

ผลของการเตรียมผิวต่อความแข็งแรงยึดติดระดับจุลภาคของวัสดุครอบฟันชั่วคราว บิสแคริลเรซินและเรซินอะคริลิกชนิดบ่มเอง

Effect of Surface Treatments on Microtensile Bond Strength of Bis-acryl Resin Provisional Restoration and Self-Curing Acrylic Resin

อุมาพร วิมลกิตติพงษ์¹, อภิษฐिता ตั้งเจริญ¹, กิตินันท์ ตฤณวสุนธรา¹, รัสมีเอก ตันติสวัสดิ์¹, วริษฐา มังกร¹,
วินวรรณ วิไลวัลย์¹ และ จรรยาณชัย วรรณสุขนุกุล¹

Umaporn Vimonkittipong¹, Apittita Tangjaroen¹, Kitinun Tissanavasoontra¹, Rus-ake Tantisawat¹,
Waritta Mangkorn¹, Winwan Vilaiwan¹ and Chanyanut Wannasuknukul¹

¹คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต จังหวัดปทุมธานี

¹Faculty of Dental Medicine, Rangsit University, Pathumthani

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์การศึกษาเพื่อศึกษาผลของการเตรียมผิวต่อความแข็งแรงยึดติดระดับจุลภาคของวัสดุครอบฟันชั่วคราวบิสแคริลเรซิน (โปรเทมส์โฟร์) และเรซินอะคริลิกชนิดบ่มเอง (ยูนิฟาสต์เทรด) ชิ้นงานทดสอบบิสแคริลเรซิน ทรงกระบอกเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 มิลลิเมตร สูง 5 มิลลิเมตร ถูกเก็บในน้ำลายเทียมอุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 วัน สุ่มชิ้นงานเพื่อแบ่งชิ้นงานตามการเตรียมผิวเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มละ 20 ชิ้น (1) พื้นผิวให้ขรุขระด้วยอะลูมิเนียมออกไซด์ 50 ไมครอน (2) ทาสารยึดติดชั้นตอนเดียวซึ่งเกิดบอนด์ยูนิเวอร์ซัลแอดฮีซีฟ (3) ไม่ทำการเตรียมผิว ในการทดลองชิ้นงานภายหลังการเตรียมผิวแล้วจะทำการยึดกับเรซินอะคริลิกชนิดบ่มเองและนำชิ้นงานมาตัดเป็น รูปดัมเบลล์ พื้นที่หน้าตัด 1 ตารางมิลลิเมตร ทดสอบความแข็งแรงยึดติดระดับจุลภาคโดยเครื่องทดสอบสากล นำค่าเฉลี่ยความแข็งแรง ยึดติดมาวิเคราะห์ทางสถิติความแปรปรวนทางเดียวและสถิติเชิงซ้อนด้วยทูกีเอชเอสดี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ตรวจสอบการแตกหักชิ้น งานด้วยกล้องสเตอริโอไมโครสโคปและประเมินพื้นผิวชิ้นงานด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแสงส่องกราด ผลการทดลองพบว่ากลุ่ม บิสแคริลเรซินที่พื้นผิวด้วยอะลูมิเนียมออกไซด์ก่อนการยึดกับเรซินอะคริลิกชนิดบ่มเองให้ค่าเฉลี่ยแรงยึดติดสูงสุดและสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ ทำการเตรียมผิวและการใช้สารยึดติดทาพื้นผิวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่มที่ไม่ ทำการเตรียมผิวและกลุ่มที่ทาสารยึดติดบนพื้นผิว ลักษณะการแตกหักที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่เป็นการแตกหักที่เกิดขึ้นภายในส่วนบิสแคริล เรซินหรือเรซินอะคริลิกชนิดบ่มเอง ผลของการเตรียมผิวบิสแคริลเรซินด้วยการพื้นผิวด้วยอะลูมิเนียมออกไซด์ก่อนการยึดกับเรซินอะคริ ลิกชนิดบ่มเองให้ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงยึดติดสูงสุดและสูงกว่ากลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

คำสำคัญ: บิสแคริลเรซิน, เรซินอะคริลิกชนิดบ่มเอง, ความแข็งแรงยึดติดระดับจุลภาค, ซิงเกิลบอนด์ยูนิเวอร์ซัลแอดฮีซีฟ

Abstract

The aim of this study was to investigate the effect of surface treatments on the microtensile bond strength of bis-acryl resin provisional restoration (ProtempTM4) and self-curing acrylic resin (UnifastTMTRAD). Specimens of cylindrical bis-acryl resin blocks 10 millimeters in diameter and 5 millimeters in height were prepared and stored in artificial saliva at 37-degree celsius for 14 days. The specimens were randomly divided into 3 groups (n=20) according to the types of surface treatments: (I) Sandblast with Al₂O₃ 50 micron (2) Single bond universal adhesive (3) Untreated group. After bis-acryl resin blocks were prepared according to their group of surface treatment, blocks were adhered

to self-curing acrylic resin and cut into dumb-bell shape 1 mm². Each group was divided into 20 pieces. Microtensile bond strength test was performed by using a universal testing machine. The data were statistically analysed by using one-way ANOVA and Tukey HSD at significance level of 0.05. The fractured surfaces were examined under stereomicroscope to classify the mode of failure and examined surface by scanning electron microscope (SEM). The study showed that the highest microtensile bond strength was observed in sandblast group with statistically significant differences of highest average bond strength compared to other groups. The study revealed no statistically significant differences between untreated group and single universal adhesive group. The modes of failure were primarily of cohesive type for both bis-acryl resin and self-curing acrylic resin. The study concluded that surface treatment with sandblast technique on bis-acryl resin prior adhering to self-curing acrylic resin provided the highest microtensile bond strength, which was significantly higher than other groups.

Keywords: Bis-acryl resin, Self-curing acrylic resin, Microtensile bond strength, Single bond universal adhesive

Received Date: Jan 12, 2018

Revised Date: Feb 21, 2018

Accepted Date: Jun 12, 2018

doi: 10.14456/jdat.2018.43

ติดต่อเกี่ยวกับบทความ :

อุมพร วิมลกิตติพิงศ์. คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต 52/347 หมู่บ้านเมืองเอก ถ.พหลโยธิน ต.หลักหก อ.เมือง จ.ปทุมธานี 12000 ประเทศไทย
โทรศัพท์ 086-5435593 อีเมล: umaporn.v@rsu.ac.th

Correspondence to:

Umaporn Vimokittipong. Faculty of Dental Medicine, Rangsit University 52/347 Muang-Ake Phaholyothin Road. Lak-Hok Muang, Pathumthani 12000 Thailand. Tel: 086-5435593 E-mail: umaporn.v@rsu.ac.th

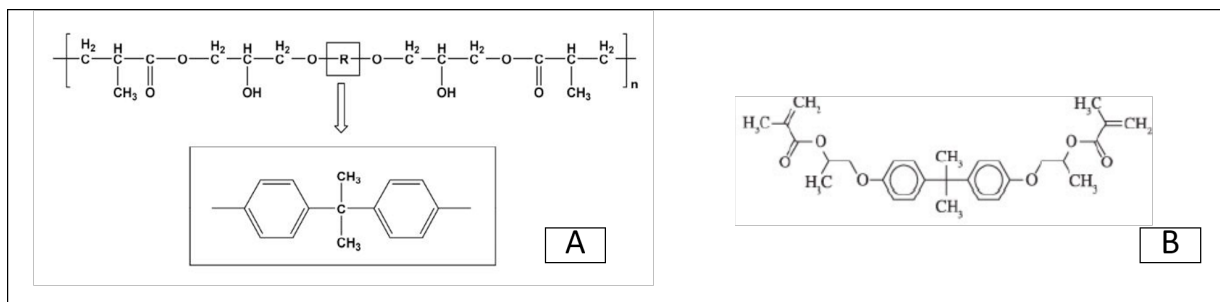
บทนำ

วัตถุประสงค์ของการใส่ครอบฟันชั่วคราว (provisional crown) นอกจากให้ความสวยงาม ปกป้องฟันหลักจากสิ่งที่จะทำอันตรายต่อโพรงประสาทฟัน ป้องกันการเคลื่อนของฟันหลักเพื่อให้อยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้อง สร้างการสบฟันที่ทำให้ผู้ป่วยเคี้ยวอาหารได้ ครอบฟันชั่วคราวยังมีหน้าที่ประเมินแผนการรักษาในสิ่งที่ทันตแพทย์สร้างเพื่อสร้างชิ้นงานครอบฟันจริงที่ผู้ป่วยจะใช้งานได้อย่างราบรื่น^{1,2} ในกรณีที่ผู้ป่วยต้องทำครอบฟันจำนวนหลายซี่ในช่องปากครอบฟันชั่วคราวจะถูกใส่ให้แก่ผู้ป่วยในช่วงระยะเวลาหนึ่งเพื่อประเมินผลของครอบฟันชั่วคราวที่มีต่อสภาวะปริทันต์ โพรงประสาทและขากรรไกร ภายหลังการประเมินครอบฟันชั่วคราวทันตแพทย์อาจมีความจำเป็นต้องกรอแต่งฟันหลักเพิ่มขึ้นหรือปรับแต่งเส้นสิ้นสุด (finishing line) เพื่อความแข็งแรงหรือความสวยงามของครอบฟันจริง ดังนั้นครอบฟันชั่วคราวที่ดีควรสามารถแก้ไขเป็นไปตามฟันหลักที่ถูกแก้ไขเปลี่ยนแปลงได้ ปัจจุบันวัสดุทำครอบฟันชั่วคราวกลุ่มบิสแคริลเรซินได้รับความนิยมในการใช้ทำครอบฟันชั่วคราว เนื่องจากมีความแข็งแรงต้านทานการแตกหักได้เหนือกว่าวัสดุกลุ่มโพลีเมทิลเมทาไครเลต^{3,4}

นอกจากนี้วัสดุกลุ่มบิสแคริลเรซินยังมีความสวยงามเป็นมันเงาเป็นธรรมชาติแม้ไม่มีการขัดแต่งเพียงแค่ขัดผิวด้วยแอลกอฮอล์ มีความเป็นฟลูออเรสเซนต์ มีสีใกล้เคียงวัสดุอุดฟันไม่มกลิ่นเหม็น ไม่เกิดความร้อนเมื่อเกิดพอลิเมอร์ (polymerization)^{1,5} มีความคงทนต่อการเปลี่ยนแปลงของสี⁶ แต่ข้อเสียของวัสดุกลุ่มนี้ คือ มีราคาสูงเมื่อเทียบกับวัสดุกลุ่มเรซินอะคริลิกชนิดบ่มเอง (self-cure acrylic resin) และซ่อมแซมได้ยาก^{1,7,8} โครงสร้างของวัสดุกลุ่มบิสแคริลเรซินคอมโพสิตจะพบว่าประกอบด้วยโครงสร้างวงแหวนอะโรมาติกเอสเทอร์ที่มีแขนทั้งสองข้างพร้อมสร้างสายโซ่โมเลกุลที่เป็นร่างแห^{9,10} ทำให้วัสดุมีความแข็งแรงมีความแข็งแรงต่อแรงดัดงอ (flexural strength) ที่สูงกว่ากลุ่มเมทิลเมทาไครเลตซึ่งมีหมู่ฟังก์ชันเพียงข้างเดียวจึงเหมาะสำหรับการใส่ในช่องปากในระยะยาว (long-term temporization)^{4,11,12} นอกจากนี้วัสดุกลุ่มบิสแคริลเรซินยังมีองค์ประกอบของซิลิกาและฟิลเลอร์ที่ประกอบด้วยบิสฟีนอลไกลิซิดิwmethacrylate; BIS-GMA) ซึ่งมีโครงสร้างลักษณะเดียวกับวัสดุเรซินคอมโพสิต (รูปที่ 1) ในกรณีที่ทันตแพทย์มีการกรอแก้ไขฟัน

หลักเพิ่มเติมภายหลังการทำงานในครั้งก่อน (visit) ครอบฟันชั่วคราวบิสเอคริลเรซินที่ใส่ให้แก่ผู้ป่วยมักเกิดปัญหาหลวมไม่แนบสนิทกับฟันหลัก การเสริมฐานด้านในครอบฟันชั่วคราว (reline) จะทำให้ครอบฟันชั่วคราวมีความแนบสนิทกับฟันหลักมากขึ้นและยังใช้งานในช่องปากได้เหมือนเดิม บริษัทผู้ผลิตแนะนำว่าควรสร้างครอบฟันชั่วคราวบิสเอคริลเรซินใหม่ทั้งซี่แทนการเสริมฐานด้านในหรือการซ่อมแซมใด ๆ เมื่อพบว่าครอบฟันชั่วคราวบิ่นแตกหรือหลวม เนื่องจากทำให้ความแข็งแรงของครอบฟันชั่วคราวลดลง¹³⁻¹⁵ วัสดุกลุ่มเรซินอะคริลิกชนิดบ่มเองหรือกลุ่มโพลีเมทิลเมทาไครเลตเป็นวัสดุที่ใช้ในงานฟันเทียมชนิดถอดได้และการทำครอบฟันชั่วคราวมายาวนานเนื่องจากสามารถเพิ่มเติมแก้ไขได้ง่าย^{1,2,16} ด้วยคุณสมบัติภายหลังการผสมของวัสดุเรซินอะคริลิกชนิดบ่มเองเมื่อผสมส่วนผงและโมโนเมอร์วัสดุจะมีการเปลี่ยนแปลงสภาวะความหนืดที่มากขึ้นจนมีสภาวะที่มีความหนืดเป็นยาง (rubbery stage) จึงเริ่มแข็งตัว (set)^{17,18} จึงทำให้ทันตแพทย์สามารถนำวัสดุมาใช้ประโยชน์ในการเสริมฐานฟันปลอมถอดได้ให้มีความแนบกระชับกับสันเหงือกที่มีการยุบตัวและช่วยเสริมฐานด้านในครอบฟันชั่วคราวให้มีความแนบสนิทกับฟันหลักเมื่อพบครอบฟันหลวม ในการใช้งานแก่ผู้ป่วยเพื่อการเสริมฐานด้วยวัสดุเรซินอะคริลิกชนิดบ่มเองทันตแพทย์ควรทาวาสลินบริเวณฟันหลัก ฟันข้างเคียงรวมถึงเนื้อเยื่อรอบ ๆ ก่อนการเสริมฐานและควรขยับครอบฟันชั่วคราวที่มีการเสริมฐานด้านในขึ้นและลองออกจากฟันหลักซึ่งนอกจากจะป้องกันการติดแน่นของครอบฟันชั่วคราวกับฟันหลักแล้วยังเป็นการป้องกันอันตรายแก่โพรงประสาทฟันอันเกิดจากความร้อนที่เกิดขึ้นขณะเกิดพอลิเมอร์¹⁶ การเสริมฐานด้านในครอบฟันชั่วคราวด้วยวัสดุอื่นเช่น บิสเอคริลเรซินหรือเรซินคอมโพสิตชนิดไหลแผ่ (flowable composite resin) ซึ่งมีความหนืดต่ำและยังคงตัวจนกระทั่งวัสดุเกิดการแข็งตัวอาจก่อให้เกิดปัญหาการติดแน่นกับฟันหลักได้ขณะเสริมฐานด้านในครอบฟันชั่วคราว นอกจากนี้การเสริมฐานซึ่งทำภายใต้ครอบฟันยังอาจส่งผลต่อวัสดุที่ต้องใช้แสงในการเกิดปฏิกิริยาการแข็งตัว มีหลายการศึกษาพบ

ว่าวัสดุกลุ่มบิสฟีนอลไกลซิไดวเมทาไครเลตหรือบิสจีเอ็มเอ (Bis-GMA) โดยเฉพาะคอมโพสิตชนิดไหลแผ่เป็นวัสดุที่สามารถยึดติดกับวัสดุบิสเอคริลได้ดี ใช้งานง่ายมีขนาดเบาและมีขนาดของปลายหัวฉีดที่เล็กสามารถเติมซ่อมแซมบิสเอคริลเรซินที่เกิดรูพรุนหรือขอบที่ขาดได้สะดวก¹⁷⁻¹⁹ ในการศึกษาของ Shim และคณะ²⁰ พบว่าการซ่อมแซมครอบฟันชั่วคราวบิสเอคริลเรซินด้วยตัวบิสเอคริลเรซินให้ค่าแรงเค้นมากกว่าการซ่อมแซมด้วยวัสดุกลุ่มบิสจีเอ็มเอ เช่น เรซินคอมโพสิตชนิดไหลแผ่หรือวัสดุอุดเรซินคอมโพสิตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ปัจจัยที่ทำให้การยึดติดในการซ่อมแซมของวัสดุที่มีบิสจีเอ็มเอเป็นองค์ประกอบซึ่งมักพบในการซ่อมแซมผิวเรซินคอมโพสิตที่บิ่นแตกในช่องปาก คือการทำให้พื้นผิวบริเวณซ่อมแซมมีความหยาบ เนื่องจากการยึดติดเชิงกลให้แก่วัสดุที่นำมาซ่อม (micro-mechanical bonding) และการใช้สารยึดติดหรือสารแอดฮีซีฟ (adhesive agent) ทาบนพื้นผิวที่ซ่อมแซมเพื่อช่วยปรับสภาพพื้นผิวให้มีความสามารถในการยึดติดกับเรซินคอมโพสิตใหม่ที่จะนำมาซ่อมแซมได้ดีขึ้น²¹⁻²³ ดังนั้นหากมีวิธีการเตรียมผิวที่สามารถยึดครอบฟันชั่วคราวบิสเอคริลเรซินกับวัสดุเรซินอะคริลิกชนิดบ่มเองที่ใช้เสริมฐานด้านในได้ นอกจากจะลดปริมาณของวัสดุที่ต้องใช้จากการสร้างครอบฟันชั่วคราวบิสเอคริลเรซินใหม่ทั้งซี่ซึ่งมีราคาค่อนข้างสูง การใช้ครอบฟันชั่วคราวตัวเดิมโดยการเสริมฐานด้านในได้จะช่วยลดเวลาการทำงานในคลินิกได้โดยลดเวลาการแก้ไขการสบฟันหรือการปรับแต่งรูปร่างครอบกับฟันข้างเคียงเมื่อเปรียบเทียบกับสร้างครอบฟันชั่วคราวใหม่ทั้งซี่ ในงานวิจัยนี้จึงต้องการศึกษาผลของการเตรียมผิวบิสเอคริลเรซินต่อความแข็งแรงยึดติดกับเรซินอะคริลิกชนิดบ่มเองโดยเปรียบเทียบความแข็งแรงยึดติดระดับจุลภาคภายหลังการเตรียมพื้นผิว 2 แบบ คือ บิสเอคริลเรซินที่มีการเตรียมผิวด้วยการพ่นอะลูมิเนียมออกไซด์และการทาสารยึดติดเชิงเกลบนด้วยไนวีลส์เซลล์แอดฮีซีฟซึ่งเป็นแอดฮีซีฟที่มีไซเลนก่อนการยึดติดกับวัสดุวัสดุกลุ่มเรซินอะคริลิกชนิดบ่มเอง



รูปที่ 1 (A) สูตรโครงสร้างของวัสดุบิสเอคริลเรซิน (B) สูตรโครงสร้างวัสดุไมโครฟิลบิสฟีนอลอะไกลซิไดวเมทาไครเลต

Figure 1 (A) Bis-acryl composite molecule structure (B) Microfilled-Bisphenol A-glycidyl dimethacrylate; Bis-GMA

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

วัสดุที่ศึกษาแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ชื่อวัสดุสร้างชิ้นงานครอบฟันชั่วคราวที่ใช้ในการศึกษา

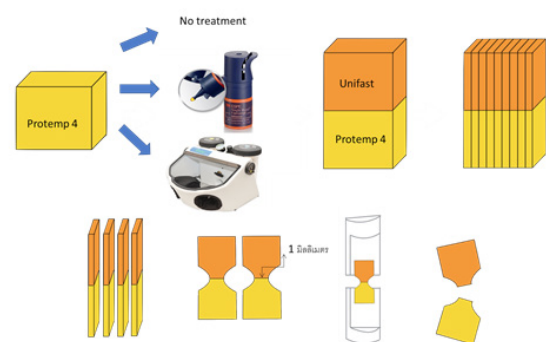
Table 1 Temporary product materials under investigation

Product	Polymerization method	Main components	Manufacturer	LOT number
UNIFAST™ TRAD (powder/monomer)	Autopolymerized	Methylmethacrylate Resin	GC America	1404224 (base) 1406042 (monomer)
Protemp™4	Autopolymerized	Bis-acryl resin	3M ESPE	628352 (base) 644848 (catalyst)
Single Bond Universal Adhesive	One-step bottle Light- cured	MDP Phosphate monomer Dimethacrylate resins HEMA Vitrebond™ Copolymer Filler Ethanol Initiators Silane Water	3M ESPE	642536

การเตรียมชิ้นตัวอย่างและการแบ่งกลุ่มตัวอย่าง

เตรียมชิ้นงานทดสอบตามมาตรฐานความต้านทานแรงดึงยึดติดของวัสดุทันตกรรมและกาวยึดติด (ISO/TS 11405)²⁴ โดยฉีดวัสดุบิสแอสริลเรซิน (Bis-acryl resin composite; Protemp™4, 3M ESPE, St. Paul, MN, USA) ซึ่งประกอบด้วยส่วนเบส (base) และตัวเร่งปฏิกิริยา (catalyst) ฉีดเป็นผสมบนแม่แบบอะคริลิกใส่ทรงกระบอกเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 มิลลิเมตร และสูง 5 มิลลิเมตร ปิดด้วยแผ่นแก้วผิวเรียบ รอวัสดุแข็งตัว ตรวจสอบความสมบูรณ์ของชิ้นตัวอย่างและคัดชิ้นงานตำหนิออกเพื่อให้ชิ้นงานที่มาทดสอบไม่มีฟองอากาศหรือหรือพูน นำชิ้นงานมาแช่ในสารละลายน้ำลายเทียม 14 วัน แบ่งชิ้นงานเป็น 3 กลุ่ม แสดงดังรูปที่ 2 คือ กลุ่ม 1 เตรียมผิวให้ขรุขระด้วยการพ่นผงอะลูมิเนียมออกไซด์ขนาด 50 ไมครอน แรงดัน 2 บาร์ ห่างจากผิวสัมผัส 1 เซนติเมตร เป็นเวลา 5 วินาที กลุ่ม 2 เตรียมผิวด้วยการทาสารยึดติดระบบขั้นตอนเดียวซึ่งเกลือบอนด์ยูนิเวิร์ลเชิลแอตอีซีฟ 1 ชั้น เป่าพื้นผิวให้แห้ง ทำการฉายแสง 20 วินาทีและกลุ่ม 3 คือ กลุ่มที่ไม่มีการเตรียมผิวใด ๆ จากนั้นผสมวัสดุเรซินอะคริลิกชนิดบ่มเองยูนิฟาสต์ (UNIFAST™TRAD, GC America, USA) โดยใช้อัตราส่วนตามคำแนะนำของบริษัทคือ ผง 1 กรัม ต่อน้ำมอนอเมอร์ 0.5 มิลลิเมตร ผสมส่วนผงและน้ำให้เข้ากันนำใส่ในแม่

แบบที่มีฐานด้านล่างเป็นวัสดุบิสแอสริลเรซินที่ผ่านการเตรียมผิวและไม่เตรียมผิว เมื่อชิ้นงานแข็งตัวแล้ว ตัดชิ้นงานด้วยเครื่องตัดความเร็วต่ำ (low speed cutting machine, Buehler, Illinois, USA) ให้มีความหนา 1 มิลลิเมตร และตัดชิ้นงานเป็นรูปดัมเบล โดยมีหน้าตัดกว้าง 1 มิลลิเมตร²⁵ ด้วยหัวกรอเพชรความเร็วสูง



รูปที่ 2 การเตรียมชิ้นงานสำหรับการทดสอบความแข็งแรงยึดติด

Figure 2 Prepared specimen for microtensile bond strength test

การทดสอบความแข็งแรงยึดติดระดับจุลภาค

ชิ้นงานถูกยึดกับเครื่องทดสอบด้วยกาวยึดชิ้นงาน (Model Repair II Blue, Dentsply-Sankin, Japan) ทำการ

ทดสอบความแข็งแรงยึดติดโดยใช้เครื่องทดสอบสากล (Universal Testing Machine, EZ-S, SHIMADZU, Japan) ด้วยความเร็วหัววัดในการเคลื่อนที่ (crosshead speed) 0.5 มิลลิเมตรต่อวินาที จนกระทั่งชิ้นงานหัก บันทึกค่าแรงที่ทำให้ชิ้นงานหลุดออกจากกัน ในหน่วยนิวตัน นำไปคำนวณความแข็งแรงยึดติด (เมกะปาสคาล) ซึ่งเท่ากับค่าแรงดึง (นิวตัน) ต่อพื้นที่เฉลี่ยบริเวณแตกหัก (ตาราง มิลลิเมตร)

ศึกษาลักษณะการแตกหักของชิ้นงาน

นำชิ้นงานที่ผ่านการทดสอบความแข็งแรงยึดติดมาตรวจสอบการแตกหักด้วยกล้องสเตอริโอไมโครสโคป (Stereo Microscope; Nikon SMZ445 100X, Tokyo, Japan) เพื่อจำแนกการแตกหักเป็น 3 แบบ คือ

1. การแตกหักแบบเชื่อมแน่น (cohesive failure) คือ การแตกหักที่เกิดขึ้นภายในส่วนบิสเอคริลเรซินโปรเทมส์ไฟร์หรือเรซินอะคริลิกชนิดบ่มเองยูนิฟาสต์
2. การแตกหักแบบยึดติด (adhesive failure) คือ การแตกหักที่เกิดขึ้นบริเวณรอยต่อระหว่างส่วนบิสเอคริลเรซินโปรเทมส์ไฟร์กับเรซินอะคริลิกชนิดบ่มเองยูนิฟาสต์
3. การแตกหักแบบผสม (mixed failure) คือ การแตกหักที่เกิดขึ้นบริเวณรอยต่อของวัสดุสองชนิดและบริเวณภายในวัสดุชนิดใดชนิดหนึ่ง

ศึกษาพื้นผิวชิ้นงานด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแสงส่องกราด

ศึกษาพื้นผิวชิ้นงานโปรเทมส์ไฟร์ภายหลังการเตรียมผิวด้วยการทาสารซิงเกิลบอนด์ยูนิเวลล์เซลแอตชีฟ และการพ่นผิวด้วยผงอะลูมิเนียมออกไซด์ เปรียบเทียบกับพื้นผิวโปรเทมส์ไฟร์ที่

ไม่ได้เตรียมผิวด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแสงส่องกราด (Scanning electron microscope; Quanta 250, Eindhoven, Netheland) ด้วยระบบการเคลือบผิวชิ้นงานด้วยทองเพื่อความชัดเจนในการเห็น (modular coater system quorum model; Q150R, Tokyo, Japan)

ผลการศึกษา

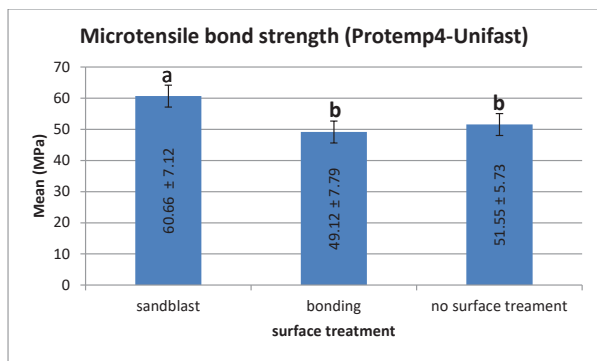
ผลการทดสอบความแข็งแรงยึดติดระดับจุลภาค (ตารางที่ 2)

จากการวิเคราะห์สถิติชาร์ปโลวิก (Shapiro-Wilk Test) พบว่าข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติ จึงทำการทดสอบโดยใช้สถิติพาราเมตริก (Parametric) วิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว และเปรียบเทียบพหุคูณด้วยสถิติทูกีย์เอชเอสดี (Tukey's HSD) เนื่องจากมีความแปรปรวนของข้อมูลทุกชุดเท่ากัน ผลการทดลองพบว่า การเตรียมผิวให้ขรุขระด้วยอะลูมิเนียมออกไซด์บนผิวบิสเอคริลเรซินให้ค่าแรงยึดติดสูงสุด (60.66 ± 7.12 เมกะปาสคาล) การเตรียมผิวด้วยสารยึดติดซิงเกิลบอนด์ยูนิเวลล์เซลแอตชีฟและการไม่เตรียมผิวใด ๆ ให้ค่าแรงยึดติดที่ต่ำกว่า คือ 49.12 ± 7.79 และ 51.55 ± 5.73 เมกะปาสคาล ตามลำดับ โดยพบว่ากลุ่มชิ้นงานที่มีการเตรียมผิวให้ขรุขระด้วยผงอะลูมิเนียมออกไซด์ให้ค่าความแข็งแรงยึดติดแตกต่างกับกลุ่มที่ไม่ได้เตรียมผิว และแตกต่างกับกลุ่มที่เตรียมผิวด้วยการทาสารยึดติดซิงเกิลบอนด์ยูนิเวลล์เซลแอตชีฟอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และพบว่ากลุ่มที่มีการเตรียมผิวด้วยการทาสารยึดติดซิงเกิลบอนด์ยูนิเวลล์เซลแอตชีฟให้ค่าความแข็งแรงยึดติดไม่แตกต่างกับกลุ่มที่ไม่ได้เตรียมผิวใด ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 แสดงในแผนภูมิแท่ง (รูปที่ 3)

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยของความแข็งแรงยึดติดระดับจุลภาค (เมกะปาสคาล) ของการเตรียมพื้นผิวที่ต่างกันบนบิส เอคริคคอมโพสิต (โปรเทมส์ไฟร์) เมื่อยึดด้วยวัสดุอะคริลิกชนิดบ่มตัวเอง (ยูนิฟาสต์เทรด)

Table 2 Mean microtensile bond strength (MPa) of different surface treatments on bis-acryl composite (Protemp™4) bonding with self-curing acrylic resin (UNIFASTTMTMTRAD)

Group	Surface condition on Protemp TM4- UNIFASTTM	n	Microtensile bond strength (Mean±SD) (MPa)	Mode of fracture (pieces)		
				cohesive	adhesive	mix
1	Sandblast	20	60.66 ± 7.12	12	3	5
2	Single bond universal adhesive	20	49.12 ± 7.79	9	9	2
3	No surface treatment	20	51.55 ± 5.73	7	9	4
				28	21	11



รูปที่ 3 แผนภูมิแท่งแสดงค่าเฉลี่ยของความแข็งแรงยึดติดในการทดลองตัวอักษรตัวพิมพ์เดียวกันแสดงถึงไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Figure 3 Bar graph for average mean microtensile bond strength. The same letter indicate no statistical differences.

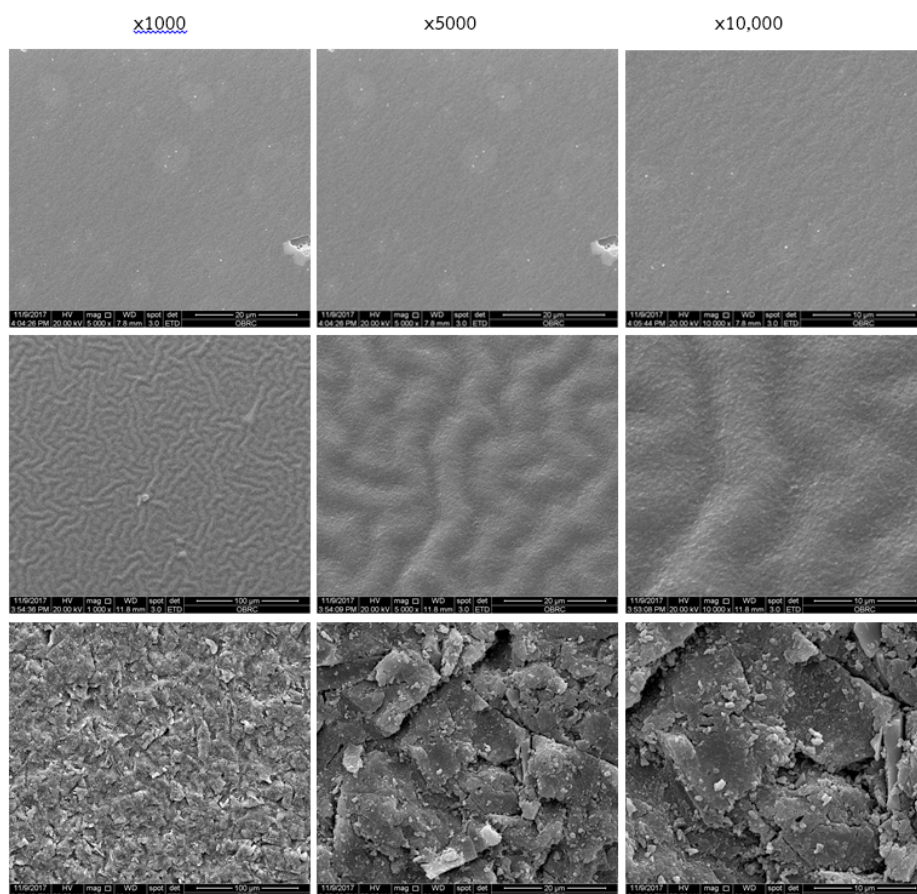
ผลการศึกษาลักษณะการแตกหักของชิ้นงาน

จากผลการทดลองพบว่ากลุ่มบิสแอะคริลเรซินที่ผ่าน

การเตรียมผิวด้วยการพ่นด้วยอะลูมิเนียมออกไซด์ก่อนการยึดด้วยวัสดุเรซินอะคริลิกชนิดบ่มเองมีลักษณะการแตกหักส่วนใหญ่เกิดขึ้นภายในชิ้นงาน ซึ่งเป็นการแตกหักแบบเชื่อมแน่นร้อยละ 60 (12 ชิ้นใน 20 ชิ้น) แต่พบว่ากลุ่มที่มีการเตรียมผิวด้วยการทาสารยึดติดซิงเกิลบอนด์ยูนิเวอร์สัลเซลแอตชีฟและกลุ่มที่ไม่มีการเตรียมผิวใด ๆ ก่อนการยึดด้วยเรซินอะคริลิกชนิดบ่มเองมีลักษณะการแตกหักที่เกิดขึ้นพบที่บริเวณรอยต่อและภายในชิ้นงานในจำนวนใกล้เคียงกัน (ตารางที่ 2)

ผลการศึกษาพื้นผิวชิ้นงานด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแสงส่องกราด (รูปที่ 4)

เมื่อเปรียบเทียบพื้นผิวโปรเทมส์โฟร์ก่อนการเตรียมผิวพบมีลักษณะผิวเรียบ (แถวบน) พื้นผิวที่ทาสารยึดติดซิงเกิลบอนด์ยูนิเวอร์สัลเซลแอตชีฟมีลักษณะเป็นคลื่นซึ่งเห็นได้ชัดเจนที่กำลังขยาย 5000 เท่า (แถวกลาง) และพื้นผิวที่มีการเตรียมผิวด้วยการพ่นด้วยอะลูมิเนียมออกไซด์มีลักษณะพื้นผิวขรุขระอย่างเห็นได้ชัดเจน (แถวล่าง)



รูปที่ 4 ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแสงส่องกราดบริเวณพื้นผิวโปรเทมส์โฟร์ (กำลังขยาย 1000, 5000 และ 10,000 เท่า จากซ้ายไปขวา) แถวบน แสดงกลุ่มไม่มีการเตรียมผิว, แถวกลางแสดงกลุ่มที่ทาผิวด้วยซิงเกิลบอนด์ยูนิเวอร์สัลเซลแอตชีฟ, แถวล่างแสดงพื้นผิวที่พ่นด้วยอะลูมิเนียมออกไซด์ 50 ไมครอน

Figure 4 Scanning electron microscope on surface of ProtempTM4 from left to right (x1000, x5000, x10,000), (upper row; no treatment), (middle row; apply single bond universal adhesive), (lower row; sandblasting with Al_2O_3 50 micron)

บทวิจารณ์

คุณสมบัติของครอบฟันชั่วคราวไม่เพียงต้องมีความสวยงามและความแข็งแรงที่สร้างความมั่นใจในรอยยิ้มและทำให้ผู้ป่วยสามารถใช้งานได้ในช่วงระยะเวลาก่อนได้งานครอบฟันจริงแล้ว ครอบฟันชั่วคราวควรสามารถเพิ่มเติมแก้ไขหรือเปลี่ยนแปลงเพื่อการซ่อมแซมส่วนที่แตกบิ่นหรือเติมรูปร่างในส่วนที่ขาดหรือหลวมได้ ปัจจุบันได้มีการพัฒนาวัสดุให้มีคุณสมบัติใกล้เคียงตรงตามคุณสมบัติในอุดมคติซึ่งการเลือกวัสดุอาจขึ้นกับปัจจัยที่ต้องการ เช่น ง่ายต่อการจัดการ (ease of manipulation) ราคาและความคุ้มค่า (cost effectiveness) ความสวยงาม (esthetic) ความแข็งแรง (strength) ความแนบสนิทกับฟันหลัก (marginal fit)⁴ ดังนั้นหากทันตแพทย์เข้าใจถึงองค์ประกอบและคุณสมบัติของวัสดุจะช่วยให้การทำการครอบฟันชั่วคราวผู้ป่วยเป็นเรื่องง่ายขึ้น ลดค่าใช้จ่ายและระยะเวลาในการทำงานทั้งกับทันตแพทย์และผู้ป่วยเอง วัสดุทำครอบฟันชั่วคราว สามารถแบ่งได้เป็น 4 กลุ่มตามองค์ประกอบของวัสดุ คือ 1) กลุ่มโพลีเมทิลเมทาไครเลต (Polymethylmethacrylate; PMMA) 2) โพลีเอทิลเมทาไครเลต (Polyethylmethacrylate; PEMA) 3) ไมโครฟิลลิปซินอลอะไกลซิไดวไดเมทาไครเลต (Microfilled-Bisphenol A-glycidyl dimethacrylate; Bis-GMA) 4) ยูรีเทนไดเมทาไครเลต (Urethane Dimethacrylate; UDMA)^{1,26} โปรเทมพ์โฟร์ (Protemp™4) เป็นวัสดุในกลุ่มบิสเอคริลเรซินที่ได้รับการนิยมนำมาใช้ในปัจจุบัน มีโครงสร้างประกอบด้วยวงแหวนอะโรมาติกเอสเทอร์ที่มีแขนทั้งสองข้างจับกับสายโซ่โมเลกุลที่เป็นร่างแหและมีองค์ประกอบของซิลิกาและฟิลเลอร์บิสฟีนอลอะไกลซิไดวเมทาไครเลต ซึ่งมีโครงสร้างคล้ายกับวัสดุอุดเรซินคอมโพสิต ได้รับการนิยมนำมาใช้งานเป็นวัสดุชั่วคราวสำหรับครอบฟัน สะพานฟัน วีเนียร์และออนเลย์ สามารถเกิดพอลิเมอร์ได้โดยไม่ต้องใช้แสงผลิตออกมาในรูปแบบปืนผสม (automix dispenser gun) การใช้งานจำเป็นต้องต่อหัวผสม (mixing tip) เพื่อให้ส่วนเบส และตัวเร่งปฏิกิริยาผสมกัน ในกรณีที่มีการกรอปรับแต่งฟันหลักเพิ่มเติมภายหลังใส่ครอบฟันชั่วคราวไป กระบวนการเสริมฐานด้านในครอบฟันชั่วคราวบนฟันหลักช่วยให้ครอบฟันชั่วคราวมีความแนบสนิทกับฟันหลักได้อีกครั้ง แต่ยังมีข้อเสียที่น้อยมากที่กล่าวถึงวัสดุที่เหมาะสมในการซ่อมแซมวัสดุเอคริลเรซินโดยเฉพาะในเรื่องการเสริมฐาน หลายการศึกษาให้ความเห็นว่าการซ่อมแซมวัสดุที่แตกหักด้วยการใช้วัสดุที่มีโครงสร้างทางเคมีที่คล้ายคลึงกัน จะให้ความแข็งแรงของการยึดติดของการซ่อมแซมบนวัสดุได้ดีกว่าการใช้วัสดุที่มีโครงสร้างเคมีที่แตกต่างกัน โดยพบว่าการใช้วัสดุกลุ่มเรซินอะคริลิกชนิดบ่มเองในการซ่อมแซมครอบฟัน

ชั่วคราวบิสเอคริลเรซินให้ความแข็งแรงในการยึดติดน้อยกว่าการใช้วัสดุกลุ่มเรซินคอมโพสิตเอง เนื่องจากสูตรโครงสร้างเคมีที่ไม่คล้ายคลึงกันจึงไม่สามารถเข้าจับกันได้ (incompatibility) ระหว่างวัสดุที่นำมาซ่อมแซม^{19,26} การศึกษาของ Hammond BD และคณะ¹³ แนะนำให้ใช้วัสดุเรซินคอมโพสิต ชนิดไหลแผ่ (flowable composite resin) ในการซ่อมครอบฟันบิสเอคริลเรซิน^{13,17,19} ซึ่งมีสีให้เลือกใช้ มีความหนืดที่เหมาะสม เวลาการทำงานที่เพียงพอใช้งานง่ายโดยใช้ปลายหัวฉีดที่มีขนาดเล็กฉีดบริเวณตำแหน่งที่ต้องการซ่อมแซมโดยไม่ต้องผสมส่วนผงกับส่วนโมโนเมอร์ดังเช่นกลุ่มวัสดุเมทิลเมทาไครเลต ไม่สิ้นเปลืองปลายหลอดผสม เช่นการซ่อมแซมด้วยวัสดุบิสเอคริลเรซินเองที่ต้องใช้หลอดผสมในการผสมเบสและตัวเร่งปฏิกิริยา นอกจากนั้นวัสดุเรซินคอมโพสิตชนิดไหลแผ่ยังไม่มีการหดตัวภายหลังเกิดปฏิกิริยาทำ และมีความแข็งแรงของแรงยึดติดที่มีประสิทธิภาพ แต่อย่างไรก็ตามในการใช้วัสดุเรซินคอมโพสิตชนิดไหลแผ่ในการเสริมฐานด้านในครอบฟันชั่วคราวบิสเอคริลเรซินอาจไม่เหมาะสม เนื่องจากความหนืดที่ต่ำ ไม่คงตัวและการแข็งตัวที่ต้องใช้แสง มีเพียงการศึกษาของ Lee J และ Lee S¹⁰ พบว่า วัสดุกลุ่มเมทิลเมทาไครเลตสามารถนำมายึดหรือซ่อมแซมกับวัสดุกลุ่มบิสเอคริลเรซินได้ โดยให้ค่าแรงยึดเหนี่ยวไม่แตกต่างกับการยึดกันเองระหว่างวัสดุกลุ่มบิสเอคริลเรซิน และไม่แตกต่างกับการยึดวัสดุบิสเอคริลด้วยวัสดุเรซินคอมโพสิตชนิดไหลแผ่ซึ่งเป็นที่มาให้การศึกษาครั้งนี้ได้ศึกษาผลของการเตรียมผิวของวัสดุเพิ่มเติมเพื่อให้การใช้งานทางคลินิกในแง่การเสริมฐานครอบฟันมีการยึดอยู่มากขึ้น จากองค์ประกอบของบิสเอคริลเรซินที่มีโครงสร้างเช่นเดียวกับวัสดุอุดฟันเรซินคอมโพสิต การศึกษาวัสดุกลุ่มนี้จึงต้องอ้างอิงจากวัสดุกลุ่มวัสดุอุดฟันเรซินคอมโพสิต กลไกที่มีความสำคัญต่อการยึดติดของวัสดุเรซินคอมโพสิตกับวัสดุที่นำมาซ่อมแซมหรือยึดติด มี 2 กลไกหลัก คือ การสร้างการยึดติดทางกลและการสร้างการยึดติดทางเคมี ซึ่งการสร้างการยึดติดเชิงกล^{14,17,28} ได้แก่ การทำผิวให้ขรุขระด้วยหัวกรอเพชร (diamond bur) การพ่นผิวด้วยอะลูมิเนียมออกไซด์ (sandblasting) การขัดด้วยกระดาษทราย (abrasive paper) การใช้กรดเข้มข้นสูง การสร้างการยึดติดทางเคมี คือ การทำผิวบริเวณซ่อมแซมด้วยสารยึดติด (unfilled resin bonding) ชนิดบิสจีเอ็มเอ (Bis-GMA) หรือ ทีอีจีดีเอ็มเอ (TEGDMA) จะทำให้พื้นผิวมีความเปียก (surface wetting) ทำให้เกิดการยึดติดทางเคมีของสารที่มีความหนืดต่ำที่ใช้ในการซ่อมแซมได้ดี^{19,26,29} บางการศึกษาแนะนำว่าการใช้ไฮเลนาทาผิวบริเวณซ่อมแซม

สามารถเพิ่มความแข็งแรงการยึดติดของสารทางเคมีได้เช่นกัน^{27,30,31} จากผลการทดลองพบว่า การเตรียมผิวบิสเอคริลเรซินให้ขรุขระด้วยผงอะลูมิเนียมออกไซด์ก่อนการยึดด้วยเรซินอะคริลิกชนิดบ่มเองมีค่าเฉลี่ยความแข็งแรงยึดดึงสูงสุดและสูงกว่ากลุ่มที่ไม่เตรียมผิวและกลุ่มที่ทำสารยึดติดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การพ่นผิวอะลูมิเนียมออกไซด์เป็นการสร้างการยึดติดเชิงกลที่สำคัญที่สุดเนื่องจากการเป็นการเพิ่มความสามารถให้วัสดุที่นำมาซ่อมแซมสามารถเข้าไปในช่องว่างที่เกิดขึ้น^{30,31} ในการศึกษาพบการพ่นผิวด้วยอะลูมิเนียมออกไซด์อาจทำให้ค่าแรงยึดต่ำได้หากเกิดการการสะสมของสิ่งสกปรกบนพื้นผิวที่ทำการซ่อมแซมหรืออาจเกิดค่าแรงยึดต่ำจากวัสดุที่นำมาซ่อมแซมมีความหนืดมากเกินไป^{32,33} มีงานวิจัยพบว่า การพ่นผิวให้ขรุขระด้วยอะลูมิเนียมออกไซด์ร่วมกับการใช้กรดไฮโดรฟลูออริกทำความสะอาดพบค่าแรงยึดติดของการซ่อมแซมสูงสุด เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ใช้หัวกรอร่วมกับการทำความสะอาดด้วยกรดหรือกลุ่มที่ใช้กรดไฮโดรฟลูออริกร่วมกับไซเลน งานวิจัยดังกล่าวได้กล่าวว่า ผลของแรงยึดส่วนใหญ่เกิดจากผลของการเป่าผิวด้วยอะลูมิเนียมออกไซด์ เนื่องจากการสร้างการยึดติดเชิงกลวิธีอื่น เช่น การใช้หัวกรอร่วมกับการใช้กรดให้ผลค่าแรงยึดติดของการซ่อมแซมที่ต่ำ การใช้กรดฟอสฟอริกกัดเพียงอย่างเดียวไม่ได้ทำให้เกิดค่าแรงยึดในการซ่อมที่เพิ่มขึ้นเป็นเพียงการทำความสะอาดผิวให้สะอาด^{28,34,35} สอดคล้องกับการศึกษาที่พบว่าพื้นผิวของเรซินคอมโพสิตที่ผ่านการเตรียมผิวด้วยอะลูมิเนียมออกไซด์มีความขรุขระมากกว่าการใช้กรดไฮโดรฟลูออริก (hydrofluoric acid) หรือ การใช้โซ่ของซิลิกฟอสเฟตฟลูออไรด์ (aciduric phosphate fluoride) เมื่อส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแสงส่องกราด^{28,36} และพบว่าการใช้อะลูมิเนียมออกไซด์ให้ความแข็งแรงของแรงยึดที่ซ่อมสูงที่สุด แม้ว่าความแข็งแรงของการซ่อมจะลดความแข็งแรงลงจากวัสดุตั้งต้นเดิมและพบการแตกเป็นลักษณะเชื่อมแน่น ร้อยละ 45 ถึง 70³⁶ จากผลการทดลองพบว่า การใช้สารยึดติดที่มีองค์ประกอบของไซเลนทาบนพื้นผิวบิสเอคริลเรซินก่อนการยึดติดกับวัสดุเรซินอะคริลิกชนิดบ่มเองไม่ทำให้ค่าความแข็งแรงของยึดติดเพิ่มขึ้น ซึ่งอาจเป็นผลจากไซเลนที่ไม่สามารถเชื่อมยึดกับโครงสร้างของโมเลกุลทั้งสองวัสดุได้และไม่ทำให้สารที่ถูกยึดมีความเปียก (wettability) ด้วยข้อจำกัดของงานวิจัยที่ศึกษาเฉพาะการเตรียมผิวที่มีแค่ 2 ชนิด และไม่ได้มีกลุ่มการทดลองที่ศึกษาการเตรียมผิวทั้งสองชนิดร่วมกันระหว่างการพ่นผิวให้ขรุขระด้วยอะลูมิเนียมออกไซด์และการทาสารยึดติด แต่จากงานวิจัยการซ่อมแซมวัสดุเรซินคอมโพสิตที่แตกหักที่มีการใช้สารยึดติดภายหลังการใช้อะลูมิเนียมออกไซด์พบว่า การใช้สารยึดติดหรือแอตชีฟโมโนเมอร์สามารถเพิ่มความแข็งแรง

แรงให้แก่วัสดุเรซินคอมโพสิตที่ซ่อมแซมได้^{22,24,27} โดยเฉพาะกลุ่มสารยึดติดที่ประกอบด้วยบิสอีเอ็มเอทีมีโมโนเมอร์คลอโรฟอสเฟตเอสเทอร์³⁸⁻⁴⁰ เนื่องจากส่วนฟอสเฟตเป็นกลุ่มที่มีขั้วมีความสามารถเหนี่ยวนาตัวเติมที่เป็นสารอนินทรีย์ได้ (inorganic filler) โดยการยึดกับไซเลนและไฮโดรเจน โดยจะมีการสร้างพันธะโควาเลนต์กับส่วนกลุ่มเมทาโครเลตที่ยังมีส่วนแขนงอยู่²² นอกจากนี้การใช้สารยึดติดแอตชีฟยังช่วยเพิ่มคุณสมบัติให้พื้นผิวเปียกเพิ่มความสามารถในการที่สารจะถูกนำไปในช่องว่างให้มีการเกาะยึดได้ (wetting)⁴¹ แต่หากว่าพื้นผิวที่ทำการยึดมีตัวเติมที่ทำปฏิกิริยาได้เหลืออยู่น้อย การใช้สารยึดติดที่มีไซเลนอาจไม่ได้ช่วยให้เกิดการสร้างความแข็งแรงที่มากขึ้น มีหลายการศึกษาที่ศึกษาผลของการใช้ไซเลนที่เกี่ยวข้องกับผลของแรงยึดไซลอคเซนที่สร้างขึ้นระหว่างเรซินและตัวเติม^{24,42,43} แต่อย่างไรก็ตามมีการศึกษากล่าวว่า หากเกิดแรงยึดขึ้นจากไซเลนจริงก็จะเป็นความแข็งแรงที่อ่อนแอที่สุด และพบว่าการใช้ไซเลนไม่ได้ทำให้ค่าความแข็งแรงของการซ่อมแซมวัสดุกลุ่มเรซินคอมโพสิตสูงขึ้น หรือบางครั้งอาจพบว่าน้อยลง^{44,45} เช่นเดียวกับบางการศึกษาพบว่า การทำให้ผิวขรุขระด้วยการพ่นผิวด้วยอะลูมิเนียมออกไซด์เพียงอย่างเดียวทำให้เกิดความแข็งแรงของการซ่อมแซมมากที่สุด และพบว่าการสร้างการยึดทางเคมีด้วยการทาสารยึดติดและไซเลนไม่ทำให้ค่าความแข็งแรงเพิ่มขึ้น^{19,28} จากการวิเคราะห์การแตกหักพบว่า เมื่อบิสเอคริลเรซินมีการพ่นผิวด้วยอะลูมิเนียมออกไซด์ที่ยึดกับเรซินอะคริลิกชนิดบ่มเองพบการแตกหักส่วนใหญ่เกิดขึ้นภายในส่วนชิ้นงาน ในขณะที่เมื่อมีการเตรียมผิวด้วยการทาสารยึดติดพบการแตกหักเกิดขึ้นบริเวณรอยต่อเพิ่มขึ้นเท่ากับการแตกหักภายในส่วนชิ้นงาน และพบว่าบิสเอคริลเรซินที่ไม่มีการเตรียมผิวใด ๆ พบการแตกหักเกิดขึ้นบริเวณรอยต่อมากกว่าภายในส่วนชิ้นงานซึ่งบ่งชี้ว่าการเตรียมผิวด้วยอะลูมิเนียมออกไซด์มีผลให้เกิดความแข็งแรงดึงที่เพิ่มขึ้นซึ่งเห็นได้จากสัดส่วนของการแตกหักแบบเชื่อมแน่นหรือการแตกหักที่เกิดขึ้นภายในชิ้นงานเพิ่มขึ้น จากผลการศึกษาโครงสร้างระดับจุลภาคของพื้นผิวภายหลังการทดสอบความแข็งแรงยึดดึงด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด พบว่าที่ กำลังขยาย 10,000 เท่าพื้นผิวที่พ่นผิวด้วยอะลูมิเนียมออกไซด์มีความขรุขระเป็นอนุภาคขนาดเล็กซ้อนทับกันซึ่งแตกต่างจากภาพที่เห็นบนพื้นผิวบิสเอคริลเรซินที่ไม่มีการเตรียมผิวและพื้นผิวที่มีการทาสารยึดติดที่พบความขรุขระแต่เป็นลักษณะอนุภาคที่มีขนาดใหญ่กว่าซ้อนทับกัน อนุภาคขนาดใหญ่อาจเกิดจากความขรุขระของชิ้นงานบิสเอคริลเรซินเองเนื่องจากในการทดลองผู้วิจัยไม่ได้ทำการขัดแต่งชิ้นงานแต่ใช้การปิดแผ่นแก้วใสให้แนบกับชิ้นงานและไม่ให้เกิดฟองอากาศ การที่ไม่ขัดแต่งชิ้นงานในงานวิจัย

เนื่องจากต้องการจำลองลักษณะการเสริมฐาน ซึ่งบริเวณพื้นผิว ด้านในไม่มีการขัดแต่ง การทดลองนี้เพื่อให้เกิดการจำลอง ลักษณะการใช้งานของครอบฟันชั่วคราวบิสแคริลเรซินในช่อง ปากที่อาจพบการแก้ไขครอบฟันชั่วคราวภายหลังการติดตาม ประเมินผลจึงทำการแช่ในสารละลายน้ำลายเทียม 14 วัน ดังนั้น คุณสมบัติของบิสแคริลเรซินที่จำลองการใช้งานอาจมีความแตกต่างกับบิสแคริลเรซินที่สร้างขึ้นใหม่และต้องการซ่อมแซมด้วย วัสดุใด ๆ ก็ตาม วัสดุบิสแคริลเรซินที่ใหม่จะยังไม่ปนเปื้อนกับ น้ำลาย จึงมีความแตกต่างในเรื่องความสามารถของพันธะที่ไม่อิ่ม ตัว (unsaturated double bond) ที่ลดลง การลดความสามารถ ของการละลายหรือการซึมเข้าผ่านในบิสแคริลเรซิน^{11,44,46} ความ แข็งแรงของแรงยึดระหว่างวัสดุที่ผ่านการใช้งานแล้วและวัสดุใหม่ ที่นำมาซ่อมแซม ขึ้นอยู่กับ พันธะของแขนคาร์บอนที่สามารถทำ ปฏิกิริยาได้ (unreacted C=C double bonds) หรือชั้นผิวหน้า ของวัสดุที่ปฏิกิริยาโพลีเมอร์ไรเซชันถูกยับยั้งด้วยออกซิเจน (oxy- gen-inhibited nonpolymerized resin)⁴⁷ ซึ่งมักมีจำนวนน้อย ลงหลังเกิดปฏิกิริยาโพลีเมอร์แล้ว ทำให้วัสดุใหม่ที่นำมาซ่อมแซม เกิดปฏิกิริยาการยึดติดที่น้อยลงและพบว่าเมื่อเวลาผ่านไปยิ่งทำให้ วัสดุกลุ่มเรซินคอมโพสิตมีการยึดติดน้อยลงเนื่องจากส่วนที่มีความ สามารถในการทำปฏิกิริยานี้น้อยลง³⁶ เมื่อวัสดุเรซินคอมโพสิตมี การปนเปื้อนจากน้ำลายหรือผ่านการขัด การใช้งาน ค่าความแข็งแรงของเรซินคอมโพสิตใหม่จะน้อยลง 25 % ถึง 80 %^{33,40} จากการ ศึกษาการซ่อมแซมวัสดุเรซินคอมโพสิตที่ผ่านการใช้งานจนมีการ แตกบิ่นและได้รับการซ่อมแซม³⁶ พบว่าการสร้างพื้นผิวบริเวณที่ ซ่อมแซมด้วยการพ่นผิวด้วยอะลูมิเนียมออกไซด์ร่วมกับสารยึด ติดจะทำให้พื้นผิวมีความขรุขระ เกิดการสร้างการยึดติดเชิงกล ขนาดเล็กมาก (micro- mechanical interlocking) และยังมีเหลือ ส่วนของคาร์บอนที่มีแขนว่าง (residual free carbon)^{21,36,48} ซึ่ง จับกับสารคู่ควบไซเลนเพื่อยึดส่วนของเรซินเมทริกซ์กับส่วนของ สารเติมที่มีการเผยผิวโมโนเมอร์สามารถผ่านเข้าไปยังช่องรูพรุนที่ เกิดขึ้นภายหลังจากการทำให้ขรุขระได้ จึงทำให้ช่วยเพิ่มความแข็งแรงของการยึดติดของการซ่อมแซมวัสดุบิสแคริลเรซินคอมโพสิตที่ผ่าน การใช้งานแสดงว่า การทำผิวให้ขรุขระด้วยวิธีการเป่าอะลูมิเนียม ออกไซด์มีบทบาทสำคัญในการซ่อมแซมมากกว่าการทำให้เกิดการ ยึดทางเคมี^{22,24,36} ในงานวิจัยนี้ยังมีข้อจำกัดในเรื่องวัสดุที่ใช้ในการ ศึกษา ไม่เพียงแต่วัสดุบิสแคริลเรซินที่ใช้ในการทดสอบมีเพียง ชนิดเดียว และมีเพียงการเตรียมพื้นผิวแค่ 2 วิธี โดยเลือกการพ่น ผิวด้วยอะลูมิเนียมออกไซด์เป็นตัวแทนการยึดติดเชิงกลซึ่งเป็น วิธีที่มีประสิทธิภาพในการซ่อมแซมงานวัสดุอุดเรซินคอมโพสิต

และการสารยึดติดที่มีไซเลนเป็นการเตรียมผิวในการยึดติดทาง เคมี แต่ในทางคลินิกวิธีสร้างการยึดติดในครอบชั่วคราวบิสแคริล เรซินยังมีอีกหลายวิธี เช่น การใช้หัวกรอ การใช้กรดความเข้มข้น หรือการใช้วิธีทางกลร่วมกับการใช้สารยึดติด ในงานวิจัยนี้ เป็นการทดลองโดยใช้น้ำลายเทียมซึ่งสังเคราะห์จากห้อง ปฏิบัติการเพื่อควบคุมองค์ประกอบในน้ำลายให้คงที่ในทุก กลุ่มทดลองและมี องค์ประกอบใกล้เคียงกับน้ำลายจริง อีกทั้ง การเก็บรักษาเป็นไปได้อีกง่ายกว่า ข้อจำกัดในงานวิจัยนี้คือ ไม่ สามารถจำลองแรงบดเคี้ยวที่เกิดขึ้นจริงจากการใช้ครอบฟัน ชั่วคราว และไม่ได้ใช้วิธีเทอร์โมไซคลิง (thermocycling) อย่างไร ก็ตามผลการศึกษานี้บ่งชี้ว่าการสร้างการยึดติดเชิงกลด้วยการทำ ผิวให้ขรุขระด้วยอะลูมิเนียมออกไซด์มีผลต่อความแข็งแรงยึดติด มากกว่าการใช้สารยึดติดที่มีองค์ประกอบไซเลน นอกจากนี้ยังพบ ว่าการใช้สารยึดติดไม่มีผลต่อความแข็งแรงยึดติดที่เพิ่มขึ้นเมื่อ เปรียบเทียบกับการไม่ทำการเตรียมผิวใด ๆ แม้ว่าวิธีการเสริมฐาน ด้านในครอบฟันชั่วคราวบิสแคริลเรซินเดิมจะให้ความแข็งแรง ทางโครงสร้างน้อยกว่าการทำวัสดุขึ้นใหม่ทั้งชิ้นจากจำนวนอนุพล อิสระที่น้อยลง (free radicals) และมีการดูดซึมของเหลวหรือน้ำลายในพื้นผิวแต่การเสริมฐานด้านในครอบฟันชั่วคราวอาจเป็น ทางเลือกให้กับทันตแพทย์ และผู้ป่วย ซึ่งไม่เพียงเป็นการลด ระยะเวลาจากการกรอแต่งสร้างครอบฟันชั่วคราวใหม่ทั้งชิ้นแล้ว ยังช่วยลดความเสี่ยงของการใช้การวัสดุบิสแคริลเรซินที่มีราคาสูง

บทสรุป

ผลของการเตรียมผิวบนบิสแคริลเรซินด้วยการพ่นผิว ให้ขรุขระด้วยอะลูมิเนียมออกไซด์ก่อนการยึดกับเรซินอะคริลิก ชนิดบ่มเองให้ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงยึดติดสูงสุดและสูงกว่ากลุ่ม อื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในการใช้งานทางคลินิกเมื่อมีความ จำเป็นต้องเสริมฐานภายในครอบฟันชั่วคราวบิสแคริลเรซินด้วย เรซินอะคริลิกชนิดบ่มเองเพื่อให้มีความแนบสนิทกับพื้นหลัก ควร กำจัดเอาส่วนผิวที่มีการปนเปื้อนน้ำลายและซีเมนต์ชั่วคราวที่ติด ค้างคงเหลือในผิวครอบฟันชั่วคราวให้สะอาดและเตรียมผิวด้าน ในครอบชั่วคราวด้วยวิธีการพ่นผิวด้วยอนุภาคอะลูมิเนียมออกไซด์ เพื่อเพิ่มแรงยึดติดของวัสดุบิสแคริลเรซินและเรซินอะคริลิกชนิด บ่มเอง อย่างไรก็ตามการเสริมฐานด้วยเรซินอะคริลิกชนิดบ่มเอง ทันตแพทย์ควรระมัดระวังไม่ให้ผู้ป่วยได้รับการสัมผัสโมโนเมอร์ ต่อโพรงประสาทฟันรวมถึงเนื้อเยื่อรอบข้างโดยตรงซึ่งป้องกันได้ โดยทาวาสลีนปกป้องกันเนื้อเยื่อก่อนการเสริมฐานด้านในทุกครั้ง

เอกสารอ้างอิง

1. Burns DR, Beck DA, Nelson SK. A review of selected dental literature on contemporary provisional fixed prosthodontic treatment: report of the committee on research in fixed prosthodontics of the academy of fixed Prosthodontics. *J Prosthet Dent* 2003;90(5):474-97.
2. Christensen GJ. Provisional restorations for fixed prosthodontics. *J Am Dent Assoc* 1996;127(2):249-52.
3. Nejatidanesh F, Momeni G, Savabi O, Flexural strength of interim resin materials for fixed prosthodontics. *J Prosthodont* 2009;18(6): 507-11.
4. Haselton DR, Arnold AMD, Vargas MA. Flexural strength of provisional crown and fixed partial denture resins. *J Prosthet Dent* 2002;87(2):225-8.
5. Strassler HE, Anolik C, Frey C. High-strength, aesthetic provisional restorations using a bis-acryl composite. *Dent Today* 2007; 26(11):128-33.
6. Haselton DR, Diaz-Arnold AM, Dawson DV. Color stability of provisional crown and fixed partial denture resins. *J Prosthet Dent* 2005;93(1):70-5.
7. Lee J, Lee S. Evaluation of add-on methods for bisacryl composite resin interim restorations. *J Prosthet Dent* 2015;114(4):594-601.
8. Wang RL, Moore BK, Goodacre CJ, Swartz ML, Andres CJ. A comparison of resins for fabricating provisional fixed restorations. *Int J Prosthodont* 1989;2(2):173-84.
9. Floyd CJ, Dickens SH. Network structure of Bis-GMA and UDMA-based resin systems. *Dent Mater* 2006;22(12):1143-9.
10. Mei ML, So SYC, Li H, Chu CH. Effect of heat treatment on the physical properties of provisional crowns during polymerization: An *in vitro* study. *Materials* 2015;8(4):1766-77.
11. Kadiyala K, Badisa M, Anne G. Anche SC, Chiramana S, Muvva SB, et al. Evaluation of flexural strength of thermocycled interim resin materials used in prosthetic rehabilitation-an *In-vitro* study. *J Clin Diagn Res* 2016;10(9):91-5.
12. Ewoldsen N, Sundar V, Benett W, Kanya K, Magyar K. Clinical evaluation of a visible light-cured indirect composite for long-term provisionalization. *J Clin Dent* 2008;19(1):37-41.
13. Hammond BD, Cooper JR, Lazarchik DA. Predictable repair of provisional restorations. *J Esthet Restor Dent* 2009;21(1):19-24.
14. Hickel R, Brushaver K, Ilie N. Repair of restorations criteria for decision making and clinical recommendations. *Dent Mater* 2013;29(1):28-50.
15. Koumjian JH, Nimmo A. Evaluation of fracture resistance of resins used for provisional restorations. *J Prosthet Dent* 1990;64(6):654-7.
16. Aschheim KW. Esthetic Dentistry: A clinical approach to technique and materials. 3rd ed. Mosby; 2015. p. 199-226.
17. Bohnenkamp DM, Garcia LT. Repair of bis-acryl provisional restoration using flowable composite resin. *J Prosthet Dent* 2004;92(5):500-2.
18. Patras M, Naka O, Doukoudakis S, Pissiotis A. Management of Provisional Restorations' Deficiencies: A Literature Review. *J Esthet Restor Dent* 2012;24(1):26-38.
19. Hagge MS, Lindemuth JS, Jones AG. Shear bond strength of bis-acryl composite provisional material repaired with flowable composite. *J Esthet Restor Dent* 2002;14(1):47-52.
20. Shim J, Park Y, Manaloto A. Shear bond strength of four different repair materials applied to bis-acryl resin provisional materials measured 10 minutes, one hour, and two day after bonding. *Oper Dent* 2014;39(4):147-53.
21. Swift EJ, Cloe BC, Boyer DB. Effect of a saline coupling agent on composite repair strength. *Am J Dent* 1994;7(4):200-2.
22. Shahdad SA, Kennedy JG. Bond strength of repaired anterior composite resins. An *in vitro* study. *J Dent* 1998;26(8):685-94.
23. Nilsoon E, Alaeddin S, Karisson S, Milleding P, Wennerberg A. Factors affecting the shear bond strength of bonded composite inlays. *Int J Prosthodont* 2000;13(1):52-8.
24. International Organization for Standardization. ISO/TS 11405:2003 Dental materials Testing of adhesion to tooth structure. Switzerland. Geneva: ISO; 2003.
25. Pashley DH, Carvalho RM, Sano H, Sano H, Nakajima M, Yoshiyama M, et al. The Microtensile Bond Test: A Review. *J Adhesive Dent* 1999;1(4):299-309.
26. Wassell RW, St George G, Ingledew RP, Steele JG. Crowns and other extracoronary provisional restorations. *Br Dent J* 2002;192(11):619-30.
27. Ozcan M, Corazza PH, Marcho SM, Barbosa SH, Bottino MA. Repair bond strength of microhybrid, nanohybrid and nanofilled resin composites: effect of substrate resin type, surface conditioning and ageing. *Clini Oral Invest* 2013;17(7):1751-7.
28. Melo MA, Moyses MR, Santos SG, Alcantara CE, Ribeiro JC. Effects of different surface treatments and accelerated artificial aging on the bond strength of composite resin repairs. *Braz Oral Res* 2011;25(6):485-91.
29. Vankerckhoven H, Lambrechts P, van Beylen M, Davidson CL, Vanherle G. Unreacted methacrylate groups on the surface of composite resins. *J Dent Res* 1982;61(6):791-5.
30. Bacchi A, Consani RL, Sinhoreti MA, Feitosa VP, Cavalcante LM,

- Pfeifer CS, *et al.* Repair bond strength in aged methacrylate-and silorane-based composites. *J Adhes Dent* 2013;15(5):447-52.
31. Gregory WA, Pounder B, Bakus E Bond strengths of chemically dissimilar repaired composite resins. *J Prosthet Dent* 1990;64(6):664-8.
32. Nassooi N, Kazemi H, Sadaghiani M, Mansouri M, Rakhshan V. Effects of three surface conditioning techniques on repair bond strength of nanohybrid and nanofilled composites. *Dent Res J (Isfahan)* 2015;12(6):554-61.
33. Bonstein T, Garlapo D, Donarummo Jr, Bush PJ. Evaluation of varied repair protocols applied to aged composite resin. *J Adhes Dent* 2005;7(1):41-9.
34. Swift EJ, Le Valley BD, Boyer DB. Evaluation of new methods for resin composite repair. *Dent Mater* 1992;8(6):362-5.
35. Oztas N, Alacam A, Bardakcy Y. The effect of air abrasion with two new bonding agents on composite repair. *Oper Dent* 2003;28(2):149-54.
36. Saunders WP. Effect of fatigue upon the interfacial bond strength of repaired composite resins. *J Dent* 1990;18(3):158-62.
37. Azarbal P, Boyer DB, Chan KC. The effect of bonding agents on the interfacial bond strength of repaired composites. *Dent Mater* 1986;2(4):153-5.
38. Puckett AD, Holder R, O'Hara JW. Strength of posterior composite repairs using different composite/bonding agent combinations. *Oper Dent* 1991;16(4):136-40.
39. Ozcan M, Alander P, Vallittu PK, Huysmans MC, Kalk W. Effect of three surface conditioning methods to improve bond strength of particulate filler resin composites. *J Mater Sci Mater Med* 2005;16(1):21-7.
40. Papacchini F, Dall'Oca S, Chieffi N, Goracci C, Sadek FT, Suh BI. *et al.* Composite to composite microtensile bond strength in the repair of a microfilled hybrid resin: effect of surface treatment and oxygen inhibition. *J Adhes Dent* 2007;9(1):25-31.
41. Bouschlicher MR, Reinhardt JW, Vargas MA. Surface treatment techniques for resin composite repair. *Am J Dent* 1997;10(6):279-83.
42. Furuse AY, da Cunha LF, Benetti AR, Mondelli J. Bond strength of resin-resin interfaces contaminated with saliva and submitted to different surface treatments. *J Appl Oral Sci* 2007;15(6):501-5.
43. Brosh T, Pilo R, Bichacho N, Blutstein R. Effect of combinations of surface treatments and bonding agents on the bond strength of repaired composites. *J Prosthet Dent* 1997;77(2):122-6.
44. Khosravanifard B, Anaraki SN, Faragha S, Sajjadi SH, Rakhshan H, Rakhshan V. Efficacy of 4 surface treatments in increasing the shear bond strength of orthodontic brackets bonded to saliva-contaminated direct composites. *Orthod Waves* 2011;70:65-70.
45. Chay SH, Wong SL, Mohamed N, Chia A, Yap AU. Effects of surface treatment and aging on the bond strength of orthodontic brackets to provisional materials. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2007;132(5):577-9.
46. Padipatvuthikul P, Mair LH. Bonding of composite to water aged composite with surface treatments. *Dent Mater* 2007;23(4):519-25.
47. Crumpler DC, Bayne SC, Sockwell S, Brunson D, Roberson TM. Bonding to resurfaced posterior composite. *Dent Mater* 1989; 5(6):417-24.
48. Tezvergil A, Lassila LV, Vallittu PK. Composite-composite repair bond strength: effect of different adhesion primers. *J Dent* 2003;31(8):521-5.