บทความวิทยาการ

ผลของสารยึดติดต่างชนิดต่อค่ากำลังแรงยึดระหว่างเซรามิกกับเรซินคอมโพสิต

Effects of Different Adhesives on Ceramic/Resin Composite Bond Strength

อวิรุทธ์ คล้ายศิริ[1], นันทวรรณ กระจ่างตา[1], ตุลย์ ศรีอัมพร[2] และ นิยม ธำรงค์อนันต์สกุล[3]

Awiruth Klaisiri[1], Nantawan Krajangta[1], Tool Sriamporn[2] and Niyom Thamronganankul[3]

[1]สาขาวิชาทันตกรรมหัตถการ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

[1]Division of Operative dentistry, Faculty of Dentistry, Thammasat University

[2]ภาควิชาทันตกรรมประดิษฐ์ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต

[2]Department of Prosthodontics, Faculty of Dental medicine, Rangsit University

[3]ภาควิชาทันตกรรมประดิษฐ์ คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

[3]Department of Prosthodontics, Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาค่ากำลังแรงยึดเฉือนระหว่างเฟลด์สปาทิกพอร์ซเลนกับเรซินคอมโพสิต เมื่อใช้สารยึดติดที่มีสารไซเลนแบบรวมขวด และสารยึดติดร่วมกับสารไซเลนแบบแยกขวด โดยใช้สารยึดติด 3 ผลิตภัณฑ์ ได้แก่ แอดเปอร์สก็อตบอนด์มัลติเพอร์เพิส (Adper Scotchbond Multipurpose, SM) แอดเปอร์ซิงเกิลบอนด์ทู (Adper Single Bond2, SB) ซิงเกิลบอนด์ยูนิเวอร์ซอล (Single Bond Universal, SU) และสารไซเลน 1 ผลิตภัณฑ์ ได้แก่ รีไลเอ็กซ์เซรามิกไพรเมอร์ (RelyX Ceramic Primer, Silane) นำแผ่นเฟลด์สปาทิกพอร์ซเลนขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร หนา 4 มิลลิเมตร ฝังลงในท่อพีวีซีด้วยยิปซัมทางทันตกรรม จากนั้นนำชิ้นงานไปขัดผิวหน้าด้วยกระดาษซิลิกอนคาร์ไบด์ที่ระดับความหยาบ 400 และ 600 กริท ตามลำดับ แบ่งกลุ่มของชิ้นงานออกเป็น 6 กลุ่ม กลุ่มละ 10 ชิ้น ตามการปรับสภาพผิวหน้าของเฟลด์สปาทิกพอร์ซเลน ได้แก่ กลุ่มที่ 1 Silane-SM กลุ่มที่ 2 SM กลุ่มที่ 3 Silane-SB กลุ่มที่ 4 SB กลุ่มที่ 5 Silane-SU กลุ่มที่ 6 SU ใช้แม่แบบซิลิโคนที่มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 มิลลิเมตร ลึก 2 มิลลิเมตร วางบนผิวหน้าของชิ้นงานที่ผ่านการปรับสภาพแล้ว จากนั้นนำเรซินคอมโพสิตบรรจุลงในแม่แบบและอัดให้แน่น ฉายแสงเป็นเวลา 40 วินาที ด้วยเครื่องฉายแสงที่ความเข้มแสง 1000 มิลลิวัตต์ต่อตารางเซนติเมตร นำชิ้นงานแช่ในน้ำกลั่นแล้วเก็บในตู้ควบคุมอุณหภูมิ ที่ 37 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นนำชิ้นงานไปหาค่ากำลังแรงยึดเฉือนด้วยเครื่องทดสอบแรงสากลที่ความเร็วหัวกดเท่ากับ 0.5 มิลลิเมตรต่อนาที นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้ความแปรปรวนทางเดียว และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่ม ด้วยการเปรียบเทียบเชิงซ้อนชนิดทูกีย์ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ผลการศึกษาพบว่า กำลังแรงยึดเฉือนของกลุ่มที่ 1 ถึงกลุ่มที่ 6 คือ 23.41±4.16 12.66±0.91 20.92±4.03 10.80±1.43 32.00±1.87 และ 12.01±1.18 เมกะพาสคาล ตามลำดับ โดยกำลังแรงยึดเฉือนกลุ่มที่ 1 กลุ่มที่ 3 และกลุ่มที่ 5 มีค่าสูงกว่ากลุ่มที่ 2 กลุ่มที่ 4 และกลุ่มที่ 6 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยกลุ่มที่ 5 มีกำลังแรงยึดเฉือนสูงที่สุด ซึ่งสูงกว่ากลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) จึงสรุปได้ว่า การใช้สารไซเลนทาก่อนทาสารยึดติดจะให้ค่ากำลังแรงยึดระหว่างเฟลด์สปาทิกพอร์ซเลนและเรซินคอมโพสิตที่สูงกว่าการใช้สารยึดติดเพียงอย่างเดียว

คำสำคัญ: กำลังแรงยึดเฉือน, เฟลด์สปาทิกพอร์ซเลน, เรซินคอมโพสิต, สารยึดติด, สารไซเลน

Abstract

The aim of this study was to evaluate the effect of three adhesive systems with and without silane application on feldspathic porcelain/resin composite bond strength. Three adhesive systems [Adper Scotchbond Multipurpose (SM), Adper Single Bond 2 (SB), Single Bond Universal (SU)] and one silane coupling agent [RelyX Ceramic Primer (Silane)] were used in this study. Sixty feldspathic porcelain disks 6 mm in diameter, 4 mm in thickness were prepared and embedded in dental gypsum. Specimens were polished with 400 and 600 grit silicon carbide paper, respectively. The samples were randomly divided into six groups (N=10 for each group) according to different treatments applied on feldspathic porcelain surfaces: Group1 (Silane-SM), Group2 (SM), Group3 (Silane-SB), Group4 (SB), Group5 (Silane-SU) and Group6 (SU). A silicone template (3 mm diameter, 2 mm thick) was placed on top of treated feldspathic porcelain surface. The resin composite was filled into the mold and then light-irradiated by light curing unit at a light intensity of 1000 mW/cm^2 for 40 seconds. All bonded specimens were kept in distilled water at 37°C for 24 hours and they were subjected to shear bond strength measurement using a universal testing machine at a crosshead speed of 0.5 mm/min. The data were statistically analyzed using one-way ANOVA and Tukey's test (α=0.05). The shear bond strengths (MPa) of Group1 to Group 6 were 23.41±4.16, 12.66±0.91, 20.92±4.03, 10.80±1.43, 32.00±1.87, and 12.01±1.18 MPa, respectively. The shear bond strengths of Group1, Group3, and Group5 were significantly higher than those of Group2, Group4, and Group6 (p<0.05). Furthermore, Group5 showed the highest shear bond strength and was significantly higher than those of Group1 and Group3 (p<0.05). In conclusion, the silane had a positive effect on shear bond strength between feldspathic porcelain and resin composite when used with the three adhesive systems. Silane application followed by adhesive application increased shear bond strength for all systems.

Keywords: Adhesive, Feldspathic porcelain, Resin composite, Shear bond strength, Silane

Received Date: Mar 8, 2016 Accepted Date: Jun 2,2016

doi: 10.14456/jdat.2016.26

ติดต่อเกี่ยวกับบทความ:

อวิรุทธ์ คล้ายศิริ 99 หมู่ 18 คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต ถ.พหลโยธิน อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 12121 ประเทศไทย โทรศัพท์ 02-9869051 โทรสาร 02-9869205 อีเมล: Dentton@hotmail.com

Correspondence to:

Awiruth Klaisiri. Faculty of Dentistry, Thammasat University 99 M.18 Klongluang, Pathumthani 12121 Thailand Tel: 02-9869051 Fax: 02-9869205 E-mail: Dentton@hotmail.com

บทนำ

เซรามิก (ceramic) เป็นวัสดุที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในทางทันตกรรม โดยเฉพาะการผลิตชิ้นงานจากห้องปฏิบัติการ เช่น เคลือบฟันเทียม (veneer) อินเลย์ ออนเลย์ ครอบฟัน และสะพานฟัน เป็นต้น เซรามิกได้รับการพัฒนาให้แข็งแรงและมีความสวยงามใกล้เคียงฟันธรรมชาติ สามารถเข้ากับเนื้อเยื่อได้ดี (biocompatibility) มีความคงทนของสี (long-term color stability) ต้านทานต่อการสึก (wear resistance) มีความโปร่งแสง (translucency) และมีความสำเร็จทางคลินิกที่ดี ปัจจุบันชิ้นงานบูรณะชนิดเซรามิกล้วน (all ceramic) เข้ามามีบทบาทมากขึ้น แต่ชิ้นงานชนิดโลหะเคลือบพอร์ซเลน (porcelain fused to metal) ก็ยังมีการใช้งานอยู่ไม่น้อยไปกว่ากัน และปัญหาอย่างหนึ่งของชิ้นงานชนิดหลังนี้ที่พบได้เสมอ คือ การแตกหักของเฟลด์สปาทิกพอร์ซเลน (feldspathic porcelain) ที่เคลือบอยู่บนโลหะ[1]

สาเหตุของการเกิดความล้มเหลวของเซรามิกมีหลายสาเหตุ เช่น ความไม่เหมาะสมกันของสัมประสิทธิ์การขยายตัวด้วยความร้อน (coefficient of thermal expansion) ระหว่างเฟลด์สปาทิกพอร์ซเลนกับโครงโลหะ การเชื่อมต่อระหว่างโลหะและเฟลด์สปาทิกพอร์ซเลนที่มีจุดบกพร่อง เฟลด์สปาทิกพอร์ซเลนที่ขาดการรองรับจากโครงโลหะที่เหมาะสม การรับแรงบดเคี้ยวที่สูงเกินไป หรือการสบกระแทก เป็นต้น การซ่อมแซมโดยการพอกเฟลด์สปาทิกพอร์ซเลนโดยตรงในช่องปากเป็นสิ่งที่ไม่สามารถทำได้[2] เพราะต้องใช้อุณหภูมิในการเผาผนึกที่สูง การใช้เรซินคอมโพสิตเพื่อซ่อมแซมเซรามิกจึงเป็นที่นิยม[3] เนื่องจากเป็นวัสดุที่มีสีสันให้เลือกใกล้เคียงกับเซรามิก สามารถขัดแต่งได้เรียบเงาและสวยงาม ซึ่งการซ่อมแซมเซรามิกด้วยเรซินคอมโพสิตมักปฏิบัติในกรณีฉุกเฉินหรือการรักษาเชิงอนุรักษ์เท่านั้น เนื่องจากเรซินคอมโพสิตเป็นวัสดุที่มีความหนืดสูง ดังนั้นการซ่อมแซมความวิการของเซรามิก จึงจำเป็นต้องใช้ร่วมกับสารยึดติด (adhesive) เพื่อให้เกิดการยึดติดทางเชิงกลระดับจุลภาค หรืออาจใช้สารไซเลนร่วมด้วยเพื่อหวังผลในการยึดติดด้วยพันธะเคมี[4]

ไซเลนเป็นสารคู่ควบ (coupling agent) ที่ส่งเสริมการยึดติด มีอะตอมของธาตุซิลิกอน (Si) อยู่ภายในโมเลกุล โดยโครงสร้างหลักของไซเลนจะมีปลายสองข้างที่ทำหน้าที่ต่างกัน คือ ปลายข้างหนึ่งสามารถทำปฏิกิริยากับพื้นผิวอนินทรีย์ (inorganic functional part) โดยเกิดพันธะเคมีกับแก้วหรือวัสดุที่มีซิลิกาเป็นองค์ประกอบ เช่น เฟลด์สปาทิกพอร์ซเลน กลาสส์เซรามิกชนิดเสริมความแข็งแรงด้วยลิเทียมไดซิลิเกต เป็นต้น ส่วนปลายอีกข้างหนึ่งสามารถทำปฏิกิริยากับพื้นผิวอินทรีย์ (organic functional part) ซึ่งสามารถเกิดพันธะเคมีกับวัสดุจำพวกพอลิเมอร์ต่าง ๆ[5] เช่น สารยึดติด เรซินคอมโพสิต เรซินซีเมนต์ เป็นต้น ในทางทันตกรรมนิยมใช้สารไซเลนชนิดแกมมาเอ็มพีเอส เพื่อปรับสภาพผิวเซรามิกชนิดที่มีซิลิกาเป็นองค์ประกอบ[6] การใช้สารไซเลนช่วยส่งเสริมให้เกิดการยึดติดทางเคมีระหว่างเซรามิกที่มีซิลิกาเป็นองค์ประกอบกับเรซินคอมโพสิต[5,7-13] จากการศึกษาของ Panah และคณะ[7] พบว่าค่ากำลังแรงยึดในกรณีใช้สารยึดติดเพียงอย่างเดียว โดยไม่ทาสารไซเลนมีค่า 4.10±3.06 เมกะพาสคาล ส่วนค่ากำลังแรงยึดเมื่อทาสารไซเลนแล้วตามด้วยสารยึดติดมีค่า 14.58±2.14 เมกะพาสคาล[7]

สารยึดติดในปัจจุบันสามารถแบ่งออกได้ 2 ระบบ ได้แก่ ระบบเอทช์แอนด์ริ้นส์ (etch and rinse system) ซึ่งแบ่งตามขั้นตอนการทำงานได้ 2 แบบ คือแบบ 3 ขั้นตอน โดยการเตรียมผิวฟันด้วยกรดฟอสฟอริก แล้วทาสารไพรเมอร์ และสารยึดติด ตามลำดับ และแบบ 2 ขั้นตอน โดยการเตรียมผิวฟันด้วยกรดฟอสฟอริก แล้วทาด้วยสารละลายที่มีสารไพรเมอร์และสารยึดติดรวมไว้ในขวดเดียวกัน อีกระบบคือระบบเซลฟ์เอทช์ (self-etch system) ซึ่งแบ่งตามขั้นตอนการทำงานได้ 2 แบบ คือ แบบ 2 ขั้นตอนที่มีการเตรียมผิวฟันด้วยสารไพรเมอร์ที่มีฤทธิ์เป็นกรด แล้วทาสารยึดติด และแบบขั้นตอนเดียวที่มีการรวมองค์ประกอบของสารไพรเมอร์ที่มีฤทธิ์เป็นกรด

และสารยึดติดไว้ในขวดเดียวกัน เพื่อลดขั้นตอนการทำงาน[14] โดยสารยึดติดที่เหมาะสมในการนำมาใช้ซ่อมแซมเฟลด์สปาทิกพอร์ซเลน คือสารยึดติดที่มีสมบัติไม่ชอบน้ำ (hydrophobic adhesive) จะทำหน้าที่ยึดสารไซเลนกับเรซินคอมโพสิตเข้าไว้ด้วยกันได้เป็นอย่างดี[5]

ในปัจจุบันได้มีการพัฒนาระบบสารยึดติดและสารไซเลนแบบรวมขวดขั้นตอนเดียว เช่น ผลิตภัณฑ์ซิงเกิลบอนด์ยูนิเวอร์ซอล (Single bond universal adhesive, 3M, Deutschland GmbH, Neuss, Germany) ที่มีการรวมองค์ประกอบของสารไพรเมอร์ สารยึดติด สารเท็น-เมทาคริลอยล็อกซีดีซิลไดไฮโดรเจนฟอสเฟต หรือสารเอ็มดีพี (10-methacryloyloxydecyl dihydrogen phosphate, MDP) และสารไซเลนไว้ในขวดเดียวกันเพื่อลดขั้นตอนการทำงาน และสามารถใช้งานได้อย่างกว้างขวางในการยึดติดทางทันตกรรม เช่น ใช้เป็นสารยึดติดสำหรับการบูรณะฟันด้วยเรซินคอมโพสิต ใช้เป็นสารปรับสภาพผิวเซรามิกชนิดที่มีซิลิกาเป็นองค์ประกอบ เป็นต้น

การศึกษาเฟลด์สปาทิกพอร์ซเลนของ Isolan และคณะ[15] การศึกษากลาสส์เซรามิก ชนิดเสริมความแข็งแรงด้วยลิเทียมไดซิลิเกตของ Zaghloul และคณะ[16] และการศึกษาเซอร์โคเนียของ Kim และคณะ[17] พบว่ากำลังแรงยึดระหว่างเซรามิกและเรซินคอมโพสิตเมื่อใช้สารยึดติดผลิตภัณฑ์ซิงเกิลบอนด์ยูนิเวอร์ซอลเพียงอย่างเดียวมีค่าอยู่ระหว่าง 6.34±2.21 ถึง 37.70±5.10 เมกะพาสคาล[15,16] และเมื่อใช้สารไซเลนร่วมกับสารยึดติดผลิตภัณฑ์ซิงเกิลบอนด์ยูนิเวอร์ซอลมีค่าอยู่ระหว่าง 6.72±1.91 ถึง 24.45±7.35 เมกะพาสคาล[15,17] ซึ่งจะพบว่าแต่ละการศึกษารายงานค่าที่ได้แตกต่างกันออกไป

เนื่องด้วยยังไม่เคยมีรายงานการปรับสภาพผิวของเฟลด์สปาทิกพอร์ซเลนด้วยสารไซเลนร่วมกับสารยึดติดผลิตภัณฑ์ซิงเกิลบอนด์ยูนิเวอร์ซอล ดังนั้นการศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อหาค่ากำลังแรงยึดเฉือนระหว่างเฟลด์สปาทิกพอร์ซเลนกับเรซินคอมโพสิต โดยการปรับสภาพผิวเฟลด์สปาทิกพอร์ซเลนด้วยสารยึดติดที่มีสารไซเลนแบบรวมขวดและแบบแยกขวดระหว่างสารยึดติดและสารไซเลน

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

สารยึดติดและสารไซเลนที่ใช้ในการศึกษานี้แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 *ชนิดของสารยึดติด สารไซเลน บริษัทผู้ผลิต เลขที่ผลิต และส่วนประกอบ*

Table 1 *Type of adhesives, silane, manufacturers, lot number and their composition.*

Materials	Composition
Single Bond Universal (SU) (3M, Deutschland GmbH, Neuss, Germany) Lot : 483316	MDP phosphate monomer, dimethacrylate resins, HEMA, polyalkenoic acid copolymer, fillers, ethanol, water, initiators, silane
Adper Single Bond 2 (SB) (3M ESPE, St. Paul, Minnesota, USA) Lot : N378816	Bis-GMA, HEMA, dimethacrylates, ethanol, water, photoinitiator, methacrylate functional copolymer of polyacrylic and poly(itaconic) acid, 10 % by weight of 5 nm-diameter spherical silica particles

Adper Scotchbond Multipurpose (SM) (3M ESPE, Seefeld, Germany) Lot : N421442	Primer: polyalkenoic acid copolymer, HEMA, water Bond: Bis-GMA, HEMA, tertiary amines, photoinitiator
RelyX Ceramic Primer (Silane) (3M ESPE, St. Paul, Minnesota, USA) Lot : N416047	Pre-hydrolyzed silane coupling agent, alcohol, water

การเตรียมแผ่นเฟลด์สปาทิกพอร์ซเลน

เตรียมชิ้นงานจำนวน 60 ชิ้น โดยผสมผงเฟลด์สปาทิกพอร์ซเลนกับน้ำกลั่น และขึ้นรูปโดยใช้แม่แบบซิลิโคนขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 8 มิลลิเมตร ลึก 6 มิลลิเมตร แกะชิ้นงานออกจากแม่แบบและเผาผนึกตามที่บริษัทผู้ผลิตกำหนด โดยแผ่นเฟลด์สปาทิกพอร์ซเลนที่ผ่านการเผาจะมีขนาดเล็กลงประมาณร้อยละ 25 ดังนั้นแผ่นเฟลด์สปาทิกพอร์ซเลนที่ได้จะมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 6 มิลลิเมตร และความสูงประมาณ 4 มิลลิเมตร ทำรอยบากที่ด้านข้างของแผ่นเฟลด์สปาทิกพอร์ซเลนเพื่อสร้างการยึดติดเชิงกลกับยิปซัมทางทันตกรรม ฝังแผ่นเฟลด์สปาทิกพอร์ซเลนลงในท่อพีวีซีโดยยึดด้วยยิปซัมทางทันตกรรม จัดให้ผิวหน้าของแผ่นเฟลด์สปาทิกพอร์ซเลนสูงจากผิวของยิปซัมประมาณ 1 มิลลิเมตร[18] ทิ้งไว้จนยิปซัมแข็งตัว จากนั้นนำชิ้นงานไปขัดผิวหน้าด้วยกระดาษซิลิกอนคาร์ไบด์ที่ความหยาบ 400 กริท (3M Wetordry abrasive sheet, 3M, Minnesota, USA) ภายใต้น้ำหล่อเลี้ยงด้วยเครื่องขัดอัตโนมัติ (Nano 2000 grinder-polisher with a FEMTO 1000 polishing head, Pace Technologies, Arizona, USA) ด้วยน้ำหนักกด 2 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร โดยกระดาษซิลิกอนคาร์ไบด์จะหมุนด้วยความเร็ว 100 รอบต่อนาที ในทิศทางทวนเข็มนาฬิกา ขณะที่ชิ้นงานจะหมุนตามเข็มนาฬิกา ซึ่งใช้เวลาขัด 5 นาที จากนั้นเปลี่ยนกระดาษซิลิกอนคาร์ไบด์ที่ความหยาบ 600 กริท (3M Wetordry abrasive sheet, 3M, Minnesota, USA) และใช้เวลาในการขัดเท่ากับ 5 นาทีเช่นกัน ทำการเปลี่ยนกระดาษซิลิกอนคาร์ไบด์แผ่นใหม่ทุกครั้งที่เริ่มต้นกระบวนการขัดใหม่ ชิ้นงานที่ได้ดังรูปที่ 1A

แบ่งกลุ่มของชิ้นงานออกเป็น 6 กลุ่ม กลุ่มละ 10 ชิ้น ตามการปรับสภาพผิวหน้าของเฟลด์สปาทิกพอร์ซเลน ดังต่อไปนี้

กลุ่มที่ 1: รีไลเอ็กซ์เซรามิกไพรเมอร์ + แอดเปอร์สก็อตบอนด์มัลติเพอร์เพิส (Silane-SM)

กลุ่มที่ 2: แอดเปอร์สก็อตบอนด์มัลติเพอร์เพิส (SM)

กลุ่มที่ 3: รีไลเอ็กซ์เซรามิกไพรเมอร์ + แอดเปอร์ซิงเกิลบอนด์ทู (Silane-SB)

กลุ่มที่ 4: แอดเปอร์ซิงเกิลบอนด์ทู (SB)

กลุ่มที่ 5: รีไลเอ็กซ์เซรามิกไพรเมอร์+ซิงเกิลบอนด์ยูนิเวอร์ซอล (Silane-SU)

กลุ่มที่ 6: ซิงเกิลบอนด์ยูนิเวอร์ซอล (SU)

การปรับสภาพผิวหน้าของเฟลด์สปาทิกพอร์ซเลนด้วยสารเคมีก่อนยึดด้วยเรซินคอมโพสิต

การทาด้วยสารไซเลน นำเทปกาวหน้าเดียว (Scotch blue Painter's tape, 3M, Minnesota, USA) ที่มีความหนาประมาณ 80 ไมโครเมตร ตัดให้มีความกว้างและความยาว 10 มิลลิเมตร และเจาะรูให้มีเส้นผ่าศูนย์กลางขนาด 2 มิลลิเมตร พร้อมกับตัดด้านข้างให้ถึงรูวงกลมด้านใดด้านหนึ่ง การตัดนี้เพื่อให้ง่ายต่อการดึงเทปกาวออกในภายหลัง ติดเทปกาวดังกล่าวลงบนผิวเฟลด์สปาทิกพอร์ซเลน (รูปที่ 1B) แล้วใช้พู่กันขนาดเล็ก (applicator Tips, Dentsply DeTrey GmbH, Konstanz, Germany) ชุบสารไซเลนแล้วทาที่ผิวของ

เฟลด์สปาทิกพอร์ซเลนที่เตรียมไว้ให้ทั่ว 1 รอบ แล้วใช้พู่กันด้ามใหม่ซับสารไซเลนที่กองอยู่ตามขอบในวงของแผ่นเทปออกให้หมด ทิ้งไว้ 3 นาที[5] แล้วเป่าด้วยลมจากทริปเปิลไซรินจ์ที่ปราศจากละอองน้ำและน้ำมัน จากเครื่องกรอฟันเคลื่อนที่ (Mobile dental unit, Thai Dental Products (T.D.P), Bangkok, Thailand) ด้วยแรงดัน 40-50 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ซึ่งสามารถวัดแรงดันลมได้จากมาตรวัดที่ติดมากับเครื่องกรอฟันเคลื่อนที่ โดยให้ปลายของทริปเปิลไซรินจ์ห่างจากผิวหน้าของเฟลด์สปาทิกพอร์ซเลนประมาณ 10 มิลลิเมตร เป่าจนสารไซเลนแห้งสนิท ซึ่งสังเกตได้จากไม่มีการไหวของสารและผิวหน้าเฟลด์สปาทิกพอร์ซเลนไม่ขึ้นเงา โดยลักษณะผิวหน้าก่อนและหลังการทาสารไซเลนจะต้องมีลักษณะเหมือนเดิม จากนั้นทำการทาสารยึดติดตามขั้นตอนต่อไป

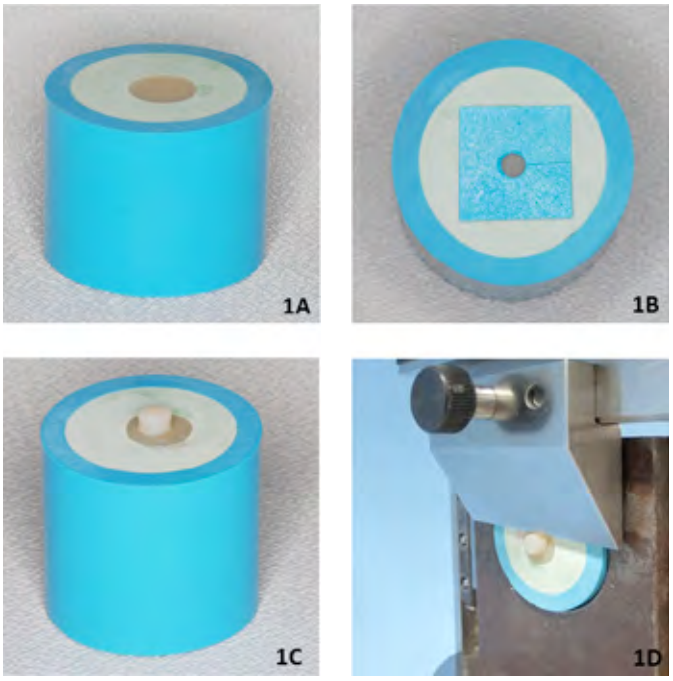
การทาด้วยสารยึดติด ใช้พู่กันขนาดเล็กชุบสารยึดติดแล้วทาที่ผิวหน้าของเฟลด์สปาทิกพอร์ซเลนให้ทั่ว 1 รอบ แล้วใช้พู่กันด้ามใหม่ซับสารยึดติดที่กองอยู่ตามขอบในวงของแผ่นเทปออกให้หมด จากนั้นใช้ลมจากทริปเปิลไซรินจ์ที่ปราศจากละอองน้ำและน้ำมัน ด้วยแรงดัน 40-50 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ระยะห่าง 10 มิลลิเมตร เป่าเพื่อกำจัดตัวทำละลายให้ระเหยออกจากผิวหน้าของเฟลด์สปาทิกพอร์ซเลนจนแห้งสนิท โดยสังเกตได้จากไม่มีการไหวของสารและผิวหน้าเฟลด์สปาทิกพอร์ซเลนมีความมันเงา ฉายแสงเป็นเวลา 20 วินาที เพื่อให้เกิดกระบวนการบ่มตัวของสารยึดติดด้วยเครื่องฉายแสง (Elipar Freelight 2 LED curing light, 3M ESPE, Minnesota, USA) ที่ความเข้มแสง 1000 มิลลิวัตต์ต่อตารางเซนติเมตร โดยให้ปลายท่อนำแสงตั้งฉากและอยู่ห่างจากผิวหน้าเฟลด์สปาทิกพอร์ซเลนประมาณ 2 มิลลิเมตร จากนั้นทำการยึดด้วยเรซินคอมโพสิตตามขั้นตอนต่อไป

การยึดด้วยเรซินคอมโพสิตชนิดบ่มตัวด้วยแสง

นำแม่แบบซิลิโคน (Elite HD, Zhermack, Badia Polesine, Italy) ที่มีรูขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 มิลลิเมตร ลึก 2 มิลลิเมตร วางลงบนผิวหน้าเฟลด์สปาทิกพอร์ซเลนที่ผ่านการปรับสภาพผิวด้วยวิธีการต่าง ๆ โดยให้รูแม่แบบที่จะใช้บรรจุวัสดุเรซินคอมโพสิตนั้นอยู่ตรงและครอบคลุมรูของเทปกาวหน้าเดียว จากนั้นใช้เครื่องมือตักวัสดุเรซินคอมโพสิต สีเอสามอี (Filtek Z350 XT (A3E), 3M ESPE, Dental products, St. Paul, Minnesota, USA) บรรจุลงในรูแม่แบบและอัดให้แน่น ฉายแสงเป็นเวลา 20 วินาที เพื่อให้เกิดการบ่มตัว โดยให้ปลายท่อนำแสงตั้งฉากและแนบชิดกับผิวหน้าของแม่แบบ จากนั้นค่อย ๆ แกะแม่แบบและเทปกาวออกด้วยความระมัดระวัง ฉายแสงซ้ำอีกครั้งเป็นเวลา 20 วินาที ได้ชิ้นทดสอบ (รูปที่ 1C) จากนั้นแช่ชิ้นทดสอบในน้ำกลั่น โดยเก็บไว้ในตู้ควบคุมอุณหภูมิที่ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง (Incubator; Contherm 160M, Contherm Scientific Ltd., Korokoro, Lower Hutt, New Zealand) ทุกครั้งที่ใช้แม่แบบซิลิโคนซ้ำได้มีการทำความสะอาด โดยการเช็ดด้วยเอทิลอัลกอฮอล์และเป่าลมให้แห้ง

การทดสอบค่ากำลังแรงยึดเฉือน

นำชิ้นทดสอบยึดเข้ากับอุปกรณ์เพื่อทดสอบกำลังแรงยึดเฉือน โดยให้แนวระนาบของปลายมีดที่จะใช้ทดสอบแรงยึดเฉือน (shearing blade) ขนานกับรอยต่อระหว่างเฟลด์สปาทิกพอร์ซเลนกับเรซินคอมโพสิต และปลายมีดที่ใช้ทดสอบแรงยึดเฉือนอยู่ห่างจากชิ้นทดสอบประมาณ 1 มิลลิเมตร (รูปที่ 1D) แล้วทำการทดสอบวัดกำลังแรงยึดเฉือนระหว่างเฟลด์สปาทิกพอร์ซเลนกับเรซินคอมโพสิต ด้วยเครื่องทดสอบแรงสากล (Universal testing machine; EZ-S 500N, Shimadzu corporation, Kyoto, Japan) ที่ความเร็วของหัวกด (crosshead speed) เท่ากับ 0.5 มิลลิเมตรต่อนาที คำนวณกำลังแรงยึดเฉือนโดยนำแรงเฉือนสูงสุดหารด้วยพื้นที่ของเรซินคอมโพสิตที่สัมผัสกับเฟลด์สปาทิกพอร์ซเลน ซึ่งค่าที่ได้มีหน่วยเป็นเมกะพาสคาล



รูปที่ 1 ขั้นตอนการเตรียมชิ้นทดสอบ

A. เฟลด์สปาทิกพอร์ซเลนฝังลงในท่อพีวีซีด้วยยิปซัมทางทันตกรรม

B. ติดเทปกาวลงบนผิวเฟลด์สปาทิกพอร์ซเลน

C. ชิ้นทดสอบที่เรซินคอมโพสิตยึดติดกับเฟลด์สปาทิกพอร์ซเลน

D. การเตรียมชิ้นทดสอบเพื่อวัดค่ากำลังแรงยึดเฉือน

Figure 1 The steps of specimen preparation

A. Feldspathic porcelain was embedded into a PVC pipe with dental gypsum.

B. The adhesive tape was bonded to feldspathic porcelain surface.

C. The specimen that resin composite was luted to feldspathic porcelain.

D. The specimen was prepared to shear bond strength test.

การศึกษารูปแบบความล้มเหลว

การศึกษารูปแบบความล้มเหลวหลังการแตกหักโดยนำชิ้นงานที่ผ่านการทดสอบไปส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์สเตอริโอไมโครสโคปที่กำลังขยาย 40 เท่า เพื่อดูรูปแบบความล้มเหลว (mode of failure) ของแรงยึดติดระหว่างเฟลด์สปาทิกพอร์ซเลนและเรซินคอมโพสิต สามารถแบ่งเป็น 3 แบบ คือ 1) การยึดไม่อยู่ (adhesive failure) เกิดความล้มเหลวระหว่างรอยต่อของเฟลด์สปาทิกพอร์ซเลนและเรซินคอมโพสิต เมื่อดูบนผิวเฟลด์สปาทิกพอร์ซเลนของชิ้นทดสอบจะไม่พบเรซินคอมโพสิตหลงเหลืออยู่เลย 2) การเชื่อมแน่นล้มเหลว (cohesive failure) เกิดความล้มเหลวในเนื้อวัสดุเรซินคอมโพสิตหรือเฟลด์สปาทิกพอร์ซเลน เมื่อดูบนผิวเฟลด์สปาทิกพอร์ซเลนของชิ้นทดสอบจะพบเรซินคอมโพสิตติดที่ผิวเฟลด์สปาทิกพอร์ซเลนอยู่ทั้งหมดหรือพบการแตกในเนื้อเฟลด์สปาทิกพอร์ซเลนทั้งหมด 3) การล้มเหลวแบบผสม เกิดความล้มเหลวทั้งแบบการยึดไม่อยู่และการเชื่อมแน่นล้มเหลว เมื่อดูผิวเฟลด์สปาทิกพอร์ซเลนของชิ้นทดสอบจะพบลักษณะของการยึดไม่อยู่บางส่วนปะปนกับการเชื่อมแน่นล้มเหลวบางส่วน

สถิติที่ใช้ทดสอบ

วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้ความแปรปรวนทางเดียว (one-way analysis of variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มด้วยการเปรียบเทียบเชิงซ้อนชนิดทูกีย์ (Tukey's multiple comparisons) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ผล

การวิจัยนี้ไม่พบการแตกหักของชิ้นทดลองก่อนการทดสอบกำลังแรงยึด (prematurely failed specimen) ในทุกกลุ่มการทดลอง

กำลังแรงยึดเฉือนและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานแสดงไว้ในตารางที่ 2 โดยกำลังแรงยึดเฉือนของกลุ่มที่ 1 (23.41±4.16 เมกะพาสคาล) กลุ่มที่ 3 (20.92±4.03 เมกะพาสคาล) และกลุ่มที่ 5 (32.00±1.87 เมกะพาสคาล) มีค่าสูงกว่ากลุ่มที่ 2 (12.66±0.91 เมกะพาสคาล) กลุ่มที่ 4 (10.80±1.43 เมกะพาสคาล) และกลุ่มที่ 6 (12.01±1.18 เมกะพาสคาล) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) และพบว่ากลุ่มที่ 5 มีกำลังแรงยึดเฉือนสูงที่สุด ซึ่งสูงกว่ากลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ตารางที่ 2 *ค่าแรงยึดเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (เมกะพาสคาล)*

Table 2 *Mean bond strength and standard deviation (Megapascal)*

Groups	Mean bond strength (SD)
Group1 (Silane-SM) (N=10)	23.41 (4.16)[a]
Group2 (SM) (N=10)	12.66 (0.91)[b]
Group3 (Silane-SB) (N=10)	20.92 (4.03)[a]
Group4 (SB) (N=10)	10.80 (1.43)[b]
Group5 (Silane-SU) (N=10)	32.00 (1.87)[c]
Group6 (SU) (N=10)	12.01 (1.18)[b]

The value with identical letters indicates no statistically significant difference

รูปแบบความล้มเหลวที่พบภายหลังจากการทดสอบกำลังแรงยึดเฉือนระหว่างเฟลด์สปาทิกพอร์ซเลนกับเรซินคอมโพสิตแสดงไว้ในตารางที่ 3 โดยกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 3 พบการล้มเหลวแบบผสมร้อยละ 100 โดยเมื่อดูที่ผิวเฟลด์สปาทิกพอร์ซเลนของชิ้นทดสอบจะพบเรซินคอมโพสิตติดบนผิวเฟลด์สปาทิกพอร์ซเลนอยู่เป็นหย่อม ๆ ในกลุ่มที่ 5 พบการล้มเหลวแบบผสม โดยร้อยละ 60 พบเรซินคอมโพสิตติดบนผิวเฟลด์สปาทิกพอร์ซเลนอยู่เป็นหย่อม ๆ และร้อยละ 40 พบเรซินคอมโพสิตติดบนผิวเฟลด์สปาทิกพอร์ซเลนอยู่เป็นหย่อม ๆ และมีชิ้นเฟลด์สปาทิกพอร์ซเลนแตกหัก และกลุ่มที่ 2 4 และ 6 พบการล้มเหลวแบบยึดไม่อยู่ ร้อยละ 100 โดยเมื่อดูบนผิวเฟลด์สปาทิกพอร์ซเลนของชิ้นทดสอบจะไม่พบเรซินคอมโพสิตหลงเหลืออยู่เลย

ตารางที่ 3 *ร้อยละรูปแบบความล้มเหลวของกลุ่มทดสอบ*

Table 3 *Percentage of failure modes of all tested groups*

Group	Adhesive failure	Cohesive failure	Mixed failure	
			Adhesive and cohesive in resin composite	Adhesive and cohesive in porcelain
Group 1 (Silane-SM)	-	-	100	-
Group 2 (SM)	100	-	-	-
Group 3 (Silane-SB)	-	-	100	-
Group 4 (SB)	100	-	-	-
Group 5 (Silane-SU)	-	-	60	40
Group 6 (SU)	100	-	-	-

วิจารณ์

ความสำเร็จของการซ่อมแซมเฟลด์สปาทิกพอร์ซเลนด้วยเรซินคอมโพสิตนั้นขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย อาทิเช่น วัสดุที่ใช้ซ่อมแซม การปรับสภาพผิวของเฟลด์สปาทิกพอร์ซเลน และสภาพแวดล้อมในช่องปาก เป็นต้น การศึกษาในห้องปฏิบัติการส่วนใหญ่พบว่า การซ่อมแซมเฟลด์สปาทิกพอร์ซเลนด้วยเรซินคอมโพสิตสามารถให้ผลสำเร็จที่ดีได้[19,20] ส่วนการศึกษาทางคลินิกเป็นเพียงการติดตามผลความสำเร็จและระยะเวลาการอยู่รอดของวัสดุที่ใช้ซ่อมแซมเท่านั้น โดย Ozcan และคณะ[21] พบว่าความล้มเหลวในทางคลินิกจะเกิดขึ้นเร็วที่สุดภายใน 1 สัปดาห์ ถึง 3 เดือน หลังจากการบูรณะซ่อมแซม

รูปแบบความล้มเหลวของการซ่อมแซมเฟลด์สปาทิกพอร์ซเลนด้วยเรซินคอมโพสิต โดยจากการศึกษาครั้งนี้พบว่าเกิดการล้มเหลวแบบการยึดไม่อยู่ร้อยละ 100 ในกลุ่มที่ใช้สารยึดติดเพียงอย่างเดียว และเมื่อใช้สารไซเลนร่วมกับสารยึดติดจะพบว่ามีรูปแบบการล้มเหลวแบบผสมร้อยละ 100 ซึ่งให้ผลสอดคล้องกับการศึกษาของ Isolan และคณะ[15] ที่ทำการเตรียมผิวเฟลด์สปาทิกพอร์ซเลนด้วยวิธีใช้หัวกรอกากเพชร พบรูปแบบความล้มเหลวแบบการยึดไม่อยู่มากที่สุดในกลุ่มที่ใช้สารยึดติดเพียงอย่างเดียว และเมื่อใช้สารไซเลนร่วมกับสารยึดติดจะพบว่ามีรูปแบบการล้มเหลวเป็นแบบยึดไม่อยู่มากที่สุด แต่สามารถพบรูปแบบความล้มเหลวแบบการเชื่อมแน่นล้มเหลวและการล้มเหลวแบบผสมเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ส่วนการศึกษาของ

Zaghloul และคณะ[16] ที่รายงานรูปแบบความล้มเหลวของกลาสส์เซรามิกชนิดเสริมความแข็งแรงด้วยลิเทียมไดซิลิเกตที่มีการเตรียมผิวชิ้นงานด้วยวิธีใช้หัวกรอกากเพชร พบว่ามีการล้มเหลวเป็นแบบการยึดไม่อยู่มากถึงร้อยละ 100 ทั้งในกลุ่มที่ใช้สารยึดติดเพียงอย่างเดียวและกลุ่มที่ใช้สารไซเลนร่วมกับสารยึดติด แต่เมื่อเตรียมผิวชิ้นงานด้วยกรดไฮโดรฟลูออริก หรือทำการเตรียมผิวชิ้นงานด้วยวิธีไทรโบเคมีคอล (tribochemical) จะพบรูปแบบความล้มเหลวเป็นแบบการเชื่อมแน่นล้มเหลว และพบการล้มเหลวเป็นแบบผสมเพิ่มขึ้นในทั้ง 2 กลุ่ม ซึ่งเป็นไปได้ว่าการปรับสภาพผิวเซรามิกด้วยกรดไฮโดรฟลูออริก หรือการเตรียมผิวเซรามิกด้วยวิธีไทรโบเคมีคอล ทำให้เกิดความขรุขระบนผิวของเซรามิกเพิ่มขึ้น เกิดการยึดติดเชิงกลระดับจุลภาค (micromechanical interlocked) ที่ดีขึ้น จึงทำให้กำลังแรงยึดระหว่างเซรามิกและเรซินคอมโพสิตมีค่าสูงขึ้นตามมาด้วย[8,16,22-25] ขณะที่ Kim และคณะ[17] ศึกษารูปแบบความล้มเหลวของเซอร์โคเนียโดยการใช้สารยึดติดเพียงอย่างเดียว พบว่าผลิตภัณฑ์ซิงเกิลบอนด์ยูนิเวอร์ซอลมีรูปแบบความล้มเหลวแบบผสมมากกว่าร้อยละ 95 ส่วนผลิตภัณฑ์แอดเปอร์ซิงเกิลบอนด์ทูมีรูปแบบความล้มเหลวแบบการยึดไม่อยู่ร้อยละ 100

การศึกษาของ Barghi และคณะ[5] พบว่าการใช้สารไซเลนสามารถเพิ่มความแข็งแรงในการยึดติดระหว่างเฟลด์สปาทิกพอร์ซเลนกับเรซินคอมโพสิตได้ ส่วน Ayad และคณะ[11] ก็พบว่าการใช้สารไซเลนสามารถเพิ่มความแข็งแรงในการยึดติดระหว่างกลาสส์เซรามิกชนิดเสริมความแข็งแรงด้วยลูไซต์กับเรซินคอมโพสิตได้เช่นกัน มีการศึกษาของ Roulet และคณะ[12] พบว่าการใช้ลมร้อนเป่าสารไซเลนจนแห้งจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการยึดติดระหว่างเฟลด์สปาทิกพอร์ซเลนกับเรซินคอมโพสิตได้ ส่วนการศึกษาของ Shen และคณะ[13] ก็พบว่าการใช้ลมร้อนเป่าสารไซเลนจนแห้งจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการยึดติดระหว่างกลาสส์เซรามิกชนิดเสริมความแข็งแรงด้วยลูไซต์กับเรซินคอมโพสิตได้เช่นกัน แต่การศึกษาของ Panah และคณะ[7] กลับพบว่าการทาสารไซเลนที่ปราศจากการใช้ลมร้อนเป่าก็สามารถเพิ่มค่าการยึดติดระหว่างกลาสส์เซรามิกชนิดเสริมความแข็งแรงด้วยลูไซต์กับเรซินคอมโพสิตได้เช่นกัน ซึ่งผลที่ได้จากการศึกษาที่กล่าวมาข้างต้นมีความแตกต่างกันออกไป อาจเนื่องจากปัจจัยต่าง ๆ ที่ไม่เหมือนกันในแต่ละการศึกษา ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้จึงพยายามจำลองให้คล้ายคลึงกับการซ่อมเฟลด์สปาทิกพอร์ซเลนด้วยเรซินคอมโพสิตเหมือนในช่องปากของผู้ป่วยจริง จึงไม่ใช้ลมร้อนเป่าสารไซเลนให้แห้ง เพราะการใช้ความร้อนอาจจะไม่เหมาะสมกับการใช้ซ่อมแซมเฟลด์สปาทิกพอร์ซเลนในช่องปาก โดยพบว่าค่ากำลังแรงยึดเฉือนของกลุ่มที่ใช้สารไซเลนร่วมกับสารยึดติดมีค่ามากกว่ากลุ่มที่ใช้สารยึดติดเพียงอย่างเดียวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งให้ผลสอดคล้องกับการศึกษาของ Panah และคณะ[7] แต่ Pongsirisopaporn และคณะ[26] กลับพบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่มที่ใช้สารไซเลนร่วมกับสารยึดติดและกลุ่มที่ใช้สารยึดติดเพียงอย่างเดียว ขณะที่ Zaghloul และคณะ[16] พบว่าค่ากำลังแรงยึดของกลุ่มที่ใช้สารไซเลนร่วมกับสารยึดติดและกลุ่มที่ใช้สารยึดติดเพียงอย่างเดียวมีค่าแตกต่างกันขึ้นอยู่กับการเตรียมผิวเซรามิกก่อนทำการทาสารไซเลน โดยใช้กลาสส์เซรามิกชนิดเสริมความแข็งแรงด้วยลิเทียมไดซิลิเกตในการศึกษา พบว่ากลุ่มที่ใช้หัวกรอกากเพชรในการเตรียมผิวเซรามิกมีค่ากำลังแรงยึดไม่แตกต่างกันระหว่างกลุ่มที่ใช้สารไซเลนร่วมกับสารยึดติดและกลุ่มที่ใช้สารยึดติดเพียงอย่างเดียว ส่วนการเตรียมผิวเซรามิกด้วยกรดไฮโดรฟลูออริก และการเตรียมผิวเซรามิกด้วยวิธีไทรโบเคมีคอลมีค่ากำลังแรงยึดของกลุ่มที่ใช้สารไซเลนร่วมกับสารยึดติดสูงกว่ากลุ่มที่ใช้สารยึดติดเพียงอย่างเดียวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เมื่อทำการเปรียบเทียบเฉพาะกลุ่มที่ไม่ได้ปรับสภาพผิวด้วยสารไซเลน แต่ใช้สารยึดติดเพียงอย่างเดียวก่อนที่จะอุดปิดด้วยเรซินคอมโพสิต จากการศึกษาในครั้งนี้พบว่า การใช้สารยึดติดเพียงอย่างเดียวโดยไม่ได้ทาสาร

ไซเลนก่อน จะให้ค่ากำลังแรงยึดที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในสารยึดติดทุกผลิตภัณฑ์ แม้ว่าสารยึดติดผลิตภัณฑ์ซิงเกิลบอนด์ยูนิเวอร์ซอลจะมีสารไซเลนรวมอยู่ด้วย ซึ่งอาจเป็นไปได้ว่าสารไซเลนที่มีอยู่ในสารยึดติดผลิตภัณฑ์ซิงเกิลบอนด์ยูนิเวอร์ซอลนั้น ไม่สามารถเกิดความเข้ากันได้กับหมู่ไฮดรอกซิล (hydroxyl group) ของผิวเซรามิก ซึ่งอาจทำให้เกิดการสูญเสียสมบัติในการฉาบตัวของสารไซเลนได้[16] และเนื่องจากสารยึดติดผลิตภัณฑ์ซิงเกิลบอนด์ยูนิเวอร์ซอลมีสารเอ็มดีพีรวมอยู่ในผลิตภัณฑ์ด้วย Kim และคณะ[17] ได้ใช้เซอร์โคเนียศึกษาถึงค่ากำลังแรงยึดของสารยึดติดผลิตภัณฑ์ซิงเกิลบอนด์ยูนิเวอร์ซอลและผลิตภัณฑ์แอดเปอร์ซิงเกิลบอนด์ทู พบว่าค่ากำลังแรงยึดของผลิตภัณฑ์ซิงเกิลบอนด์ยูนิเวอร์ซอลมีค่าสูงกว่าผลิตภัณฑ์แอดเปอร์ซิงเกิลบอนด์ทูอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เนื่องจากเซรามิกที่ใช้เป็นออกไซด์เซรามิก จึงสามารถเกิดพันธะเคมีระหว่างชั้นออกไซด์บนผิวเซอร์โคเนียกับสารเอ็มดีพี[27,28] ที่มีอยู่ในผลิตภัณฑ์ซิงเกิลบอนด์ยูนิเวอร์ซอลได้ จึงส่งผลให้มีค่ากำลังแรงยึดที่สูงขึ้น

เมื่อทำการเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มที่ใช้สารยึดติดเพียงอย่างเดียวกับกลุ่มที่ใช้สารไซเลนร่วมกับสารยึดติด จากการศึกษาในครั้งนี้พบว่าการใช้สารไซเลนร่วมกับสารยึดติดจะให้ค่ากำลังแรงยึดเฉือนสูงกว่ากลุ่มที่ใช้สารยึดติดเพียงอย่างเดียวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเฉพาะกลุ่มที่ใช้สารไซเลนร่วมกับสารยึดติดผลิตภัณฑ์ซิงเกิลบอนด์ยูนิเวอร์ซอลมีค่ากำลังแรงยึดเฉือนสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ Zaghloul และคณะ[16] รายงานว่าการเตรียมผิวกลาสส์เซรามิกชนิดเสริมความแข็งแรงด้วยลิเทียมไดซิลิเกตด้วยกรดไฮโดรฟลูออริก หรือการเตรียมผิวด้วยวิธีไทรโบเคมีคอล แล้วใช้สารไซเลนร่วมกับสารยึดติดผลิตภัณฑ์ซิงเกิลบอนด์ยูนิเวอร์ซอล มีค่ากำลังแรงยึดเฉือนที่มากกว่าการใช้สารยึดติดผลิตภัณฑ์ซิงเกิลบอนด์ยูนิเวอร์ซอลเพียงอย่างเดียวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่เมื่อทำการเตรียมผิวด้วยหัวกรอกากเพชร กลับพบว่าไม่มีความแตกต่างกันระหว่างกลุ่มที่ใช้สารไซเลนร่วมกับสารยึดติดผลิตภัณฑ์ซิงเกิลบอนด์ยูนิเวอร์ซอลกับกลุ่มที่ใช้สารยึดติดผลิตภัณฑ์ซิงเกิลบอนด์ยูนิเวอร์ซอลเพียงอย่างเดียว ขณะที่ Isolan และคณะ[15] ได้ศึกษาถึงค่ากำลังแรงยึดเฉือนในการยึดติดระหว่างเฟลด์สปาทิกพอร์ซเลนกับเรซินคอมโพสิต โดยใช้สารยึดติดผลิตภัณฑ์ซิงเกิลบอนด์ยูนิเวอร์ซอล และสารไซเลนร่วมกับสารยึดติดผลิตภัณฑ์แอดเปอร์ซิงเกิลบอนด์ทู พบว่า สารยึดติดผลิตภัณฑ์ซิงเกิลบอนด์ยูนิเวอร์ซอลให้ค่ากำลังแรงยึดเฉือนมากกว่าการใช้สารไซเลนร่วมกับสารยึดติดผลิตภัณฑ์แอดเปอร์ซิงเกิลบอนด์ทูอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งให้ผลต่างกับการวิจัยในครั้งนี้ สารยึดติดผลิตภัณฑ์ซิงเกิลบอนด์ยูนิเวอร์ซอลมีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ประมาณ 3.0[29] สารยึดติดผลิตภัณฑ์แอดเปอร์สก็อตบอนด์มัลติเพอร์เพิสมีค่าความเป็นกรด-ด่างประมาณ 5.9[30] และสารยึดติดผลิตภัณฑ์แอดเปอร์ซิงเกิลบอนด์ทูค่าความเป็นกรด-ด่างประมาณ 4.1-4.2[29,30] อาจเป็นไปได้ว่าค่าความเป็นกรด-ด่างของสารยึดติดผลิตภัณฑ์ซิงเกิลบอนด์ยูนิเวอร์ซอลสามารถทำให้สารไซเลนเกิดการสลายตัวด้วยน้ำโดยมีกรดเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาเกิดเป็นสารไซเลนนอลได้ดีขึ้น จึงทำให้มีค่ากำลังแรงยึดที่สูงเมื่อใช้สารไซเลนร่วมกับสารยึดติดผลิตภัณฑ์ซิงเกิลบอนด์ยูนิเวอร์ซอล

ด้วยข้อจำกัดของการศึกษาในครั้งนี้ที่ทำการเตรียมผิวเฟลด์สปาทิกพอร์ซเลนโดยการขัดผิวหน้าด้วยกระดาษซิลิกอนคาร์ไบด์ที่ความหยาบ 400 และ 600 กริทตามลำดับเพียงอย่างเดียว จึงทำให้ไม่สามารถเปรียบเทียบกับวิธีการเตรียมผิวเฟลด์สปาทิกพอร์ซเลนโดยวิธีอื่น ๆ ได้ ซึ่งมีการศึกษาพบว่าเมื่อทำการเตรียมผิวโดยใช้กรดไฮโดรฟลูออริก การพ่นอนุภาคอะลูมินัมออกไซด์ หรือการเคลือบผิวด้วยซิลิกา จะทำให้มีค่าการยึดติดที่สูงขึ้น[8,16,22-25] ดังนั้นควรมีการศึกษาต่อไปถึงวิธีการเตรียมผิวเฟลด์สปาทิกพอร์ซเลนวิธีต่าง ๆ ร่วมกับการใช้สารไซเลนและสารยึดติด เพื่อเปรียบเทียบค่าการยึดติดระหว่างเฟลด์สปาทิกพอร์ซเลนและเรซินคอมโพสิต

สรุป

การใช้สารไซเลนร่วมกับสารยึดติดจะให้ค่ากำลังแรงยึดระหว่างเฟลด์สปาทิกพอร์ซเลนและเรซินคอมโพสิตที่สูงกว่าการใช้สารยึดติดเพียงอย่างเดียว การใช้สารยึดติดร่วมกับสารไซเลนแบบแยกขวดให้ค่ากำลังแรงยึดระหว่างเฟลด์สปาทิกพอร์ซเลนและเรซินคอมโพสิตที่สูงกว่าการใช้สารยึดติดที่มีไซเลนแบบรวมขวด

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ที่มอบทุนสนับสนุนการวิจัยเพื่อดำเนินโครงการประเภทวิจัยทั่วไป ประจำปีงบประมาณ 2556 ในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

1. Coornaert J, Adriaens P, De Boever J. Long-term clinical study of porcelain-fused-to-gold restorations. ***J Prosthet Dent*** 1984;51:338-42.

2. Llobell A, Nicholls JI, Kois JC, Daly CH. Fatigue life of porcelain repair systems. ***Int J Prosthodont*** 1992;5:205-13.

3. Gregory WA, Moss SM, Effect of heteroreneous layers of composite and time on composite repair of porcelain. ***Oper Dent*** 1990;15:18-22.

4. Bertolotti RL. Adhesion to porcelain and metal. ***Dent Clin North Am*** 2007;51:433-51.

5. Barghi N. To silanate or not to silanate: making a clinical decision. ***Compend Contin Educ Dent*** 2000;21:659-62.

6. Blatz MB, Sadan A, Kern M. Resin-ceramic bonding: a review of the literature. ***J Prosthet Dent*** 2003;89:268-74.

7. Panah FG, Rezai SM, Ahmadian L. The influence of ceramic surface treatments on the micro-shear bond strength of composite resin to IPS Empress 2. ***J Prosthodont*** 2008;17:409-14.

8. Rada RE. Intraoral repair of metal ceramic restorations. ***J Prosthet Dent*** 1991;65:348-50.

9. Schneider W, Powers JM, Pierpont HP. Bond strength of composites to etched and silica-coated porcelain fusing alloys. ***Dent Mater*** 1992;8:211-5.

10. Tjan AH, Nemetz H. A comparison of the shear bond strength between two composite resins and two etched ceramic materials. ***Int J Prosthodont*** 1988;1:73-9.

11. Ayad MF, Fahmy NZ, Rosenstiel SF. Effect of surface treatment on roughness and bond strength of a heat-pressed ceramic. ***J Prosthet Dent*** 2008;99:123-30.

12. Roulet JF, Soderholm KJ, Longmate J. Effects of treatment and storage conditions on ceramic/composite bond strength. ***J Dent Res*** 1995; 74:381-7.

13. Shen C, Oh WS, Williams JR. Effect of post-silanization drying on the bond strength of composite to ceramic. ***J Prosthet Dent*** 2004;91:453-8.

14. Tyas MJ, Burrow MF. Adhesive restorative material: a review. ***Aust Dent J*** 2004;49:112-21.

15. Isolan CP, Valente LL, Munchow EA, Basso GR, Pimentel AH, Schwantz JK, *et al.* Bond strength of a universal bonding agent and other contemporary dental adhesive applied on enamel, dentin, composite, and porcelain. ***App Ad Sci*** 2014;2:1-10.

16. Zaghloul H, Elkassas DW, Haridy MF. Effect of incorporation of silane in the bonding agent on the repair potential of machinable esthetic blocks. ***Euro J Dent*** 2014;8:44-52.
17. Kim JH, Chae SY, Lee Y, Han GJ, Cho BH. Effects of multipurpose, universal adhesive on resin bonding to zirconia ceramic. ***Oper Dent*** 2015;40:55-62.
18. International Organization for Standardization. ISO/TR 11405 Dental materials-Guidance on testing of adhesion to tooth structure. Geneva:ISO;2003.
19. Dias-Arnold AM, Wistrom DW, Aquilino SA, Swift EJ Jr. Bond strengths of porcelain repair adhesive systems. ***Am J Dent*** 1993;6:291-4.
20. Chung KH, Hwang YC. Bonding strengths of porcelain repair systems with various surface treatments. ***J Prosthet Dent*** 1997;78:267-74.
21. Ozcan M, Niedermeier W. Clinical study on the reasons for and location of failures of metal-ceramic restorations and survival of repairs. ***Int J Prosthodont*** 2002;15:299-302.
22. Torres SM, Borges GA, Spohr AM, Cury AA, Yadav S, Platt JA. The effect of surface treatments on the micro-shear bond strength of a resin luting agent and four all-ceramic systems. ***Oper Dent*** 2009;34:399-407.
23. Lacy AM, LaLuz J, Watanabe LG, Dellinges M. Effect of porcelain surface treatment on the bond to composite. ***J Prosthet Dent*** 1988;60:288-91.
24. Fabianelli A, Pollington S, Papacchini F, Goracci C, Cantoro A, Ferrari M, *et al.* The effect of different surface treatments on bond strength between leucite reinforced feldspathic ceramic and composite resin. ***J Dent*** 2010;38:39-43.
25. Hooshmand T, van Noort R, Keshvad A. Bond durability of the resin-bonded and silane treated ceramic surface. ***Dent Mater*** 2002;18:179-88.
26. Pongsirisopaporn C, Srisawasdi S. Effect of surface treatment on microtensile bond strength of ceramic repaired with resin composite. ***CU Dent J*** 2013;36:37-48.
27. Tanis MC, Akay C, Karakis D. Resin cementation of zirconia ceramics with different bonding agents. ***Biotechnol Biotec Eq*** 2015;29:363-7.
28. Wolfart M, Lehmann F, Wolfart S, Kern M. Durability of the resin bond strength to zirconia ceramic after using different surface conditioning methods. ***Dent Mater*** 2007;23:45-50.
29. Munoz MA, Luque IB, Hass V, Reis A, Loguercio AD, Bombarda NHC. Immediate bonding properties of universal adhesives to dentin. ***J Dent*** 2013;41:404-11.
30. Dong CS, McComb D, Anderson JD. Effect of mode of polymerization of bonding agent on shear bond strength of autocured resin composite luting cements. ***J Can Dent Assoc*** 2003;69:229-34.