

กำลังแรงยึดเหนี่ยวของเซลฟ์แอดฮีซีฟเรซินซีเมนต์ชนิดใหม่ กับเนื้อฟันมนุษย์

Shear Bond Strength between a New Self-adhesive Resin Cement and Human Dentin

กรชวัล ตันติระการวัฒนา¹, กรวิลา ทาลิงห์คำ², วีรณัฐ ทองงาม³, ปาวิสUTH แก่นจันทร์³

¹ฝ่ายทันตกรรม โรงพยาบาลพะเยา จ.พะเยา

²ฝ่ายทันตกรรม โรงพยาบาลขอนแก่นรณรงค์ จ.กาฬสินธุ์

³ภาควิชาทันตกรรมบูรณะและปริทันตวิทยา คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Kornchawan Tantitrakarnwatana¹, Kornwisa Thasingkham², Weeranuch Thong-ngarm³, Pavisuth Kanjantra³

¹Dental department of Phayao hospital, Phayao

²Dental department of Khanuworaluksaburi hospital, Kamphaeng Phet

³Department of Restorative Dentistry and Periodontology, Faculty of Dentistry, Chiang Mai University

ชม. ทันตสาร 2555; 33(2) : 67-75

CM Dent J 2012; 33(2) : 67-75

บทคัดย่อ

เพื่อศึกษากำลังแรงยึดเหนี่ยวของเซลฟ์แอดฮีซีฟเรซินซีเมนต์ชนิดใหม่ (รีไลน์เอ็กซ์ยูสองร้อย) กับเนื้อฟันมนุษย์เปรียบเทียบกับเรซินซีเมนต์ชนิดหลายขั้นตอน (วาริโอลิงค์เอ็น มัลติลิงค์เอ็น) และเซลฟ์แอดฮีซีฟเรซินซีเมนต์ชนิดดั้งเดิม (รีไลน์เอ็กซ์ยูนิเซม) โดยนำฟันกรามแท้ของมนุษย์ที่สามจำนวน 34 ซี่ ตัดแบ่งครึ่งฟันในแนวใกล้กลาง-ไกลกลาง ตัดผิวฟันด้านนอกให้เนื้อฟันเผยแผ่เป็นระนาบ แบ่งเป็น 4 กลุ่มทดลอง (n=17) ตามชนิดของเรซินซีเมนต์คือ วาริโอลิงค์เอ็นร่วมกับกรดฟอสฟอริกความเข้มข้นร้อยละ 37 และสารยึดติดเอ็กไซท์ ดีเอสซี มัลติลิงค์เอ็น รีไลน์เอ็กซ์ยูนิเซมและรีไลน์เอ็กซ์ยูสองร้อย ยึดแท่งเรซินคอมโพสิตลงบนชิ้นทดสอบแต่ละกลุ่มด้วยเรซินซีเมนต์ต่างชนิดกัน นำชิ้น

Abstract

The purpose of this study was to compare the shear bond strength between a new self-adhesive resin cement (RelyX™ U200) and human dentin with the multi-step resin cements (Variolink® N, Multilink® N) and the conventional self-adhesive resin cement (RelyX™ Unicem). Thirty-four third molars were sectioned into half from mid-mesial to mid-distal and their external surfaces ground to expose dentin. They were then divided into four groups of seventeen by type of resin cements: Variolink® N with 37% phosphoric acid and Excite® DSC, Multilink® N, RelyX™ Unicem, and RelyX™ U200. Resin

Corresponding Author:

วีรณัฐ ทองงาม

อาจารย์ ภาควิชาทันตกรรมบูรณะและปริทันตวิทยา
คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่ 50200

Weeranuch Thong-ngarm

Lecturer, Department of Restorative Dentistry
and Periodontology, Faculty of Dentistry,
Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand.
Tel. 66-53-944457

ทดสอบทั้งหมดแช่ในน้ำกลั่นที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นนำขึ้นทดสอบกลุ่มละ 15 ชิ้นทดสอบค่ากำลังแรงยึดเหนี่ยวโดยใช้เครื่องทดสอบสากล และดูลักษณะพื้นผิวของการแตกหักด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง นำค่าเฉลี่ยกำลังแรงยึดเหนี่ยวของแต่ละกลุ่มมาวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มด้วยการเปรียบเทียบเชิงซ้อนชนิดทุกที่ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p < 0.05$) นำขึ้นทดสอบกลุ่มละ 2 ชิ้นมาส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดเพื่อดูลักษณะพื้นผิวการยึดติดของเรซินและเนื้อฟัน ผลการศึกษาพบว่ากลุ่มรีไลน์เอ็กซ์ยูสองร้อยมีค่าเฉลี่ยกำลังแรงยึดเหนี่ยวต่ำที่สุด (8.3 ± 3.7 MPa) โดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกลุ่มมัลติลิงค์เอ็น (20.1 ± 8.1 MPa) และกลุ่มวาริโอลิงค์เอ็น (15.8 ± 6.8 MPa) แต่ไม่มีความแตกต่างกับกลุ่มรีไลน์เอ็กซ์ยูนิเซม (12.6 ± 4.2 MPa) ลักษณะความล้มเหลวที่พบส่วนใหญ่เกิดบริเวณรอยต่อของผิวเนื้อฟันกับเรซินซีเมนต์ สรุปผลการศึกษาพบว่าค่าเฉลี่ยกำลังแรงยึดเหนี่ยวของเซลฟ์แอดฮีซีฟเรซินซีเมนต์ชนิดใหม่ (รีไลน์เอ็กซ์ยูสองร้อย) ต่ำกว่าเรซินซีเมนต์ชนิดหลายขั้นตอน แต่ไม่มีความแตกต่างกับเซลฟ์แอดฮีซีฟเรซินซีเมนต์ชนิดดั้งเดิม โดยกลุ่มที่มีค่าเฉลี่ยกำลังแรงยึดเหนี่ยวมากที่สุดคือกลุ่มมัลติลิงค์เอ็น

คำสำคัญ: เซลฟ์แอดฮีซีฟเรซินซีเมนต์ ค่ากำลังแรงยึดเหนี่ยว

composite rods were bonded to each group with the different resin cements. All specimens were stored in 37°C distilled water for 24 hours, then fifteen specimens from each group were loaded in the Universal Testing Machine for shear bond strength test. The failure surfaces of resin cements and dentin were examined using a light stereomicroscope. Statistical analysis of the mean shear bond strength were performed by One-way ANOVA and the Tukey multiple comparison test ($p < 0.05$). Two specimens of each group were determined for resin-dentin interface by SEM evaluation. The results of this study found that the mean shear bond strength of RelyX™ U200 group was the lowest (8.3 ± 3.7 MPa) and significantly lower than Multilink® N group (20.1 ± 8.1 MPa) and Variolink® N group (15.8 ± 6.8 MPa) but not different from RelyX™ Unicem group (12.6 ± 4.2 MPa). The failure mode mostly was adhesive failure between resin cement and dentin. In conclusion, the mean shear bond strength of a new self-adhesive resin cement (RelyX™ U200) was lower than the multi-step resin cements, but not different from the conventional self-adhesive resin cement. Multilink® N showed the highest mean shear bond strength.

Keywords: self-adhesive resin cement, shear bond strength

บทนำ

เรซินซีเมนต์ (resin cement) เป็นวัสดุทางทันตกรรม ใช้ยึดเดือยฟันและฟันปลอมชนิดติดแน่น ปัจจุบันนิยมใช้อย่างแพร่หลาย เนื่องจากเรซินซีเมนต์มีคุณสมบัติที่ดีหลายประการเมื่อเปรียบเทียบกับซีเมนต์ชนิดดั้งเดิม (conventional cement) เช่น ให้การยึดติด (retention)

ที่ดี มีการละลายตัว (solubility) ต่ำเมื่ออยู่ในช่องปาก การรั่วซึมระดับจุลภาค (microleakage) ต่ำ และสามารถเลือกสีให้เหมาะสมกับสีงานบูรณะที่มีสีเหมือนฟันธรรมชาติได้⁽¹⁾ แต่อย่างไรก็ตามขั้นตอนการใช้เรซินซีเมนต์ต้องใช้ความชำนาญเนื่องจากการเตรียมพื้นผิวฟันก่อนการยึดติดด้วยเรซินซีเมนต์ ใช้เวลานาน และมีขั้นตอน

การทำงานหลายขั้นตอน^(2,3) เรซินซีเมนต์ที่ใช้ในปัจจุบันมีหลายชนิด สามารถแบ่งตามระบบการยึดติดได้เป็น 3 ระบบ⁽³⁾ ได้แก่ [1] เรซินซีเมนต์ที่ใช้ร่วมกับสารยึดติดระบบโททอลเอทช์ (resin cement with total etched adhesive system) ตัวอย่างเช่น วาริโอลิงค์เอ็น (Variolink® N, Ivoclar Vivadent, Liechtenstein) เน็กซ์สทรี (Nexus 3, Kerr, USA) และรีไลน์เอ็กซ์เออาร์ซี (Rely X™ ARC, 3M ESPE, Germany) เป็นต้น [2] เรซินซีเมนต์ที่ใช้ร่วมกับสารยึดติดระบบเซลฟ์เอทช์ (resin cement with self-etched adhesive system) ตัวอย่างเช่น มัลติลิงค์เอ็น (Multilink® N, Ivoclar Vivadent, Liechtenstein) พานาเวีย เอฟสองจุดศูนย์ (Panavia® F 2.0, Kuraray, Japan) เป็นต้น [3] เซลฟ์แอดฮีซีฟเรซินซีเมนต์ (self-adhesive resin cement) เป็นเรซินซีเมนต์ที่ไม่ต้องเตรียมพื้นผิวฟันก่อนการยึดติดและไม่ต้องใช้ร่วมกับสารยึดติดระบบใด ตัวอย่างเช่น รีไลน์เอ็กซ์ยูนิเซม (RelyX™ Unicem, 3M ESPE, Germany) สปีด เซม (SpeedCEM™, Ivoclar Vivadent, Liechtenstein) เป็นต้น

การศึกษาเกี่ยวกับการยึดติดและคุณสมบัติต่างๆ ของเซลฟ์แอดฮีซีฟเรซินซีเมนต์ส่วนใหญ่พบว่าค่าการยึดติดกับเนื้อฟัน (dentin) ต่ำกว่าเรซินซีเมนต์ที่ใช้ร่วมกับสารยึดติดระบบโททอลเอทช์ และเรซินซีเมนต์ที่ใช้ร่วมกับสารยึดติดระบบเซลฟ์เอทช์ เรียกรวมกันว่าเรซินซีเมนต์ชนิดหลายขั้นตอน (multi-step resin cement)^(1,3) จากข้อด้อยดังกล่าวจึงมีการปรับปรุงคุณสมบัติของเซลฟ์แอดฮีซีฟเรซินซีเมนต์ชนิดใหม่ให้มีคุณสมบัติการยึดติดกับทั้งเคลือบฟัน (enamel) และเนื้อฟันที่ดีขึ้น มีความเสถียรของสี และใช้งานง่าย

การใช้เซลฟ์แอดฮีซีฟเรซินซีเมนต์ในปัจจุบันยังเป็นที่ถกเถียงกันอยู่ในเรื่องค่าการยึดติดและการใช้งานทางคลินิก จึงมีการพัฒนาคุณสมบัติของระบบเซลฟ์แอดฮีซีฟเรซินซีเมนต์ให้สะดวกต่อการใช้งาน โดยเซลฟ์แอดฮีซีฟเรซินซีเมนต์ชนิดใหม่ที่พัฒนาขึ้นล่าสุดได้แก่ รีไลน์เอ็กซ์ยูสองร้อย (RelyX™ U200, 3M ESPE, Germany) ซึ่งเป็นเรซินซีเมนต์ที่นำมาใช้ในการศึกษานี้

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

ฟันกรามแท้ของมนุษย์ซี่ที่สาม จำนวน 34 ซี่ เก็บในสารละลายไทมอล (Thymol) ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 นำมาตัดแบ่งครึ่งฟันตามแนวใกล้กลาง-ไกลกลาง ตัดผิวเคลือบฟันในตำแหน่งกึ่งกลางใกล้แก้ม และกึ่งกลางใกล้ลิ้น (mid-buccal and mid-lingual surface) ให้เนื้อฟันเผยผิเป็นระนาบ โดยมีพื้นที่ประมาณ 4x4 ตารางมิลลิเมตร จากนั้นนำฟันยึดด้วยอะคริลิกเรซินในแบบหล่อโลหะ ได้ชิ้นงานทดลอง 68 ชิ้น นำไปขัดผิวเนื้อฟันโดยใช้เครื่องขัดกระดาษทราย (Grinder polisher รุ่น MoPao™ 160E) ให้ผิวเนื้อฟันอยู่ระนาบเดียวกับผิวอะคริลิกเรซิน ได้ลักษณะชิ้นงานดังรูปที่ 1

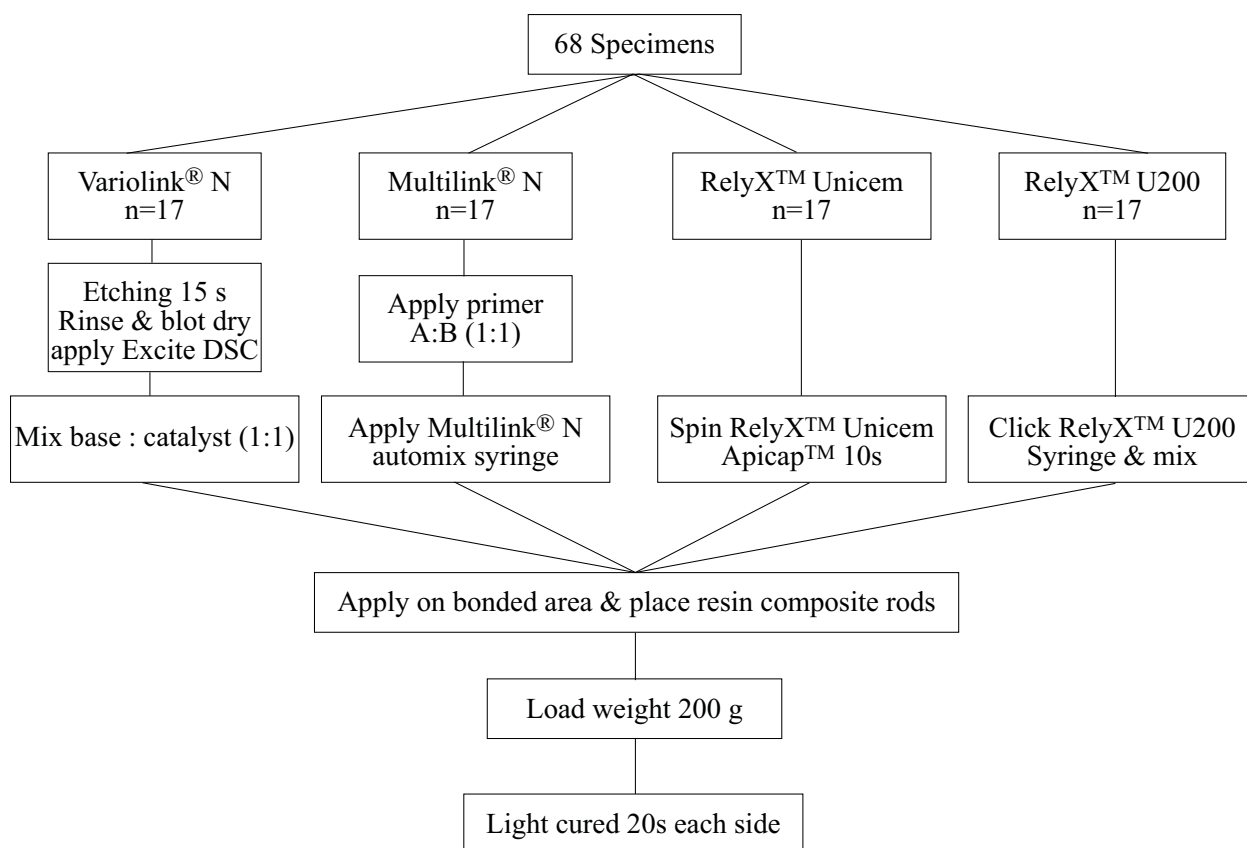


รูปที่ 1 ชิ้นงานที่เตรียมเสร็จสมบูรณ์

Figure 1 Specimen was prepared completely.

ติดกระดาษกาเจาะรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 มิลลิเมตรบนเนื้อฟันที่เผยออกเพื่อกำหนดพื้นที่ยึดเกาะของแท่งเรซินคอมโพสิตด้วยเรซินซีเมนต์ตามกลุ่มทดลองกำหนด โดยวิธีการสุ่ม กลุ่มละ 17 ตัวอย่างเพื่อเตรียมพื้นผิวฟันดังนี้คือวาริโอลิงค์เอ็นเรซินซีเมนต์ร่วมกับกรดฟอสฟอริก (phosphoric acid) ความเข้มข้นร้อยละ 37 และสารยึดติดเอ็กซ์ไซท์ดีเอสซี (Excite® DSC, Ivoclar Vivadent, Liechtenstein) มัลติลิงค์เอ็นเรซินซีเมนต์ รีไลน์เอ็กซ์ยูนิเซมเรซินซีเมนต์ และรีไลน์เอ็กซ์ยูสองร้อยเรซินซีเมนต์ ยึดแท่งเรซินคอมโพสิตลงบนชิ้นงานแต่ละกลุ่มด้วยเรซินซีเมนต์ดังรูปที่ 2

ขึ้นตัวอย่างทั้งหมดแช่ในน้ำกลั่นที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง นำชิ้นตัวอย่างจากกลุ่มทดลองกลุ่มละ 15 ตัวอย่างมาทดสอบกำลังแรงยึดเค้นโดยใช้เครื่องทดสอบสากล (Universal Testing Machine,



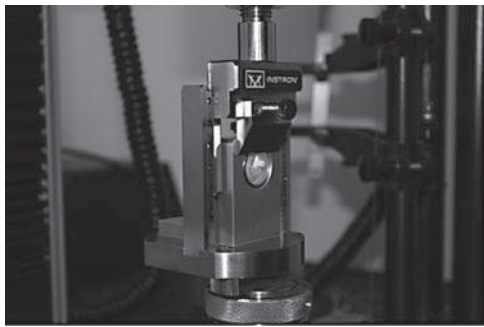
รูปที่ 2 แผนผังวิธีการใช้เรซินซีเมนต์แต่ละกลุ่มในการยึดเนื้อฟันกับแท่งเรซินคอมโพสิต

Figure 2 Diagram of manipulation methods of each resin cement bonded between dentin and resin composite rods.

Instron® 5566; Instron Limited, Thailand) ดังรูปที่ 3 ด้วยอัตราเร็วหัวกด 0.5 มิลลิเมตรต่อวินาที จนแท่งเรซินคอมโพสิตที่ยึดด้วยเรซินซีเมนต์หลุด บันทึกค่ากำลังแรงยึดเค้นสูงสุดของแต่ละตัวอย่าง จากนั้นนำตัวอย่างทั้งหมดมาส่องดูลักษณะพื้นผิวของการแตกหักโดยใช้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (light stereo microscope) ที่กำลังขยาย 8 เท่าเพื่อจำแนกลักษณะการหลุดของเรซินซีเมนต์ออกจากเนื้อฟันเป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ ความล้มเหลวในชั้นเนื้อฟัน (cohesive failure within the dentin) ความล้มเหลวระหว่างพื้นผิวเรซินซีเมนต์กับชั้นเนื้อฟัน (adhesive failure at the cement-dentin interface) ความล้มเหลวในชั้นเรซินซีเมนต์ (cohesive failure within the cementing agent) และความล้มเหลวแบบผสมระหว่างพื้นผิวเรซินซีเมนต์กับผิวฟัน (mixed failure at cement-dentin surface interface and within cement)

นำตัวอย่างจากกลุ่มทดลองกลุ่มละ 2 ตัวอย่างมาตัดผ่ากลาง (cross sectioned) บริเวณพื้นผิวการยึดติด (resin-dentin interface) ด้วยเครื่องตัดความเร็วต่ำ (low speed cutting machine, Isomet® 1000; Buchler, USA) นำไปส่องดูพื้นผิวการยึดติดด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning electron microscope)

นำค่ากำลังแรงยึดเค้นที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยการจำแนกความแปรปรวนแบบทางเดียว (One-way ANOVA) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P < 0.05$) เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่ากำลังแรงยึดเค้นระหว่างเรซินซีเมนต์ชนิดหลายชั้นตอน เซลฟ์แอดฮีซีฟเรซินซีเมนต์ชนิดดั้งเดิม และเซลฟ์แอดฮีซีฟเรซินซีเมนต์ชนิดใหม่และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างแต่ละกลุ่มด้วยการเปรียบเทียบเชิงซ้อนชนิดทุกคู่ (Tukey Multiple Comparison Test)



รูปที่ 3 ทดสอบกำลังแรงยึดเหนี่ยวด้วยอัตราเร็วของหัวกด 0.5 มิลลิเมตรต่อวินาที

Figure 3 Shear bond strength test with cross-head speed 0.5 mm/min.

ตารางที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ยกำลังแรงยึดเหนี่ยวและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแต่ละกลุ่มการทดลอง

Table 1 Means and standard deviations of shear bond strength from each experimental group.

เรซินซีเมนต์	ค่าเฉลี่ยกำลังแรงยึดเหนี่ยว (MPa)
Variolink® N	15.8±6.8
Multilink® N	20.1±8.1
RelyX™ Unicem	12.6±4.2
RelyX™ U200	8.3±3.7

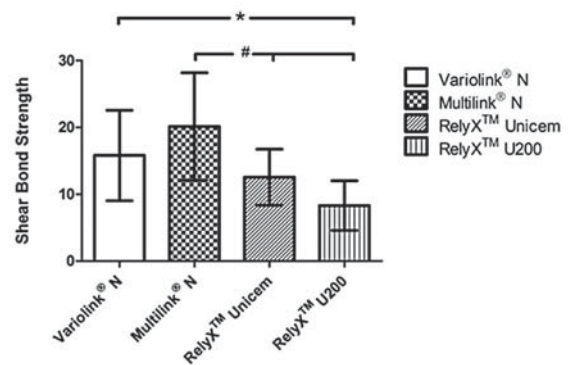
ผลการทดลอง

ผลทดสอบค่ากำลังแรงยึดเหนี่ยว

ค่าเฉลี่ยกำลังแรงยึดเหนี่ยวของกลุ่มทดลองทั้ง 4 กลุ่ม และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานดังแสดงในตารางที่ 1 พบว่า กลุ่มที่มีค่าเฉลี่ยกำลังแรงยึดเหนี่ยวมากที่สุด คือ กลุ่มมัลติลิงค์เอ็น (20.1±8.1 MPa) ตามด้วยกลุ่มวาริโอลิงค์เอ็น (15.8±6.8 MPa) กลุ่มรีไลน์เอ็กซ์ยูนิเซม (12.6±4.2 MPa) และกลุ่มที่มีค่าเฉลี่ยกำลังแรงยึดเหนื่อนน้อยที่สุด คือ กลุ่มรีไลน์เอ็กซ์ยูสองร้อย (8.3±3.7 MPa)

เมื่อนำข้อมูลจากการทดลองมาวิเคราะห์ผลทางสถิติ โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว พบว่าค่าเฉลี่ยกำลังแรงยึดเหนี่ยวของกลุ่มรีไลน์เอ็กซ์ยูสองร้อยมีค่าน้อยที่สุด และเมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มด้วยการเปรียบเทียบเชิงซ้อนชนิดทูก็ทีความเชื่อมั่นร้อยละ 95 พบว่าค่าเฉลี่ยกำลังแรงยึดเหนี่ยวของกลุ่มมัลติลิงค์เอ็นไม่มีความแตกต่างกับกลุ่มวาริโอลิงค์

เอ็นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่มีความแตกต่างกับกลุ่มรีไลน์เอ็กซ์ยูนิเซมและกลุ่มรีไลน์เอ็กซ์ยูสองร้อย กลุ่มวาริโอลิงค์เอ็นไม่มีความแตกต่างกับกลุ่มรีไลน์เอ็กซ์ยูนิเซมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่มีความแตกต่างกับกลุ่มรีไลน์เอ็กซ์ยูสองร้อย และกลุ่มรีไลน์เอ็กซ์ยูนิเซมไม่มีความแตกต่างกับรีไลน์เอ็กซ์ยูสองร้อยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 แผนภาพแสดงค่ากำลังแรงยึดเหนี่ยวของเรซินซีเมนต์แต่ละกลุ่มทดลอง (เครื่องหมาย *, # แสดงถึงการแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ)

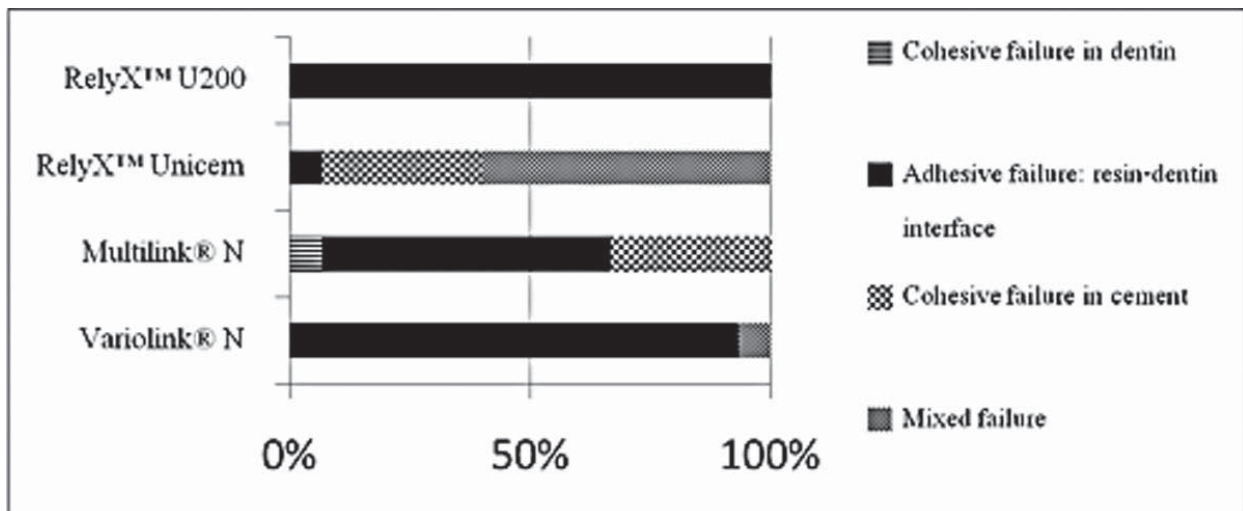
Figure 4 Diagram shows the shear bond strength value of each experimental resin cement group (*, # for statistically difference)

ลักษณะความล้มเหลว

เมื่อนำชิ้นทดสอบมาตรวจดูลักษณะความล้มเหลวที่เกิดขึ้นด้วยกล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ ไม่พบความล้มเหลวที่เกิดระหว่างรอยต่อของเรซินซีเมนต์กับแท่งเรซินคอมโพสิต ความล้มเหลวที่พบส่วนใหญ่เป็นความล้มเหลวของการยึดติดบริเวณรอยต่อของผิวเนื้อฟันกับเรซินซีเมนต์ ยกเว้นในกลุ่มรีไลน์เอ็กซ์ยูนิเซมที่มีความล้มเหลวส่วนใหญ่แบบผสม ร้อยละของความล้มเหลวที่เกิดขึ้นสำหรับเรซินซีเมนต์แต่ละกลุ่มจำแนกได้ตามแผนภาพดังรูปที่ 5

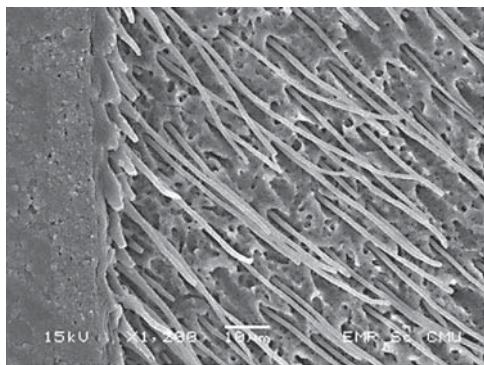
ผลการส่องกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด

จากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดแสดงพื้นผิวการยึดติดแบบตัดขวางของเนื้อฟันกับเรซินซีเมนต์



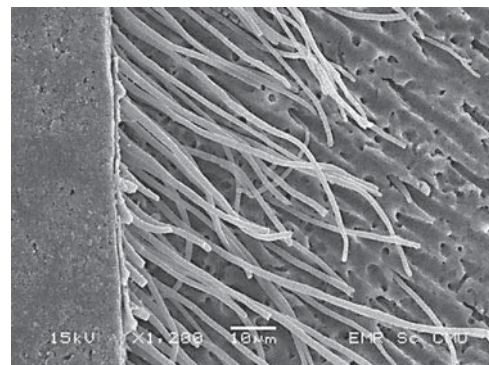
รูปที่ 5 แผนภาพแสดงความล้มเหลวที่เกิดขึ้นในแต่ละกลุ่มการทดลอง

Figure 5 Diagram shows the mode of failure of each experimental group.



รูปที่ 6 ภาพตัดขวางพื้นผิวการยึดติดของเนื้อฟันและเรซินซีเมนต์ในกลุ่มวาริโอลิงค์เอ็นพบบเรซินแท็กในชั้นเนื้อฟัน กำลังขยาย 1,200 เท่า

Figure 6 Cross-section of resin-dentin interface in Variolink® N group, shows resin tags in dentin (x1,200).



รูปที่ 7 ภาพตัดขวางพื้นผิวการยึดติดของเนื้อฟันและเรซินซีเมนต์ในกลุ่มมัลติลิงค์เอ็นพบบเรซินแท็กในชั้นเนื้อฟัน กำลังขยาย 1,200 เท่า

Figure 7 Cross-section of resin-dentin interface in Multilink® N group, shows resin tags in dentin (x1,200).

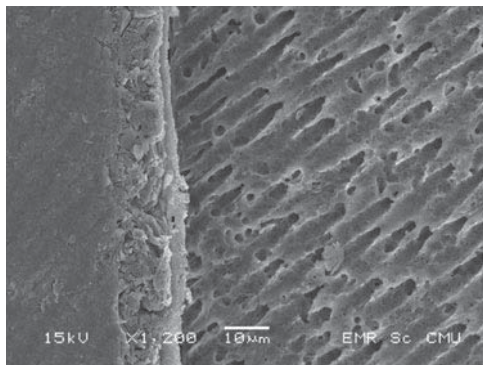
แต่ละชนิดที่กำลังขยาย 1,200 เท่า กลุ่มวาริโอลิงค์เอ็นพบการเกิดเรซินแท็ก (resin tags) ในชั้นเนื้อฟัน ดังรูปที่ 6 ซึ่งลักษณะดังกล่าวพบในกลุ่มมัลติลิงค์เอ็นเช่นเดียวกันดังรูปที่ 7

ส่วนพื้นผิวการยึดติดแบบตัดขวางของผิวเนื้อฟันกับเรซินซีเมนต์ของกลุ่มรีไลน์เอ็กซ์ยูนิเซมพบว่าไม่มีบริเวณที่ทำปฏิกิริยากัน (interaction zone) และไม่มีการเกิดขึ้นไฮบริด ดังรูปที่ 8 ซึ่งลักษณะดังกล่าวพบเช่นกันในกลุ่ม

รีไลน์เอ็กซ์ยูนิเซมสองร้อย ดังรูปที่ 9

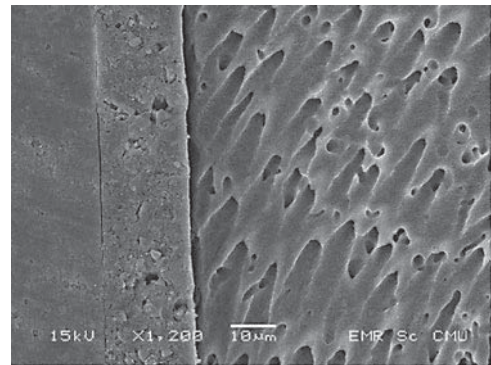
บทวิจารณ์

ค่าเฉลี่ยกำลังแรงยึดเหนี่ยวของกลุ่มมัลติลิงค์เอ็น (20.1 ± 8.1 MPa) ให้ค่าสูงสุด ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาก่อนหน้านี้⁽⁴⁾ แตกต่างจากกลุ่มรีไลน์เอ็กซ์ยูนิเซมสองร้อยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้เนื่องจากกลุ่มมัลติลิงค์เอ็นเรซินซีเมนต์ใช้ร่วมกับสารยึดติดระบบเซลฟ์เอทช์โดยเตรียม



รูปที่ 8 ภาพตัดขวางพื้นผิวการยึดติดของเนื้อฟันและเรซินซีเมนต์ในกลุ่มรีไลเอกซ์ยูนิเซม ไม่พบชั้นไฮบริด กำลังขยาย 1,200 เท่า

Figure 8 Cross-section of resin-dentin interface in RelyX™ Unicem group, no hybrid layer at the interface area (x1,200).



รูปที่ 9 ภาพตัดขวางพื้นผิวการยึดติดของเนื้อฟันและเรซินซีเมนต์ในกลุ่มรีไลเอกซ์ยูสองร้อยพบบริเวณที่ทำปฏิกิริยา ไม่มีชั้นไฮบริด กำลังขยาย 1,200 เท่า

Figure 9 Cross-section of resin-dentin interface in RelyX™ U200 group, shows interaction zone, no hybrid layer (x1,200).

พื้นผิวเนื้อฟันด้วยไพรเมอร์ที่มีฤทธิ์เป็นกรดจากโมโนเมอร์ในกลุ่มอนุพันธ์ของกรดฟอสฟอริก สามารถละลายแร่ธาตุพร้อมกับปรับสภาพชั้นเคลือบ (smear layer) ให้มีความเหมาะสมกับการยึดติด โดยละลายชั้นเคลือบและเคลือบปลั๊ก (smear plug) ออกบางส่วนเหลือบางส่วนอยู่ในท่อเนื้อฟัน^(5,6) และมีไพรเมอร์ (primer) และเรซินซีเมนต์บางส่วนซึมผ่านถึงชั้นเนื้อฟันเกิดชั้นไฮบริด (hybrid layer) ได้⁽⁷⁾ ทำให้บริเวณพื้นผิวยึดติดเกิดความแข็งแรงดังภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราดที่แสดงให้เห็นถึงชั้นไฮบริดและเรซินแท้ที่เกิดขึ้นจากการใช้เรซินซีเมนต์ชนิดนี้

วาริโอลิงค์เอ็นเป็นเรซินซีเมนต์ที่ใช้ร่วมกับสารยึดติดระบบโททอลเอทซ์ จากผลการทดลองนี้พบว่าค่าเฉลี่ยกำลังแรงยึดเหนี่ยวไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับกลุ่มมัลติลิงค์เอ็นซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาที่ผ่านมา⁽⁸⁾ แต่ในทางตรงข้ามมีการศึกษาพบว่าค่าเฉลี่ยกำลังแรงยึดเหนี่ยวของกลุ่มเรซินซีเมนต์ที่ใช้ร่วมกับสารยึดติดระบบโททอลเอทซ์มีค่าสูงกว่ากลุ่มเรซินซีเมนต์ที่ใช้ร่วมกับสารยึดติดระบบเซลฟ์เอทซ์^(9,10) สาเหตุส่วนหนึ่งที่ค่าเฉลี่ยกำลังแรงยึดเหนี่ยวของกลุ่มวาริโอลิงค์เอ็นที่ได้จากการศึกษานี้ไม่สูงกว่ากลุ่มมัลติลิงค์เอ็น อาจเนื่องมาจากระบบการยึดติดที่ใช้ร่วมกับกลุ่มวาริโอลิงค์เอ็นในการศึกษานี้คือ เอ็ก-

ไซท์ ดีเอสซี ซึ่งเป็นระบบโททอลเอทซ์ชนิดสองขั้นตอนที่มีการรวมส่วนไพรเมอร์ที่เป็นส่วนชอบน้ำ (hydrophilic) กับสารยึดติด (bonding) ที่เป็นส่วนไม่ชอบน้ำ (hydrophobic) เข้าด้วยกัน มีผลทำให้เกิดชั้นไฮบริดที่มีลักษณะเป็นชั้นที่น้ำแพร่ผ่านได้บางส่วน (semi-permeable membrane) ทำให้เกิดความไม่เข้ากันระหว่างสารยึดติดระบบนี้กับเรซินซีเมนต์^(11,12) ถึงแม้ว่าพบชั้นไฮบริดและเรซินแท้เช่นเดียวกับเรซินซีเมนต์กลุ่มที่ใช้ร่วมกับสารยึดติดระบบเซลฟ์เอทซ์ แต่มีขั้นตอนการทำงานที่ยุ่งยากและแต่ละขั้นตอนมีความอ่อนไหวมาก (technique sensitivity) เช่นในขั้นตอนการผสมส่วนเบส (base) และคะตะลิสต์ (catalyst) เข้าด้วยกันต้องผสมด้วยมือ มักเกิดความคลาดเคลื่อนของส่วนผสมได้มากกว่าหลอดผสมแบบฉีด (dispenser syringes)^(13,14) และในขั้นตอนการใช้กรดกัดพื้นผิวเนื้อฟันมีโอกาสทำให้เส้นใยคอลลาเจนเสื่อมสภาพ (denaturalization) และสูญเสียน้ำ (dehydration)^(15,16) ส่งผลให้กำลังยึดเหนี่ยวที่ได้มีค่าต่ำกว่ากลุ่มมัลติลิงค์เอ็น

ค่าเฉลี่ยกำลังแรงยึดเหนี่ยวที่ได้จากการกลุ่มเซลฟ์-แอตตีฟเรซินซีเมนต์กับเนื้อฟันให้ค่าต่ำที่สุดเมื่อเทียบกับเรซินซีเมนต์ที่มีหลายขั้นตอน ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับหลายการศึกษาที่ผ่านมา^(1,2) แม้ค่าความเป็นกรดเริ่มต้นของระบบเซลฟ์แอตตีฟต่ำ แต่การละลาย แร่

ธาตุที่เกิดขึ้นไม่ชัดเจน จากการตรวจสอบเมื่อส่องด้วย กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราดไม่พบชั้น ไฮบริดและเรซินแท็ก⁽¹⁷⁻²³⁾ พบเพียงชั้นที่ทำปฏิกิริยากัน เท่านั้น⁽¹⁹⁾ ดังรูปที่ 8 และ 9

ผลการทดลองพบว่าค่ากำลังแรงยึดเหนี่ยวของเซลฟ์-แอตฮิฟเรซินซีเมนต์ 2 ชนิด คือรีไลน์เอ็กซ์ยูสองร้อย และรีไลน์เอ็กซ์ยูนิเซมกับเนื้อฟันมนุษย์ไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ค่าเฉลี่ยกำลังแรงยึดเหนี่ยว ของกลุ่มรีไลน์เอ็กซ์ยูสองร้อยต่ำกว่ากลุ่มรีไลน์เอ็กซ์ยูนิเซมเล็กน้อย ทั้งนี้เนื่องจากกลุ่มทำงานของโมโนเมอร์ (functional monomers) ที่แตกต่างกัน กล่าวคือในรี-ไลน์เอ็กซ์ยูสองร้อยเป็นไดเมทาโครเลตและออกไซด์ของ ฟอสฟอรัส (dimethacrylated and phosphorus oxide) ร้อยละ 20-30 โดยน้ำหนัก และรีไลน์เอ็กซ์ยูนิเซมเป็น เมทาโครเลตฟอสฟอริกเอซิดเอสเทอร์ (methacrylated phosphoric acid ester) ร้อยละ 40-50 โดยน้ำหนัก ถึงแม้ยังไม่ทราบถึงกลไกการทำงานของกลุ่มทำงานของ โมโนเมอร์อย่างแน่ชัด แต่คาดว่าชนิดของกลุ่มทำงานที่ แตกต่างกันน่าจะส่งผลต่อค่าการยึดติดที่แตกต่างกันด้วย นอกจากนี้ปริมาณของวัสดุอุดแทรกที่แตกต่างกัน โดยใน รีไลน์เอ็กซ์ยูสองร้อยมีปริมาณของวัสดุอุดแทรกร้อยละ 45-55 โดยน้ำหนักและร้อยละ 43 โดยปริมาตร ส่วนใน รีไลน์เอ็กซ์ยูนิเซมมีปริมาณของวัสดุอุดแทรกร้อยละ 85-95 โดยน้ำหนักและร้อยละ 50 โดยปริมาตร⁽²⁴⁾ เพื่อหวัง ผลให้ความชื้นเหน็ดและความหนาฟิล์มของรีไลน์เอ็กซ์ยู-สองร้อยลดลง จากค่าร้อยละของปริมาณวัสดุอุดแทรกที่ น้อยกว่าทำให้มีส่วนของแมทริกซ์ที่มากกว่า อาจส่งผลให้ เกิดการหดตัวเมื่อเกิดปฏิกิริยาพอลิเมอร์ (polymerization shrinkage) สูง มีความทนทานต่อการแตกหัก (fracture toughness) ต่ำ ความแข็งแรงชนิดกด (compressive strength) ความแข็งแรงชนิดดึง (tensile strength) ความแข็งแรงชนิดเฉือน (shear strength) ต่ำ และมีการดูดซึมน้ำ (water sorption) ที่สูง⁽²⁵⁾

จากการศึกษาไม่พบความล้มเหลวที่เกิดระหว่าง รอยต่อของเรซินซีเมนต์กับแท่งเรซินคอมโพสิต อาจเนื่อง จากวัสดุทั้งสองชนิดมีส่วนประกอบและโครงสร้างที่ คล้ายกัน มีความเข้ากันได้ทางเคมี และพบว่าความ

ล้มเหลวที่พบส่วนใหญ่เป็นชนิดความล้มเหลวของการยึด ติดที่รอยต่อระหว่างเนื้อฟันกับสารยึดติดสอดคล้องกับ การศึกษาก่อนหน้า⁽¹⁰⁾ มีเพียงกลุ่มรีไลน์เอ็กซ์ยูนิเซม เท่านั้นที่ความล้มเหลวส่วนใหญ่เป็นแบบผสม ซึ่งให้ผล เหมือนกับหลายการศึกษา^(20,26) ถึงแม้การศึกษาดังกล่าว ไม่ได้อภิปรายสาเหตุของความล้มเหลวที่เกิดขึ้น แต่อาจ เป็นได้ว่าเมื่อส่องดูพื้นผิวการยึดติดของรีไลน์เอ็กซ์ยูนิเซม กับผิวฟันด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด พบรูพรุนในเนื้อซีเมนต์และบริเวณรอยต่อระหว่างซีเมนต์ กับเนื้อฟัน^(23, 27)

บทสรุป

ด้วยข้อจำกัดการศึกษานี้พบว่า กลุ่มรีไลน์เอ็กซ์ยู สองร้อยให้ค่าเฉลี่ยกำลังแรงยึดเหนี่ยวต่ำกว่ากลุ่มมัลติ-ลิงค์เอ็นและกลุ่มวาริโอลิงค์เอ็นอย่างมีนัยสำคัญทาง สถิติ แต่ไม่แตกต่างจากกลุ่มรีไลน์เอ็กซ์ยูนิเซม อย่างไร ก็ตามจากคุณสมบัติทางกายภาพรีไลน์เอ็กซ์ยูสองร้อยที่ มีความชื้นเหน็ดต่ำ ไหลแผ่ได้ดี อีกทั้งการใช้งานง่าย ไม่มี ขั้นตอนการเตรียมผิวฟัน ทำให้รีไลน์เอ็กซ์ยูสองร้อยเป็น อีกทางเลือกหนึ่งในการพิจารณาใช้ยึดชิ้นงานในคลินิก ทั้งนี้งานวิจัยนี้เป็นแนวทางในการศึกษาต่อในอนาคตถึง คุณสมบัติทางกายภาพของรีไลน์เอ็กซ์ยูสองร้อยทั้งใน ห้องปฏิบัติการและในสิ่งมีชีวิตต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษานี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากคณะ ทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ขอขอบคุณ บริษัท 3 เอ็ม ประเทศไทย จำกัด (แผนก 3M ESPE) บริษัท ยูนิต์ เด็นทัล จำกัด ที่ให้ความอนุเคราะห์วัสดุเพื่อ ทำการศึกษา ขอขอบคุณศูนย์บริการวิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ (ศวท.มช.) ศูนย์เครื่องมือวิจัยทางวิทยาศาสตร์การแพทย์ ที่เอื้อเฟื้อสถานที่และให้ความอนุเคราะห์ในการใช้กล้อง จุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ ศูนย์วิจัยทางทันตแพทยศาสตร์ที่ให้ความแนะนำในการใช้ เครื่องมือและอุปกรณ์ในงานวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

1. Holderegger C, Sailer I, Schuhmacher C, Schl pfer R, H mmerle C, Fischer J. Shear bond strength of resin cements to human dentin. *Dent Mater* 2008; 24(7): 944-950.
2. Viotti RG, Kasaz A, Pena CE, Alexandre RS, Arrais CA, Reis AF. Microtensile bond strength of new self-adhesive luting agents and conventional multistep systems. *J Prosthet Dent* 2009; 102(5): 306-312.
3. Sirimongkolwattana S. Resin Cement: Clinical application. *CM Dent J* 2009; 30(1): 23-29.
4. Peutzfeldt A, Sahafi A, Flury S. Bonding of restorative materials to dentin with various luting agents. *Oper Dent* 2011; 36(3): 266-273.
5. El Zohairy AA, De Gee AJ, Mohsen MM, Feilzer AJ. Effect of conditioning time of self-etching primers on dentin bond strength of three adhesive resin cements. *Dent Mater* 2005; 21(2): 83-93.
6. Chaves P, Giannini M, Ambrosano GM. Influence of smear layer pretreatments on bond strength to dentin. *J Adhes Dent* 2002; 4(3): 191-196.
7. Tay FR, Sano H, Carvalho R, Pashley EL, Pashley DH. An ultrastructural study of the influence of acidity of self-etching primers and smear layer thickness on bonding to intact dentin. *J Adhes Dent* 2000; 2(2): 83-98.
8. Zhang C, Degrange M. Shear bond strengths of self-adhesive luting resins fixing dentine to different restorative materials. *J Biomater Sci Polym Ed* 2010; 21(5): 593-608.
9. Ozcan M, Mese A. Adhesion of conventional and simplified resin-based luting cements to superficial and deep dentin. *Clin Oral Investig* 2011. July 21 [Epub ahead of print]
10. Toman M, Toksavul S, Akin A. Bond strength of all-ceramics to tooth structure using new luting systems. *J Adhes Dent* 2008; 10(5): 373-378.
11. Tay FR, Carvalho RM, Pashley DH. Water movement across bonded dentin - too much of a good thing. *J Appl Oral Sci* 2004; 12(spe): 12-25.
12. Reis A, Loguercio AD, Carvalho RM, Grande RHM. Durability of resin dentin interfaces: effects of surface moisture and adhesive solvent component. *Dent Mater* 2004; 20(7): 669-676.
13. de Gee AJ, ten Harkel HC, Davidson CL. The influence of mixing ratio on the working time, strength and wear of composites. *Aust Dent J* 1989; 34(5): 466-469.
14. Flury S, Lussi A, Peutzfeldt A, Zimmerli B. Push-out bond strength of CAD/CAM-ceramic luted to dentin with self-adhesive resin cements. *Dent Mater* 2010; 26(9): 855-863.
15. Eliades G, Vougiouklakis G, Palaghias G. Effect of dentin primers on the morphology, molecular composition and collagen conformation of acid-demineralized dentin in situ. *Dent Mater* 1999; 15(5): 310-317.
16. Pereira PNR, Okuda M, Sano H, Yoshikawa T, Burrow MF, Tagami J. Effect of intrinsic wetness and regional difference on dentin bond strength. *Dent Mater* 1999; 15(1): 46-53.
17. Behr M, Rosentritt M, Regnet T, Lang R, Handel G. Marginal adaptation in dentin of a self-adhesive universal resin cement compared with well-tried systems. *Dent Mater* 2004; 20(2): 191-197.
18. Monticelli F, Osorio R, Mazzitelli C, Ferrari M, Toledano M. Limited decalcification/diffusion of self-adhesive cements into dentin. *J Dent Res* 2008; 87(10): 974-979.

19. De Munck J, Vargas M, Van Landuyt K, Hikita K, Lambrechts P, Van Meerbeek B. Bonding of an auto-adhesive luting material to enamel and dentin. *Dent Mater* 2004; 20(10): 963-971.
20. Hikita K, Van Meerbeek B, De Munck J, Ikeda T, Van Landuyt K, Maida T, et al. Bonding effectiveness of adhesive luting agents to enamel and dentin. *Dent Mater* 2007; 23(1): 71-80.
21. Lühns AK, Guhr S, Günay H, Geurtsen W. Shear bond strength of self-adhesive resins compared to resin cements with etch and rinse adhesives to enamel and dentin in vitro. *Clin Oral Investig* 2010; 14(2): 193-199.
22. Escribano N, de la Macorra JC. Microtensile bond strength of self-adhesive luting cements to ceramic. *J Adhes Dent* 2006; 8(5): 337-341.
23. Goracci C, Cury AH, Cantoro A, Papacchini F, Tay FR, Ferrari M. Microtensile bond strength and interfacial properties of self-etching and self-adhesive resin cements used to lute composite onlays under different seating forces. *J Adhes Dent* 2006; 8(5): 327-335.
24. Technical data sheet. Espertise RelyX Unicem. Seefeld, Germany: 3M Espe AG; 2007.
25. Leevailoj C, Chantaramungkorn M. *Chalerm-pol & Montri: Posterior tooth coloured restoration*. 1st ed. Bangkok Thailand: Dental Idea Company Limited.; 2006: 68.
26. Türkmen C, Durkan M, Cimilli H, Öksüz M. Tensile bond strength of indirect composites luted with three new self-adhesive resin cements to dentin. *J Appl Oral Sci* 2011; 19(4): 363-369.
27. Fabianelli A, Goracci C, Bertelli E, Monticelli F, Grandini S, Ferrari M. In vitro evaluation of wall-to-wall adaptation of a self-adhesive resin cement used for luting gold and ceramic inlays. *J Adhes Dent* 2005; 7(1): 33-40.