

ผลของยูนิเวอร์แซลแอดฮีซีฟต่อค่าความแข็งแรงยึดเหนี่ยว ของเรซินคอมโพสิตและเฟลด์สปาทิกเซรามิก

Effect of Universal Adhesive on Shear Bond Strength of Resin Composite to Feldspathic Ceramic

ธนพร ทองเลิศ¹, วีรณัฐ ทองงาม²

¹โรงพยาบาลคำเขื่อนแก้ว สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดยโสธร

²ภาควิชาทันตกรรมบูรณะและปริทันตวิทยา คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Thanaporn Thongler¹, Weeranuch Thong-ngarm²

¹Kham Khuean Kaeo Hospital, Yasothon Provincial Health Office, Yasothon

²Department of Restorative Dentistry and Periodontology, Faculty of Dentistry, Chiang Mai University

ชม. ทันตสาร 2559; 37(2) : 81-89

CM Dent J 2016; 37(2) : 81-89

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์: เพื่อศึกษาค่าความแข็งแรงยึดเหนี่ยวของเรซินคอมโพสิตและเฟลด์สปาทิกเซรามิก เมื่อใช้สารยึดติดชนิดใหม่ คือซิงเกิลบอนด์ยูนิเวอร์แซลแอดฮีซีฟพร้อมและไม่ร่วมกับสารคู่ควบไซเลน เปรียบเทียบกับการซ่อมแซมเซรามิกด้วยระบบสารยึดติดแบบดั้งเดิม

วัสดุและวิธีการ: เตรียมชิ้นทดสอบเฟลด์สปาทิกเซรามิก รูปร่างทรงกระบอกจำนวน 21 ชิ้น โดยแต่ละชิ้นงานมีตำแหน่งทดสอบ 2 ตำแหน่ง (42 ตำแหน่งทดสอบ) เตรียมผิวเฟลด์สปาทิกเซรามิกด้วยกรดไฮโดรฟลูออริกความเข้มข้นร้อยละ 5 นาน 60 วินาที ล้างและเป่าลมให้แห้ง สุ่มแบ่งชิ้นทดสอบเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มละ 7 ชิ้น มี 14 ตำแหน่งทดสอบ กลุ่มที่ 1 ทาสารคู่ควบไซเลนและสก็อตช์บอนด์มัลติเพอร์โพสแอดฮีซีฟ กลุ่มที่ 2 ทาสารคู่ควบไซเลนและซิงเกิลบอนด์ยูนิเวอร์แซลแอดฮีซีฟ กลุ่มที่ 3 ทาซิงเกิลบอนด์ยูนิเวอร์แซลแอดฮีซีฟ ฉายแสงสารยึดติดทั้ง 3 กลุ่มนาน 20 วินาที

Abstract

Objective: To investigate the shear bond strength between resin composite and feldspathic ceramic using a new adhesive system (Single Bond Universal Adhesive) compared with conventional technique for ceramic repair.

Materials and Methods: Twenty one cylindrical specimens were fabricated with feldspathic ceramic; each specimen has two bond area tests (42 bond areas). All specimens were etched with 5% hydrofluoric acid for 60 seconds, rinsed and air dried. Specimens were randomly divided into three groups, seven specimens and fourteen bond areas each. Group 1 treated with silane coupling agent and applied Scotchbond™ Multi-Purpose adhesive. Group 2 treated with silane coupling agent

Corresponding Author:

วีรณัฐ ทองงาม

อาจารย์ทันตแพทย์หญิง ภาควิชาทันตกรรมบูรณะและปริทันตวิทยา
คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Weeranuch Thong-ngarm

Lecturer, Department of Restorative Dentistry
and Periodontology, Faculty of Dentistry, Chiang Mai University
E-mail: weeranuch.th@cmu.ac.th

อุดเรซินคอมโพสิตขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 มิลลิเมตรหนา 2 มิลลิเมตรลงบนแต่ละตำแหน่งทดสอบ ฉายแสง 40 วินาที นำตัวอย่างทั้งหมดแช่ในน้ำกลั่นที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นนำไปทดสอบค่าความแข็งแรงยึดเหนี่ยวโดยใช้เครื่องทดสอบสากล ด้วยความเร็วหัวกด 0.5 มิลลิเมตรต่อวินาทีจนกระทั่งเรซินคอมโพสิตหลุด นำค่าเฉลี่ยแรงยึดเหนี่ยวที่ได้ไปวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว และหาความแตกต่างระหว่างกลุ่มด้วยการเปรียบเทียบเชิงซ้อนชนิดทูเก้ ($p < 0.05$) จำแนกพื้นผิวการแตกหักของแต่ละตัวอย่างด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง

ผลการศึกษา: กลุ่มที่มีค่าเฉลี่ยความแข็งแรงยึดเหนี่ยวมากที่สุดคือ กลุ่มที่ 2 (26.93 ± 5.53 เมกะปาสคาล) ตามด้วยกลุ่มที่ 1 (26.74 ± 4.58 เมกะปาสคาล) และกลุ่มที่ 3 (18.51 ± 4.24 เมกะปาสคาล) โดยพบว่าค่าความแข็งแรงยึดเหนี่ยวของกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ใช้สารคู่ควบไซเลนร่วมกับซิงเกิลบอนด์ยูนิเวอร์แซลแอดฮีซีฟมีค่ามากกว่ากลุ่มที่ใช้ซิงเกิลบอนด์ยูนิเวอร์แซลแอดฮีซีฟเพียงอย่างเดียวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ลักษณะความล้มเหลวที่พบส่วนใหญ่เป็นแบบความเชื่อมแน่นล้มเหลวในเฟลด์สปาทิกเซรามิก

สรุป: การใช้สารคู่ควบไซเลนร่วมกับซิงเกิลบอนด์ยูนิเวอร์แซลแอดฮีซีฟช่วยเพิ่มค่าความแข็งแรงยึดเหนี่ยวของเรซินคอมโพสิตและเฟลด์สปาทิกเซรามิก

คำสำคัญ: ยูนิเวอร์แซลแอดฮีซีฟ เฟลด์สปาทิกเซรามิก ความแข็งแรงยึดเหนี่ยว

and applied Single Bond Universal Adhesive. Group 3 applied Single Bond Universal Adhesive. Adhesive layer of all specimens were light cured for 20 seconds. Each bond area on feldspathic ceramic specimen was bond with resin composite in diameter of 3 mm and 2 mm thick and light cure for 40 seconds. All specimens were then stored in 37°C distilled water for 24 hours. Universal Testing Machine was used for shear bond strength testing at a cross-head speed of 0.5 mm/min. Mean shear bond strength was analyzed by One-way ANOVA and Tukey multiple comparison test ($p < 0.05$). The failure surfaces were examined by light stereomicroscope.

Results: The highest mean shear bond strength was Group 2 (26.93 ± 5.53 MPa) followed by Group 1 (26.74 ± 4.58 MPa) and Group 3 (18.51 ± 4.24 MPa). Control group and the group used silane with Single Bond Universal Adhesive showed significant higher shear bond strength compared to non-silane group. Most of the failure were cohesive in feldspathic ceramics.

Conclusions: Using silane coupling agent with Single Bond Universal Adhesive could improve shear bond strength of resin composite and feldspathic ceramic.

Keywords: universal adhesive, feldspathic ceramic, shear bond strength

บทนำ

ปัจจุบันมีการพัฒนาและใช้สิ่งบูรณะกระเบื้องล้วน (all ceramic restoration) มากขึ้น รวมทั้งสิ่งบูรณะโลหะเคลือบกระเบื้อง (porcelain fused to metal restoration) ซึ่งยังคงเป็นทางเลือกที่ดีในการบูรณะฟันพุ่มสภาพช่องปาก เนื่องจากมีคุณสมบัติเชิงกล (mechanical property) ที่ดี^(1,2) แต่

อย่างไรก็ตาม พบรายงานความล้มเหลวของครอบฟันโลหะเคลือบกระเบื้องว่ามีการแตกหักของเซรามิกในลักษณะความเสียหายแบบความเชื่อมแน่นล้มเหลว (cohesive failure) คือการแตกที่เกิดในเนื้อเซรามิก การแตกในบริเวณที่มองเห็นและเกี่ยวข้องกับความสะดวกจะไม่เป็นที่ยอมรับ^(3,4) สาเหตุของการแตกหักอาจเกิดจากขั้นตอนการกรอเตรียมฟันหลัก

ที่น้อยเกินไป มีความลึกไม่เพียงพอที่จะเป็นที่ยึดของวัสดุ ทำครอบฟัน มีส่วนคอด (undercut) ความผิดพลาดจากช่างทันตกรรม เช่น โครงโลหะรองรับเซรามิกมีความหนาไม่เหมาะสมส่งผลให้ความหนาของชั้นเซรามิกน้อยหรือมากเกินไป ความผิดพลาดในขั้นตอนการขึ้นรูปเซรามิก เช่น เกิดการปนเปื้อนบนพื้นผิวโลหะบริเวณพอกเซรามิก อัดเซรามิกไม่แน่นพอ การมีรูพรุนในเนื้อเซรามิก จุดสบฟันอยู่บริเวณรอยต่อระหว่างเซรามิกกับโลหะ การแตกหักจากการใช้งานของผู้ป่วย เช่น จากแรงบดเคี้ยวสูง จากอุปนิสัยการทำงานนอกหน้าที่ (parafunctional habit) เช่น นอนกัดฟัน การกัดแน่น ฟัน การใช้ฟันกัดของแข็ง หรือการแตกหักจากอุบัติเหตุ^(1,3,4)

เนื่องจากกระบวนการซ่อมแซมเซรามิกไม่สามารถเติมเซรามิกใหม่ลงบนบริเวณที่แตกหักได้โดยตรงในปากเพราะไม่เกิดการเชื่อมต่อกัน จำเป็นต้องถอดออกมาซ่อมภายนอกช่องปากถ้าทำได้ หรือรอวัสดุบูรณะเดิมออกแล้วสร้างชิ้นงานใหม่ ซึ่งสร้างความยุ่งยากกับทั้งผู้ป่วยและทันตแพทย์ ปัจจุบันเซรามิกที่มีความเสียหายไม่มากสามารถซ่อมได้โดยตรงในช่องปากโดยการอุดด้วยวัสดุเรซินคอมโพสิต (resin composite) ทดแทน ความสำเร็จในการซ่อมแซมโดยตรงในช่องปากกรณีการแตกเกิดในชั้นเซรามิกคือต้องมีการยึดติดที่ดีระหว่างพื้นผิวเซรามิกที่จะซ่อมแซมกับวัสดุบูรณะเรซินคอมโพสิต โดยต้องมีการเตรียมพื้นผิวเซรามิกที่แตกเพื่อให้เกิดการยึดติดทางกล เช่น การกรอ การกัดด้วยกรดไฮโดรฟลูออริก ในขณะที่เดียวกันต้องทำให้เกิดการยึดติดทางเคมี เช่น การใช้สารคู่ควบไซเลน (silane coupling agent) ร่วมกับการใช้สารยึดติด (adhesive) เพื่อให้เกิดการยึดติดทั้งทางกลและทางเคมีที่เหมาะสม⁽³⁻⁷⁾

เฟลด์สปากิเซรามิกเป็นเซรามิกที่มีความสวยงามสูงจึงมักเคลือบอยู่ชั้นนอกสุดของครอบฟัน และอาจเกิดการแตกหักได้บ่อยเนื่องจากมีความแข็งแรงต่ำ⁽⁴⁾ ก่อนการซ่อมแซมการแตกของเฟลด์สปากิเซรามิกด้วยเรซินคอมโพสิตควรเตรียมพื้นผิวของเซรามิกโดยใช้กรดไฮโดรฟลูออริกไปละลายส่วนกลาสเมทริกซ้อออกไป ทำให้เกิดลักษณะพื้นผิวขรุขระ และเพิ่มพื้นที่ผิวมากขึ้น ส่งผลให้สารยึดติดเข้าแทรกซึมได้ดีขึ้น⁽⁸⁻¹⁰⁾ จากนั้นหาสารคู่ควบไซเลนเพื่อทำหน้าที่เป็นตัวกลางช่วยให้การยึดติดระหว่างพื้นผิวเซรามิกกับสารยึดติดและเรซินคอมโพสิต เนื่องจากเกิดพันธะเคมีของกลุ่มไฮดรอกซิบนผิวกลาสเซรามิกกับกลุ่มพันธะคูในเรซินโมโน-

เมอร์⁽¹¹⁻¹³⁾

สารคู่ควบไซเลนมีบทบาทสำคัญที่ส่งเสริมให้มีการยึดติดทางเคมีระหว่างกลาสเซรามิกและเรซิน โดยไซเลนที่เป็นที่นิยมในทางทันตกรรมคือ 3-เมทอะคริออกซีโพรพิล ไตรเมทอะคริออกซีไซเลน (3-metracryloxypropyl trimethoxysilane) ซึ่งเป็นโมโนฟังก์ชันนอลโมเลกุล (monofunctional molecule) โดยมีหมู่เมทาคริเลท (methacrylate group) ที่จะเกิดโคโพลิเมอร์ไรเซชัน (co-polymerization) กับเรซินโมโนเมอร์ ส่วนหมู่ไตรอัลคอกซี (trialkoxo group) ในสารคู่ควบไซเลนจะเกิดพันธะเคมีกับผิวกลาสเซรามิก นอกจากนี้ยังช่วยเพิ่มพลังงานพื้นผิว (surface energy) ของกลาสเซรามิก และเพิ่มความเปียกของพื้นผิว (surface wettability)⁽⁵⁻⁷⁾ ทำให้มีการไหลแผ่ของสารยึดติดไปบนผิวของกลาสเซรามิกได้ดีขึ้น

ปัจจุบันในท้องตลาดมีการผลิตสารยึดติดชนิดใหม่ ที่เรียกว่ายูนิเวอร์แซลแอดฮีซีฟ (universal adhesive) ซึ่งยังไม่มีคำจำกัดความที่เป็นทางการ แต่มีความแตกต่างจากระบบสารยึดติดแบบดั้งเดิมคือสามารถใช้งานได้กว้างขึ้น บางบริษัทผู้ผลิตได้อธิบายว่ายูนิเวอร์แซลแอดฮีซีฟคือสารยึดติดที่เป็นแบบขวดเดียว (single-bottle) ไม่ต้องผสม (no-mix) และสามารถใช้งานได้ทั้งระบบโททัลเอชท์ (total-etch) เซลฟ์เอชท์ (self-etch) และซีเลกทีฟเอชท์ (selective-etch) ยูนิเวอร์แซลแอดฮีซีฟบางชนิดสามารถใช้ร่วมกับวัสดุบูรณะทั้งโดยตรงและโดยอ้อม (direct and indirect restoration) มีความเข้ากันได้ (compatible) กับเรซินซีเมนต์ในระบบการแข็งตัวเอง (self-cure) การแข็งตัวจากแสง (light-cure) และการแข็งตัวจากปฏิกิริยาสองแบบร่วมกัน (dual-cure) นอกจากนี้ตามหลักการควรมีการยึดติดกับเนื้อฟัน (dentin) เคลือบฟัน (enamel) และวัสดุบูรณะได้แก่ เซอร์โคเนีย (zirconia) โลหะไม่มีตระกูล (non-precious metal) คอมโพสิต (composite) และเซรามิกที่มีซิลิกาเป็นองค์ประกอบ (silica-based ceramic) ได้โดยตรงไม่ต้องใช้ไพรเมอร์สำหรับวัสดุดังกล่าวเพิ่มเติม⁽⁷⁾

ซิงเกิลบอนด์ยูนิเวอร์แซลแอดฮีซีฟ (Single Bond Universal Adhesive, 3M ESPE, USA) เป็นสารยึดติดที่ถูกผลิตขึ้นมาใหม่ โดยมีการเติมสารคู่ควบไซเลนลงไปในสารยึดติดเพื่อความสะดวก ลดขั้นตอนการทำงานของทันตแพทย์ และส่งเสริมการยึดติดที่ดีระหว่างกลาสเซรามิกกับเรซิน เช่น

การยึดชิ้นงานบูรณะเซรามิกล้วน หรือเดือยฟันเสริมเส้นใย ด้วยเรซินซีเมนต์ รวมถึงการซ่อมแซมชิ้นงานเซรามิกโดยตรง ในช่องปาก จึงเป็นที่น่าสนใจถึงประสิทธิภาพของสารคู่ควบ ไฮเลนที่เติมลงไปในการยึดติดว่าจะทำให้เกิดการยึดติดทาง เคมีกับเฟลด์สปาทิกได้ดีเพียงใด วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ เพื่อศึกษาค่าความแข็งแรงยึดเหนี่ยวของเรซินคอมโพสิตกับ เฟลด์สปาทิกเซรามิก เมื่อใช้สารยึดติดชนิดใหม่ คือ ซิงเกิล บอนด์ยูนิเวอร์แซลแอตชีซีฟร้อมและไม่ร้อมกับสารคู่ควบ ไฮเลน เปรียบเทียบกับระบบสารยึดติดแบบดั้งเดิม

วัสดุและวิธีการ

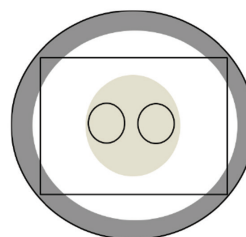
เตรียมชิ้นงานเฟลด์สปาทิกเซรามิก (InLine, Ivoclar Vivadent, Liechtenstein) จำนวน 21 ชิ้น รูปร่าง ทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 มิลลิเมตร สูง 3 มิลลิเมตร โดยใช้ผงบอดี้เซรามิก (body ceramic power) สีบี4 ผสมน้ำกลั่น (distilled water) ลงในแบบขึ้นรูปโลหะ จากนั้นนำไปเผาตามคำแนะนำของบริษัท และปล่อยให้เย็น ที่อุณหภูมิห้อง นำแท่งเฟลด์สปาทิกเซรามิกยึดลงในแบบ หล่อพีวีซี (PVC) เส้นผ่านศูนย์กลาง 20 มิลลิเมตร สูง 10 มิลลิเมตรด้วยเรซินอะคริลิกชนิดบ่มตัวเอง โดยวางผิวหน้า ของเฟลด์สปาทิกเซรามิกให้สูงกว่าเรซินอะคริลิกเล็กน้อย ขัด พื้นผิวเฟลด์สปาทิกเซรามิกด้วยกระดาษทรายจนถึงความละเอียด 600 กริต (grits) ให้พื้นผิวเฟลด์สปาทิกเซรามิกอยู่ในระนาบเดียวกับผิวเรซินอะคริลิก (รูปที่ 1) ติดกระดาษกาว เจาะรู 2 รู เส้นผ่านศูนย์กลาง 3 มิลลิเมตร โดยแต่ละรูห่าง กัน 1 มิลลิเมตร บนเฟลด์สปาทิกเซรามิกเพื่อกำหนดพื้นที่ยึดติด (รูปที่ 2) เตรียมผิวเฟลด์สปาทิกเซรามิกด้วยกรดไฮโดร-ฟลูออริก (IPS® Ceramic Etching Gel, Ivoclar Vivadent, Liechtenstein) ความเข้มข้นร้อยละ 5 นาน 60 วินาที ล้างและเป่าให้แห้ง จากนั้นสุมแบ่งกลุ่มทดลองออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ 1 ทาสารคู่ควบไฮเลนชนิดรีเลย์เซรามิกไพรเมอร์ (RelyX™ Ceramic Primer, 3M ESPE, USA) นาน 60 วินาที เป่าให้แห้ง จากนั้นทาสก๊อตช์บอนด์ บอนด์มัลติเพอร์โพสแอตชีซีฟ (Scotchbond™ Multi-Purpose Adhesive, 3M ESPE, USA) นาน 60 วินาที เป่าลม ฉายแสง 20 วินาที กลุ่มที่ 2 ทาสารคู่ควบไฮเลนชนิดรีเลย์เซรามิกไพรเมอร์นาน 60 วินาที เป่าให้แห้ง จากนั้นทาสิงเกิล บอนด์ยูนิเวอร์แซลแอตชีซีฟนาน 60 วินาที เป่าลม ฉายแสง

20 วินาที กลุ่มที่ 3 ทาสิงเกิลบอนด์ยูนิเวอร์แซลแอตชีซีฟนาน 60 วินาที เป่าลมและฉายแสง 20 วินาที โดยรายละเอียดของ วัสดุที่ใช้ในการศึกษาแสดงในตารางที่ 1



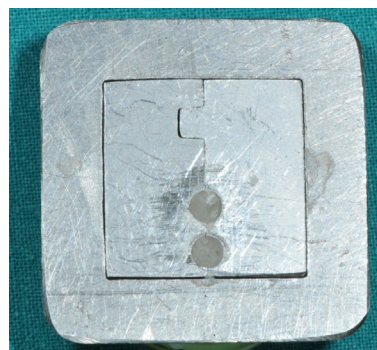
รูปที่ 1 ชิ้นงานที่เตรียมเสร็จสมบูรณ์ก่อนนำไปติดกระดาษ กาวเจาะรู

Figure 1 Specimen was prepared completely before adhering with punched sticker



รูปที่ 2 แผนภาพชิ้นงานติดกระดาษกาวเจาะรู

Figure 2 Diagram of specimen adhering with punched clear sticker



รูปที่ 3 แสดงใช้แบบหล่อโลหะในการอุดเรซินคอมโพสิต โดยตรง 2 ตำแหน่งบนชิ้นงาน

Figure 3 Specimen was bond with two direct resin composites by using metal split mold

ตารางที่ 1 ชื่อทางการค้า บริษัทผู้ผลิต ส่วนประกอบ ของวัสดุที่ใช้ในงานวิจัย

Table 1 Trade names, manufacturers, compositions of materials in this study.

Product names and manufacturers	Compositions	Batch number
IPS® Ceramic Etching Gel (Ivoclar Vivadent, Liechtenstein)	Hydrofluoric acid 5%	29351
RelyX™ Ceramic Primer (3M ESPE 3M Deutshland GmbH, Neuss-Germany)	Prehydrolyzed, single-phase silane (MPS) <2%, Ethanol 70-80%, water 20-30%	548582
Scotchbond™ Multi-Purpose Adhesive (3M ESPE 3M Deutshland GmbH, Neuss-Germany)	Bis-GMA, HEMA, dimethacrylates, polyalkenoic acid copolymer and initiators	557534
Single Bond Universal Adhesive (3M ESPE 3M Deutshland GmbH, Neuss-Germany)	Bis-GMA, MDP phosphate monomer, dimethacrylate resins, HEMA, methacrylate-modified polyalkenoic acid copolymer, filler, ethanol, water, initiators, silane (pH = 2.7)	547837
Filtek™ Z250 XT (3M ESPE 3M Deutshland GmbH, Neuss-Germany)	<u>The Resin System</u> • Bis-GMA, UDMA, Bis-EMA, PEGDMA and TEGDMA <u>The Filler System</u> • Surface-modified zirconia/silica with a median particle size of approximately 3 microns or less • Non-agglomerated/non-aggregated 20 nanometer surface-modified silica particles • The filler loading is 82% by weight (68% by volume)	419216
InLine (Ivoclar Vivadent, Liechtenstein)	Feldspathic ceramic Dentin shade B4	09597

อุดเรซินคอมโพสิต (Filtek™ Z350XT, 3M ESPE, USA) สีซี 2 ลงบนชิ้นงานเฟลด์สปาทิกเซรามิกชิ้นงานละ 2 ตำแหน่งโดยการอุดในแบบขึ้นรูปโลหะ (metal split mold) ขนาดเส้นศูนย์กลางของแต่ละตำแหน่ง 3 มิลลิเมตร สูง 2 มิลลิเมตร โดยการอุดเป็นชั้นเดียว ฉายแสง 40 วินาที (รูปที่ 3) โดยจะนับ 1 ตำแหน่งการยึดติดของเรซินคอมโพสิตเป็น 1 ชิ้นตัวอย่าง นำตัวอย่างทั้งหมดแช่ในน้ำกลั่นที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นนำชิ้นงานตัวอย่างกลุ่มละ 14 ตัวอย่างมาทดสอบค่าความแข็งแรงยึดเหนี่ยวโดยใช้เครื่องทดสอบสากลชนิดอินสตรอน (Universal Testing Machine, Instron® 5566; Instron Limited, Thailand) ด้วยความเร็วหัวกด 0.5 มิลลิเมตรต่อวินาทีจนแท่งเรซินคอมโพสิตหลุด บันทึกค่ากำลังแรงยึดเหนี่ยวสูงสุดของแต่ละตัวอย่างเป็นหน่วยเมกะปาสคาล (MPa) นำค่าเฉลี่ยแรงยึด

เหนี่ยวที่ได้มาหาค่าเฉลี่ยในแต่ละกลุ่มและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยจำแนกความแปรปรวนแบบทางเดียว (One-way ANOVA) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p < 0.05$) และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มด้วยการเปรียบเทียบเชิงซ้อนชนิดทุกคู่ (Tukey multiple comparison) จากนั้นนำชิ้นตัวอย่างทั้งหมดมาส่องดูด้วยลักษณะพื้นผิวของการแตกหักโดยใช้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (light stereo microscope) ที่กำลังขยาย 25 เท่าเพื่อจำแนกลักษณะความล้มเหลวของชิ้นทดสอบ (failure mode) เป็น 4 รูปแบบ ได้แก่ ความเชื่อมแน่นล้มเหลวในเฟลด์สปาทิกเซรามิก (cohesive failure in feldspathic ceramic) ความล้มเหลวของการยึดติด (adhesive failure) ความเชื่อมแน่นล้มเหลวในเรซินคอมโพสิต (cohesive failure in resin composite) และความล้มเหลวแบบผสม (mixed failure)

ผลการศึกษา

ผลทดสอบค่ากำลังแรงยึดเหนี่ยว

ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงยึดเหนี่ยวของกลุ่มทดลองทั้ง 3 กลุ่ม และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานดังแสดงในตารางที่ 2 พบว่า กลุ่มที่มีค่าเฉลี่ยความแข็งแรงยึดเหนี่ยวมากที่สุดคือ กลุ่มที่ 2 ตามด้วยกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่มีค่าเฉลี่ยกำลังแรงยึดเหนี่ยวน้อยที่สุดคือ กลุ่มที่ 3 โดยค่าเฉลี่ยกำลังแรงยึดเหนี่ยวของกลุ่มที่ 1 และ 2 ที่มีการทาสารคู่ควบไซเลนมีค่ามากกว่ากลุ่มที่ 3 ไม่ทาสารคู่ควบไซเลนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยไม่พบความแตกต่างระหว่างกลุ่มที่ 1 และ 2 ที่ทาสารคู่ควบไซเลน อย่างมีนัยสำคัญ

ลักษณะความล้มเหลว

เมื่อนำชิ้นทดสอบมาตรวจดูลักษณะความล้มเหลวที่เกิดขึ้นด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง ความล้มเหลวที่พบส่วนใหญ่เป็นแบบความเชื่อมแน่นล้มเหลวในชั้นเฟลด์สปาทิกเซรามิก และไม่พบความเชื่อมแน่นล้มเหลวในเรซินคอมโพสิตในทุกกลุ่มการทดลอง (รูปที่ 4)

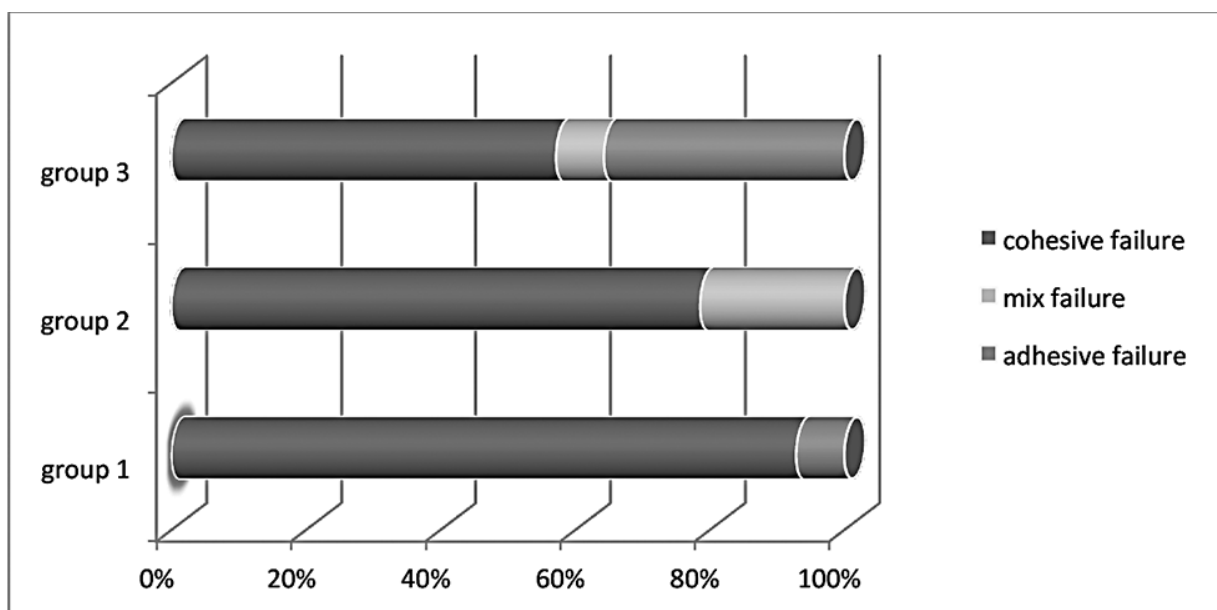
กลุ่มที่ 1 พบความล้มเหลวในชั้นเฟลด์สปาทิกเซรามิก ร้อยละ 92.85 ความล้มเหลวของการยึดติดร้อยละ 7.14 ไม่พบความล้มเหลวแบบผสม กลุ่มที่ 2 พบความล้มเหลวในชั้นเฟลด์สปาทิกเซรามิก ร้อยละ 78.57 ความล้มเหลวแบบผสม ร้อยละ 21.43 ไม่พบความล้มเหลวของการยึดติด กลุ่มที่ 3

ตารางที่ 2 แสดงค่าเฉลี่ยกำลังแรงยึดเหนี่ยวและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแต่ละกลุ่มการทดลอง

Table 2 Mean and standard deviations of shear bond strength from each experimental group.

Group	Means of shear bond strength and standard deviation (MPa)
1. RelyXTM Ceramic Primer + ScotchbondTM Multi-Purpose Adhesive	26.74±4.58 ^A
2. RelyXTM Ceramic Primer + Single Bond Universal Adhesive	26.93±5.53 ^A
3. Single Bond Universal Adhesive	18.51±4.24 ^B

Significant differences are represented by different letter.



รูปที่ 4 แผนภาพแสดงความล้มเหลวที่เกิดขึ้นในแต่ละกลุ่มการทดลอง

Figure 4 Diagram shows the mode of failure of each experimental group

พบความล้มเหลวในชั้นเฟลด์สปาทิกเซรามิกร้อยละ 57.14 ความล้มเหลวแบบผสมร้อยละ 7.14 และความล้มเหลวของการยึดติดร้อยละ 35.71

บทวิจารณ์

การศึกษานี้เป็นการจำลองการซ่อมแซมเฟลด์สปาทิกเซรามิกด้วยเรซินคอมโพสิต มีการแนะนำให้ใช้กรดไฮโดรฟลูออริกกัดผิวเฟลด์สปาทิกเซรามิกร่วมกับการทาสารคู่ควบไซเลนก่อนการใช้สารยึดติด ซึ่งสก็อตซ์บอนด์บอนด์มัลติเพอร์โพสแอตชีฟเป็นสารยึดติดที่ใช้มานานและให้ผลการยึดติดกับเฟลด์สปาทิกเซรามิกที่ดีเมื่อใช้ร่วมกับสารคู่ควบไซเลน^(1,2) จึงนำมาเปรียบเทียบกับสารยึดติดชนิดใหม่ คือ ซิงเกิลบอนด์ยูนิเวอร์แซลแอตชีฟในรูปแบบที่ใช้ร่วมและไม่ร่วมกับสารคู่ควบไซเลน

จากผลการศึกษากลุ่มที่ใช้สารคู่ควบไซเลนร่วมกับซิงเกิลบอนด์ยูนิเวอร์แซลแอตชีฟ และกลุ่มที่ใช้สารคู่ควบไซเลนร่วมกับสก็อตซ์บอนด์มัลติเพอร์โพสแอตชีฟมีค่าความแข็งแรงยึดเหนี่ยวมากกว่ากลุ่มที่ใช้ซิงเกิลบอนด์ยูนิเวอร์แซลแอตชีฟเพียงอย่างเดียวอย่างมีนัยสำคัญ สอดคล้องกับการศึกษาของ Kalavacharla และคณะ⁽¹³⁾ ที่การศึกษาหาค่าความแข็งแรงยึดเหนี่ยวระหว่างลิเทียมไดซิลิเกตกลาสเซรามิกกับเรซินคอมโพสิตเมื่อใช้ซิงเกิลบอนด์ยูนิเวอร์แซลแอตชีฟร่วมและไม่ร่วมกับสารคู่ควบไซเลน พบว่ากลุ่มที่ใช้สารคู่ควบไซเลนร่วมกับซิงเกิลบอนด์ยูนิเวอร์แซลแอตชีฟมีค่าความแข็งแรงยึดเหนี่ยวมากกว่ากลุ่มที่ใช้ร่วมกับซิงเกิลบอนด์ยูนิเวอร์แซลแอตชีฟเพียงอย่างเดียวอย่างมีนัยสำคัญ

แม้ว่าซิงเกิลบอนด์ยูนิเวอร์แซลแอตชีฟมีไซเลนเป็นองค์ประกอบ แต่จากผลการศึกษาพบว่าค่าความแข็งแรงยึดเหนี่ยวของกลุ่มนี้ต่ำกว่ากลุ่มที่ใช้ไซเลนแบบแยกขวด อาจเนื่องมาจากขาดลักษณะการทำงานที่สำคัญประการหนึ่งคือไซเลนต้องเกิดกระบวนการสลายด้วยน้ำ (hydrolysis) เพื่อให้เกิดกลุ่มไฮดรอกซีที่ส่วนปลายในโมเลกุลของไซเลน (terminal hydroxy) หรือเรียกว่ากลุ่มไซเลนอล (silanol) มากที่สุด เพราะกลุ่มไซเลนอลนี้จะปฏิกิริยาควบแน่น (condensation) กับกลุ่มไฮดรอกซีบนผิวของเฟลด์สปาทิกเซรามิก จากนั้นกลุ่มไซเลนอลในสารคู่ควบไซเลนแต่ละโมเลกุลจะเกิดปฏิกิริยาควบแน่นต่อกันเป็นสายโพลีเมอร์ และเกิดเป็นชั้นโพลีซิลอกเซน (polysiloxane layer) เคลือบ

บนผิวของเฟลด์สปาทิกเซรามิกเพียงชั้นเดียว (monolayer) ซึ่งมีลักษณะไม่ชอบน้ำ (hydrophobic) จึงมีความเปียกของพื้นผิวเฟลด์สปาทิกเซรามิกที่ต่ำขึ้นเพื่อทำการยึดติดกับเรซินในชั้นถัดไป^(5,7) ดังนั้นจากผลการศึกษาที่พบว่ากลุ่มที่ทาสารคู่ควบไซเลนก่อนใช้สารยึดติดให้ค่าความแข็งแรงยึดเหนี่ยวสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญอาจเนื่องมาจากชั้นงานในกลุ่มดังกล่าวมีการใช้สารคู่ควบไซเลนเคลือบบนผิวเฟลด์สปาทิกเซรามิก และมีโอกาสเกิดชั้นโพลีซิลอกเซนเคลือบบนผิวของเฟลด์สปาทิกเซรามิกได้มากกว่ากลุ่มที่ใช้เพียงซิงเกิลบอนด์ยูนิเวอร์แซลแอตชีฟเพียงอย่างเดียว ซึ่งไซเลนในสารยึดติดนี้มีโอกาสสัมผัสและเกิดปฏิกิริยากับผิวเซรามิกได้น้อยกว่า หรือไซเลนในซิงเกิลบอนด์ยูนิเวอร์แซลแอตชีฟอาจอยู่ในตัวทำละลายที่ไม่เหมาะสมทำให้ไม่สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จากผลการศึกษาในกลุ่มที่ 1 ซึ่งทาสารคู่ควบไซเลนแล้วตามด้วยสารยึดติดที่ไม่มีไซเลนเป็นองค์ประกอบให้ค่าความแข็งแรงยึดเหนี่ยวไม่แตกต่างกับกลุ่มที่ 2 ซึ่งใช้สารคู่ควบไซเลนร่วมกับซิงเกิลบอนด์ยูนิเวอร์แซลแอตชีฟ เป็นไปได้ว่าสารคู่ควบไซเลนในซิงเกิลบอนด์ยูนิเวอร์แซลแอตชีฟถูกบิสฟิเอ็มเอขัดขวางการเกิดปฏิกิริยาควบแน่น ซึ่งอธิบายได้จากการศึกษาของ Chen และคณะ⁽¹⁴⁾ ที่ทำการศึกษาค่ามุมสัมผัส (contact angle) และความแข็งแรงยึดเหนี่ยวระหว่างลิเทียมไดซิลิเกตกลาสเซรามิกกับเรซินคอมโพสิต โดยใช้สารคู่ควบไซเลนที่มีองค์ประกอบของบิสฟิเอ็มเอและไม่มีบิสฟิเอ็มเอ พบว่าค่ามุมสัมผัสของสารคู่ควบไซเลนที่ไม่ได้ผสมกับบิสฟิเอ็มเอมีค่ามากกว่ากลุ่มที่ผสมบิสฟิเอ็มเออย่างมีนัยสำคัญ และสัมพันธ์กับค่าความแข็งแรงยึดเหนี่ยวของกลุ่มนี้ที่ลดลงเช่นกัน การศึกษานี้นี้อาจอธิบายได้ว่าสารคู่ควบไซเลนไม่สามารถทำงานได้เมื่อผสมกับเรซินโมโนเมอร์ชนิดบิสฟิเอ็มเอ เนื่องจากบิสฟิเอ็มเอรบกวนการเกิดปฏิกิริยาควบแน่นระหว่างกลุ่มไซเลนอลของสารคู่ควบไซเลนกับกลุ่มไฮดรอกซีบนผิวของกลาสเซรามิก เนื่องมาจากปฏิกิริยาดังกล่าวมีการปลดปล่อยโมเลกุลของน้ำออกมา บิสฟิเอ็มเอที่อยู่ภายนอกจะยับยั้งปฏิกิริยาโดยทำให้มีการระเหยของน้ำช้าลง ทำให้ไม่สามารถเกิดชั้นโพลีซิลอกเซนเคลือบบนผิวกลาสเซรามิกได้ อีกทั้งค่ามุมสัมผัสที่ลดลงแสดงถึงลักษณะชอบน้ำ (hydrophilic) ของพื้นผิว ซึ่งเป็นลักษณะที่ไม่เหมาะสมกับการยึดติดกับเรซินโมโนเมอร์ในสารยึดติดต่อไป

ลักษณะความล้มเหลวที่พบในการศึกษานี้แม้ว่าส่วนใหญ่เป็นแบบความเชื่อมแน่นล้มเหลวในเฟลด์สปาทิกเซรามิก โดยกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 ที่มีการทาสารคู่ควบไซเลนก่อนใช้สารยึดติดมีลักษณะเกิดความเชื่อมแน่นล้มเหลวในเฟลด์สปาทิกเซรามิกมากกว่ากลุ่มที่ 3 ซึ่งสัมพันธ์กับค่ากำลังแรงยึดเหนี่ยวที่สูงกว่า และมีโอกาสเกิดการยึดติดทางเคมีระหว่างเรซินคอมโพสิตและเฟลด์สปาทิกเซรามิกที่ดีกว่ากลุ่มที่ 3 ในขณะที่กลุ่มที่ 3 พบลักษณะความล้มเหลวในชั้นแอตชีฟมากกว่ากลุ่มอื่นๆ และเนื่องจากความล้มเหลวที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่เป็นแบบความเชื่อมแน่นล้มเหลวในเฟลด์สปาทิกเซรามิกจึงอาจอนุมานได้ว่าการยึดติดภายในเนื้อของเฟลด์สปาทิกเซรามิกมีค่ามากกว่าการยึดติดของเรซินคอมโพสิตกับเฟลด์สปาทิกเซรามิก

จากผลการศึกษาดังกล่าวนำมาสู่แนวทางการใช้งานในคลินิกเช่นเดียวกับที่ Kalavacharla และคณะ⁽¹³⁾ และ Chen และคณะ⁽¹⁴⁾ ได้สนับสนุนให้ใช้สารคู่ควบไซเลนเตรียมพื้นผิวกลาสเซรามิกก่อนใช้ยูนิเวอร์แซลแอตชีฟ เพื่อยึดติดกับเรซินคอมโพสิตหรือเรซินซีเมนต์ในชั้นถัดไป

สรุป

ภายใต้ข้อจำกัดของการศึกษาสรุปได้ว่าการใช้สารคู่ควบไซเลนช่วยเพิ่มค่าความแข็งแรงยึดเหนี่ยวระหว่างเรซินคอมโพสิตและเฟลด์สปาทิกเซรามิก ทั้งการใช้ร่วมกับระบบสารยึดติดแบบดั้งเดิมและซิงเกิลบอนด์ยูนิเวอร์แซลแอตชีฟ

เอกสารอ้างอิง

- dos Santos JG, Fonseca RG, Adabo GL, dos Santos Cruz CA. Shear bond strength of metal-ceramic repair systems. *J Prosthet Dent* 2006; 96(3):165-173.
- Tulunoglu IF, Beydemir B. Resin shear bond strength to porcelain and a base metal alloy using two polymerization schemes. *J Prosthet Dent* 2000; 83(2):181-186.
- Kimmich M, Stappert CF. Intraoral treatment of veneering porcelain chipping of fixed dental restorations: a review and clinical application. *J Am Dent Assoc* 2013; 144(1):31-44.
- Ozcan M. Evaluation of alternative intra-oral repair techniques for fractured ceramic-fused-to-metal restorations. *J Oral Rehabil* 2003; 30(2):194-203.
- Matinlinna JP, Lassila LV, Ozcan M, Yli-Urpo A, Vallittu PK. An introduction to silanes and their clinical applications in dentistry. *Int J Prosthodont* 2004; 17(2):155-164.
- Lung CY, Matinlinna JP. Aspects of silane coupling agents and surface conditioning in dentistry: an overview. *Dent Mater* 2012; 28(5):467-477.
- Alex G. Preparing porcelain surfaces for optimal bonding. *Compend Contin Educ Dent* 2008; 29(6):324-335.
- Chen JH, Matsumura H, Atsuta M. Effect of different etching periods on the bond strength of a composite resin to a machinable porcelain. *J Dent* 1998; 26(1):53-58.
- Guler AU, Yilmaz F, Yenisey M, Guler E, Ural C. Effect of acid etching time and a self-etching adhesive on the shear bond strength of composite resin to porcelain. *J Adhes Dent* 2006; 8(1):21-25.
- Spohr AM, Sobrinho LC, Consani S, Sinhoreti MA, Knowles JC. Influence of surface conditions and silane agent on the bond of resin to IPS Empress 2 ceramic. *Int J Prosthodont* 2003; 16(3):277-282.
- Kupiec KA, Wuertz KM, Barkmeier WW, Wilwerding TM. Evaluation of porcelain surface treatments and agents for composite-to-porcelain repair. *J Prosthet Dent* 1996; 76(2):119-124.

12. Shahverdi S, Canay S, Sahin E, Bilge A. Effects of different surface treatment methods on the bond strength of composite resin to porcelain. *J Oral Rehabil* 1998; 25(9):699-705.
13. Kalavacharla VK, Lawson NC, Ramp LC, Burgess JO. Influence of etching protocol and silane treatment with a universal adhesive on lithium disilicate bond strength. *Oper Dent* 2015; 40(4):372-378.
14. Chen L, Shen H, Suh BI. Effect of incorporating BisGMA resin on the bonding properties of silane and zirconia primers. *J Prosthet Dent* 2013; 110(5):402-407.



Faculty of Dentistry
Chiang Mai University

Cleft Center

Dental Hospital, Faculty of Dentistry, Chiang Mai University



From Cleft to Sm:)e

by our hearts



*For more information or donation please contact
Department of Orthodontics and Pedodontics
Faculty of Dentistry, Chiang Mai University
Tel. 053-944464-65*