลเอทช์ (total-etch) ซึ่งต้องทำการปรับสภาพผิวฟันด้วยกรดฟอสฟอริก หลังจากการทาสารลดอาการเสียวฟัน จึงอาจทำให้สามารถลดการ

ปนเปื้อนของสารลดอาการเสียวฟันก่อนการบูรณะฟันได้ ด้วยเหตุนี้ การรั่วซึมระดับจุลภาคของกลุ่มกิลูตารัลดีไฮด์จึงไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับกลุ่มควบคุม เป็นต้น ส่วนการทาสารลดอาการเสียวฟันชนิดออกซาเลตส่งผลต่อการรั่วซึมระดับจุลภาคที่ขอบด้านเหงือกสูงกว่าของกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญซึ่งสอดคล้องกับหลายการศึกษาก่อนหน้านี้<sup>10,19,21</sup> คือสารออกซาเลตจับกับแคลเซียมไอออนในเนื้อฟันได้เป็นสารประกอบหรือผลึกแคลเซียมออกซาเลตที่ไม่ละลายน้ำจึงขัดขวางการยึดติดของสารยึดติดทำให้เกิดการรั่วซึมระดับจุลภาคที่สูงขึ้น<sup>10,22</sup> อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาถึงผลการศึกษานี้ของการรั่วซึมระดับจุลภาคที่ขอบด้านบดเคี้ยวของวัสดุบูรณะภายหลังการทาสารลดอาการเสียวฟันทั้ง 2 ชนิดกลับพบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับกลุ่มควบคุมซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาก่อนหน้านี้ของการทาสารลดอาการเสียวฟันชนิดกิลูตารัลดีไฮด์<sup>5,15</sup> ด้วยเหตุที่ว่าสารลดอาการเสียวฟันดังกล่าวไม่ได้เกิดการยึดติดกับผิวฟัน อีกทั้งเป็นสารที่ทำให้เปียก (wetting agent) จึงไม่ส่งผลเสียต่อการยึดติดของสารยึดติด แต่สำหรับชนิดออกซาเลตกลับไม่สอดคล้องกับหลายการศึกษาที่ได้ผลว่าออกซาเลตขัดขวางการยึดติดของสารยึดติดและเกิดการรั่วซึมระดับจุลภาคที่สูงขึ้นแม้กระทั่งที่ขอบเคลือบฟัน<sup>10,19</sup> ด้วยเหตุที่ว่าผลึกแคลเซียมออกซาเลตสามารถสะสมในขั้นตอนปรับสภาพผิวฟันด้วยกรดจึงทำให้ขัดขวางการเกิดเรซินแทรกของสารยึดติดและส่งผลการยึดติดได้ในขณะที่การศึกษาของ Jacker และคณะ<sup>23</sup> และการศึกษาของ Tay และคณะ<sup>24</sup> สามารถอธิบายได้ว่าการเบvel ที่ขอบด้านบดเคี้ยว

ซึ่งกระทำเหมือนในทางคลินิกของการบูรณะโพรงฟันคลาสไฟว์ด้วยเรซินคอมโพสิตและการปรับสภาพผิวฟันด้วยกรดเฉพาะจุด (selective etching) สามารถละลายผลึกแคลเซียมออกซาลาเลตได้บางส่วน จึงทำให้ลดผลเสียต่อการยึดติดของสารยึดติดและการรั่วซึมระดับจุลภาคได้ อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาผลการรั่วซึมระดับจุลภาคที่ขอบด้านบดเคี้ยวของกลุ่มออกซาลาเลตพบว่าการรั่วซึมส่วนใหญ่สูงกว่าอีก 2 กลุ่มทดลองโดยถึงระดับการรั่วซึมที่ผิวด้านแอกรเซียม ดังนั้นถ้ามีการเพิ่มจำนวนซี่ฟันในแต่ละกลุ่มทดลองอาจจะเกิดความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของกลุ่มออกซาลาเลตที่ขอบด้านบดเคี้ยวได้ นอกจากนี้เมื่อพิจารณาผลการรั่วซึมระดับจุลภาคพบว่าขอบด้านบดเคี้ยวเกิดการรั่วซึมที่ต่ำกว่าขอบด้านเหงือกอย่างมีนัยสำคัญในทั้ง 3 กลุ่มทดลอง ซึ่งอาจกล่าวได้ว่าการปรับสภาพผิวฟันด้วยกรดเฉพาะจุดที่ขอบด้านบดเคี้ยวซึ่งเป็นผิวเคลือบฟันสามารถช่วยให้สารยึดติดยึดกับผิวฟันได้ดีขึ้นแม้มีการปนเปื้อนของสารลดอาการเสียวฟันและลดการรั่วซึมระดับจุลภาคได้ จากการทดสอบการรั่วซึมระดับจุลภาคของการศึกษานี้ซึ่งใช้วิธีการแช่ฟันลงในสีย้อมและประเมินค่าการรั่วซึมระดับจุลภาคแบบมาตราอันดับ (ordinal scale) ถึงแม้ว่าเป็นวิธีที่นิยมใช้ในหลายการศึกษาก่อนหน้านี้<sup>5,15,19,23</sup> แต่มีข้อจำกัดเนื่องจากการศึกษาที่สามารถมองเห็นได้เพียงบางตำแหน่งไม่สามารถเห็นรอยต่อทั้งหมด ดังนั้นในการศึกษานี้จึงทำการตัดฟันออกเป็น 4 ชิ้นงานและใช้ค่าการรั่วซึมที่มากที่สุดเป็นผลที่ได้ในแต่ละซี่ฟันเพื่อให้ได้ผลการรั่วซึมระดับจุลภาคใกล้เคียงความเป็นจริงมากขึ้น นอกจากนี้การเปลี่ยนหัวกรอในการเตรียมโพรงฟันคลาสไฟว์เมื่อครบทุก 5 ซี่ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Emir และคณะ<sup>25</sup> ด้วยเหตุที่ว่าความหยาบผิว (surface roughness) ของหัวกรอปากเพชรเมื่อใช้กรอฟันครบ 5 ซี่จะลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเทียบกับก่อนเริ่มใช้งาน จึงไม่ควรใช้ต่อเพราะจะเกิดความร้อนขณะกรอที่เพิ่มสูงขึ้นได้และเสียเวลาในการทำงาน อย่างไรก็ตามการเปลี่ยนหัวกรอใหม่ในทุก ๆ การเตรียมโพรงฟันย่อมดีกว่าเพราะว่าความสามารถในการกรอตัดของหัวกรอจะลดลงอย่างเห็นได้ชัดหลังจากการใช้งานเพียงครั้งเดียว<sup>26</sup> ดังนั้นการศึกษาลำดับต่อไปในอนาคตจึงควรเปลี่ยนหัวกรอปากเพชรทุก ๆ การกรอเตรียมฟันเพื่อให้ได้ผลการศึกษาที่ถูกต้องแม่นยำมากขึ้น สำหรับการทำให้โพรงฟันคลาสไฟว์จากการศึกษานี้ได้กำหนดไว้ที่ 5,000 รอบ อันเนื่องมาจากการศึกษาของ Price และคณะ<sup>27</sup> ที่ได้กล่าวว่าการทำเทอร์โมไซคลิงอย่างน้อย 5,000 รอบจึงจะส่งผลเสียต่อการยึดติดของสารยึดติดอย่างมีนัยสำคัญ และจากการศึกษาของ Gale และ Darvell<sup>28</sup> ที่กล่าวว่าการทำเทอร์โมไซคลิงที่มีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิจาก 5 องศาเซลเซียสไปเป็น 55 องศาเซลเซียสจำนวน 10,000 รอบเทียบเท่ากับอายุการใช้งานในช่องปากของวัสดุบูรณะเป็นเวลา

1 ปี ดังนั้นการทำเทอร์โมไซคลิง 5,000 รอบจึงประมาณเทียบเท่ากับ 6 เดือน ซึ่งระยะเวลาดังกล่าวโดยส่วนใหญ่แล้วในทางคลินิกทันตแพทย์จะทำการนัดหมายปกติสำหรับผู้ป่วยที่ไม่มีพยาธิสภาพใด ๆ เพื่อมาตรวจสุขภาพและทำความสะอาดช่องปาก รวมถึงติดตามผลการรักษา<sup>29</sup> ด้วยเหตุนี้จึงเลือกใช้การทำเทอร์โมไซคลิง 5,000 รอบสำหรับการศึกษานี้ ปัจจุบันการทดสอบการรั่วซึมระดับจุลภาคมีการนำเทคโนโลยีที่ทันสมัยมาใช้ในการประเมินผล ได้แก่ การถ่ายภาพรังสีโทโมแกรมคอมพิวเตอร์ระดับไมโครเมตร (microcomputed tomography or micro-CT) ซึ่งสามารถประเมินการรั่วซึมระดับจุลภาคได้แบบ 3 มิติ<sup>23</sup> แต่เนื่องจากราคาค่อนข้างสูง ใช้เวลานาน และต้องใช้ความเชี่ยวชาญในการแปลผลภาพรังสี ด้วยเหตุนี้จึงเลือกใช้การแช่ฟันในสีย้อมสำหรับการศึกษานี้ โดยเลือกใช้สารละลายเมทิลีนบลู เนื่องจากมีโมเลกุลขนาดเล็กและเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1.2 นาโนเมตร ซึ่งสามารถซึมผ่านเข้าไปในช่องว่างระดับจุลภาคที่เกิดขึ้นที่รอยต่อระหว่างวัสดุบูรณะกับผิวฟันและนำไปประเมินระดับการรั่วซึมได้<sup>3</sup>

การทดสอบความแข็งแรงยึดเหนี่ยวภายหลังการทาสารลดอาการเสียวฟันชนิดกลูตารัลดีไฮด์ จากการศึกษานี้พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของกลุ่มควบคุมซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาก่อนหน้านี้<sup>2,18,30,31</sup> ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่า กลูตารัลดีไฮด์ไม่ได้ส่งผลต่อความแข็งแรงยึดติดของสารยึดติด และจากการศึกษานี้สารลดอาการเสียวฟันชนิดกลูตารัลดีไฮด์มีไฮดรอกซีเอธิลเมธาคริลเลตเป็นองค์ประกอบร่วมด้วย ซึ่งคือสารตัวเดียวกันกับในสารไพรเมอร์ของสารยึดติดที่ใช้ซึ่งทำให้เรซินมอนอเมอร์สามารถแทรกซึมเข้าไปในโครงข่ายคอลลาเจนได้ดียิ่งขึ้น<sup>18,32</sup> ด้วยเหตุนี้วัสดุบูรณะจึงยึดติดกับผิวฟันได้ดีและค่าความแข็งแรงยึดเหนี่ยวสูงใกล้เคียงกลุ่มควบคุมสำหรับการทาสารลดอาการเสียวฟันชนิดออกซาลาเลตก่อนการบูรณะพบว่าค่าความแข็งแรงยึดเหนี่ยวต่ำกว่าของกลุ่มควบคุมและกลุ่มกลูตารัลดีไฮด์อย่างมีนัยสำคัญซึ่งสอดคล้องกับหลายการศึกษาก่อนหน้านี้<sup>2,31,33,34</sup> เนื่องจากผลึกแคลเซียมออกซาลาเลตที่เกิดขึ้นขัดขวางการยึดติดของสารยึดติดกับเนื้อฟัน

ความล้มเหลวและการแตกหักของชิ้นงานในการทดสอบความแข็งแรงยึดเหนี่ยวที่พบในการศึกษานี้ ส่วนใหญ่เป็นความล้มเหลวที่เกิดขึ้นที่รอยต่อระหว่างสารยึดติดกับเนื้อฟันในทั้ง 3 กลุ่มทดลอง และไม่มีแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเมื่อพิจารณาระหว่างกลุ่มซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Sabatini และ Wu<sup>18</sup> ด้วยเหตุที่ว่าสารยึดติดที่ใช้ในการศึกษานี้คือชนิดเซลฟ์เอทซ์แบบสองชั้นตอนถึงแม้ว่าสารยึดติดดังกล่าวสามารถเกิดการยึดติดทางเคมีได้แต่การปนเปื้อนสารลดอาการเสียวฟันก่อนการบูรณะฟันจะขัดขวางการยึดติดของสารยึดติด<sup>16</sup> อีกทั้งชั้นไฮบริดที่ได้ส่วนใหญ่ค่อนข้างบางและมีชั้นเสมียร์

ซึ่งยึดกับผิวฟันแบบหลวม ๆ เป็นองค์ประกอบร่วมด้วย<sup>17,35</sup> จึงเกิดความล้มเหลวที่บริเวณรอยต่อมากกว่าที่จะเกิดในเรซิน-คอมโพสิตหรือเนื้อฟัน

จากผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าการใช้สารลดอาการเสียวฟันก่อนการบูรณะฟันด้วยสารยึดติดชนิดเซลฟ์เอทซ์แบบสองขั้นตอนกับเรซินคอมโพสิตมีผลต่อการรั่วซึมระดับจุลภาคและความแข็งแรงยึดติดของวัสดุบูรณะกับเนื้อฟัน อย่างไรก็ตามการศึกษานี้ไม่สามารถจำลองสภาวะจริงและปัจจัยที่เกี่ยวข้องในทางคลินิกได้ทั้งหมด แต่ผลการศึกษาที่ได้สามารถนำไปประยุกต์ใช้เป็นแนวทางในการปฏิบัติและให้การรักษากับผู้ป่วยได้ ด้วยเหตุนี้จึงควรมีการศึกษาวิจัยเพิ่มเติมในเชิงคลินิกเพื่อให้ได้ผลที่สะท้อนถึงสภาวะจริงที่เกิดขึ้น

### บทสรุป

ภายใต้ข้อจำกัดของการศึกษาเชิงทดลองในห้องปฏิบัติการนี้ สามารถสรุปได้ว่าการใช้สารลดอาการเสียวฟันทั้ง กลูตารัลดีไฮด์และออกซาเลตก่อนการบูรณะฟันด้วยสารยึดติดชนิดเซลฟ์เอทซ์แบบสองขั้นตอนกับเรซินคอมโพสิตส่งผลต่อการรั่วซึมและความแข็งแรงยึดติดของวัสดุบูรณะกับเนื้อฟัน กล่าวคือการรั่วซึมระดับจุลภาคมีอัตราสูงขึ้นไปบริเวณขอบวัสดุด้านเหงือก การเบvelและการปรับสภาพผิวฟันด้วยกรดเฉพาะจุดที่ขอบด้านบดเคี้ยวช่วยลดการรั่วซึมระดับจุลภาคได้ สำหรับความแข็งแรงยึดติดของวัสดุบูรณะพบว่าสารลดอาการเสียวฟันชนิดออกซาเลตส่งผลให้ค่าแรงยึดติดลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่สารลดอาการเสียวฟันชนิดกลูตารัลดีไฮด์ให้ค่าแรงยึดติดที่ไม่แตกต่างกับของกลุ่มควบคุม

### กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณโรงพยาบาลพระรามเก้าและเจ้าหน้าที่ รวมถึงเจ้าหน้าที่ศูนย์วิจัยทันตวัสดุศาสตร์และเจ้าหน้าที่ศูนย์วิจัยชีววิทยาช่องปาก คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยทุกท่าน ที่ให้ความอนุเคราะห์ช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกในการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ในการทำวิจัยครั้งนี้

### เอกสารอ้างอิง

1. Kim JW, Park JC. Dentin hypersensitivity and emerging concepts for treatments. *J Oral Biosci* 2017;59(4):211-7.
2. Maeda FA, Guedes APA, Catelan A, Pavan S, Briso ALF, Sundfeldt 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(1):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. 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.
14. 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.
15. Yikilgan I, Akgul S, Özcan S, Bala O, Ömürlü 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.
16. 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.
17. Perdigo J. Current perspectives on dental adhesion: (1) Dentin adhesion - not there yet. *Jpn Dent Sci Rev* 2020;56(1):190-207.
18. 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.
19. Saffarpour A, Saffarpour A, Kharazifard MJ, Golmohamadi N. Effect of a desensitizing varnish on microleakage of two self-etch adhesives. *J Dent* 2015;12(11):807-14.

20. 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.
21. 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.
22. Pashley EL, Tao L, Pashley DH. Effects of oxalate on dentin bonding. *Am J Dent* 1993;6(3):116-8.
23. 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.
24. 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.
25. Emir F, Ayyildiz S, Sahin C. What is the changing frequency of diamond burs? *J Adv Prosthodont* 2018;10(2):93-100.
26. Bae JH, Yi J, Kim S, Shim JS, Lee KW. Changes in the cutting efficiency of different types of dental diamond rotary instrument with repeated cuts and disinfection. *J Prosthet Dent* 2014;111(1):64-70.
27. 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.
28. Gale MS, Darvell BW. Thermal cycling procedures for laboratory testing of dental restorations. *J Dent* 1999;27(2):89-99.
29. Patel S, Bay RC, Glick M. A systematic review of dental recall intervals and incidence of dental caries. *J Am Dent Assoc* 2010; 141(5):527-39.
30. Reinhardt JW, Stephens NH, Fortin D. Effect of Gluma desensitization on dentin bond strength. *Am J Dent* 1995;8(4):170-2.
31. 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.
32. Aranha ACC, Siqueira CADS, Cavalcante LMA, Pimenta LAF, Marchi GM. Microtensile bond strengths of composite to dentin treated with desensitizer products. *J Adhes Dent* 2006;8(2):85-90.
33. Christensen GJ. Preventing postoperative tooth sensitivity in class I, II and V restorations. *J Am Dent Assoc* 2002;133(2):229-31.
34. Christensen GJ. Overcoming the challenges of class II resin-based composites. *J Am Dent Assoc* 2006;137(7):1021-3.
35. Sofan E, Sofan A, Palaia G, Tenore G, Romeo U, Migliau G. Classification review of dental adhesive systems: from the IV generation to the universal type. *Ann Stomatol (Roma)* 2017;8(1):1-17.