ผลของไพรเมอร์และสารยึดติดที่มีเท็นเอ็มดีพีเป็นส่วนประกอบต่อความแข็งแรงยึดเฉือนระดับจุลภาคระหว่างเซลฟ์แอดฮีซีฟเรซินซีเมนต์กับเซอร์โคเนีย

Effect of 10-MDP-containing Primers and Adhesives on the Micro-shear Bond Strength Between Self-adhesive Resin Cement and Zirconia

ธารินทร์ เพียงสุข[1], ธีระพงษ์ ม้ามณี[1], ศิริพงศ์ ศิริมงคลวัฒนะ[1]
[1]ภาควิชาทันตกรรมบูรณะและปริทันตวิทยา คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Tarin Piangsuk[1], Teerapong Mamanee[1], Siripong Sirimongkolwattana[1]
[1]Department of Restorative Dentistry and Periodontology, Faculty of Dentistry, Chiang Mai University

ชม. ทันตสาร 2561; 39(3) : 81-90
CM Dent J 2018; 39(3) : 81-90

Received : April 2, 2018
Revised : May 4, 2018
Accepted : May 28, 2018

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์เพื่อศึกษาค่าความแข็งแรงยึดเฉือนระดับจุลภาคของเรซินซีเมนต์ชนิดรีไลย์เอกซ์ยูนิเซ็มและเซอร์โคเนีย หลังปรับสภาพพื้นผิวด้วยไพรเมอร์และสารยึดติดที่มีเท็นเอ็มดีพีเป็นส่วนประกอบ ชิ้นงานเซรามิกรูปร่างทรงกระบอกจำนวน 30 ชิ้น ถูกนำไปยึดในท่อโลหะและขัดเรียบ แบ่งชิ้นงานเป็น 6 กลุ่มโดยการสุ่ม และได้รับการปรับสภาพพื้นผิวด้วยไพรเมอร์และสารยึดติดที่แตกต่างกัน เรซินซีเมนต์ชนิดรีไลย์เอกซ์ยูนิเซ็มถูกยึดกับชิ้นงานโดยฉีดลงในท่อพอลิเอทิลีนรูปทรงกระบอกเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.8 มิลลิเมตร และสูง 0.5 มิลลิเมตร จำนวน

Abstract

The purpose of this study was to evaluate the micro-shear bond strength between RelyX™ Unicem resin cement and zirconia after treated with different universal primers and adhesives. Thirty cylindrical-shaped zirconia were embedded into metal mold and polished. The specimens were randomly divided into six groups and surface treated with different universal primers and adhesives. RelyX™ Unicem resin cement was then cemented on to each specimen by injecting the cement into cylindrical-shaped polyethylene tube

Corresponding Author:

ธีระพงษ์ ม้ามณี
อาจารย์ ทันตแพทย์ ดร. ภาควิชาทันตกรรมบูรณะและปริทันตวิทยา
คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Teerapong Mamanee
Lecturer Dr., Department of Restorative Dentistry
and Periodontology, Faculty of Dentistry, Chiang Mai University,
Chiang Mai, 50200, Thailand
E-mail: ***teerapong.m@cmu.ac.th***

4 แท่งต่อ 1 ชิ้นงาน รวมมีแท่งเรซินซีเมนต์ 20 แท่งต่อ 1 กลุ่ม (n=20) แช่ชิ้นทดสอบในน้ำกลั่นอุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นทดสอบความแข็งแรงยึดเฉือนระดับจุลภาค และดูลักษณะการแตกหักด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง ผลการศึกษาพบว่าค่าความแข็งแรงยึดเฉือนระดับจุลภาคของกลุ่มที่ปรับสภาพพื้นผิวด้วยสารยึดติดชนิดซิงเกิลบอนด์ยูนิเวอร์แซล (24.90±2.50 MPa) สูงที่สุดที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (p<0.05) การปรับสภาพพื้นผิวด้วยสารยึดติดชนิดเคลียร์ฟิลไตรเอสยูนิเวอร์แซลบอนด์ (22.34±2.00 MPa) และเคลียร์ฟิลเซรามิกไพรเมอร์พลัส (22.17±1.59 MPa) มีค่าความแข็งแรงยึดเฉือนระดับจุลภาคมากกว่าอัลลอยไพรเมอร์ (17.98±1.66 MPa) และซีสีดเอ็นโอเพคไพรเมอร์ (17.94±1.81 MPa) และทุกกลุ่มทดลองมีค่าความแข็งแรงยึดเฉือนระดับจุลภาคมากกว่ากลุ่มที่ไม่ได้ปรับสภาพพื้นผิว (15.89±2.27) อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (p<0.05)

คำสำคัญ: ความแข็งแรงยึดเฉือนระดับจุลภาค เซอร์โคเนีย การปรับสภาพพื้นผิวทางเคมี ไพรเมอร์และสารยึดติด

which was 0.8 millimeter in diameter and 0.5 millimeter in height. Four tubes were fixed on one specimen. As a result, there were 4 resin cement rods on each specimen and 20 rods in each group (n=20). All specimens were stored in distilled water at 37°C for 24 hours. The micro-shear bond strength test was performed. The mode of failure was inspected under stereomicroscope. The result showed that the highest micro-shear bond strength was found in specimen treated with Single Bond Universal™ adhesive (24.90±2.50 MPa). Micro-shear bond strength of the groups treated with Clearfil™ S^3 Universal Bond (22.34±2.00 MPa) and Clearfil™ Ceramic Primer Plus (22.17±1.59 MPa) were higher than that of groups treated with Alloy Primer (17.98±1.66 MPa) and Cesead N Opaque Primer (17.94±1.81 MPa). Every experimental group showed significantly higher micro-shear bond strength than control group (15.89±2.27 MPa).

Keywords: micro-shear bond strength, zirconia, chemical surface treatment, primers and adhesives.

บทนำ

การบูรณะฟันแบบเซรามิกล้วน (all-ceramic restorations) ได้รับความนิยมสูงขึ้น เนื่องจากมีความสวยงามและเข้ากับเนื้อเยื่อได้ดี (good biocompatibilty)[1] แต่มีข้อด้อยคือ แตกหรือบิ่นง่าย จึงมีการพัฒนาคุณสมบัติเชิงกลของเซรามิกทางทันตกรรม (dental ceramics) ให้ดีขึ้นเพื่อใช้บูรณะฟัน[2]

เซรามิกทางทันตกรรมที่มีองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นผลึก (polycrystalline ceramics) เช่น เซอร์โคเนีย (zirconia) เป็นเซรามิกกลุ่มที่มีความแข็งแรงมากที่สุด[2] เซอร์โคเนียมีค่ากำลังดัดขวาง 900-1200 เมกะปาสคาล (megapascel: MPa) ความต้านทานต่อการแตกหัก (fracture resistance) มากกว่า 2000 นิวตัน (newton) และมีค่าความทนต่อการแตกหัก (fracture toughness) 9-10 เมกะปาสคาลต่อตารางเมตร (MPa/m^2) มีอัตราการคงอยู่ (survival rate) สูง[3-5] สามารถใช้บูรณะฟันที่รับแรงบดเคี้ยวสูง[4,6] นำมาใช้ในงานทันตกรรม เช่น ครอบฟัน สะพานฟัน และรากเทียม[7,8]

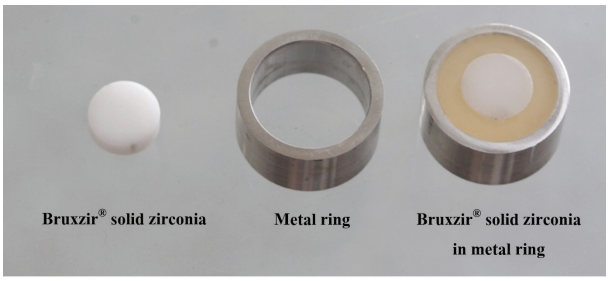
ขั้นตอนการยึดติดชิ้นงานบูรณะเซอร์โคเนียกับฟัน (cementation) ด้วยเรซินซีเมนต์ มีผลต่ออัตราการคงอยู่ของชิ้นงาน[9] เนื่องจากสามารถเพิ่มความแข็งแรงให้กับเซอร์โคเนียและลดการรั่วซึมตามขอบ (marginal leakage)[10]

จากการศึกษาการปรับสภาพพื้นผิวพบว่าเซอร์โคเนียต่างจากเซรามิกชนิดอื่นคือ ไม่มีซิลิกา (silica) เป็นส่วนประกอบ จึงไม่เกิดพันธะเคมี (chemical bond) กับไซเลน (silane) และไม่สามารถใช้กรดกัดผิวให้ขรุขระได้ ทำให้เกิดการยึดติดเชิงกลกับเรซินซีเมนต์ได้ยาก[9,11] การเป่าทราย (sandblast) ร่วมกับการใช้ไพรเมอร์ (primer) หรือสารยึดติด (adhesive) ที่มีมอนอเมอร์ทำงาน (functional monomer) เท็นเอ็มดีพี (10-MDP; 10-methacryloyloxydecyl-dihydrogenphosphate) เป็นส่วนประกอบเป็นวิธีการปรับสภาพพื้นผิวเซอร์โคเนียเพื่อเพิ่มการยึดติดกับเรซินซีเมนต์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ[9,11,12] เนื่องจากหมู่ฟอสเฟต (phosphate group) ของเท็นเอ็มดีพีทำปฏิกิริยากับชั้นออกไซด์ของเซอร์โคเนียทำให้เกิดพันธะเคมี[13] ซึ่งปัจจุบันไพรเมอร์และสารยึดติดหลายชนิดมีเท็นเอ็มดีพีเป็นส่วนประกอบเพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการยึดติดกับชิ้นงานบูรณะเซอร์โคเนีย[14]

ไพรเมอร์และสารยึดติดชนิดยูนิเวอร์แซล (primers and universal adhesives) ถูกพัฒนาให้สามารถใช้กับฟันและวัสดุบูรณะหลายชนิด เนื่องจากมีส่วนประกอบหลายชนิด เช่น มอนอเมอร์ทำงานเท็นเอ็มดีพี ไซเลน และเรซินมอนอเมอร์[14] สารเหล่านี้อาจส่งผลต่อกันและมีผลต่อค่าความแข็งแรงยึดติด (bond strength) ระหว่างเรซินซีเมนต์กับเซอร์โคเนีย จึงเป็นที่มาของสมมติฐานงานวิจัย คือ ชนิดของไพรเมอร์และสารยึดติดชนิดยูนิเวอร์แซลที่มีเท็นเอ็มดีพี ไม่มีผลต่อความแข็งแรงยึดเฉือนระดับจุลภาคระหว่างเซอร์โคเนียและเรซินซีเมนต์ที่มีมอนอเมอร์ทำงานหมู่ฟอสเฟตเป็นส่วนประกอบ

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

สร้างชิ้นงานเซอร์โคเนียยี่ห้อบรักเซอร์โซลิด (Bruxzir® solid zirconia, Glidewell Dental Laboratories, USA) จากการตัดแต่ง (milling) ได้ชิ้นงานรูปทรงกระบอก เส้นผ่านศูนย์กลาง 10 มิลลิเมตร และหนา 3 มิลลิเมตร จำนวน 30 ชิ้น (รูปที่ 1) ยึดชิ้นงานลงบริเวณศูนย์กลางท่อโลหะขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 มิลลิเมตร สูง 10 มิลลิเมตร ด้วยอะคริลิกเรซินบ่มเองยี่ห้อเทมพรอน (Tempron, GC, Japan) จากนั้นขัดชิ้นงานให้เรียบและมีระนาบเดียวกับ



รูปที่ 1 *แสดงลักษณะของชิ้นงานก่อนการปรับสภาพพื้นผิว*

Figure 1 *Specimen for surface treatment*

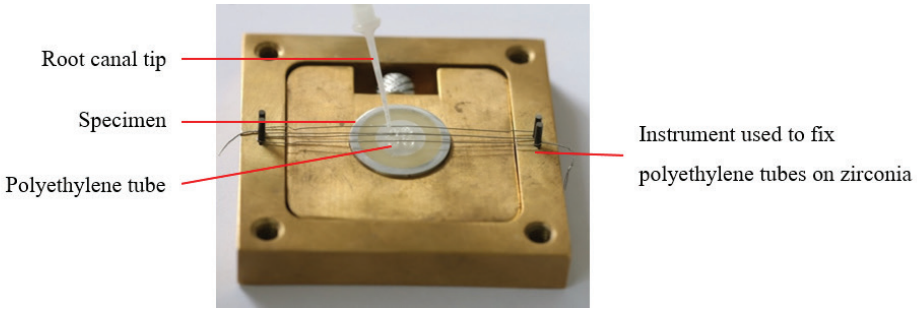
อะคริลิกเรซินด้วยกระดาษทรายความละเอียด 400 600 800 1200 และ 1500 กริต (grit) ตามลำดับร่วมกับน้ำ ทำความสะอาดชิ้นงานด้วยเครื่องทำความสะอาดอัลตราโซนิก (ultrasonic cleaner) ร่วมกับน้ำกลั่น นาน 10 นาที และเป่าแห้ง แบ่งชิ้นงานด้วยการสุ่มเป็น 6 กลุ่ม กลุ่มละ 5 ชิ้น ตามวิธีการปรับสภาพพื้นผิวเซรามิกและวัสดุที่ใช้ในงานวิจัย (ตารางที่ 1)

กลุ่มที่ 1 กลุ่มควบคุม ไม่มีการปรับสภาพพื้นผิวเซอร์โคเนีย กลุ่มที่ 2 ปรับสภาพพื้นผิวเซอร์โคเนียด้วยการทาซีสีดเอ็นโอเพคไพรเมอร์ (Cesead N Opaque Primer, Kuraray Noritake Dental, Japan) ทิ้งไว้ 30 วินาที กลุ่มที่ 3 ปรับสภาพพื้นผิวเซอร์โคเนียด้วยการทาอัลลอยไพรเมอร์ (Alloy primer, Kuraray Noritake Dental, Japan) ทิ้งไว้จนแห้ง กลุ่มที่ 4 ปรับสภาพพื้นผิวเซอร์โคเนียด้วยการทาสารยึดติดชนิดเคลียร์ฟิลไตรเอสยูนิเวอร์แซลบอนด์ (Clearfil™ S^3 Universal Bond, Kuraray Noritake Dental, Japan) ทิ้งไว้ 5 วินาที เป่าลม 5 วินาที กลุ่มที่ 5 ปรับสภาพพื้นผิวเซอร์โคเนียด้วยสารยึดติดชนิดซิงเกิลบอนด์ยูนิเวอร์แซล (Single Bond Universal™, 3M ESPE, USA) ทิ้งไว้ 20 วินาที เป่าลม 5 วินาที กลุ่มที่ 6 ปรับสภาพพื้นผิวเซอร์โคเนียด้วยการทาเคลียร์ฟิลเซรามิกไพรเมอร์พลัส (Clearfil™ Ceramic Primer Plus, Kuraray Noritake Dental, Japan) ทิ้งไว้ 5 วินาที เป่าลม 5 วินาที

การเตรียมชิ้นทดสอบ

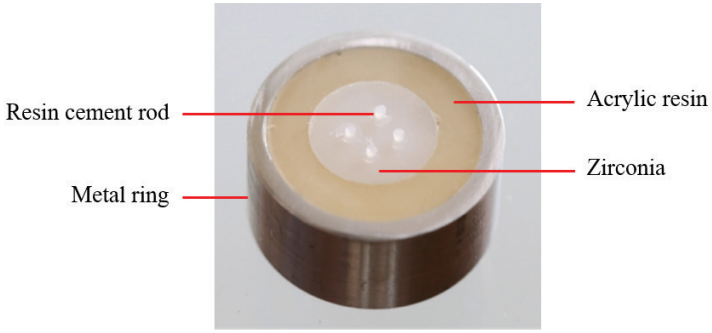
สร้างแบบหล่อการยึดติดระหว่างเรซินเซเมนต์กับชิ้นงานเซอร์โคเนียโดยการตัดท่อพอลิเอทิลีน (polyethylene tube) เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.8 มิลลิเมตร ให้มีความสูง 0.5

มิลลิเมตรและเป็นระนาบเดียวกันด้วยเครื่องตัด จำนวน 120 แท่ง จากนั้นวางแบบหล่อบนพื้นผิวเซอร์โคเนียที่ปรับสภาพแล้ว จำนวน 4 แท่งต่อ 1 ชิ้นงาน กดท่อพอลิเอทิลีนให้แนบกับชิ้นงานโดยใช้อุปกรณ์กำหนดตำแหน่งช่วยยึด (รูปที่ 2) จากนั้นผสมเรซินซีเมนต์รีไลย์เอกซ์ยูนิเซ็ม (RelyX™ Unicem, 3M ESPE, USA) โดยใช้เครื่องกดบริเวณท้ายของแคปซูลทิ้งไว้ 4 วินาที ก่อนนำไปปั่นด้วยเครื่องปั่นอะมัลกัม (amalgamator) 15 วินาที ต่อปลายฉีดเรซินซีเมนต์ด้วยหัวต่อสำหรับคลองรากฟัน (root canal tip) และฉีดเรซินซีเมนต์ให้เต็มท่อพอลิเอทิลีน (รูปที่ 2) ฉายแสงเรซินซีเมนต์ด้วยเครื่องฉายแสงชนิดบลูเฟสแอลอีดี (Bluephase® LED curing light, Ivoclar Vivadent, Liechtenstein) รูปแบบความเข้มแสงต่ำไปสูง (soft start mode) ความเข้มแสง 1200 มิลลิวัตต์ต่อตารางเซนติเมตร (mW/cm^2) เป็นเวลา 20 วินาที โดยวางปลายท่อนำแสงตั้งฉากและห่างจากผิวเซรามิก 1 มิลลิเมตร เมื่อเรซินซีเมนต์แข็งตัวใช้ใบมีดกรีดท่อพอลิเอทิลีนให้ขาดออกจากกันในแนวตั้ง แกะออกอย่างระมัดระวัง ได้แท่งเรซินซีเมนต์ 4 แท่งยึดติดอยู่บนเซอร์โคเนียที่ฝังในท่อโลหะรูปทรงกระบอก (รูปที่ 3) นำชิ้นทดสอบไปแช่น้ำกลั่นในตู้ควบคุมอุณหภูมิ (Incubator; Memmert BE-200, Memmert GmbH, Germany) ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง



รูปที่ 2 *การยึดเรซินซีเมนต์บนชิ้นงานเซอร์โคเนีย*

Figure 2 *Resin cement is luted on zirconia*



รูปที่ 3 *ชิ้นทดสอบเซอร์โคเนียยึดกับเรซินซีเมนต์หลังแกะแบบหล่อ*

Figure 3 *Resin cement bonded with zirconia after molds are removed*

การทดสอบความแข็งแรงยึดเฉือนระดับจุลภาค

นำชิ้นทดสอบมาทดสอบความแข็งแรงยึดเฉือนระดับจุลภาค ด้วยเครื่องทดสอบอินสทรอน (Instron® 5566 testing machine, Instron Engineering Corporation, USA) ด้วยความเร็ว 1 มิลลิเมตรต่อนาที (mm/min) โดยใช้ลวดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.2 มิลลิเมตร คล้องรอบแกนแท่งเรซินซีเมนต์ที่เตรียมไว้และสัมผัสบริเวณรอยต่อระหว่างเรซินซีเมนต์กับเซอร์โคเนีย (รูปที่ 4) บันทึกค่าความแข็งแรงยึดเฉือนระดับจุลภาคสูงสุดที่ทำให้แท่งเรซินซีเมนต์หลุด วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยการจำแนกความแปรปรวนแบบทางเดียว (one-way ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มด้วยการเปรียบเทียบเชิงซ้อนชนิดทูกีย์ (Tukey's test) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (p<0.05)

การศึกษาลักษณะความล้มเหลวบริเวณแตกหัก

นำชิ้นทดสอบทั้งหมดมาตรวจสอบลักษณะความล้มเหลวบริเวณรอยแตกด้วยกล้องจุลทรรศน์ใช้แสงแบบสเตอริโอ (stereomicroscope) จำแนกความล้มเหลวเป็น 3 แบบดัดแปลงจาก de Souza และคณะดังนี้[15]

แบบที่ 1 ความล้มเหลวระหว่างชั้นเซอร์โคเนียกับเรซินซีเมนต์ (adhesive failure at the ceramic-resin cement interface) ร้อยละ 70 ขึ้นไป แบบที่ 2 ความล้มเหลวในชั้นเรซินซีเมนต์ (cohesive failure in the resin cement) มีการแตกหักในชั้นเรซินซีเมนต์มากกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 70 ร่วมกับมีการแตกหักระหว่างชั้นเซอร์โคเนียกับเรซินซีเมนต์น้อยกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 30 แบบที่ 3 ความล้มเหลวแบบผสม (mixed failure) คือ มีการแตกหักทั้งระหว่างชั้น

ตารางที่ 1 *แสดงวัสดุที่ใช้ในงานวิจัย*

Table 1 *Materials used in this research.*

Product names and manufacturers	Compositions	Lot number
Bruxzir® solid zirconia (Glidewell Dental Laboratories, USA)	High purity zirconia	-
Cesead N Opaque Primer (Kuraray Noritake Dental, Japan)	10-MDP, initiator, solvent	1P0026
Alloy Primer (Kuraray Noritake Dental, Japan)	VBATDT, 10- MDP, acetone	B20088
Clearfil™ S^3 Universal Bond (Kuraray Noritake Dental, Japan)	10-MDP, Bis-GMA, HEMA, hydrophilic aliphatic dimethacrylate, hydrophobic aliphatic methacrylate, initiator, colloidal silica, silane coupling agent, NaF, ethanol, water	4K0025
Single Bond Universal™ (3M ESPE, USA)	MDP, dimethacrylate resins, HEMA, methacrylate-modified polyalkenoic acid copolymer, filler, ethanol, water, initiators, silane	663411
Clearfil™ Ceramic Primer Plus (Kuraray Noritake Dental, Japan)	10-MDP, 3-TMSPMA, ethanol	5k0013
RelyX™ Unicem (3M ESPE, USA)	Powder; glass powder, initiator, silica, substituted pyrimidine, calcium hydroxide, peroxy compound and pigment Liquid; methacrylate phosphoric ester, dimethacrylate acetate, stabilizer and initiator	641691

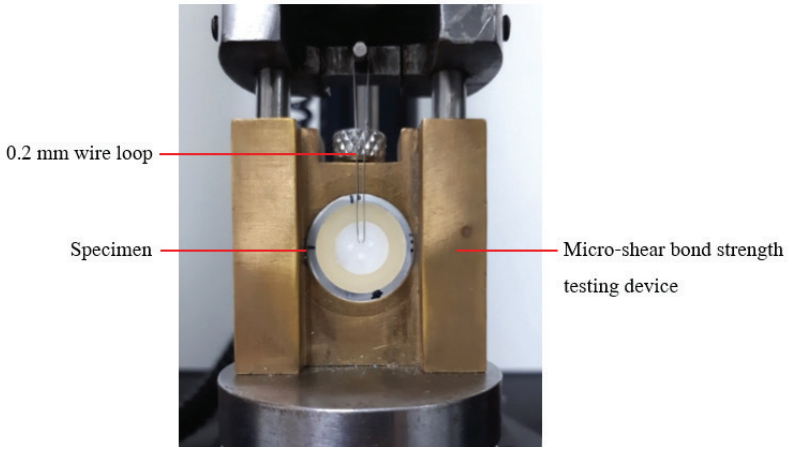
10-MDP; 10-methacryloyloxydecyl-dihydrogenphosphate

VBATDT; 6-(4-vinylbenzyl-N-propyl) amino-1,3,5-triazine-2,4-dithione

Bis-GMA; Bisphenol A diglycidyl methacrylate

HEMA; Hydroxyethyl methacrylate

3-TMSPMA; 3-trimethoxysilylpropyl methacrylate



รูปที่ 4 *ทดสอบความแข็งแรงยึดเฉือนระดับจุลภาคด้วยอัตราเร็วหัวกด 1 มม. ต่อ นาที*

Figure 4 *Micro-shear bond strength test with cross-head speed 1 mm/min*

เซอร์โคเนียกับเรซินซีเมนต์ และในเนื้อเรซินซีเมนต์ โดยการแตกหักของชั้นใดชั้นหนึ่งอยู่ระหว่างร้อยละ 30-70

ผลการศึกษา

ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงยึดเฉือนระดับจุลภาคของกลุ่มทดสอบทั้ง 6 กลุ่มและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานดังแสดงในตารางที่ 2 พบว่ากลุ่มที่ได้รับการปรับสภาพพื้นผิวด้วยสารยึดติดชนิดซิงเกิลบอนด์ยูนิเวอร์แซลมีค่าความแข็งแรงยึดเฉือนระดับจุลภาคสูงกว่ากลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (p<0.05) กลุ่มที่ได้รับการปรับสภาพพื้นผิวด้วยสารยึดติดชนิดเคลียร์ฟิลไตรเอสยูนิเวอร์แซลบอนด์และเคลียร์ฟิลเซรามิกไพรเมอร์พลัสมีค่าความแข็งแรงยึดเฉือนระดับจุลภาคมากกว่า ซีสีดเอ็นโอเพคไพรเมอร์ และอัลลอยไพรเมอร์ และทุกกลุ่มทดลองให้ค่าความแข็งแรงยึดเฉือนระดับจุลภาคมากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (p<0.05)

ผลการศึกษาลักษณะความล้มเหลวบริเวณแตกหัก

การศึกษานี้พบลักษณะความล้มเหลวบริเวณแตกหัก 3 แบบ คือ การแตกหักบริเวณรอยต่อระหว่างเนื้อฟันกับเรซินซีเมนต์ (adhesive failure) การแตกหักแบบผสม (mixed failure) และการแตกหักในเนื้อเรซินซีเมนต์ (cohesive failure in resin cement) ร้อยละของลักษณะความล้มเหลวบริเวณแตกหักของทุกกลุ่มการทดลองแสดงดังตารางที่ 3

ผลการศึกษาพบลักษณะการแตกหักระหว่างชั้นยึดติดมากที่สุดในกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ปรับสภาพพื้นผิวเซอร์โคเนียด้วยอัลลอยไพรเมอร์แต่ไม่พบลักษณะดังกล่าวในกลุ่มที่ใช้สารยึดติดชนิดซิงเกิลบอนด์ยูนิเวอร์แซล ในกลุ่มที่ปรับสภาพพื้นผิวด้วยซีสีดเอ็นโอเพคไพรเมอร์ เคลียร์ฟิลเซรามิกไพรเมอร์พลัส เคลียร์ฟิลยูนิเวอร์แซลบอนด์ และซิงเกิลบอนด์ยูนิเวอร์แซลพบลักษณะการแตกหักแบบผสมมากที่สุด และพบการแตกหักในชั้นของเรซินซีเมนต์ในทุกกลุ่มทดลอง

อภิปรายผลการศึกษา

ผลการศึกษาปฏิเสธสมมติฐานงานวิจัย การปรับสภาพพื้นผิวด้วยไพรเมอร์และสารยึดติดชนิดต่าง ๆ ไม่มีผลต่อค่าเฉลี่ยกำลังยึดเฉือนระดับจุลภาคระหว่างเซอร์โคเนียชนิดบรักเซอร์โซลิดกับเรซินซีเมนต์ชนิดรีไลย์เอกซ์ยูนิเซ็ม อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (p<0.05)

การศึกษานี้ใช้ไพรเมอร์และสารยึดติดชนิดยูนิเวอร์-แซลที่มีเท็นเอ็มดีพีเป็นส่วนประกอบ ไพรเมอร์ที่ใช้ในการศึกษานี้คือ ซีสีดเอ็นโอเพคไพรเมอร์มีหมู่ทำงานฟอสเฟต

ชนิดเท็นเอ็มดีพี สามารถยึดติดโลหะผสมพื้นฐาน (base metal alloy) กับเรซินซีเมนต์ อัลลอยไพรเมอร์มีมอนอเมอร์ทำงานเท็นเอ็มดีพีและวีบีเอทีดีที่ใช้ในการยึดเรซินซีเมนต์กับโลหะผสมพื้นฐานและโลหะผสมมีตระกูล (noble alloys) เคลียร์ฟิลเซรามิกไพรเมอร์พลัสมีมอนอเมอร์ทำงานเท็นเอ็มดีพีและไซเลนเป็นส่วนประกอบ สามารถใช้ปรับสภาพพื้นผิวโลหะผสมพื้นฐานและเซรามิก กลุ่มสารยึดติดมีมอนอเมอร์ทำงานในเรซินมอนอเมอร์ สารยึดติดชนิดซิงเกิลบอนด์ยูนิเวอร์แซลมีมอนอเมอร์ทำงานเท็นเอ็มดีพี ไซเลน และ ไวทรีบอนด์โคพอลิเมอร์ (Vitrebond™ copolymer) สารยึดติดชนิดเคลียร์ฟิลไตรเอสยูนิเวอร์-แซลบอนด์มีมอนอเมอร์ทำงานเท็นเอ็มดีพีและไซเลน สารยึดติดทั้งสองชนิดสามารถใช้ปรับสภาพพื้นผิวโพรงฟันและวัสดุบูรณะโลหะผสมพื้นฐานและเซรามิก เซลฟ์แอดฮีซีฟเรซินซีเมนต์ชนิดรีไลย์เอกซ์ยูนิเซ็มสามารถยึดติดกับเซอร์โคเนียได้ด้วยปฏิกิริยาทางเคมี เนื่องจากมีมอนอเมอร์ทำงานเป็นอนุพันธ์ของกรดฟอสฟอริก จากการศึกษาพบว่าเรซินซีเมนต์ชนิดนี้ให้ค่าการยึดติดกับเซอร์โคเนียสูงกว่าเซลฟ์แอดฮีซีฟเรซินซีเมนต์ชนิดอื่น[16-18]

ผลการศึกษาพบว่าค่าความแข็งแรงยึดเฉือนระดับจุลภาคของทุกกลุ่มทดสอบมีค่ามากกว่า 10- 13 เมกะปาสคาล ซึ่งยอมรับได้เมื่อมีการใช้งานทางคลินิก[17] กลุ่มที่ได้รับการปรับสภาพพื้นผิวด้วยสารยึดติดชนิดซิงเกิลบอนด์ยูนิเวอร์แซล เคลียร์ฟิลไตรเอสยูนิเวอร์แซลบอนด์ และกลุ่มที่ได้รับการปรับสภาพพื้นผิวด้วยไพรเมอร์ชนิดเคลียร์ฟิลเซรามิกไพรเมอร์พลัส อัลลอยไพรเมอร์ และซีสีดเอ็นโอเพคไพรเมอร์

ตารางที่ 2 *ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงยึดเฉือนระดับจุลภาคและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของทุกกลุ่มการทดลอง*

Table 2 *Means and standard deviations of micro-shear bond strength from all experimental groups*

Surface treatment	Means and standard deviations of micro-shear bond strength (MPa)
No treatment (control)	15.89 ± 2.27^{A}
Cesead N Opaque Primer	17.94 ± 1.81^{B}
Alloy Primer	17.98 ± 1.66^{B}
Clearfil™ S^3 Universal Bond	22.34 ± 2.00^{C}
Single Bond Universal™	24.90 ± 2.50^{D}
Clearfil™ Ceramic Primer Plus	22.17 ± 1.59^{C}

Means with the same upper case superscript letters are not significantly different ($p>0.05$)

ตารางที่ 3 *ลักษณะความล้มเหลวที่เกิดขึ้นในแต่ละกลุ่มทดลอง*

Table 3 *Modes of failure of each experimental group*

Surface treatment	Adhesive failure (%)	Mixed failure (%)	Cohesive failure in resin cement (%)
No treatment (Control)	55	40	5
Cesead N Opaque Primer	35	40	25
Alloy Primer	55	40	5
Clearfil™ S^3 Universal Bond	5	70	25
Single Bond Universal™	0	55	45
Clearfil™ Ceramic Primer Plus	5	85	10

มีค่าความแข็งแรงยึดเฉือนระดับจุลภาคสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05) สอดคล้องกับการศึกษาอื่นที่พบว่าการปรับสภาพพื้นผิวของเซอร์โคเนียด้วยไพรเมอร์หรือสารยึดติดที่มีส่วนประกอบของมอนอเมอร์ทำงานเท็นเอ็มดีพีทำให้ค่าความแข็งแรงยึดติดระหว่างเรซินซีเมนต์กับเซอร์โคเนียสูงขึ้น[17,19,20] เนื่องจากเกิดพันธะเคมีระหว่างหมู่ฟอสเฟตของเท็นเอ็มดีพีกับชั้นออกไซด์ของเซอร์โคเนีย[13] นอกจากนี้ Chen และคณะพบว่าเท็นเอ็มดีพีที่มีความเข้มข้นสูงทำให้ค่าความแข็งแรงยึดเฉือนระหว่างเรซินซีเมนต์กับเซอร์โคเนียมากขึ้น[21]

จากผลการศึกษาพบว่ากลุ่มที่ปรับสภาพพื้นผิวด้วยสารยึดติดชนิดซิงเกิลบอนด์ยูนิเวอร์แซลและเคลียร์ฟิลยูนิเวอร์แซลบอนด์มีค่าความแข็งแรงยึดเฉือนระดับจุลภาคมากกว่ากลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05) สอดคล้องกับการศึกษาของ de Souza และคณะ ซึ่งพบว่าการปรับสภาพพื้นผิวเซอร์โคเนียก่อนการยึดด้วยเรซินซีเมนต์ด้วยสารยึดติดที่มีเท็นเอ็มดีพีเป็นส่วนประกอบให้ค่าความแข็งแรงยึดดึงระดับจุลภาคสูงกว่าการใช้ไพรเมอร์และเรซินซีเมนต์ที่มีเท็นเอ็มดีพีเป็นส่วนประกอบ เนื่องจากการใช้สารยึดติดสามารถเพิ่มความเปียก (wettability) ให้กับเรซินซีเมนต์ มีค่ามุมสัมผัส (contact angle) ระหว่างเซอร์โคเนียกับเรซินซีเมนต์ลดลง ทำให้เรซินซีเมนต์ไหลแผ่บนพื้นผิวเซอร์โคเนียได้ดี ทำให้มีค่าความแข็งแรงยึดติดสูงกว่ากลุ่มอื่น[15,22,23] นอกจากนี้พบว่าค่าความแข็งแรงยึดเฉือนระดับจุลภาคของซิงเกิลบอนด์ยูนิเวอร์แซล มีค่าสูงกว่ากลุ่มที่ใช้สารยึดติดชนิดเคลียร์ฟิลไตรเอสยูนิเวอร์แซลบอนด์อย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05) โดยอาจเกิดจากระยะเวลาการปรับสภาพพื้นผิวเซอร์โคเนียด้วยสารยึดติดนานกว่าทำให้สารยึดติดสามารถเกิดปฏิกิริยาเคมีกับพื้นผิวเซอร์โคเนียมากกว่า หรือเกิดจากปฏิกิริยาเคมีระหว่างหมู่คาร์บอกซิลิกในสารประกอบไวทรีบอนด์โคพอลิเมอร์ในซิงเกิลบอนด์ยูนิเวอร์แซลกับพื้นผิวของเซอร์โคเนีย สอดคล้องกับการศึกษาของ Magne และคณะ ซึ่งพบว่าการปรับสภาพพื้นผิวเซอร์โคเนียก่อนการยึดเรซินซีเมนต์ด้วยสารประกอบที่มีหมู่ฟอสเฟตและหมู่คาร์บอกซิลิกมีค่าความแข็งแรงยึดเฉือนสูงกว่าการใช้สารยึดติดที่มีหมู่ฟอสเฟตเพียงอย่างเดียว[24]

กลุ่มที่ใช้ไพรเมอร์ชนิดซีสีดเอ็นโอเพคไพรเมอร์ อัลลอยไพรเมอร์ และเคลียร์ฟิลเซรามิกไพรเมอร์พลัส ปรับสภาพพื้นผิวเซอร์โคเนียก่อนยึดด้วยเรซินซีเมนต์ชนิดรีไลย์เอกซ์-ยูนิเซ็มมีค่าความแข็งแรงยึดเฉือนระดับจุลภาคสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05) สอดคล้องกับการศึกษาของ Yang และคณะ ซึ่งพบว่าการใช้ไพรเมอร์ชนิดอัลลอยไพรเมอร์ และ เคลียร์ฟิลเซรามิกไพรเมอร์พลัสสามารถเพิ่มค่าความแข็งแรงยึดดึงระหว่างเรซินซีเมนต์ชนิดรีไลย์เอกซ์-ยูนิเซ็มกับเซอร์โคเนียได้[20] ผลการศึกษาพบว่าการใช้เคลียร์-ฟิลเซรามิกไพรเมอร์พลัสซึ่งมีไซเลนเป็นส่วนประกอบในการปรับสภาพพื้นผิวเซอร์โคเนียมีค่าความแข็งแรงยึดเฉือนระดับจุลภาคสูงกว่าการใช้ไพรเมอร์ชนิดอื่นอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05) จากการศึกษาของ Kaimal และคณะในปี ค.ศ. 2017 พบว่าการทาไซเลนบนพื้นผิวเซอร์โคเนียก่อนการยึดกับเรซินซีเมนต์ที่มีเท็นเอ็มดีพีเป็นส่วนประกอบมีค่าความแข็งแรงยึดเฉือนสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ทา เนื่องจากไซเลนเพิ่มความเปียกให้กับเรซินซีเมนต์[25] และค่าความแข็งแรงยึดเฉือนระดับจุลภาคของกลุ่มเคลียร์ฟิลเซรามิกไพรเมอร์พลัสมีค่าไม่แตกต่างจากการใช้สารยึดติดชนิดเคลียร์ฟิลไตร-เอสยูนิเวอร์แซลบอนด์ในการปรับสภาพพื้นผิวเซอร์โคเนียอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)

นอกจากนี้ผลการศึกษาพบว่าการใช้อัลลอยไพรเมอร์ให้ค่าความแข็งแรงยึดเฉือนระดับจุลภาคไม่แตกต่างจากซีสีดเอ็นโอเพคไพรเมอร์อย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05) สอดคล้องกับการศึกษาของ Özcan และคณะ ซึ่งพบว่าการใช้อัลลอยไพรเมอร์กับซีสีดทูโอเพคไพรเมอร์ปรับสภาพพื้นผิวเซอร์โคเนียก่อนการยึดด้วยเรซินซีเมนต์มีค่ากำลังยึดเฉือนไม่แตกต่างกัน เนื่องจากมีการใช้มอนอเมอร์ทำงานชนิดเดียวกันคือเท็นเอ็มดีพี[26]

บทสรุป

การศึกษานี้พบว่าการปรับสภาพพื้นผิวเซอร์โคเนียก่อนการยึดติดเรซินซีเมนต์ชนิดรีไลย์เอกซ์ยูนิเซ็มด้วยซิงเกิลบอนด์ยูนิเวอร์แซลให้ค่าความแข็งแรงยึดเฉือนระดับจุลภาคสูงที่สุด สารยึดติดชนิดเคลียร์ฟิลไตรเอสยูนิเวอร์แซลบอนด์และเคลียร์ฟิลเซรามิกไพรเมอร์พลัสมีค่าความแข็งแรงยึดเฉือนระดับจุลภาคมากกว่าอัลลอยไพรเมอร์ และซีสีดเอ็นโอเพคไพรเมอร์ และทุกกลุ่มทดลองมีค่าความแข็งแรงยึดเฉือนระดับจุลภาคมากกว่ากลุ่มที่ไม่ได้ปรับสภาพพื้นผิว

เอกสารอ้างอิง

1. Shenoy A, Shenoy N. Dental ceramics: An update. *J Conserv Dent* 2010; 13: 195-203.
2. Gracis S, Thompson VP, Ferencz JL, Silva NR, Bonfante EA. A new classification system for all-ceramic and ceramic-like restorative materials. *Int J Prosthodont* 2015; 28: 227-235.
3. Larsson C, Wennerberg A. The clinical success of zirconia-based crowns: a systematic review. *Int J Prosthodont* 2014; 27: 33-43.
4. Raigrodski AJ, Hillstead MB, Meng GK, Chung KH. Survival and complications of zirconia-based fixed dental prostheses: a systematic review. *J Prosthet Dent* 2012; 107: 170-177.
5. Sailer I, Makarov NA, Thoma DS, Zwahlen M, Pjetursson BE. All-ceramic or metal-ceramic tooth-supported fixed dental prostheses (FDPs)? A systematic review of the survival and complication rates. Part I: Single crowns (SCs). *Dent Mater* 2015; 31: 603-623.
6. Agustín-Panadero R, Roman-Rodriguez JL, Ferreiroa A, Sola-Ruiz MF, Fons-Font A. Zirconia in fixed prosthesis: a literature review. *J Clin Experimental Dent* 2014; 6: 66-73.
7. Christel P, Meunier A, Heller M, Torre JP, Peille CN. Mechanical properties and short-term in-vivo evaluation of yttrium-oxide-partially-stabilized zirconia. *J Biomed Mater Res* 1989; 23: 45-61.
8. Tinschert J, Natt G, Hassenpflug S, Spiekermann H. Status of current CAD/CAM technology in dental medicine. *Int J Comput Dent* 2004; 7: 25-45.
9. Özcan M, Bernasconi M. Adhesion to zirconia used for dental restorations: a systematic review and meta-analysis. *J Adhes Dent* 2015; 17: 7-26.
10. Ferracane JL, Stansbury JW, Burke FJ. Self-adhesive resin cements - chemistry, properties and clinical considerations. *J Oral Rehabil* 2011; 38: 295-314.
11. Tzanakakis EG, Tzoutzas IG, Koidis PT. Is there a potential for durable adhesion to zirconia restorations? a systematic review. *J Prosthet Dent* 2016; 115: 9-19.
12. Thammajaruk P, Inokoshi M, Chong S, Guazzato M. Bonding of composite cements to zirconia: A systematic review and meta-analysis of in vitro studies. *J Mech Behav Biomed Mater* 2018; 80: 258-268.
13. Nagaoka N, Yoshihara K, Feitosa VP, et al. Chemical interaction mechanism of 10-MDP with zirconia. *Sci Rep* 2017; 7: 455-463.
14. Alex G. Universal adhesives: the next evolution in adhesive dentistry? *Compend Contin Educ Dent* 2015; 36: 15-26
15. de Souza G, Hennig D, Aggarwal A, Tam LE. The use of MDP-based materials for bonding to zirconia. *J Prosthet Dent* 2014; 112: 895-902.
16. Capa N, Ozkurt Z, Canpolat C, Kazazoglu E. Shear bond strength of luting agents to fixed prosthodontic restorative core materials. *Aust Dent J* 2009; 54: 334-340.
17. Luthy H, Loeffel O, Hammerle CH. Effect of thermocycling on bond strength of luting cements to zirconia ceramic. *Dent Mater* 2006; 22: 195-200.
18. Zorzin J, Belli R, Wagner A, Petschelt A, Lohbauer U. Self-adhesive resin cements: adhesive performance to indirect restorative ceramics. *J Adhes Dent* 2014; 16: 541-546.
19. Chuang SF, Kang LL, Liu YC, et al. Effects of silane and MDP-based primers application orders on zirconia-resin adhesion; a ToF-SIMS study. *Dent Mater* 2017; 33: 923-933.
20. Yang B, Barloi A, Kern M. Influence of air-abrasion on zirconia ceramic bonding using an adhesive composite resin. *Dent Mater* 2010; 26: 44-50.
21. Chen Y, Lu Z, Qian M, Zhang H, Xie H, Chen C. Effect of 10-methacryloxydecyl dihydrogen phosphate

concentration on chemical coupling of methacrylate resin to yttria-stabilized zirconia. *J Adhes Dent* 2017; 19: 349-355.

22. Llerena-Icochea AE, Costa RM, Borges A, Bombonatti J, Furuse AY. Bonding polycrystalline zirconia with 10-MDP-containing adhesives. *Oper Dent* 2017; 42: 335-341.
23. Pereira Lde L, Campos F, Dal Piva AM, Gondim LD, Souza RO, Ozcan M. Can application of universal primers alone be a substitute for airborne-particle abrasion to improve adhesion of resin cement to zirconia? *J Adhes Dent* 2015; 17: 169-174.
24. Magne P, Paranhos MP, Burnett LH. New zirconia primer improves bond strength of resin-based cements. *Dent Mater* 2010; 26: 345-352.
25. Kaimal A, Ramdev P, Shruthi CS. Evaluation of effect of zirconia surface treatment, using plasma of argon and silane, on the shear bond strength of two composite resin cements. *J Clin Diagn Res* 2017; 11: 39-43.
26. Özcan M, Nijhuis H, Valandro LF. Effect of various surface conditioning methods on the adhesion of dual-cure resin cement with MDP functional monomer to zirconia after thermal aging. *Dent Mater* 2008; 27: 99-104.