

# ผลของการใช้สารยึดติดระบบต่างๆ ต่อกำลังยึดติดแบบเงื่อน ของสารเคลือบหลุมร่องฟันกับเคลือบฟัน Effect of Different Adhesive Systems on Shear Bond Strength of Sealants on Enamel

สิริวัฒน์ วัฒนพานิชย์<sup>1</sup>, ดร.ณิ โอวิททยากุล<sup>1,2</sup>, กมลทิพย์ บุญส่งสวัสดิ์<sup>1</sup>, กรชวัล ตันตติระการวัฒนา<sup>2</sup>, สุพลักษณ์ เฉยพงษ์<sup>2</sup>, ภาพิมล ชมภูอินทร์<sup>3</sup>  
<sup>1</sup>ภาควิชาทันตกรรมครอบครัวและชุมชน คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
<sup>2</sup>นักศึกษาชั้นปีที่ 6 ปีการศึกษา 2549 คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
<sup>3</sup>ภาควิชาทันตกรรมจัดฟันและทันตกรรมสำหรับเด็ก คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
Siriwat Wattanapanich<sup>1</sup>, Darunee Owittayakul<sup>1,2</sup>, Kamoltip Boonsongsawat<sup>2</sup>,  
Kornchawan Tantitrakarnwatana<sup>2</sup>, Suppalucksana Choeipong<sup>2</sup>, Papimon Chompu-inwai<sup>3</sup>  
<sup>1</sup>Department of Family and Community Dentistry, Faculty of Dentistry, Chiang Mai University  
<sup>2</sup>The 6<sup>th</sup> year dental student Academic year 2006, Faculty of Dentistry, Chiang Mai University  
<sup>3</sup>Department of Orthodontics and Pediatric Dentistry, Faculty of Dentistry, Chiang Mai University

ชม.ทันตสาร 2553; 31(2) : 69-76  
CM Dent J 2010; 31(2) : 69-76

## บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบกำลังยึดติดแบบเงื่อนของสารเคลือบหลุมร่องฟันบนผิวเคลือบฟันเมื่อใช้ร่วมกับสารยึดติดระบบต่างๆ โดยนำฟันกรามน้อยแท้ 68 ซี่มาแบ่งกลุ่มอย่างสุ่มออกเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มละ 17 ซี่ โดยทดสอบบนผิวฟันที่เรียบที่สุดทางด้านใกล้แก้ม กลุ่มที่ 1) กลุ่มควบคุม ใช้กรดฟอสฟอริกที่มีความเข้มข้นร้อยละ 37 ส่วนกลุ่มที่ 2) SB ใช้กรดฟอสฟอริก 37% แล้วตามด้วย Single Bond<sup>®</sup> กลุ่มที่ 3) CSE ใช้ไพรเมอร์ของ Clearfil SE Bond<sup>®</sup> และกลุ่มที่ 4) AdP ใช้ Adper Prompt L- Pop<sup>®</sup> จากนั้นทาสารเคลือบหลุมร่องฟันยี่ห้อ Concise<sup>®</sup> แล้วฉายแสง 40 วินาที และนำไปทดสอบค่ากำลังแรงเฉือน

## Abstract

The purpose of this study was to compare shear bond strength of a sealant to intact enamel when different adhesive systems were applied. Sixty eight permanent premolars were randomly divided into 4 groups of 17 specimens. The flattest buccal area of each tooth was used as a testing surface. For the control (conventional) group, testing surfaces were treated with 37% phosphoric acid. For experimental groups, flat surfaces were treated with three different adhesive materials as follow: SB (37% phosphoric and Single Bond<sup>®</sup>); CSE (acidic primer of

Corresponding Author:

สิริวัฒน์ วัฒนพานิชย์

อาจารย์ ทันตแพทย์หญิง ภาควิชาทันตกรรมครอบครัวและชุมชน  
คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50202

Siriwat Wattanapanich

Lecturer, Department of Family  
and Community Dentistry, Faculty of Dentistry,  
Chiang Mai University, Chiang Mai 50202

Tel.: 0 5394 4470 E-Mail: [siriwat@chiangmai.ac.th](mailto:siriwat@chiangmai.ac.th)

(MPa) ผลการทดลองพบว่ากลุ่ม SB ให้ค่ากำลังแรงเฉือนเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ และเมื่อเปรียบเทียบค่ากำลังแรงเฉือนเฉลี่ยระหว่างกลุ่ม CSE และ AdP กับกลุ่มควบคุม พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยสรุปจากการศึกษานี้พบว่าการใช้ Single Bond® สามารถเพิ่มค่าการยึดติดของสารเคลือบหลุมร่องฟัน ในขณะที่การใช้สารยึดติดระบบเซล์ฟเอทซ์อาจเป็นทางเลือกหนึ่งที่สามารถใช้ร่วมกับสารเคลือบหลุมร่องฟันเพราะใช้ง่าย อีกทั้งยังช่วยลดเวลาและขั้นตอนการรักษา

**คำสำคัญ:** สารเคลือบหลุมร่องฟัน สารยึดติด กำลังยึดติดแบบเฉือน

Clearfil SE Bond®); and AdP (Adper Prompt L-Pop®). A rubber tube of 2.0 mm in diameter and 1.5 mm in height was placed on prepared enamel and filled with sealant (Concise®), then light cured for 40 seconds. All samples were tested for shear bond strength (MPa) after thermocycling for 500 cycles. The results of this study revealed that shear bond strength in the SB group was significantly higher than other groups. Statistical analysis indicated no significant difference in shear bond strength of the CSE and the AdP group when compared with the control. In conclusion, the application of Single Bond® can improve bond strength of sealant. Moreover, the self etch adhesive may be an alternative way for sealant application which will simplify sealant procedure and shorten treatment time.

**Keywords:** pit and fissure sealants, dental adhesive, shear bond strength

## บทนำ

สารเคลือบหลุมร่องฟัน คือ วัสดุทางทันตกรรมที่นำมาใช้เคลือบหลุมร่องฟันที่ลึก ซึ่งได้รับการยอมรับว่ามีประสิทธิภาพในการป้องกันการผุด้านบดเคี้ยว<sup>(1)</sup> การยึดติดของสารเคลือบหลุมร่องฟันกับผิวเคลือบฟัน เป็นการยึดแบบเชิงกล (mechanical adhesion) ที่เกิดจากการแทรกซึมของสารเรซิน (resin) เข้าไปในรูพรุนขนาดเล็ก (micropores) ของผิวเคลือบฟันซึ่งถูกกัดด้วยกรดแล้วแข็งตัวเป็นเรซินแทค (resin tag)<sup>(2,3)</sup> แต่ทั้งนี้สารเคลือบหลุมร่องฟันจะมีประสิทธิภาพในการป้องกันฟันผุได้ดีนั้นจะต้องยึดติดอยู่บนผิวเคลือบฟัน (enamel) ได้โดยไม่หลุด<sup>(4)</sup> ดังนั้นการยึดติดจึงเป็นปัจจัยสำคัญปัจจัยหนึ่งซึ่งส่งผลต่อความสำเร็จในการเคลือบหลุมร่องฟัน โดยความสามารถในการยึดระหว่างเรซินกับผิวเคลือบฟันนั้น อาจทดสอบได้จากวิธีการต่างๆ กัน อาทิเช่น การทดสอบการรั่วซึมระดับจุลภาค (microleakage) การทดสอบกำลัง

ยึดติด (bond strength) และการศึกษาความยาวเรซินแทรกด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (scanning electron microscope)<sup>(5)</sup>

จากการศึกษาของ Symons และคณะในปี 1996<sup>(6)</sup> พบว่าการใช้สารยึดติด (dental adhesive) ช่วยเพิ่มการไหลแผ่ของสารเคลือบหลุมร่องฟันโดยเฉพาะในพื้นที่มีหลุมร่องลึก สามารถช่วยปรับปรุงการยึดติดของสารเคลือบหลุมร่องฟัน นอกจากนี้ Feigal ยังให้การสนับสนุนการใช้สารยึดติดร่วมกับสารเคลือบหลุมร่องฟัน เนื่องจากการศึกษาพบว่าการใช้สารยึดติดในระบบโททัลเอทซ์ (total etch) ในพื้นที่มีการปนเปื้อนน้ำลายจะทำให้ค่าการยึดติดเท่ากับพื้นที่ไม่มีการปนเปื้อนน้ำลายก่อนที่จะทาสารเคลือบหลุมร่องฟัน<sup>(7)</sup>

จากอดีตถึงปัจจุบันได้มีการศึกษามากมายเกี่ยวกับการยึดติดของสารเคลือบหลุมร่องฟัน ส่วนมากมักเป็นการเปรียบเทียบระหว่างวิธีการเคลือบหลุมร่องฟันแบบ

ดั้งเดิมกับการใช้สารยึดติดระบบโททัลเอทช์ (total etch) หรือเซล์ฟเอทช์ (self etch) อย่างใดอย่างหนึ่ง<sup>(8-11)</sup> การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบกำลังยึดติดแบบเฉือนของสารเคลือบหลุมร่องฟันบนผิวเคลือบฟันเมื่อใช้วิธีดั้งเดิมและเมื่อใช้ร่วมกับสารยึดติดทั้ง 2 ระบบดังกล่าว โดยเลือกใช้สารยึดติดซึ่งเป็นที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายมาเป็นตัวแทนของสารยึดติดทั้ง 2 ระบบ

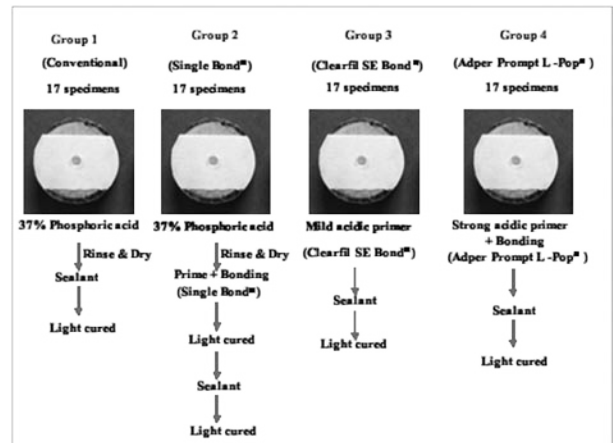
### วัตถุประสงค์และวิธีการ

#### การเตรียมชิ้นตัวอย่าง

การศึกษานี้ใช้ฟันกรามน้อยแท้ที่ไม่มีพยาธิสภาพใดๆ จำนวน 68 ซี่ซึ่งถูกถอนเพื่อการจัดฟันและได้รับการเก็บรักษาไว้ในสารละลายคลอรามินที (Chloramine-T) ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 1 เป็นระยะเวลา 1-3 เดือน การวิจัยนี้ใช้ด้านใกล้แก้มของตัวฟันที่แบนราบที่สุด (flattest buccal area) เป็นบริเวณทดลอง โดยยึดตำแหน่งที่แบนราบที่สุดกับแผ่นพลาสติกใสที่เจาะรูตรงกลางขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5 มิลลิเมตร ด้วยขี้ผึ้งสีชมพู (Dental Wax, Kerr Corporation, CA, USA) จากนั้นนำฟันที่ยึดกับแผ่นพลาสติกใสไปลงแบบหล่อโลหะขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 19.5 มิลลิเมตร สูง 11 มิลลิเมตรที่เตรียมไว้เทแบบหล่อด้วยพลาสติกเรซินที่มีกำลังความแข็งแรงสูง (Velmix stone, Kerr Corporation, CA, USA) แล้วนำกระดาษขาว 2 หน้าชนิดบางซึ่งเจาะรูให้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 มิลลิเมตร ด้วยตัวเจาะแผ่นยางกันน้ำลาย (rubber dam punch) มาติด ณ ตำแหน่งผิวเคลือบฟันที่แบนราบที่สุด ฟันตัวอย่างดังกล่าวได้ถูกสุ่มแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มละ 17 ชิ้นตัวอย่างโดยมีขั้นตอนการทำสารยึดติดที่แตกต่างกันดังรูปที่ 1

กลุ่มที่ 1) กลุ่มควบคุม ทากรดฟอสฟอริกที่มีความเข้มข้นร้อยละ 37 (Scotchbond Etchant, 3M ESPE, St. Paul, MN, USA) 15 วินาที ล้างน้ำ 10 วินาที เป่าให้แห้ง

กลุ่มที่ 2) SB ใช้สารยึดติด Single Bond<sup>®</sup> (3M ESPE, St. Paul, MN, USA) ซึ่งอยู่ในระบบโททัลเอทช์ชนิด 2 ขั้นตอน โดยทากรดฟอสฟอริกที่มีความเข้มข้นร้อยละ 37 เป็นเวลา 15 วินาที ล้างน้ำ 10 วินาที เป่าลมเบาๆ ทา Single Bond<sup>®</sup> เป่าลมเบาๆ ฉายแสง 10 วินาที



รูปที่ 1 ขั้นตอนการทำสารยึดติดของแต่ละกลุ่มการทดลอง

Figure Surface preparation of each group

กลุ่มที่ 3) CSE ใช้สารยึดติด Clearfil SE Bond<sup>®</sup> (Kuraray, Okayama, Japan) ซึ่งอยู่ในระบบเซล์ฟเอทช์ 2 ขั้นตอนโดยทา Clearfil SE Bond<sup>®</sup> เฉพาะขอบไพรเมอร์ที่บริเวณทดลอง เป่าเบาๆ

กลุ่มที่ 4) AdP ใช้สารยึดติด Adper prompt L-Pop<sup>®</sup> (3M ESPE, St. Paul, MN, USA) ซึ่งอยู่ในระบบเซล์ฟเอทช์ 1 ขั้นตอน โดยผสมสารละลายทั้งสองของ Adper prompt L-Pop<sup>®</sup> เข้าด้วยกัน จากนั้นทาที่บริเวณทดลอง 2 ชั้น เป่าเบาๆ

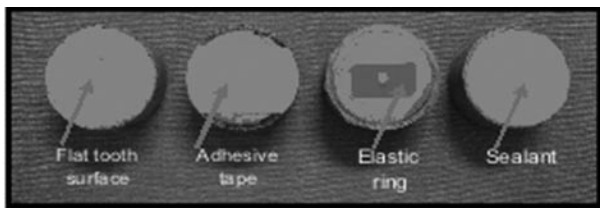
การใช้สารยึดติดทุกชนิดได้ทำตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต ซึ่ง Single Bond<sup>®</sup> และ Clearfil SE Bond<sup>®</sup> นั้นเป็นวิธีเดียวกับการใช้ร่วมกับการอุดฟันด้วยเรซินคอมโพสิต สำหรับ Adper prompt L-Pop<sup>®</sup> ใช้ตามวิธีที่ผู้ผลิตแนะนำเมื่อมีการใช้ร่วมกับการเคลือบหลุมร่องฟันชนิดและส่วนประกอบของวัสดุที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ได้แสดงไว้ในตารางที่ 1

หลังจากการเตรียมผิวฟันตามขั้นตอนของแต่ละกลุ่มดังกล่าวข้างต้นแล้ว ใส่สารเคลือบหลุมร่องฟัน Concise<sup>®</sup> (3M ESPE, St. Paul, MN, USA) ลงในร่องยางที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 มิลลิเมตร และสูง 1.5 มิลลิเมตรซึ่งติดกับกระดาษขาว 2 หน้าเตรียมไว้ (รูปที่ 2) ฉายแสง 20 วินาที จากนั้นใช้มีดตัดดวงยางและกระดาษขาวออกจากสารเคลือบหลุมร่องฟันอย่างระมัดระวัง แล้วฉายแสง 20 วินาที

**ตารางที่ 1** ชนิดของสารเคลือบหลุมร่องฟันและสารยึดติดที่ใช้ในการศึกษา

**Table 1** Sealant and dental adhesive used in this study

Material	Composition	Batch no.	Manufacturer
Concise	Bis-GMA,TEGDMA, EDMAB, I+, CPQ, BHT, TBATFB, TiO2	7PT	3M ESPE St Paul, MN, USA
Single Bond	Resin-Bis-GMA, HEMA, polyalkenoic acid copolymer, water, ethanol, dimethacrylates	6JB	3M ESPE St Paul, MN, USA
Clearfil SE Bond	Primer: MDP, HEMA, hydrophilic dimethacrylate, photoinitiator, water	00911A	Kuraray Medical, Tokyo, Japan
Adper Prompt L-Pop	HEMA, Bis-GMA, modified polyalkenoic acid, water	197301	3M ESPE St Paul, MN, USA
Scotchbond Etchant	Phosphoric acid, water, poly (vinyl alcohol)	6LA	3M ESPE St Paul, MN, USA



**รูปที่ 2** ขั้นตอนการเตรียมแบบหล่อสำหรับใส่สารเคลือบหลุมร่องฟัน

**Figure 2** Preparation of elastic ring for filling sealant (Concise®)

**การทดสอบค่ากำลังแรงเฉือน**

นำชิ้นฟันตัวอย่างทั้งหมดที่ได้ มาเข้าเครื่องเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิแบบเป็นจังหวะ (Thermocycler TC 301, King Mongkut’s Institute of Technology Ladkrabang, Thailand) ที่อุณหภูมิ 5 และ 55 องศาเซลเซียส จำนวน 500 รอบ จากนั้นทำการทดสอบแรงเฉือนโดยใช้เครื่องทดสอบสากลชนิดอินสตรอน (Instron® Model 5565, Instron Corporation, England) โดยตั้งค่าความเร็วหัวทดสอบ 0.5 มิลลิเมตรต่อวินาที และบันทึกค่ากำลังแรงเฉือนที่ทำให้สารเคลือบหลุมร่องฟันหลุดจากผิวฟันในหน่วยเมกะปาสคาล (MPa)

จากนั้นทำการตรวจสอบการหลุดของสารเคลือบหลุมร่องฟันด้วยกล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ (stereomicroscope:Olympus SZX 7, Olympus America Inc., PA, USA) ที่กำลังขยาย 50 เท่า โดยใช้เกณฑ์การประเมินของ Marcusamer และคณะ<sup>(12)</sup> ซึ่งจำแนกการหลุดเป็น 3 ประเภทคือ 1) การหลุดระหว่างรอยต่อผิวเคลือบฟันกับวัสดุ (Adhesive failure) 2) การหลุดภายในเนื้อวัสดุ (Cohesive failure) และ 3) การหลุดแบบผสม (Mixed failure) ซึ่งเป็นการหลุดที่เกิดขึ้นทั้งบริเวณระหว่างรอยต่อของผิวเคลือบฟันกับวัสดุและภายในเนื้อวัสดุ

**การวิเคราะห์ทางสถิติ**

นำค่ากำลังแรงเฉือนที่ได้มาวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมสถิติ SPSS (SPSS for Window Version 15.0, SPSS Inc., Chicago, IL, USA) โดยกำหนดระดับความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่  $P < 0.05$  เนื่องจากค่ากำลังแรงเฉือนที่ทดสอบได้มีการแจกแจงปกติ (Kolmorov-Smirnov test) และมีความแปรปรวนเท่ากัน (Leneve’s test) จึงเปรียบเทียบค่ากำลังแรงเฉือนโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One-way ANOVA) และทดสอบเชิงซ้อนด้วยการวิเคราะห์ของทูกีย์ (Tukey’s test)

**ผลการทดลอง**

ค่าเฉลี่ย (mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) ของกำลังแรงเฉือนของสารเคลือบหลุมร่องฟันได้แสดงไว้ในตารางที่ 2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวแสดงผลว่าค่ากำลังแรงเฉือนของกลุ่มที่ 1) ซึ่งเป็นกลุ่มควบคุมมีความแตกต่างจากกลุ่มอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ ( $P < 0.05$ ) เมื่อทำการวิเคราะห์ต่อด้วยการทดสอบของทูกีย์เพื่อหาความแตกต่างของแต่ละกลุ่ม พบว่ากลุ่ม Single Bond® ให้ค่ากำลังแรงเฉือนเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) ในขณะที่กำลังแรงเฉือนเฉลี่ยในกลุ่มควบคุม กลุ่ม CSB และกลุ่ม AdP มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

**ตารางที่ 2** ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่ากำลังยึดติดแบบเฉือนของสารเคลือบหลุมร่องฟัน เมื่อใช้สารยึดติดระบบต่างๆ ค่าเฉลี่ยที่มีเครื่องหมายดอกจัน (\*) แสดงค่ากำลังแรงเฉือนที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ )

**Table 2** Means and standard deviations of shear bond strengths (MPa) of the studied groups. Means with asterisk (\*) were not significantly different ( $P < 0.05$ ).

กลุ่ม (Group)	ค่ากำลังแรงเฉือน; เมกะปาสคาล (Shear bond strength ; MPa)
	ค่าเฉลี่ย (±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) Mean (±SD)
กลุ่มที่ 1 (Control)	11.21 (±3.87)*
กลุ่มที่ 2 (Single Bond®)	20.04 (±6.39)
กลุ่มที่ 3 (Clearfil SE Bond®)	10.32 (±6.67)*
กลุ่มที่ 4 (Adper Prompt L -Pop®)	13.33 (±4.98)*

เมื่อนำชิ้นตัวอย่างทั้งหมดมาส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์ สเตอริโอภายหลังการทดสอบกำลังแรงเฉือนพบว่าในกลุ่มควบคุมมีการหลุดบริเวณรอยต่อผิวเคลือบฟันกับวัสดุ (Adhesive failure) มากถึงร้อยละ 88.2 ที่เหลือเป็นการหลุดในเนื้อวัสดุร้อยละ 11.8 สำหรับกลุ่มที่มีการใช้สารยึดติดด้วยนั้น พบว่าโดยมากเกิดการหลุดแบบผสมร้อยละ 76.5-88.2 และการหลุดบริเวณรอยต่อผิวเคลือบฟันกับวัสดุร้อยละ 11.8-23.5 ดังแสดงในตารางที่ 3

**ตารางที่ 3** ลักษณะการแตกหักของชิ้นงานในแต่ละกลุ่ม

**Table 3** Distribution of failure modes

กลุ่ม (Group)	N (%)	Cohesive failure (%)	Adhesive failure (%)	Mixed failure (%)
กลุ่มที่ 1 (Control)	17 (100)	2 (11.8)	15 (88.2)	-
กลุ่มที่ 2 (Single Bond®)	17 (100)	-	2 (11.8)	15 (88.2)
กลุ่มที่ 3 (Clearfil SE Bond®)	17 (100)	-	4 (23.5)	13 (76.5)
กลุ่มที่ 4 (Adper Prompt L -Pop®)	17 (100)	-	4 (23.5)	13 (76.5)

### การอภิปรายผล

การวิจัยครั้งนี้เลือกใช้การทดสอบค่ากำลังแรงเฉือนเนื่องจากแรงเฉือนเป็นแรงหนึ่งที่เกิดขึ้นในช่องปากขณะบดเคี้ยว นอกเหนือจากแรงดึง (tensile force) และแรงอัด (compressive force) ซึ่งเกิดขึ้นไปพร้อมๆ กัน<sup>(13)</sup> การทดสอบค่ากำลังแรงเฉือนเป็นค่าที่แสดงถึงแรงยึดติดซึ่งเกิดบริเวณรอยต่อระหว่างผิวเคลือบฟันและสารเคลือบหลุมร่องฟัน แม้ว่าการศึกษาครั้งนี้จะมีข้อจำกัดบางประการเนื่องจากการทดสอบแรงยึดติดในห้องปฏิบัติการ และทำการทดสอบบนผิวเคลือบฟันทางด้านแก้มของฟันกรามน้อยแท้ ซึ่งไม่ใช่ฟันที่ใช้งานการเคลือบหลุมร่องฟันจริงทางคลินิกจึงอาจทำให้ไม่สามารถขยายผลไปถึงสภาพการณ์จริงทางคลินิกได้ทั้งหมด อย่างไรก็ตามยังคงมีประโยชน์ที่จะใช้เป็นการทดสอบเบื้องต้น (preliminary test)<sup>(14)</sup> อีกทั้งยังสามารถกำจัดและควบคุมตัวแปรอื่นๆ เช่น ความแตกต่างของหลุมร่องฟันเป็นต้น และการควบคุมปัจจัยต่างๆ ให้อยู่ภายใต้เงื่อนไขเดียวกัน จึงทำให้สามารถเปรียบเทียบผลการทดลองในแต่ละกลุ่มที่ทำการศึกษาได้

การทดสอบกำลังแรงเฉือนในงานวิจัยนี้ ได้ใช้ชิ้นตัวอย่างที่เป็นผิวเคลือบฟันกรามน้อยแท้ทางด้านใกล้แก้ม โดยไม่กรอแต่งผิวเคลือบฟันให้เป็นระนาบ เพราะต้องการจำลองแบบการเคลือบหลุมร่องฟันจริงในผู้ป่วยซึ่งไม่มีการกรอผิวเคลือบฟันก่อนการเคลือบหลุมร่องฟัน เพื่อคงสภาพของผิวเคลือบฟันตามธรรมชาติไว้ และได้พยายามทำการควบคุมให้พื้นที่ของผิวเคลือบฟันที่ใช้ทดสอบให้เท่ากัน โดยเลือกทำการศึกษาในบริเวณที่ผิวเคลือบฟันมีความเรียบเป็นระนาบมากที่สุด คือบริเวณรอยต่อระหว่างด้านบดเคี้ยว (occlusal third) และกลางฟัน (middle third) ของผิวฟันด้านใกล้แก้มและจำกัดพื้นที่สำหรับทำการศึกษาให้มีขนาดเล็กเพียงวงกลม ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 มิลลิเมตร และควบคุมไม่ให้เกิดการรื้อซึมของสารเคลือบหลุมร่องฟัน โดยการใช้กระดาษขาวและวงยางที่เจาะรูให้มีขนาดเท่ากัน กดให้ขอบแนบไปกับผิวเคลือบฟันที่เตรียมไว้

การกัดผิวเคลือบฟันด้วยกรดจะช่วยเพิ่มพื้นที่ผิวสำหรับการยึดติดให้มากขึ้น ทำให้ผิวเคลือบฟันมีลักษณะเป็นโครงข่าย (network) และมีช่องว่างลิกระหว่าง แท่ง

เคลือบฟัน (enamel rod) เพื่อให้เรซินสามารถแทรกซึมและยึดเกาะได้ อีกทั้งการใช้กรดกัดยังช่วยปรับสภาพของผิวเคลือบฟันให้มีความเหมาะสมต่อการยึดติด<sup>(15)</sup> ซึ่งการยึดติดเชิงกลของเรซินนั้น จะมีประสิทธิภาพก็ต่อเมื่อผิวเคลือบฟันภายหลังการกัดด้วยกรดมีลักษณะโครงสร้างของแท่งเคลือบฟัน (enamel prism) ที่ชัดเจน<sup>(16)</sup>

จากการศึกษาของ Feigal และคณะในปี 2000<sup>(8)</sup> พบว่าการใช้สารยึดติดระบบโททัลเอทซ์ชนิด 2 ขั้นตอน โดยมี Single Bond<sup>®</sup>, Prime & Bond<sup>®</sup> และ Tenure Quik<sup>®</sup> เป็นตัวแทนของกลุ่ม พบว่าสามารถลดโอกาสการหลุดของสารเคลือบหลุมร่องฟันเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมซึ่งใช้เพียงกรดฟอสฟอริกกัด สอดคล้องกับผลการทดลองครั้งนี้ที่กลุ่ม Single Bond<sup>®</sup> ให้ค่ากำลังแรงเฉือนเฉลี่ยมากกว่ากลุ่มควบคุม ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก Single Bond<sup>®</sup> มีส่วนประกอบของไพรเมอร์และบอนด์ โดยไพรเมอร์จะเพิ่มการไหลแผ่จึงทำให้สารเคลือบหลุมร่องฟันสามารถไหลลงสู่ผิวเคลือบฟันที่ถูกกัดได้ดีกว่า

รายงานการศึกษาในปี 2006 ของ Burbridge และคณะ<sup>(17)</sup> ซึ่งทำการศึกษาผลทางคลินิกของการยึดติดของสารเคลือบหลุมร่องฟันระหว่างการใช้กรดฟอสฟอริกที่มีความเข้มข้นร้อยละ 37 ตามด้วย Prime & Bond<sup>®</sup> ซึ่งเป็นระบบโททัลเอทซ์ ชนิด 2 ขั้นตอน เปรียบเทียบกับ Xeno<sup>®</sup> III ซึ่งเป็นระบบเซล์ฟเอทซ์ชนิด 1 ขั้นตอน ติดตามผลที่ระยะเวลา 6 เดือน พบว่า การยึดติดของสารเคลือบหลุมร่องฟันของการใช้กรดฟอสฟอริกตามด้วย Prime & Bond<sup>®</sup> ดีกว่ากลุ่ม Xeno<sup>®</sup> III อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองในครั้งนี้ที่ว่า การใช้สารยึดติด โททัลเอทซ์ชนิด 2 ขั้นตอน จะให้ค่าการยึดติดสูงกว่าเซล์ฟเอทซ์ชนิด 1 ขั้นตอน อย่างมีนัยสำคัญ แม้ว่าเป็นการทดลองในห้องปฏิบัติการ

นอกจากนั้นผลการทดลองครั้งนี้พบว่า ค่ากำลังแรงเฉือนเฉลี่ยของกลุ่มควบคุม และกลุ่ม Adper Prompt L-Pop<sup>®</sup> มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Peutzfeldt และคณะ<sup>(9)</sup>

Perdigão และคณะ<sup>(10,11)</sup> ได้ศึกษาค่ากำลังแรงดึง (microtensile bond strength) ของสารเคลือบหลุมร่องฟันบนผิวเคลือบฟันกรามแท้ที่ไม่ได้รับการกรอแต่ง ผล

พบว่าการใช้ Adper Prompt L-pop<sup>®</sup> ทา 1 ชั้นตามด้วยสารเคลือบหลุมร่องฟันแล้วฉายแสงพร้อมกันจะให้ค่ากำลังแรงดึงไม่แตกต่างจากการใช้กรดฟอสฟอริก ทั้งนี้ Perdigão ให้เหตุผลว่า ความเป็นกรดแก่ของ Adper Prompt L-Pop<sup>®</sup> เมื่อใช้กัดผิวเคลือบฟันจะให้ลักษณะโครงสร้างผิวเคลือบฟันที่ดีคล้ายกับการใช้กรดฟอสฟอริก (excellent etched pattern enamel) ทั้งในผิวฟันที่ได้รับกรอแต่งและไม่ได้รับการกรอแต่ง อีกทั้งมีการศึกษาว่า ประสิทธิภาพในการยึดติดของสารเคลือบหลุมร่องฟันด้วยการใช้ออลอินวันเซล์ฟเอทซ์แอดฮีซีฟ (all-in-one self-etch adhesive) มีค่าเท่ากับการใช้กรดฟอสฟอริก<sup>(18,19)</sup>

Feigal และ Quelhas ปี 2003 สรุปว่าการใช้สารยึดติดระบบเซล์ฟเอทซ์ 1 ขั้นตอน เป็นวิธีที่ง่าย ช่วยลดเวลาและความยุ่งยากในขั้นตอนการรักษาอย่างมีนัยสำคัญ<sup>(20)</sup>

จากการประเมินการหลุดของสารเคลือบหลุมร่องฟันภายหลังการทดสอบกำลังยึดติดแบบเฉือนพบว่า กลุ่มควบคุมซึ่งไม่มีการใช้สารยึดติดนั้นโดยมาก (ร้อยละ 88.2) เกิดการหลุดระหว่างรอยต่อของสารเคลือบหลุมร่องฟันกับผิวฟันโดยไม่มีสารเคลือบหลุมร่องฟันเหลือติดอยู่บนผิวเคลือบฟันเลย แต่ในสามกลุ่มที่มีการใช้สารยึดติดร่วมในขั้นตอนการเคลือบหลุมร่องฟันนั้นพบการหลุดส่วนใหญ่ (ร้อยละ 76.5-88.2) เป็นแบบผสม คือหลุดบริเวณรอยต่อของสารเคลือบหลุมร่องฟันกับผิวฟัน ร่วมกับการหลุดในส่วนของสารเคลือบหลุมร่องฟันเอง จึงยังมีสารเคลือบหลุมร่องฟันบางส่วนติดอยู่บนผิวฟัน ดังนั้นการใช้สารยึดติดทั้งสามชนิดในการศึกษานี้ร่วมในขั้นตอนการเคลือบหลุมร่องฟันอาจช่วยลดโอกาสเสี่ยงต่อการเกิดฟันผุแม้เมื่อสารเคลือบหลุมร่องฟันหลุดไปแล้ว เนื่องจากยังคงเหลือวัสดุบางส่วนติดอยู่บนผิวเคลือบฟัน

การศึกษาต่างๆ ข้างต้นจะเน้นเรื่องการยึดติดของสารเคลือบหลุมร่องฟันเป็นหลัก อย่างไรก็ตาม ปัจจัยความสำเร็จของการเคลือบหลุมร่องฟันนั้นไม่ได้ขึ้นอยู่กับ การยึดติดเพียงอย่างเดียว แต่ยังมีปัจจัยอื่นๆ ร่วมด้วย เช่น การรั่วซึมและความแข็งแรงของสารเคลือบหลุมร่องฟันเป็นต้น<sup>(21,22)</sup> สำหรับการรั่วซึมของสารเคลือบหลุมร่องฟันนั้น ได้มีรายงานการศึกษาซึ่งให้ผลที่หลากหลายและแตกต่างกัน<sup>(23-25)</sup> จึงยังควรต้องได้รับการศึกษาเพิ่มเติมต่อไป

## บทสรุป

การใช้สารยึดติดระบบโททัลเอทซ์แบบ 2 ขั้นตอน (Single bond®) สามารถเพิ่มค่าการยึดติดของสารเคลือบหลุมร่องฟัน เมื่อเปรียบเทียบกับสารเคลือบหลุมร่องฟัน โดยวิธีดั้งเดิมซึ่งใช้กรดกัดเพียงอย่างเดียวและการใช้สารยึดติดระบบเซลฟ์เอทซ์ ซึ่งพบว่าสองวิธีข้างท้ายให้ค่ากำลังแรงเฉือนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นการใช้สารยึดติดระบบเซลฟ์เอทซ์ร่วมกับสารเคลือบหลุมร่องฟันอาจเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการให้ทันตกรรมป้องกันสำหรับเด็ก เนื่องจากลดขั้นตอนในการล้างน้ำ จึงง่ายและใช้เวลาสั้นกว่า แต่อย่างไรก็ตาม ปัจจัยความสำเร็จของการเคลือบหลุมร่องฟันนั้นไม่ได้ขึ้นอยู่กับ การยึดติดเพียงอย่างเดียว ยังมีปัจจัยอื่นๆ ร่วมด้วย เช่น การรื้อซึม, ความแข็งแรงของสารเคลือบหลุมร่องฟัน ซึ่งยังคงต้องศึกษาเพิ่มเติมต่อไป

## กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่ให้ทุนอุดหนุนในการทำวิจัย ขอขอบคุณ อ.ทพ.เทพรัตน์ เขมาลีลากุล และ ผศ.ทพ.ศิริพงษ์ ศิริมงคลวัฒน์ ที่ให้คำปรึกษาและแนะนำการใช้เครื่องมือทดสอบสากลในการวิจัย รวมทั้งบริษัทสามเอ็มเอสพี (3M ESPE) ประเทศไทย จำกัด และบริษัทแอ็คเตอน (Acteon) ประเทศไทย จำกัด ที่ได้เอื้อเฟื้อวัสดุที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้

## เอกสารอ้างอิง

1. Simonsen RJ. Pit and fissure sealant: review of the literature. *Pediatr Dent* 2002;24:393-414.
2. Myers CL, Rossi F, Cartz L. Adhesive taglike extensions into acid-etched tooth enamel. *J Dent Res* 1974;53:435-441.
3. Gwinnett AJ, Matsui A. A study of enamel adhesives. The physical relationship between enamel and adhesive. *Arch Oral Biol* 1967;12:1615-1620.
4. Simonsen RJ. Retention and effectiveness of dental sealant after 15 years. *J Am Dent Assoc* 1991;122:34-42.

5. Voss JE, Charbeneau GT. A scanning electron microscope comparison of three methods of bonding resin to enamel rod ends and longitudinally cut enamel. *J Am Dent Assoc* 1979;98:384-389.
6. Symons AL, Chu CY, Meyers IA. The effect of fissure morphology and pretreatment of the enamel surface on penetration and adhesion of fissure sealants. *J Oral Rehabil* 1996;23:791-798.
7. Feigal RJ, Hitt J, Splieth C. Retaining sealant on salivary contaminated enamel. *J Am Dent Assoc* 1993;124:88-97.
8. Feigal RJ, Musherure P, Gillespie B, Levy-Polack M, Quelhas I, Hebling J. Improved sealant retention with bonding agents: a clinical study of two-bottle and single-bottle systems. *J Dent Res* 2000;79:1850-1856.
9. Peutzfeldt A, Nielsen LA. Bond strength of a sealant to primary and permanent enamel: phosphoric acid versus self-etching adhesive. *Pediatr Dent* 2004;26:240-244.
10. Perdigão J, Lopes M. Dentin bonding--questions for the new millennium. *J Adhes Dent* 1999;1:191-209.
11. Perdigão J, Frankenberger R, Rosa BT, Breschi L. New trends in dentin/enamel adhesion. *Am J Dent* 2000;13:25D-30D.
12. Marcushamer M, Neuman E, Garcia-Godoy F. Fluoridated and nonfluoridated unfilled sealants show similar shear strength. *Pediatr Dent* 1997;19:289-290.
13. Ferracane JL. *Materials in Dentistry. Principles and application*. Philadelphia: J.B Lippincott Company; 1995: 30-31
14. Retief DH. Standardizing laboratory adhesion tests. *Am J Dent* 1991;4:231-236.
15. Buonocore MG. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *J Dent Res* 1955;34:849-853.

16. Hosoya Y, Goto G. Effects of cleaning, polishing pretreatments and acid etching times on unground primary enamel. *J Pedod* 1990;14:84-92.
17. Burbridge L, Nugent Z, Deery C. A randomized controlled trial of the effectiveness of a one-step conditioning agent in sealant placement: 6-month results. *Int J Paediatr Dent* 2006;16:424-430.
18. Ibarra G, Vargas MA, Armstrong SR, Cobbb DS. Microtensile bond strength of self-etching adhesives to ground and unground enamel. *J Adhes Dent* 2002;4:115-124.
19. Gordan VV, Vargas MA, Denehy GE. Interfacial ultrastructure of the resin-enamel region of three adhesive systems. *Am J Dent* 1998; 11:13-16.
20. Feigal RJ, Quelhas I. Clinical trial of a self-etching adhesive for sealant application: success at 24 months with Prompt L-Pop. *Am J Dent* 2003;16:249-251.
21. Ripa LW. Sealants revisited: an update of the effectiveness of pit-and-fissure sealants. *Caries Res* 1993;27 Suppl 1:77-82.
22. Osorio E, Osorio R, Davidenko N, Sastre R, Aguilar JA, Toledano M. Polymerization kinetics and mechanical characterization of new formulations of light-cured dental sealants. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater* 2007;80:18-24.
23. Perry AO, Rueggeberg FA. The effect of acid primer or conventional acid etching on microleakage in a photoactivated sealant. *Pediatr Dent* 2003;25:127-131.
24. Cehreli ZC, Gungor HC. Quantitative microleakage evaluation of fissure sealants applied with or without a bonding agent: results after four-year water storage in vitro. *J Adhes Dent* 2008;10:379-384.
25. Stavridakis MM, Favez V, Campos EA, Krejci I. Marginal integrity of pit and fissure sealants. Qualitative and quantitative evaluation of the marginal adaptation before and after in vitro thermal and mechanical stressing. *Oper Dent* 2003;28:403-414.