

ผลของการปนเปื้อนน้ำลาย และระยะเวลาการปรับสภาพผิวเคลือบฟันซ้ำต่อกำลังแรงยึดเหนี่ยวของสารพินิกหลุมและร่องฟันชนิดชอบน้ำ: การศึกษาในห้องปฏิบัติการ

สลิลทิพย์ ภาควิชา* พรทิพย์ ผ่องวิริยาทร** เข้มพร กิจสหวงศ์** อโนมา รัตนะเจริญธรรม**

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์เพื่อศึกษาค่าเฉลี่ยกำลังแรงยึดเหนี่ยวของสารพินิกหลุมและร่องฟันชนิดชอบน้ำ เมื่อมีการปนเปื้อนน้ำลายที่ระยะเวลา 5 (C5) และ 30 (C30) วินาทีและการปรับสภาพผิวเคลือบฟันซ้ำที่เวลา 5 (E5) 15 (E15) และ 20 (E20) วินาที โดยทำในฟันกรามน้อยจำนวน 180 ซี่ แบ่งเป็น 9 กลุ่ม กลุ่มละ 20 ซี่ ได้แก่ กลุ่มที่ 1 ไม่มีการปนเปื้อนน้ำลายและปฏิบัติตามวิธีที่บริษัทผู้ผลิตกำหนด (Co) กลุ่มที่ 2 C5 กลุ่มที่ 3 C5+E5 กลุ่มที่ 4 C5+E15 กลุ่มที่ 5 C5+E20 กลุ่มที่ 6 C30 กลุ่มที่ 7 C30+E5 กลุ่มที่ 8 C30+E15 กลุ่มที่ 9 C30+E20 ทำการพินิกหลุมและร่องฟัน จากนั้นนำชิ้นงานไปแช่ในเครื่องควบคุมอุณหภูมิแบบร้อนเย็นเป็นจังหวะที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสสลับกับ 55 องศาเซลเซียสจำนวน 5,000 รอบ นำชิ้นงานไปหาค่ากำลังแรงยึดเหนี่ยวด้วยเครื่องทดสอบชนิดสากล ผลการศึกษา พบว่าค่าเฉลี่ยกำลังแรงยึดเหนี่ยวของกลุ่มที่ 1 สูงกว่ากลุ่มที่ 2 และกลุ่มที่ 6 ซึ่งเป็นกลุ่มที่ปนเปื้อนน้ำลายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กลุ่มที่ 2-5 มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ขณะที่ภายในกลุ่มที่ 6-9 พบว่ากลุ่มที่ 6 ต่ำกว่ากลุ่มที่ 8 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) จึงสรุปได้ว่า การปนเปื้อนน้ำลายส่งผลให้ค่ากำลังแรงยึดเหนี่ยวของสารพินิกหลุมและร่องฟันชนิดชอบน้ำลดลงและการปรับสภาพผิวเคลือบฟันด้วยกรดซ้ำก่อนพินิกหลุมและร่องฟัน มีผลให้ค่ากำลังแรงยึดเหนี่ยวสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้นหากมีการปนเปื้อนน้ำลายควรทำการปรับสภาพผิวเคลือบฟันด้วยกรดซ้ำก่อนพินิกหลุมและร่องฟันเพื่อให้การพินิกหลุมและร่องฟันมีการยึดติดที่ดีที่สุด

คำใบ้: กำลังแรงยึดเหนี่ยว/ สารพินิกหลุมและร่องฟันชนิดชอบน้ำ/ การปนเปื้อนน้ำลาย/ การปรับสภาพผิวเคลือบฟันซ้ำ

Received: July 17, 2020

Revised: October 22, 2020

Accepted: November 22, 2020

บทนำ

ฟันผุเป็นปัญหาสุขภาพช่องปากที่พบมากที่สุด¹ โดยมีรายงานความชุกของการเกิดฟันผุในหลายประเทศทั่วโลกสูงถึง 2.4 พันล้านคน² จากรายงานผลการสำรวจสภาวะสุขภาพช่องปากแห่งชาติ ประเทศไทย ครั้งที่ 8 พ.ศ. 2560 พบว่าความชุกของโรคฟันผุในฟันแท้ของเด็กอายุ 12 ปี มีร้อยละ 52 ซึ่งฟันแท้ที่ผุมากที่สุด คือฟันกรามแท้ซี่ที่ 1 และฟันกรามแท้ซี่ที่ 2 ตามลำดับ³ เนื่องจากลักษณะรูปร่างหลุมและร่องฟันของฟันกรามส่วนใหญ่ลึกและแคบ เป็นแหล่งสะสมคราบจุลินทรีย์และยากต่อการทำความสะอาด⁴

ในงานทันตกรรมป้องกัน การพินิกหลุมและร่องฟัน (Pit and fissure sealants) เป็นหนึ่งในกลวิธีป้องกันฟันผุและสามารถลดความชุกของการเกิดฟันผุได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยสารพินิกหลุมและร่องฟันทำหน้าที่เป็นตัวกั้นขวางระหว่างหลุมและร่องของฟันกรามกับเชื้อแบคทีเรีย⁵ มีรายงานว่าร้อยละ 90 ของฟันผุพบในหลุมและร่องฟันของด้านบดเคี้ยวบริเวณฟันหลัง⁶

ในปี ค.ศ.1984 National Institutes of Health ประเทศสหรัฐอเมริกา สรุปว่าการพินิกหลุมและร่องฟันเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพและปลอดภัยสำหรับใช้ป้องกันฟันผุบริเวณหลุมและร่องฟันตรงเท่าที่สารพินิกหลุมและร่องฟันยังยึดติดอย่างสมบูรณ์บนผิวเคลือบฟัน⁷ ต่อมาในปี ค.ศ. 1997 American dental Association สนับสนุนว่าการพินิกหลุมและร่องฟันเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพสูงในการป้องกันฟันผุบริเวณหลุมและร่องฟัน⁸ โดยความสำเร็จของการพินิกหลุมและร่องฟันขึ้นกับการยึดอยู่ (Retention) และการเกิดรอยซึมเล็ก (Microleakage) ซึ่งคุณลักษณะทั้งสองขึ้นกับคุณภาพในการยึดติด (Adhesion) ระหว่างสารพินิกหลุมและร่องฟันกับผิวเคลือบฟัน⁹

สารพินิกหลุมและร่องฟันแบ่งเป็น 2 กลุ่มหลัก คือ กลุ่มสารพินิกหลุมและร่องฟันชนิดเรซิน (Resin-based sealants) และกลุ่มสารพินิกหลุมและร่องฟันชนิดกลาสไอโอโนเมอร์ (Glass ionomer sealants) เมื่อเปรียบเทียบการคงอยู่ของสาร

*ฝ่ายทันตกรรม โรงพยาบาลพณีสนิคม อำเภอพณีสนิคม จังหวัดชลบุรี

** สาขาวิชาทันตกรรมป้องกัน คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น

ผนึกหลุมและร่องฟันทั้ง 2 ชนิด พบว่าสารผนึกหลุมและร่องฟันชนิดกلاسส์ไอโอโนเมอร์มีการยึดติดของวัสดุต่ำกว่าชนิดเรซินอย่างมีนัยสำคัญ¹⁰ โดยสารผนึกหลุมและร่องฟันชนิดเรซินจัดเป็นวัสดุ (Material of choice) ที่ดีที่สุดสำหรับการผนึกหลุมและร่องฟันในกรณีที่สามารถควบคุมความชื้นได้^{11,12} หากในกรณีที่ยากต่อการควบคุมความชื้น แนะนำให้ใช้เป็นสารผนึกหลุมและร่องฟันชนิดกلاسส์ไอโอโนเมอร์¹³

จากการทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบ (Systematic review) พบว่าสารผนึกหลุมและร่องฟันชนิดเรซินที่แข็งตัวด้วยแสง (Light-polymerizing resin-based sealants) มีระยะเวลาการยึดติดของวัสดุที่ระยะเวลา 2 ปี และ 5 ปี คิดเป็นร้อยละ 77.8 และ 73.3 ตามลำดับ¹⁴ มีรายงานว่าเมื่อติดตามผลการรักษาที่ระยะเวลา 2 ปี พบว่าความเสี่ยงต่อการเกิดฟันผุภายหลังผนึกหลุมและร่องฟันสามารถลดลงถึงร้อยละ 76 เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ไม่ได้รับการผนึกหลุมและร่องฟัน และที่ระยะเวลา 7 ปีหรือมากกว่านั้น พบว่าอุบัติการณ์เกิดฟันผุของเด็กและวัยรุ่นที่ผนึกหลุมและร่องฟันมีร้อยละ 29 ขณะที่เด็กและวัยรุ่นที่ไม่ได้ผนึกหลุมและร่องฟันมีอุบัติการณ์เกิดฟันผุสูงถึงร้อยละ 74¹⁵

ขั้นตอนการผนึกหลุมและร่องฟันทำโดยเตรียมผิวเคลือบฟันด้วยกรดฟอสฟอริก (Phosphoric acid) จากนั้นล้างน้ำและเป่าผิวฟันให้แห้งสนิทแล้ว สารผนึกหลุมและร่องฟันจะยึดกับผิวฟันด้วยลักษณะการยึดติดทางจุลกลศาสตร์ (Micromechanical interlocking)¹⁶ อย่างไรก็ตามการยึดติดของวัสดุขึ้นกับระยะเวลาในการใช้กรดกัดผิวเคลือบฟันและการทำให้ปราศจากความชื้น¹⁷

ปัญหาหลักที่มีผลต่อความสำเร็จในการผนึกหลุมและร่องฟัน คือความชื้นหรือการปนเปื้อนจากน้ำลาย¹⁸ โดยน้ำลายส่งผลเสียต่อการยึดติดเนื่องจากพื้นผิวฟันที่มีการปนเปื้อนน้ำลายจะมีแผ่นฟิล์มของสารอินทรีย์ (Organic film) ปกคลุมอยู่บนพื้นผิว¹⁹ นอกจากนี้ระยะเวลาของการปนเปื้อนน้ำลายก็ส่งผลต่อการแทรกซึมของวัสดุเช่นกัน^{20,21}

การปนเปื้อนน้ำลายจึงเป็นอุปสรรคสำคัญต่อสารผนึกหลุมและร่องฟันชนิดเรซินที่มีลักษณะไม่ชอบน้ำ²² จากปัญหาดังกล่าว ในช่วง 10 ปีที่ผ่านมาจึงมีการพัฒนาสารผนึกหลุมและร่องฟันชนิดเรซินชนิดชอบน้ำขึ้นโดยถูกออกแบบมาเพื่อผิวฟันที่มีความชื้น^{23,24}

งานวิจัยที่ผ่านมาแนะนำว่าหากมีการปนเปื้อนน้ำลายให้ทำการปรับสภาพผิวเคลือบฟันซ้ำก่อนผนึกหลุมและร่องฟัน²⁵⁻²⁷ แต่อย่างไรก็ตามยังไม่มีการศึกษาถึงระยะเวลาที่เหมาะสม (Optimal time) ในการปรับสภาพผิว

เคลือบฟันซ้ำของสารผนึกหลุมและร่องฟันชนิดชอบน้ำ ซึ่งระยะเวลาในการปนเปื้อนน้ำลายและระยะเวลาที่ใช้ในการปรับสภาพผิวเคลือบฟันซ้ำอาจส่งผลต่อค่ากำลังแรงยึดเหนี่ยวของสารผนึกหลุมและร่องฟันชนิดชอบน้ำได้

งานวิจัยในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการปนเปื้อนน้ำลายและระยะเวลาการปรับสภาพผิวเคลือบฟันซ้ำที่ระยะเวลาต่าง ๆ ต่อค่ากำลังแรงยึดเหนี่ยวของสารผนึกหลุมและร่องฟันชนิดชอบน้ำเพื่อเป็นแนวทางในการจัดการสำหรับทันตแพทย์ในกรณีเกิดการปนเปื้อนน้ำลายขึ้นระหว่างการทำผนึกหลุมและร่องฟันเพื่อให้ยังคงมีการยึดติดที่ดี

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษานี้เป็นการศึกษาเชิงทดลองในห้องปฏิบัติการ (Experimental laboratory research) ได้ผ่านการยกเว้นการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น (HE622244)

ประชากรศึกษาคือฟันกรามน้อยของมนุษย์มีเกณฑ์คัดเข้าคือผิวเคลือบฟันปราศจากรอยผุหรือพยาธิสภาพใดๆ (Sound enamel) เมื่อดูด้วยตาเปล่า เกณฑ์คัดออกคือผิวเคลือบฟันมีความผิดปกติ เช่น ภาวะเคลือบฟันเจริญพร่อง (Enamel hypoplasia) ฟันตกกระ (Fluorosis) ฟันเปลี่ยนสี (Tooth discoloration) ฟันที่มีวัสดุบูรณะ (Tooth restoration) ฟันที่เคยได้รับการรักษาคดองรากฟัน (Previously treated tooth)

การเตรียมฟัน นำฟันกรามน้อยจำนวนทั้งหมด 180 ซี่ เก็บรักษาในสารละลายไทมอล ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 (0.1% Thymol) มาทำความสะอาดเพื่อกำจัดหินน้ำลายและเศษเนื้อเยื่อ (Debris) ด้วยเครื่องมือเกรซี่คิวเรตต์ (Gracey curette) เบอร์ 3/4 จากนั้นตัดตัวฟันด้วยเครื่องตัดฟันความเร็วต่ำ (Mecatome T180, Brié-et-Angonnes, France) บริเวณใต้รอยต่อเคลือบฟันและเคลือบรากฟัน (Cemento-enamel junction) 2 มิลลิเมตร นำมาขัดด้วยอิฟ็อกซ์ในท่อพีวีซีขนาด 1/2 นิ้ว โดยขัดให้ด้านใกล้แก้มของฟันกรามน้อยบนและล่างหรือด้านใกล้เพดานของฟันกรามน้อยบน อยู่ด้านบนเหนืออิฟ็อกซ์ จากนั้นทำความสะอาดผิวฟันด้วยหัวขัดยางรูปถ้วยร่วมกับผงขัดพัมมิช (Pumice) ทำการสุมฟันออกเป็น 9 กลุ่ม กลุ่มละ 20 ซี่ (ตารางที่ 1) ด้วยวิธีการสุมอย่างง่าย

การเตรียมฟันผิวฟัน เตรียมฟันผิวฟันให้เรียบและอยู่ในระนาบเดียวกันกับท่อพีวีซี โดยการขัดด้วยกระดาษทรายเบอร์ 400 ร่วมกับน้ำด้วยเครื่องขัดผิววัสดุ (Ecomet® 3, Buehler, USA) ให้ได้พื้นที่ผิวเคลือบฟันที่เรียบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางอย่างน้อย 3 มิลลิเมตร และอยู่ในชั้นเคลือบฟันเท่านั้น

การเตรียมแบบยึดสารพริกหลุมและร่องฟัน นำกระดาษทาสองหน้าชนิดบางเจาะวงกลมด้วยที่เจาะสายหนึ่งเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 3 มิลลิเมตร มาติดลงบนผิวฟัน และวางยางแยกฟันที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของรูยางแยกฟัน 2 มิลลิเมตร ความสูง 1 มิลลิเมตร ชิดกับกระดาษทาสองหน้า

การเตรียมผิวเคลือบฟัน ทุกกลุ่มใช้กรดฟอสฟอริก ความเข้มข้นร้อยละ 35 (Ultra-etch™, Ultradent Products, USA) โดยกลุ่มควบคุมหรือกลุ่มที่ 1 ทำการปฏิบัติตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิตด้วยการปรับสภาพผิวเคลือบฟันด้วยกรด 20 วินาที²⁸ และกลุ่มอื่นๆมีการเตรียมผิวฟันก่อนพริกหลุมและร่องฟัน (ตารางที่ 1)

การเก็บตัวอย่างน้ำลาย เก็บตัวอย่างน้ำลายขณะไม่ได้รับการกระตุ้น (Non stimulated saliva) จากผู้ทดสอบหลัก (Principle examiner) 1 คน โดยก่อนเก็บน้ำลายให้หลีกเลี่ยงอาหารที่มีน้ำตาลหรือเป็นกรดสูง เครื่องดื่มที่มีส่วนผสมแอลกอฮอล์หรือคาเฟอีน ภายใน 12 ชั่วโมงงดรับประทานอาหารหลักอย่างน้อย 60 นาที หลีกเลี่ยงการออกกำลังกายหนักๆ บ้วนน้ำทำความสะอาดช่องปากและร่อนอย่างน้อย 10 นาทีก่อนเก็บน้ำลาย²⁹ นำน้ำลายมาวัดค่าความเป็นกรด-เบส ด้วยกระดาษลิตมัสโดยควบคุมค่าความเป็นกรด-เบส ของน้ำลายที่ใช้เท่ากับ 6 ถึง 7³⁰ และเก็บน้ำลายที่ช่วงเวลาเดียวกันทุกครั้งทำการทดลอง

ตารางที่ 1 กลุ่มการทดลองต่างๆ ตามการปนเปื้อนน้ำลายและการปรับสภาพผิวเคลือบฟันซ้ำ

Table 1 Different treatment groups according to saliva contamination and re-etching times

Groups	Name	Contamination time (s)	Re-etching time (s)
1	Co	No	No
2	C5	5	No
3	C5 + E5	5	5
4	C5 + E15	5	15
5	C5 + E20	5	20
6	C30	30	No
7	C30 + E5	30	5
8	C30 + E15	30	15
9	C30 + E20	30	20

การเตรียมผิวฟันก่อนพริกหลุมและร่องฟันมีรายละเอียด ดังนี้

กลุ่มที่ 1 (Co) หยดกรดลงบนผิวเคลือบฟันที่เตรียมไว้ 20 วินาที ล้างน้ำกลั่นเป็นเวลา 10 วินาที เป่าผิวเคลือบฟันเป็นเวลา 10 วินาที หยดสารพริกหลุมและร่องฟันและฉายแสง

กลุ่มที่ 2 (C5) หลังจากปรับสภาพผิวฟันเช่นเดียวกับกลุ่มที่ 1 หยดน้ำลาย 10 ไมโครลิตรเป็นเวลา 5 วินาที ล้างน้ำกลั่นเป็นเวลา 10 วินาที เป่าผิวเคลือบฟันเป็นเวลา 10 วินาที หยดสารพริกหลุมและร่องฟัน และฉายแสง

กลุ่มที่ 3 (C5 + E5) ขั้นตอนการเตรียมสภาพผิวฟันและยึดสารพริกหลุมและร่องฟันเช่นเดียวกับกลุ่มที่ 2 แต่มีการปรับสภาพผิวฟันด้วยกรดซ้ำอีกครั้ง 5 วินาที

กลุ่มที่ 4 (C5 + E15) ขั้นตอนการเตรียมสภาพผิวฟันและยึดสารพริกหลุมและร่องฟันเช่นเดียวกับกลุ่มที่ 2 แต่มีการปรับสภาพผิวฟันด้วยกรดซ้ำอีกครั้ง 15 วินาที

กลุ่มที่ 5 (C5 + E20) ขั้นตอนการเตรียมสภาพผิวฟันและยึดสารพริกหลุมและร่องฟันเช่นเดียวกับกลุ่มที่ 2 แต่มีการปรับสภาพผิวฟันด้วยกรดซ้ำอีกครั้ง 20 วินาที

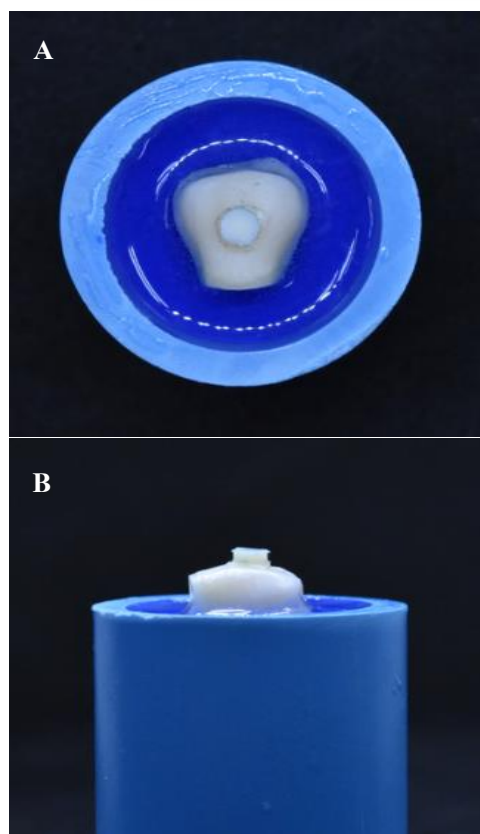
กลุ่มที่ 6 (C30) หลังจากปรับสภาพผิวฟันเช่นเดียวกับกลุ่มที่ 1 หยดน้ำลาย 10 ไมโครลิตรเป็นเวลา 30 วินาที ล้างน้ำกลั่นเป็นเวลา 10 วินาที เป่าผิวเคลือบฟันเป็นเวลา 10 วินาที หยดสารพริกหลุมและร่องฟันและฉายแสง

กลุ่มที่ 7 (C30 + E5) ขั้นตอนการปรับสภาพผิวฟันและยึดสารพริกหลุมและร่องฟันเช่นเดียวกับกลุ่มที่ 6 แต่มีการปรับสภาพผิวฟันด้วยกรดซ้ำอีกครั้ง 5 วินาที

กลุ่มที่ 8 (C30 + E15) ขั้นตอนการปรับสภาพผิวฟันและยึดสารพริกหลุมและร่องฟันเช่นเดียวกับกลุ่มที่ 6 แต่มีการปรับสภาพผิวฟันด้วยกรดซ้ำอีกครั้ง 15 วินาที

กลุ่มที่ 9 (C30 + E20) ขั้นตอนการปรับสภาพผิวฟันและยึดสารพริกหลุมและร่องฟันเช่นเดียวกับกลุ่มที่ 6 แต่มีการปรับสภาพผิวฟันด้วยกรดซ้ำอีกครั้ง 20 วินาที

การพริกหลุมและร่องฟัน หยดสารพริกหลุมและร่องฟันชนิดขบน้ำตาล ชื่อทางการค้า คืออัลตราซีล เอ็กซ์ที ไฮโดร (UltraSeal XT® Hydro™, Ultradent Products, USA) จนเสมอขอบยางแยกฟัน (DynaFlex Elastic tooth separators, posterior blue, USA) ขนาด 1/8 นิ้ว และฉายแสงด้วยเครื่องฉายแสงชนิดแอลอีดี ที่มีความเข้มแสง 600 มิลลิวัตต์ต่อตารางเซนติเมตร เป็นเวลา 20 วินาที มีการตรวจวัดความเข้มแสงให้ได้ค่า 600 มิลลิวัตต์ต่อตารางเซนติเมตร ด้วยเครื่องวัดความเข้มแสง (PM160T, THORLABS, USA) ก่อนการทดลองทุกครั้ง หลังจากกั้นถอดยางแยกฟันจะได้ลักษณะวัสดุยึดติดผิวเคลือบฟัน (รูปที่ 1)

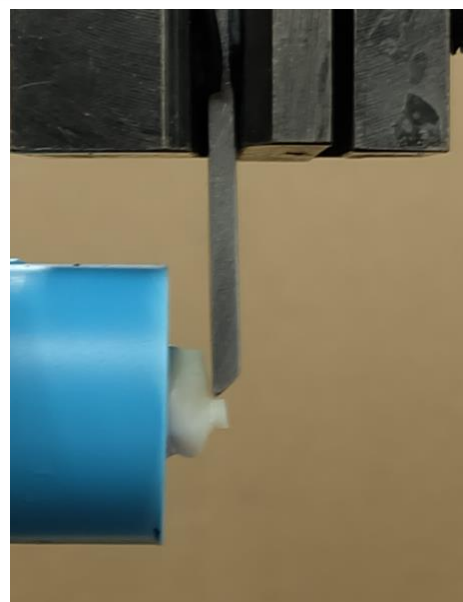


รูปที่ 1 ชิ้นงานตัวอย่างที่ผนึกสารผนึกหลุมและร่องฟัน (A) มุมมองชิ้นงานจากทางด้านบน (B) มุมมองชิ้นงานจากทางด้านข้าง

Figure 1 Hydrophilic sealant specimen (A) Top view (B) Lateral view

การจำลองอุณหภูมิจนในช่องปาก นำชิ้นงานตัวอย่างที่ขึ้นงานตัวอย่างที่ทำขึ้นจากสารผนึกหลุมและร่องฟันมาแช่ในน้ำกลั่นอุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นนำไปแช่เครื่องควบคุมอุณหภูมิแบบร้อนเย็นเป็นจังหวะในน้ำกลั่น 5 องศาเซลเซียส 30 วินาทีสลับกับ 55 องศาเซลเซียส 30 วินาทีจำนวน 5,000 รอบ โดยมีช่วงเวลาในการเปลี่ยนอุณหภูมิ 10 วินาที³¹ หลังจากนั้นนำชิ้นงานตัวอย่างมาเก็บไว้ในน้ำกลั่นอุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียสและนำไปทดสอบค่ากำลังแรงยึดเหนี่ยว

การทดสอบค่ากำลังแรงยึดเหนี่ยว นำชิ้นตัวอย่างมาทดสอบด้วยเครื่องทดสอบชนิดสากล (Universal testing machine, LR30K, LLOYD, USA) ร่วมกับแท่งเหล็กปลายแหลมด้วยความเร็วของหัวทดสอบ 0.5 มิลลิเมตร/นาที เมื่อวัสดุแตกหักออกจากผิวฟันบันทึกค่ากำลังแรงยึดเหนี่ยวเป็นหน่วยเมกะปาสคาล (MPa) (รูปที่ 2)



รูปที่ 2 การทดสอบค่ากำลังแรงยึดเหนี่ยวด้วยเครื่องทดสอบชนิดสากล

Figure 2 Shear bond strength testing with Universal testing machine

การตรวจสอบชนิดความล้มเหลวของสารผนึกหลุมและร่องฟัน ใช้กล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ (Nikon measurescope 20, Yokohama, Japan) กำลังขยาย 30 เท่า จำแนกความล้มเหลวของสารผนึกหลุมและร่องฟันเป็น 3 ประเภท ได้แก่ การหลุดระหว่างรอยต่อของผิวฟันกับวัสดุ (Adhesive failure) การหลุดภายในเนื้อวัสดุ (Cohesive failure) การหลุดแบบผสม (Mixed failure) โดยจะพบสารผนึกหลุมและร่องฟันติดอยู่เพียงบางส่วน

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

สถิติเชิงพรรณนานำเสนอข้อมูลค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุดของค่ากำลังแรงยึดเหนี่ยวและร้อยละของชนิดความล้มเหลวของสารผนึกหลุมและร่องฟัน

ทดสอบการกระจายตัวของข้อมูลด้วยสถิติ Shapiro Wilk test พบว่าข้อมูลมีการกระจายตัวแบบปกติ จึงเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยกำลังแรงยึดเหนี่ยว 9 กลุ่มด้วยสถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One-Way ANOVA) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 หลังจากนั้นมีการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยกำลังแรงยึดเหนี่ยวทีละคู่ด้วยวิธีการเปรียบเทียบเชิงซ้อน (Post-hoc comparisons) ด้วยวิธี Bonferroni adjustment

ผล

การศึกษาเปรียบเทียบกำลังแรงยึดเหนี่ยวของสารฟันกหลุมและร่องฟันชนิดชอบน้ำที่สภาวะต่างๆ พบว่าค่าเฉลี่ยกำลังแรงยึดเหนี่ยวในกลุ่มที่ 1 ที่ไม่มีการปนเปื้อนน้ำลาย (Co) มีค่าสูงสุด คือ 32.42 ± 3.54 เมกะปาสกาล ส่วนค่าเฉลี่ยกำลังแรงยึดเหนี่ยวในกลุ่มที่ 6 ที่ปนเปื้อนน้ำลาย 30 วินาทีและไม่ปรับสภาพผิวเคลือบฟันซ้ำ (C30) มีค่าต่ำสุด คือ 27.25 ± 4.17 เมกะปาสกาล (รูปที่ 3)

การตรวจสอบความแปรปรวนระหว่างกลุ่ม (Homogeneity of variance) พบว่าข้อมูลมีการกระจายตัวแบบปกติ ($p=0.859$) เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยกำลังแรงยึดเหนี่ยวระหว่างกลุ่มด้วยสถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 พบว่ามีกลุ่มตัวอย่างน้อย 1 คู่ ที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.001$)

การวิเคราะห์เปรียบเทียบเชิงซ้อนโดยปรับค่านัยสำคัญ ด้วยวิธีบอนเฟอร์โรนี (ตารางที่ 2 และรูปที่ 3)

เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยกำลังแรงยึดเหนี่ยวของสารฟันกหลุมและร่องฟันชนิดชอบน้ำภายในกลุ่มที่ปนเปื้อนน้ำลาย 5 วินาที คือกลุ่มที่ 2-5 พบว่าค่าเฉลี่ยกำลังแรงยึดเหนี่ยวมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ขณะที่กลุ่มที่ปนเปื้อนน้ำลาย 30 วินาที คือกลุ่มที่ 6-9 พบว่ากลุ่มที่ 6 ที่ปนเปื้อนน้ำลาย 30 วินาทีและไม่มีการปรับสภาพผิวเคลือบฟันซ้ำ (C30) มีค่าต่ำกว่ากลุ่มที่ 8 ที่ปนเปื้อนน้ำลาย 30 วินาที และปรับสภาพผิวเคลือบฟันซ้ำ 15 วินาที (C30+E15) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.002$) (ตารางที่ 2 และรูปที่ 3)

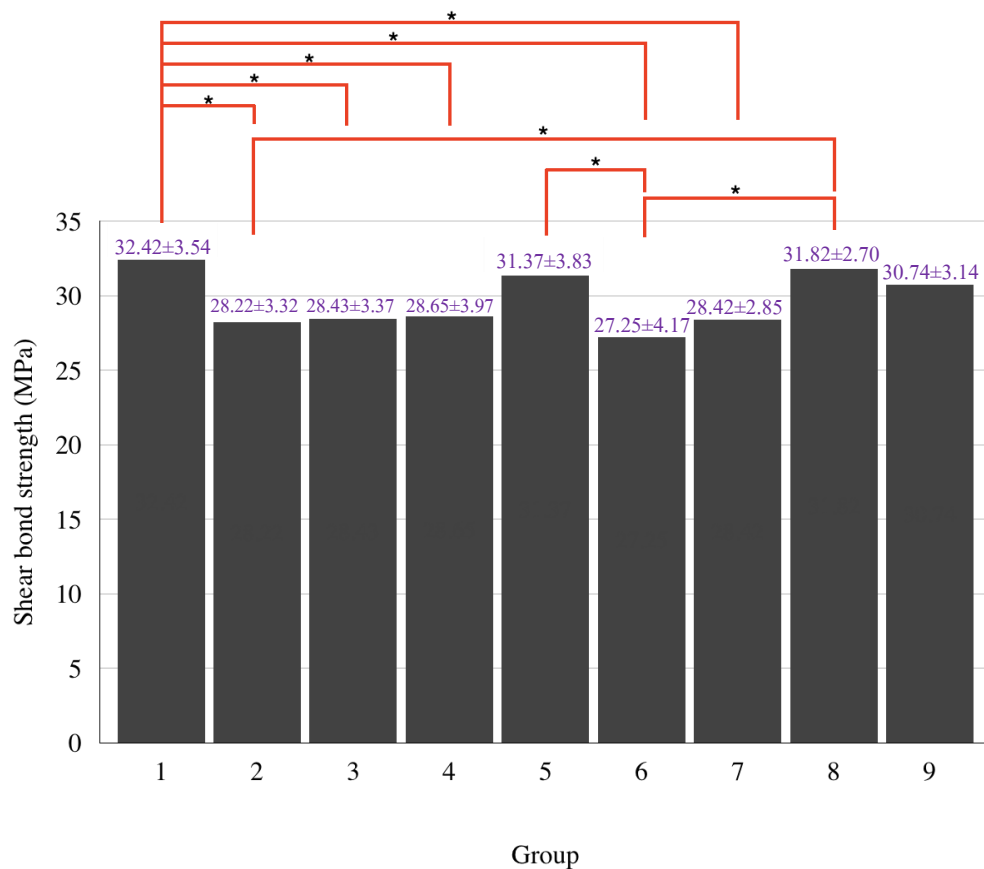
ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยกำลังแรงยึดเหนี่ยวระหว่างกลุ่มต่างๆ ช่วงความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และค่า P-value

Table 2 Comparison of mean of Shear bond strength between groups (95% confidence interval) and P-value

Groups	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1		4.2 [0.6, 7.8] 0.006*	4.0 [0.4, 7.6] 0.013*	3.8 [0.2, 7.3] 0.026*	1.0 [-2.5, 4.6] 1.0	5.2 [1.6, 8.7] <0.001*	4.0 [0.4, 7.6] 0.012*	0.6 [-3.0, 4.2] 1.0	1.7 [-1.9, 5.2] 1.0
2			-0.2 [-3.8, 3.4] 1.0	-0.4 [-4.0, 3.1] 1.0	-3.2 [-6.7, 0.4] 0.2	1.0 [-2.6, 4.5] 1.0	-0.2 [-3.8, 3.4] 1.0	-3.6 [-7.2, -0.0] 0.045*	-2.5 [-6.1, 1.0] 0.8
3				-0.2 [-3.8, 3.3] 1.0	-2.9 [-6.5, 0.6] 0.282	1.2 [-2.4, 4.7] 1.0	0.0 [-3.6, 3.6] 1.0	-3.4 [-7.0, 0.2] 0.083	-2.3 [-5.9, 1.2] 1.0
4					-2.7 [-6.3, 0.8] 0.494	1.4 [-2.2, 5.0] 1.0	0.2 [-3.3, 3.8] 1.0	-3.2 [-6.7, 0.4] 0.155	-2.1 [-5.7, 1.5] 1.0
5						4.1 [0.6, 7.7] 0.008*	3.0 [-0.6, 6.5] 0.277	-0.4 [-4.0, 3.1] 1.0	0.6 [-2.9, 4.2] 1.0
6							-1.2 [-4.7, 2.4] 1.0	-4.6 [-8.1, -1.0] 0.002*	-3.5 [-7.0, 0.1] 0.063
7								-3.4 [-7.0, 0.2] 0.082	-2.3 [-5.9, 1.2] 1.0
8									1.1 [-2.5, 4.6] 1.0
9									

* แสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ $p<0.05$

* show different in the statistical significant $p<0.05$



หมายเหตุ * แสดงถึง ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ $p < 0.05$

Remark * indicates the statistically significant difference at $p < 0.05$

รูปที่ 3 แสดงการเปรียบเทียบค่ากำลังแรงยึดเหนี่ยวของสารฟันสีกลุ่มและร่องฟันชนิดขอบน้ำ 9 กลุ่ม

Figure 3 Comparison of shear bond strength testing of 9 groups

นำชิ้นงานตัวอย่างทั้งหมดหลังจากทดสอบกำลังแรงยึดเหนี่ยวมาส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ กำลังขยาย 30 เท่า พบว่าสารฟันสีกลุ่มและร่องฟันชนิดขอบน้ำทั้ง 9 กลุ่ม มีความล้มเหลวแบบผสมมากที่สุด (ตารางที่ 3)

ชนิดความล้มเหลวของสารฟันสีกลุ่มและร่องฟัน

1. Adhesive failure คือ การหลุดบริเวณรอยต่อของสารฟันสีกลุ่มและร่องฟันกับผิวเคลือบฟัน
2. Cohesive failure คือ การหลุดภายในเนื้อสารฟันสีกลุ่มและร่องฟัน
3. Mixed failure คือ การหลุดทั้งบริเวณรอยต่อของสารฟันสีกลุ่มและร่องฟันกับผิวเคลือบฟันและในเนื้อสารฟันสีกลุ่มและร่องฟัน

ตารางที่ 3 ร้อยละของชนิดความล้มเหลวของสารฟันสีกลุ่มและร่องฟัน

Table 3 Percentage of failure modes

Groups	Name	Failure modes (%)		
		Cohesion	Adhesion	Mixed
1	Co	25	5	70
2	C5	45	10	45
3	C5 + E5	35	0	65
4	C5 + E15	45	0	55
5	C5 + E20	30	0	70
6	C30	45	5	50
7	C30 + E5	40	0	60
8	C30 + E15	45	0	55
9	C30 + E20	35	0	65

บทวิจารณ์

การศึกษานี้ศึกษาผลของระยะเวลาการปนเปื้อน น้ำลายและระยะเวลาปรับสภาพผิวเคลือบฟันซ้ำของสารฟลัก หลุมและร่องฟันชนิดชอบน้ำ โดยมีข้อสมมติฐานว่าสารฟลัก หลุมและร่องฟันชนิดชอบน้ำเป็นวัสดุที่ถูกออกแบบมาเพื่อผิว ฟันที่มีความชื้น^{23,24} หากใช้ในกรณีที่มีปนเปื้อนน้ำลายอาจ ไม่มีผลต่อกำลังแรงยึดเหนี่ยวของวัสดุหรืออาจใช้ระยะเวลา ปรับสภาพผิวเคลือบฟันซ้ำลดลง

การศึกษานี้ใช้ฟันกรามน้อยเนื่องจากเป็นฟันที่มัก ถูกถอนเพื่อการจัดฟันโดยไม่มีพยาธิสภาพ ในขณะที่ฟัน กรามแท้มักเป็นฟันที่ถูกถอนเนื่องจากฟันผุ หรือหากเป็นฟัน กรามซี่ที่สามอาจต้องกรอแบ่งฟันเพื่อนำฟันออก รวมทั้ง ลักษณะกายวิภาคของฟันกรามแท้มักมีร่องทางด้านแก้ม ซึ่ง อาจมีผลต่อการยึดอยู่ของสารฟลักหลุมร่องฟัน ในการศึกษา นี้ไม่ได้ใช้ด้านใกล้ลิ้นของฟันกรามน้อยล่าง เพราะมีความ โค้งและป่อง และการทดสอบแรงยึดเหนี่ยวนี้ต้องจัดฟันเพื่อ ปรับระนาบผิวเคลือบฟันให้เรียบ อาจทำให้เกิดการเผยผิของ เนื้อฟันได้ อีกทั้งพื้นที่อาจไม่เพียงพอต่อการทดสอบ

ฟันที่ใช้ในการศึกษาถูกเก็บรักษาในน้ำกลั่นผสม ไทโมลความเข้มข้นร้อยละ 0.1 ซึ่งน้ำกลั่นจะไม่เปลี่ยนแปลง คุณสมบัติของผิวฟันและ ไม่ทำให้ฟันแห้ง ขณะที่ไทโมลมี คุณสมบัติสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรีย³²

การทดสอบความสามารถในการยึดติดระหว่างสาร ฟลักหลุมและร่องฟันกับผิวเคลือบฟัน (Bonding capacity) นิยมทำโดยการประเมินด้วยการทดสอบความทนแรงเฉือน และความทนแรงดึง³³ โดยการทดสอบความทนแรงเฉือนเป็น เครื่องมือที่ประเมินการยึดติดและทำนายความสำเร็จทาง คลินิกของวัสดุ^{34,35} อีกทั้งแรงเฉือนเป็นแรงหนึ่งที่เกิดขณะบด เคี้ยวนอกเหนือจากแรงดึงและแรงอัดที่เกิดขึ้นพร้อมๆ กัน ซึ่ง งานวิจัยนี้เลือกใช้วิธีการทดสอบค่ากำลังแรงยึดเหนี่ยว โดยมิ การขัดผิวเคลือบฟันทางด้านแก้มของฟันกรามน้อยบนและ ล่าง หรือด้านเพดานของฟันกรามน้อยบนเพื่อปรับระนาบผิว เคลือบฟันให้เรียบ มีพื้นที่ผิวหน้าตัดเพียงพอและไม่มีการเผย ผิของเนื้อฟันเพื่อทำให้ได้ค่ากำลังแรงยึดเหนี่ยวมีความถูกต้อง มากที่สุด เนื่องจากการทดสอบค่ากำลังแรงเฉือนเป็นการ

ทำลายการยึดติดระหว่างวัสดุกับผิวเคลือบฟัน ซึ่งค่ากำลังแรง ยึดเหนี่ยวจะสัมพันธ์กับขนาดของพื้นที่ที่ใช้ยึดติด³¹ ดังนั้นจึง จำเป็นที่จะต้องควบคุมพื้นที่ในการยึดติดให้เที่ยงตรงเพื่อที่จะ คำนวณค่ากำลังแรงยึดเหนี่ยวให้ถูกต้อง อย่างไรก็ตามงานวิจัย ทางห้องปฏิบัติการนี้ทำการทดสอบที่ผิวฟันด้านแก้มหรือ ด้านลิ้นของฟันกรามน้อยซึ่งแตกต่างจากทางคลินิกที่ทำการ ผนิกหลุมและร่องฟันบนด้านบดเคี้ยว จึงอาจไม่สามารถขยาย ผลไปในทางคลินิกได้ทั้งหมด แต่อาจเป็นประ โยชน์ที่ใช้ใน การทดสอบเบื้องต้น (Preliminary test)^{36,37}

การทดสอบค่ากำลังแรงเฉือนตามมาตรฐานสากล (ISO/TS 11405:2015) ได้แนะนำการเก็บชิ้นงานตัวอย่างก่อน นำมาทดสอบไว้ 3 วิธี ดังนี้³¹ วิธีที่ 1 นำชิ้นงานตัวอย่างแช่ใน น้ำควบคุมอุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมง เป็น วิธีใช้ตรวจสอบความสามารถในการทนต่อสภาวะความชื้น ของวัสดุ วิธีที่ 2 นำชิ้นงานตัวอย่างแช่ในน้ำควบคุมอุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 6 เดือน เป็นวิธีช่วยทดสอบความ คงทนของการยึดติด แต่เนื่องจากข้อจำกัดของระยะเวลาการ ทำวิจัยจึงไม่สามารถใช้วิธีนี้ วิธีที่ 3 นำชิ้นงานตัวอย่างแช่ใน น้ำควบคุมอุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้ว แช่ในอ่างน้ำของเครื่องควบคุมอุณหภูมิแบบร้อนเย็นเป็น จังหวะ 5 องศาเซลเซียส สลับกับ 55 องศาเซลเซียส จำนวน 500 รอบ อย่างละอย่างน้อย 20 วินาที เวลาในการเปลี่ยนอ่าง ควบคุมอุณหภูมิ 5-10 วินาที วิธีนี้เป็นทางเลือกอายุการใช้ งานของวัสดุโดยเทียบเท่ากับระยะเวลาการใช้งานในช่องปาก ที่น้อยกว่า 2 เดือน³⁸ ซึ่งอาจไม่เพียงพอต่อการจำลองการใช้ งานจริงในช่องปาก เนื่องจากจุดบกพร่อง (Defect) ของสาร ฟลักหลุมและร่องฟันส่วนใหญ่มักเกิดขึ้นช่วง 6 เดือนแรกที่ ผนิกหลุมและร่องฟัน³⁹ อีกทั้งในทางคลินิกจะติดตามผลการ คงอยู่ของสารฟลักหลุมและร่องฟันทุก 3 ถึง 6 เดือนโดยนัก ผู้ป่วยกลับมาตรวจฟันตามความเสี่ยงของการเกิดฟันผุของ ผู้ป่วย⁴⁰ ดังนั้นที่ระยะเวลา 6 เดือน จึงเป็นระยะเวลาที่ เหมาะสมในการศึกษาการยึดอยู่ของสารฟลักหลุมและร่อง ฟัน โดยพบว่าจำนวนรอบของเครื่องควบคุมอุณหภูมิแบบ ร้อนเย็นเป็นจังหวะจำนวน 10,000 รอบ เทียบเท่ากับการใช้

งานในช่องปากประมาณ 1 ปี⁴¹ ดังนั้นการวิจัยครั้งนี้จึงเลือกวิธีแช่ในอ่างน้ำของเครื่องควบคุมอุณหภูมิแบบร้อนเย็นเป็นจังหวะจำนวน 5,000 รอบ

การศึกษานี้เลือกใช้น้ำลายของมนุษย์เพื่อให้มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับการปนเปื้อนนําลายขณะทำการฉีกหลุมและร่องฟันในคลินิก ซึ่งน้ำลายเทียมอาจไม่สามารถลอกเลียนองค์ประกอบของน้ำลายมนุษย์ได้ทั้งหมดเนื่องจากองค์ประกอบของน้ำลายมนุษย์จะประกอบด้วย น้ำ สารอินทรีย์ และสารอินทรีย์⁴² ส่วนน้ำลายเทียมที่วางขายในปัจจุบันมี 2 ชนิด ได้แก่ ชนิดที่ใช้คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส (Carboxymethylcellulose) และชนิดที่ใช้มิวซิน (Mucin) ซึ่งมิวซินเป็นหนึ่งในไกลโคโปรตีนที่อยู่ในน้ำลายมนุษย์ สารทั้งสองชนิดจะช่วยให้ความชุ่มชื้น นอกจากนี้ น้ำลายเทียมยังมีการเติมแคลเซียม ฟอสเฟต และฟลูออไรด์เพื่อส่งเสริมการคืนกลับแร่ธาตุที่ผิวฟัน สารให้ความชุ่มชื้น สารกันเสีย สารแต่งกลิ่นและสี และสารให้ความหวาน⁴³

การศึกษานี้ปรับสภาพผิวเคลือบฟันด้วยกรดฟอสฟอริกร้อยละ 35 ตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิตกำหนดโดยส่วนใหญ่แนะนำให้ใช้กรดฟอสฟอริกร้อยละ 35 ถึง 40 เป็นเวลา 15 ถึง 60 วินาที หลังจากนั้นล้างน้ำและเป่าแห้งเพื่อกำจัดกรดและสารอินทรีย์ที่ละลายออกมา⁴⁰ ซึ่งเป็นวิธีมาตรฐานที่ทำให้ผิวเคลือบฟันเกิดรูพรุนขนาดเล็ก (Microporosities) และการยึดติดที่เกิดขึ้นเป็นแบบการยึดติดทางจุลกลศาสตร์ระหว่างเรซินแท็ก (Resin tag) ของวัสดุกับรูพรุนขนาดเล็กของผิวเคลือบฟัน¹⁶

โดยพื้นฐานสารฉีกหลุมและร่องฟันชนิดเรซินเป็นวัสดุไม่ชอบน้ำ หากมีการปนเปื้อนของน้ำลาย จะทำให้เกิดรอยซึมเล็กและกำลังแรงยึดเหนี่ยวลดลง²² ซึ่งความชื้นเป็นปัญหาสำคัญต่อคุณภาพของการยึดติดของวัสดุ²³ โดยเฉพาะในงานทันตกรรมสำหรับเด็กที่ผู้ป่วยมักให้ความร่วมมือได้น้อย จากปัญหาดังกล่าวจึงมีการผลิตสารฉีกหลุมและร่องฟันชนิดเรซินชอบน้ำโดยมีส่วนประกอบของไดไตรและ มัลติฟังก์ชันนอล อะคริเลต มอนอเมอร์ (di, tri and multifunctional - acrylate monomers) รวมอยู่ในกรดที่ถูกกระตุ้นการทำงานด้วยความชื้น²³

การศึกษานี้ใช้สารฉีกหลุมและร่องฟัน อัลตราซันด์ เอ็กซ์ที ไฮโดร ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นสารฉีกหลุมและร่องฟันชนิดเรซินชอบน้ำ ดังนั้นความแตกต่างในการยึดติดของวัสดุที่เกิดขึ้นจะขึ้นอยู่กับระยะเวลาการปนเปื้อนนําลายและระยะเวลาการปรับสภาพผิวเคลือบฟันซ้ำ การศึกษานี้ใช้ระยะเวลาการปนเปื้อนนําลายที่แตกต่างกัน 2 เวลา คือ 5 วินาที และ 30 วินาที และมีระยะเวลาการปรับสภาพผิวเคลือบฟันซ้ำที่แตกต่างกัน 3 เวลา คือ 5 วินาที 15 วินาที และ 20 วินาที เนื่องจากระยะเวลาการปนเปื้อนนําลาย 5 วินาที ผู้วิจัยใช้เป็นตัวแทนของการปนเปื้อนนําลายที่ใช้เวลาน้อย ส่วน 30 วินาทีเป็นตัวแทนระยะเวลาที่มากที่สุดที่คาดว่าจะเกิดขึ้นได้ในทางคลินิก โดยเปรียบเทียบกับระยะเวลาของปรับสภาพผิวด้วยกรดหรือระยะเวลาของการฉายแสงขณะฉีกหลุมและร่องฟันที่ใช้เวลา 20 วินาที อีกทั้งมีการศึกษาก่อนหน้าถึงกำลังแรงยึดเหนี่ยวของสารฉีกหลุมและร่องฟันชนิดเรซินที่มีระยะเวลาการปนเปื้อนนําลาย 30 วินาทีเช่นเดียวกับระยะเวลาการปรับสภาพผิวเคลือบฟันซ้ำ 5 วินาที และ 15 วินาทีเป็นระยะเวลาที่มีการศึกษาก่อนหน้า²⁷ ส่วนระยะเวลาการปรับสภาพผิวเคลือบฟัน 20 วินาทีเป็นตัวแทนระยะเวลาการปรับสภาพผิวเคลือบฟันตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต

ค่าเฉลี่ยกำลังแรงยึดเหนี่ยวของสารฉีกหลุมและร่องฟัน อัลตราซันด์ เอ็กซ์ที ไฮโดร ที่ทางบริษัทผู้ผลิตระบุไว้มีค่าประมาณ 39.43 เมกะปาสกาล⁴⁴ แต่การศึกษานี้ พบว่าค่าเฉลี่ยกำลังแรงยึดเหนี่ยวของวัสดุดังกล่าวที่ปฏิบัติตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิตมีค่าเท่ากับ 32.42 ± 3.54 เมกะปาสกาล ซึ่งน้อยกว่าอาจเนื่องมาจากวิธีการเตรียมชิ้นงานและขั้นตอนการทดสอบที่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตามการวิจัยนี้ได้ปฏิบัติตามมาตรฐานของการทดสอบ International Organization for Standardization (ISO/TS 11405)³¹

จากการศึกษานี้พบว่าค่าเฉลี่ยกำลังแรงยึดเหนี่ยวของสารฉีกหลุมและร่องฟันชนิดชอบน้ำของกลุ่มที่ไม่มีการปนเปื้อนนําลายมีค่ามากกว่ากลุ่มที่ปนเปื้อนนําลายทั้ง 5 วินาที และ 30 วินาทีที่ไม่มีการปรับสภาพผิวเคลือบฟันซ้ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาอื่น^{26,45-47} ที่พบว่าการปนเปื้อนนําลายทำให้การยึดติดของวัสดุลดลงอย่างมีนัยสำคัญ อาจเนื่องมาจากพื้นผิวที่ถูกปนเปื้อนนําลาย

หลังปรับสภาพด้วยกรดจะมีแผ่นฟิล์มของสารอินทรีย์ในน้ำลายปกคลุมอยู่¹⁹ และไม่สามารถกำจัดออกด้วยน้ำเปล่าได้ทั้งหมด ทำให้สารพริกหลุมและร่องฟันไม่สามารถแทรกซึมเข้าสู่รูพรุนขนาดเล็กของผิวเคลือบฟันได้ทำให้เกิดการยึดติดได้น้อยลง

ทั้งนี้พบว่าค่าเฉลี่ยกำลังแรงยึดเหนี่ยวของกลุ่มที่ปนเปื้อนนําลายทั้ง 5 วินาที และ 30 วินาทีที่ไม่ได้ปรับสภาพผิวเคลือบฟันซ้ำ ทั้ง 2 กลุ่มมีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่มีแนวโน้มค่าเฉลี่ยกำลังแรงยึดเหนี่ยวของวัสดุลดลงเมื่อระยะเวลาของการปนเปื้อนนําลายที่นานขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของหน้าของ Correr และคณะในปี 2004 ที่พบว่าระยะเวลาการปนเปื้อนนําลายที่ 60 วินาทีมีค่าเฉลี่ยกำลังแรงยึดเหนี่ยวต่ำกว่าระยะเวลาการปนเปื้อนนําลายที่ 30 วินาทีอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ²⁷ อาจเนื่องมาจากระยะเวลาการปนเปื้อนนําลายมีผลต่อการแทรกซึมของวัสดุ ซึ่งมีรายงานว่า การปนเปื้อนของนําลาย 1 วินาทีสามารถทำให้หลุดก้นรูพรุนขนาดเล็กของผิวเคลือบฟัน^{20,21} ส่งผลให้แรงยึดติดลดลงได้ร้อยละ 50 ถึง 100²¹

เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยกำลังแรงยึดเหนี่ยวจากระยะเวลาการปนเปื้อนนําลายที่เท่ากัน พบว่าภายในกลุ่มที่ปนเปื้อนนําลาย 5 วินาที ทั้งไม่มีการปรับสภาพผิวเคลือบฟันซ้ำและมีการปรับสภาพผิวเคลือบฟันซ้ำที่เวลาต่างๆ มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่าค่าเฉลี่ยกำลังแรงยึดเหนี่ยวของวัสดุสูงขึ้นเมื่อระยะเวลาการปรับสภาพผิวเคลือบฟันซ้ำที่มากขึ้น ขณะที่ภายในกลุ่มที่ปนเปื้อนนําลาย 30 วินาที พบว่ากลุ่มที่ไม่มีการปรับสภาพผิวเคลือบฟันซ้ำมีค่าเฉลี่ยกำลังแรงยึดเหนี่ยวน้อยกว่ากลุ่มที่ปรับสภาพผิวเคลือบฟันซ้ำ 15 วินาที อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อาจเนื่องมาจากระยะเวลาการปนเปื้อนนําลายที่มากขึ้น ส่งผลให้แผ่นฟิล์มของสารอินทรีย์ในน้ำลายปกคลุมที่ผิวฟันมากขึ้น¹⁹ จึงจำเป็นต้องใช้เวลากำจัดออกด้วยกรดนานขึ้น อีกทั้งมีรายงานว่าระยะเวลาการปนเปื้อนนําลายที่น้อยกว่า 10 วินาทีหลังจากล้างน้ำและเป่าผิวฟันให้แห้ง อาจทำให้เรซินสามารถแทรกซึมเข้าสู่รูพรุนของผิวเคลือบฟันหลังปรับสภาพด้วยกรดที่ยังมีการอุดกั้นของน้ำลายได้บางส่วน⁴⁸

การศึกษานี้พบว่าการยึดติดสารพริกหลุมและร่องฟันทั้ง 9 กลุ่ม มีความล้มเหลวแบบผสมมากที่สุด โดยพบในกลุ่มที่ไม่มีการปนเปื้อนนําลาย (Co) และกลุ่มที่ปนเปื้อนนําลาย 5 วินาที ร่วมกับปรับสภาพผิวเคลือบฟันซ้ำ 20 (C5+E20) วินาที พบแบบผสมมากที่สุดคิดเป็น ร้อยละ 70 อาจเนื่องมาจากสารพริกหลุมและร่องฟันแทรกซึมเข้าสู่รูพรุนของผิวเคลือบฟันหลังปรับสภาพผิวด้วยกรดได้มากกว่าบริเวณที่มีน้ำลายปกคลุมอยู่ สอดคล้องกับการศึกษาของ Sabatini และคณะ ในปี ค.ศ. 2013 ที่พบความสัมพันธ์ระหว่างค่ากำลังแรงยึดเหนี่ยวและชนิดความล้มเหลวของวัสดุ โดยค่ากำลังแรงยึดเหนี่ยวที่สูงจะพบความล้มเหลวแบบผสมมากที่สุด และค่ากำลังแรงยึดเหนี่ยวที่ต่ำจะพบความล้มเหลวชนิดการหลุดบริเวณรอยต่อของวัสดุกับผิวเคลือบฟัน⁴⁹

จากการศึกษานี้ทำให้ทราบว่า แม้ว่าสารพริกหลุมและร่องฟันชนิดชอบน้ำที่ถูกออกแบบเพื่อผิวฟันที่มีความชื้น แต่หากมีการปนเปื้อนของนําลายควรทำการปรับสภาพผิวเคลือบฟันด้วยกรดซ้ำก่อนพริกหลุมและร่องฟันเพื่อให้ได้การยึดติดที่ดีที่สุด อย่างไรก็ตามค่ากำลังแรงยึดเหนี่ยวเป็นหนึ่งในข้อพิจารณาความสำเร็จของการพริกหลุมและร่องฟัน แต่ในทางคลินิกยังมีปัจจัยอื่นๆ ที่มีผลต่อความสำเร็จของสารพริกหลุมและร่องฟัน ได้แก่ การเกิดรอยซึมเล็กของวัสดุ ลักษณะทางกายวิภาคของฟัน การผุระยะเริ่มแรก ระยะเวลาการทำงาน พฤติกรรมของผู้ป่วย เป็นต้น

การศึกษานี้เป็นการศึกษาในห้องปฏิบัติการซึ่งสามารถควบคุมปัจจัยต่างๆ ที่ส่งผลต่อค่ากำลังแรงยึดเหนี่ยวแต่อาจไม่สามารถลอกเลียนลักษณะในทางคลินิกได้ทั้งหมด เช่น สภาวะช่องปาก ระยะเวลาใช้งานของวัสดุ ความร่วมมือของผู้ป่วย เป็นต้น แต่อาจเป็นประโยชน์ที่ใช้ในการทดสอบเบื้องต้นเพื่อเป็นทางเลือกสำหรับทันตแพทย์ในการเลือกวิธีพริกหลุมร่องฟันให้ได้การยึดติดที่ดีโดยเฉพาะงานทันตกรรมสำหรับเด็กที่ต้องอาศัยความร่วมมือจากผู้ป่วย และใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการวิจัยทางคลินิกในการเตรียมผิวเคลือบฟันสำหรับการพริกหลุมร่องฟันในอนาคตต่อไป

บทสรุป

การปนเปื้อนน้ำลายส่งผลให้ค่ากำลังแรงยึดเหนี่ยวของสารผนึกหลุมและร่องฟันชนิดชอบน้ำลดลง และการปรับสภาพผิวเคลือบฟันด้วยกรดช้าก่อนผนึกหลุมและร่องฟัน มีผลให้ค่ากำลังแรงยึดเหนี่ยวสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้น หากมีการปนเปื้อนน้ำลายควรทำการปรับสภาพผิวเคลือบฟันด้วยกรดช้าก่อนผนึกหลุมและร่องฟันเพื่อให้การผนึกหลุมและร่องฟันมีการยึดติดที่ดีที่สุด

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณคณะกรรมการทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่เอื้อเฟื้อสถานที่การทำงานวิจัยและให้ทุนสนับสนุนการวิจัย กองทุนส่งเสริมและพัฒนานักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่คลินิกทันตกรรมสำหรับเด็ก คลินิกทันตกรรมจัดฟัน กลุ่มวิจัยเลเซอร์วิทยาทางทันตแพทยศาสตร์ ห้องปฏิบัติการชีวเคมี และห้องปฏิบัติการชีววัสดุ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์อุปกรณ์และสถานที่ในการทำงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- Mouradian WE. The face of a child: children's oral health and dental education. *J Dent Educ* 2001;65(9): 821-31.
- Kassebaum NJ, Bernabé E, Dahiya M, Bhandari B, Murray CJL, Marcenes W. Global Burden of Untreated Caries. *J Dent Res* 2015;94(5):650-8.
- Dental Health Division, Department of Health M of PH. The 8th National Oral Health Survey in Thailand. 1st ed. Nonthaburi: Dental Health Division, Department of Health, Ministry of Public Health; 2017.
- Condo R, Cioffi A, Riccio A, Totino M, Condo SG, Cerroni L. Sealants in dentistry: A systematic review of the literature. *Oral Implantol* 2013;6(3):67-74.
- Muñoz HE, Silva JC. Pit and fissure sealants: an overview. *RDH* 2013;95-100.
- Beauchamp J, Caufield PW, Crall JJ, Donly K, Feigal R, Gooch B, et al. Evidence-based clinical recommendations for the use of pit-and-fissure sealants: a report of the american dental association council on scientific affairs. *J Am Dent Assoc* 2008;139(3):257-68.
- National Institutes of Health. Consensus development conference statement on dental sealants in the prevention of tooth decay. National Institutes of Health. *J Am Dent Assoc* 1984;108(2):233-6.
- ADA Council on Access, Prevention and inter professional relations; ADA Council on Scientific Affairs. Dental sealants. *J Am Dent Assoc* 1997;128(4): 485-8.
- Simonsen RJ. Retention and effectiveness of dental sealant after 15 years. *J Am Dent Assoc* 1991;122(10): 34-42.
- Haznedaroglu E, Guner S, Duman C, Montes A. A 48-month randomized controlled trial of caries prevention effect of a one-time application of glass ionomer sealant versus resin sealant. *Dent Mater J* 2016;35(3):532-8.
- Raadal M, Espelid I, Mejare I. The caries lesion and its management in children and adolescents. In: Koch G, Poulsen S, Espelid I, Haubek D. *Pediatric Dentistry-A Clinical Approach*. 1st ed. Copenhagen: Munksgaard; 2001: 173-212.
- Feigal RJ. The use of pit and fissure sealants. *Pediatr Dent* 2002;24(5):415-22.
- Waggoner WF, Siegal M. Pit and fissure sealant application: Updating the technique. *J Am Dent Assoc* 1996;127(3):351-61.
- Kühnisch J, Mansmann U, Heinrich-Weltzien R, Hickel R. Longevity of materials for pit and fissure sealing- results from a meta-analysis. *Dent Mater* 2012;28(3): 298-303.
- Wright JT, Tampi MP, Graham L, Estrich C, Crall JJ, Fontana M, et al. Sealants for preventing and arresting pit-and-fissure occlusal caries in primary and permanent molars: A systematic review of randomized controlled trials - A report of the American dental Association and the American Academy of Pediatric Dentistry. *J Am Dent Assoc* 2016;147(8):631-45.
- Gwinnett AJ, Matsui A. A study of enamel adhesives. The physical relationship between enamel and adhesive. *Arch Oral Biol* 1967;12(12):1615-20.
- Baygin O, Korkmaz FM, Tüzün T, Tanriver M. The effect of different enamel surface treatments on the microleakage of fissure sealants. *Lasers Med Sci* 2012; 27(1):153-60.

18. Asselin ME, Sitbon Y, Fortin D, Abelardo L, Rompre PH. Bond strength of a sealant to permanent enamel: evaluation of 3 application protocols. *Pediatr Dent* 2009; 31(4):323-8.
19. Hitt JC, Feigal RJ. Use of a bonding agent to reduce sealant sensitivity to moisture contamination: an *in vitro* study. *Pediatr Dent* 1992;14(1):41-6.
20. Thomson JL, Main C, Gillespie FC, Stephen KW. The effect of salivary contamination on fissure sealant enamel bond strength. *J Oral Rehabil* 1981;8(1):11-8.
21. Hebling J, Feigal RJ. Use of one-bottle adhesive as an intermediate bonding layer to reduce sealant microleakage on saliva-contaminated enamel. *Am J Dent* 2000;13(4):187-91.
22. Borem LM, Feigal RJ. Reducing microleakage of sealants under salivary contamination: digital-image analysis evaluation. *Quintessence Int* 1994;25(4):283-9.
23. Khogli AE, Cauwels R, Vercruysse C, Verbeeck R, Martens L. Microleakage and penetration of a hydrophilic sealant and a conventional resin-based sealant as a function of preparation techniques: A laboratory study. *Int J Paediatr Dent* 2013;23(1):13-22.
24. Güçlü ZA, Dönmez N, Hurt AP, Coleman NJ. Characterisation and microleakage of a new hydrophilic fissure sealant-UltraSeal XT® hydro™. *J Appl Oral Sci* 2016;24(4):344-51.
25. Silverstone LM, Hicks MJ, Featherstone MJ. Oral fluid contamination of etched enamel surfaces: an SEM study. *J Am Dent Assoc* 1985;110(3):329-32.
26. Panigrahi A, Srilatha KT, Panigrahi RG, Mohanty S, Bhuyan SK, Bardhan D. Microtensile bond strength of embrace wetbond hydrophilic sealant in different moisture contamination: an *in-vitro* study. *J Clin Diagnostic Res* 2015;9(7):23-5.
27. Correr GM, Caldo-Teixeira AS, Alonso RCB, Puppini-Rontani RM, Sinhoreti MAC, Correr-Sobrinho L. Effect of saliva-contamination and re-etching time on shear bond strength of a pit and fissure sealant. *J Appl Oral Sci* 2004;12(3):200-4.
28. Ultradent Products Inc. UltraSeal XT® hydro Hydrophilic Pit & Fissure Sealant IFU [Internet]. [cited 2019 Jun 15]. Available from: https://assets.ctfassets.net/wfptrcrbtkd0/c74aa521-2be4-43aa-89a7-cff037c7d5ca/d7a4afe7b64255ee230120686a511fdd/UltraSeal_XT_hydro.pdf.
29. Salimetrics. Saliva Collection Handbook [Internet]. [cited 2018 Aug 16]. Available from: <https://salimetrics.com/saliva-collection-handbook/#before-saliva-collection>.
30. Humphrey SP, Williamson RT. A review of saliva: normal composition, flow, and function. *J Prosthet Dent* 2001;85(2):162-9.
31. International Organization for Standardization. ISO/TS 11405. Dental materials-Testing of adhesion to tooth structure. 2015.
32. Kumar IG, Bhagyalakshmi A, Shivalinga B, Raghunath N. Evaluation of the effect of moisture and saliva on the shear bond strength of brackets bonded with conventional bonding system and moisture insensitive primer: An *in vitro* study. *Int J Orthod Rehabil* 2018;9(4):145-54.
33. Unal M, Hubbezoglu I, Zan R, Oznurhan F. The effect of Er: YAG laser and different surface conditioning procedures on microtensile bond strength of the fissure sealant containing amorphous calcium phosphate after artificial aging. *Dent Mater J* 2014;33(1):21-6.
34. Visuri SR, Gilbert JL, Wright DD, Wigdor HA, Walsh JT. Shear strength of composite bonded to Er: YAG laser-prepared dentin. *J Dent Res* 1996;75(1):599-605.
35. Souza-Gabriel AE, Amaral FL, Pécora JD, Palma-Dibb RG, Corona SA. Shear bond strength of resin-modified glass ionomer cements to Er: YAG laser-treated tooth structure. *Oper Dent* 2006;31(2):212-8.
36. Wattanapanich S, Owittayakul D, Boonsongsawat K, Tantitrakarnwatana K, Choeipong S, Chompu-inwai P. Effect of different adhesive systems on shear bond strength of sealants on enamel. *CM Dent J* 2010; 31(2):69-76.
37. Retief DH. Standardizing laboratory adhesion tests. *Am J Dent* 1991;4(5):231-6.
38. Stewardson DA, Shortall AC, Marquis PM. The effect of clinically relevant thermocycling on the flexural properties of endodontic post materials. *J Dent* 2010; 38(5):437-42.
39. Kuhnisch J, Reichl FX, Heinrich-Weltzien R HR. S3 guideline “Pit and Fissure sealing”. *Oralprophylaxe Kinderzahnheilkd* 2016;38:120–5.

40. Kramer N, Frankenberger R. Therapeutic Fissure Sealing. In: Bekes K. Pit and Fissure Sealants. 1st ed. Switzerland: Springer; 2018. 127-46.
41. Gale MS, Darvell BW. Thermal cycling procedures for laboratory testing of dental restorations. J Dent 1999; 27(2):89-99.
42. Khurshid Z, Zohaib S, Najeeb S, Zafar MS, Slowey PD, Almas K. Human saliva collection devices for proteomics: An update. Int J Mol Sci 2016;17(6):846.
43. Kassara Pattamapun. Innovation on development of artificial saliva for patients with decreased saliva production. DAT NEWSLETTER 2016;30(2):10-3.
44. Ultradent PI. UltraSeal XT® [Internet]. [cited 2019 Jun 15]. Available from: <https://assets.ctfassets.net/wfptrc-rbtkd0/6CDOVq0rW3la1bBseRnDYG/5de0b1fac706906d9c3577d36589e1ad/UltraSeal-XT-Sealant-Family-Sales-Sheet-1007280AR03.pdf>.
45. Lepri TP, Souza-Gabriel AE, Atoui JA, Palma-Dibb RG, Pécora JD, Milori Corona SA. Shear bond strength of a sealant to contaminated-enamel surface: influence of erbium: yttrium-aluminum-garnet laser pretreatment. J Esthet Restor Dent 2008;20(6):386-94.
46. Barroso JM, Torres CP, Lessa FC, Pécora JD, Palma-Dibb RG, Borsatto MC. Shear bond strength of pit-and-fissure sealants to saliva-contaminated and non-contaminated enamel. J Dent Child (Chic) 2005; 72(3):95-9.
47. Rirattanapong P, Vongsavan K, Surarit R. Shear bond strength of some sealants under saliva contamination. Southeast Asian J Trop Med Public Health 2011;42(2):463-7.
48. Duangthip D, Lussi A. Microleakage and penetration ability of resin sealant versus bonding system when applied following contamination. Pediatr Dent 2003; 25(5):505-11.
49. Sabatini C, Andreana S, Wu Z. Surface preparation and isotropic shear bond strength properties of superficial bovine dentin. Open J Stomatol 2013;3(4):273-80.

ผู้รับผิดชอบบทความ

อโนมา รัตนะเจริญธรรม

สาขาวิชาทันตกรรมป้องกัน

คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40002

โทรศัพท์: 043 202 405 #45104

โทรสาร: 043 202 862

จดหมายอิเล็กทรอนิกส์: ranoma@kku.ac.th

Effect of Saliva Contaminated and Re-Etching Time to Shear Bond Strength of Hydrophilic Sealant: An *In Vitro* Study

Phakthawat S* Phajongviriyatorn P** Kitsahawong K** Rattanacharoenthum A**

Abstract

The purpose of the study was to evaluate the effect of different saliva-contaminated (C) and re-etching time (E) on the shear bond strength of hydrophilic sealant. One hundred and eighty extracted premolars were randomly divided into 9 groups (N=20) including Group 1–noncontaminated enamel and sealant applied according to the manufacturer's instructions (Co), Group 2 (C5): saliva contamination at 5 seconds, Group 3 (C5+E5): saliva contamination at 5 seconds and re-etching time at 5 seconds, Group 4 (C5+E15), Group 5 (C5+E20), Group 6 (C30), Group 7 (C30+E5), Group 8 (C30+E15) and Group 9 (C30+E20). The sealant was bonded on all specimens, then they were thermocycled for 5,000 cycles between 5°C and 55°C. The shear bond strength was tested by a universal testing machine. The result of this study revealed that group 1 showed a significantly higher shear bond strength than those the saliva-contaminated groups (group 2, 6) ($p < 0.05$). There was no statistically significant difference between group 2–5 ($p > 0.05$). On the other hand, within-group 6–9, Group 6 was significantly lower than group 8 ($p < 0.05$). It could be concluded that salivary contamination undermined (weaken) the adhesion of the hydrophilic sealant to enamel and consequently reduced bond strength. Re-etching was applied to pit and fissure, resulting in significantly higher strength values of shear bond. Therefore, Re-etching on saliva-contaminated pit and fissure should be done to provide the best adhesion.

Keywords: Shear bond strength/ Hydrophilic sealant/ Saliva contamination/ Re-etching Time

Corresponding Author

Anoma Rattanacharoenthum

Department of Preventive Dentistry,

Faculty of Dentistry, Khon Kaen University,

Amphur Muang, Khon Kaen, 40002.

Tel.: +66 4 320 2405 #45104

Fax.: +66 4 320 2862

Email: ranoma@kku.ac.th

* Dental Department, Phanat Nikhom Hospital, Amphur Phanat Nikhom, Chon Buri.

** Department of Preventive Dentistry, Faculty of Dentistry, Khon Kaen University, Amphur Muang, Khon Kaen..