ว ทันต จุฬาฯ 2558;38:141-154
CU Dent J. 2015;38:141-154

บทวิทยาการ
Original Article

ผลของซีเมนต์ชั่วคราวชนิดไดแคลต่อค่ากำลังแรงยึดเฉือนของเรซินซีเมนต์ 4 ชนิดกับเนื้อฟัน

ตุลย์ ศรีอัมพร ท.บ., วท.ด.[1]
ชุติมา โฆษิตพันธวงศ์ ท.บ., วท.ม.[2]
นิยม ธำรงค์อนันต์สกุล ท.บ., วท.ด.[3]

[1]ภาควิชาทันตกรรมประดิษฐ์ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต
[2]291/97 ถนนสุขุมวิท แขวงพระโขนงเหนือ เขตวัฒนา กรุงเทพฯ
[3]ภาควิชาทันตกรรมประดิษฐ์ คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาผลของไดแคลต่อค่ากำลังแรงยึดเฉือนของเรซินซีเมนต์ 4 ชนิด

วัสดุและวิธีการ ฟันกรามแท้ของมนุษย์จำนวน 120 ซี่ ตัดด้านบดเคี้ยวให้เนื้อฟันเผย แบ่งฟันโดยการสุ่มเป็น 3 กลุ่มๆ ละ 40 ซี่ กลุ่มที่ 1 คือไม่เคลือบไดแคลบนเนื้อฟัน (กลุ่มควบคุม) ส่วนกลุ่มที่ 2 และ 3 เคลือบไดแคลบนเนื้อฟันแล้วทิ้งไว้เป็นระยะเวลา 7 และ 28 วัน ตามลำดับ จากนั้นแต่ละกลุ่มยังแบ่งเป็น 4 กลุ่มย่อยกลุ่มละ 10 ซี่ ตามชนิดของเรซินซีเมนต์ที่ใช้ทดสอบ 4 ชนิด (วาริโอลิงค์เอ็น พานาเวียเอฟทู รีไลเอ็กซ์ยูสองร้อย และแม็กเซมอีลิต) กำจัดไดแคลออกหลังจากครบเวลาที่กำหนดยึดแท่งเรซินคอมโพสิตบนผิวเนื้อฟันด้วยเรซินซีเมนต์ นำชิ้นทดสอบแช่ในน้ำกลั่นที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ทดสอบหาค่ากำลังแรงยึดเฉือนโดยเครื่องทดสอบสากล ด้วยความเร็วหัวกด 0.5 มิลลิเมตรต่อนาที วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทางและการเปรียบเทียบเชิงซ้อนชนิดทูกีย์ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ตรวจสอบลักษณะความล้มเหลวของการยึดติดบริเวณรอยแตกหักของชิ้นทดสอบด้วยกล้องจุลทรรศน์สเตอริโอไมโครสโคป และกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด

ผลการศึกษา ค่ากำลังแรงยึดเฉือนของทุกกลุ่มที่ยึดด้วยวาริโอลิงค์เอ็นและพานาเวียเอฟทู ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ชิ้นทดสอบทุกชิ้นของกลุ่มวาริโอลิงค์เอ็นและพานาเวียเอฟทูแสดงความล้มเหลวแบบผสม ส่วนกลุ่มรีไลเอ็กซ์ยูสองร้อยและแม็กเซมอีลิต พบว่าค่ากำลังแรงยึดเฉือนของกลุ่มที่สัมผัสไดแคลเป็นเวลา 7 วัน และ 28 วัน มีค่าต่ำกว่ากลุ่มที่ไม่สัมผัสไดแคลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ค่ากำลังแรงยึดเฉือนระหว่างกลุ่มที่สัมผัสไดแคลด้วยระยะเวลา 7 วัน และ 28 วัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ชิ้นทดสอบทุกชิ้นของกลุ่มรีไลเอ็กซ์ยูสองร้อยและแม็กเซมอีลิต แสดงความล้มเหลวแบบยึดไม่ติด เมื่อพิจารณาเฉพาะกลุ่มที่เนื้อฟันสัมผัสสารไดแคล พบว่ากลุ่มรีไลเอ็กซ์ยูสองร้อยและแม็กเซมอีลิตมีค่ากำลังแรงยึดเฉือนต่ำกว่ากลุ่มวาริโอลิงค์เอ็นและพานาเวียเอฟทูอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สรุป ไดแคลมีผลต่อค่ากำลังแรงยึดเฉือนต่อเนื้อฟันในกลุ่มที่ยึดด้วยรีไลเอ็กซ์ยูสองร้อยหรือแม็กเซมอีลิต แต่ไม่มีผลต่อค่ากำลังแรงยึดเฉือนในกลุ่มที่ยึดด้วยวาริโอลิงค์เอ็นหรือพานาเวียเอฟทู

(ว ทันต จุฬาฯ 2558;38:141-154)

คำสำคัญ: *กำลังแรงยึดเฉือน; ไดแคล; เรซินซีเมนต์*

ผู้รับผิดชอบบทความ นิยม ธำรงค์อนันต์สกุล niyom.t@chula.ac.th

บทนำ

ปัจจุบันมีการใช้เรซินซีเมนต์กันอย่างกว้างขวางสำหรับยึดชิ้นงานที่ขึ้นรูปจากห้องปฏิบัติการ เช่น ชิ้นอุดฝัง (inlay) ชิ้นอุดครอบ (onlay) ครอบฟัน (crown) สะพานฟัน (bridge) เดือยฟัน (post) และแผ่นปิดหน้าฟัน (veneer)[1-3] เนื่องจากเรซินซีเมนต์ส่วนใหญ่เกิดการยึดแบบเคมี-กล (chemico-mechanical bonding) ซึ่งช่วยเพิ่มค่ากำลังแรงยึดให้สูงขึ้น มีสมบัติละลายน้ำต่ำ มีความหนาของชั้นฟิล์มที่บาง ดังนั้นจึงช่วยลดการรั่วซึม[4-6] และลดการติดสีบริเวณรอยต่อของฟันและวัสดุ[7] ลดอาการเสียวฟันภายหลังการรักษา[8] ในการบูรณะฟันด้วยชิ้นงานที่ผลิตจากห้องปฏิบัติการส่วนใหญ่จำเป็นต้องนัดผู้ป่วยหลายครั้ง ดังนั้นชิ้นงานบูรณะชั่วคราวและซีเมนต์ชนิดชั่วคราวจึงมีความจำเป็นเนื่องจากช่วยป้องกันภยันตรายที่อาจจะเกิดกับเนื้อเยื่อใน (pulp tissue) รวมถึงให้ความสวยงาม และให้ผู้ป่วยได้ใช้บดเคี้ยวก่อนได้รับการบูรณะด้วยชิ้นงานถาวร[9]

ปัจจุบันซีเมนต์ชนิดชั่วคราวที่ใช้ในงานทันตกรรม มีหลายชนิด เช่น ซิงค์ออกไซด์ยูจีนอล (zinc oxide eugenol) ซิงค์ออกไซด์ที่ปราศจากสารยูจีนอล (zine oxide non-eugenol) และแคลเซียมไฮดรอกไซด์ ไลเนอร์ (calcium hydroxide liner)[10-12] ซึ่งไดแคล (Dycal®) เป็นหนึ่งในผลิตภัณฑ์ทางการค้าที่ทันตแพทย์นิยมใช้

ซิงค์ออกไซด์ยูจีนอลเป็นซีเมนต์ชนิดชั่วคราวที่ใช้กันอย่างกว้างขวาง เนื่องจากมีส่วนประกอบของสารยูจีนอลที่มีสมบัติในการลดอาการปวดและเสียวฟัน[13,14] แต่มีรายงานว่าสารยูจีนอลที่หลงเหลือจากซีเมนต์ชั่วคราวสามารถยับยั้งปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์ของเรซินคอมโพสิต สารยึด (bonding agent) และเรซินซีเมนต์ได้[15] เนื่องจากหมู่ฟีนอล (phenol group) จะจับอนุมูลอิสระ (free radical) แล้วยับยั้งกระบวนการเกิดพอลิเมอร์ของวัสดุดังกล่าว ส่งผลให้แรงยึดกับฟันหลักมีค่าลดลง[16] ดังนั้นซีเมนต์ชนิดซิงค์ออกไซด์ที่ปราศจากสารยูจีนอล และไดแคลจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการนำมาใช้เป็นซีเมนต์ชนิดชั่วคราว Akashi และคณะ[17] รายงานว่าการใช้ไดแคลเพื่อเป็นซีเมนต์ชนิดชั่วคราวให้ค่าแรงยึดที่สูงกว่าซีเมนต์ชนิดชั่วคราวชนิดซิงค์ออกไซด์ที่ปราศจากสารยูจีนอลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ Macchi และคณะ[18] ศึกษาค่าแรงยึดระหว่างผิวเนื้อฟันที่ผ่านการเคลือบด้วยสารแคลเซียมไฮดรอกไซด์เป็นเวลา 48 ชั่วโมง จากนั้นปรับสภาพผิวเนื้อฟันด้วยสารยึดระบบโททอลเอทช์ (total etched system) พบว่าไดแคลไม่มีผลต่อค่าการยึดอยู่ของเรซินคอมโพสิต ขณะที่ Paul และ Scharer[10] ศึกษาโดยใช้เซลฟ์ฮาร์ดเดนนิงแคลเซียมไฮดรอกไซด์ (self-hardening calcium hydroxide, Kerr Life®) ฉาบบนผิวเนื้อฟันเป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นกำจัดออกและขัดด้วยผงพัมมิส (pumice) แล้วยึดด้วยเรซินคอมโพสิต โดยใช้สารยึด 4 ชนิด [เออาร์ทีบอนด์ (ART Bond) ออลบอนด์ทู (All-Bond 2) ซินแทก (Syntac) และพีบอนด์ (P-Bond)] และทดสอบค่ากำลังแรงยึดเฉือน พบว่าแคลเซียมไฮดรอกไซด์มีผลทำให้ค่ากำลังแรงยึดเฉือนลดลงในกลุ่มที่ใช้เออาร์ทีบอนด์และออลบอนด์ทู

จากงานวิจัยที่ผ่านมาได้รายงานว่าสารแคลเซียมไฮดรอกไซด์ทั้งที่อยู่ในรูปของสารแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่ก่อตัวได้ (setting) และในรูปที่ไม่ก่อตัวสามารถถูกละลายด้วยกรดในระบบโททอลเอทช์[19-21] ปัจจุบันมีเรซินซีเมนต์หลายระบบที่ออกวางจำหน่าย เช่น ระบบเซลฟ์เอทช์ (self-etched system) ที่มีการปรับสภาพผิวเนื้อฟันโดยการทาด้วยสารไพรเมอร์ก่อนยึดกับเรซินเบส (resin base) ซึ่งสารไพรเมอร์นี้ประกอบด้วยมอนอเมอร์ที่มีฤทธิ์เป็นกรด ที่สามารถละลายอินทรีย์สารในชั้นเสมียร์ (smear layer) และที่ผิวเนื้อฟันพร้อมกับแทรกซึมเข้าสู่เนื้อฟันแล้วรวมชั้นเสมียร์ให้เป็นส่วนหนึ่งของการยึดติด[22,23] ขณะที่ระบบเซลฟ์แอดฮีซีฟ (self-adhesive system) เป็นเรซินซีเมนต์ที่ใช้ความเป็นกรดของมอนอเมอร์ที่อยู่ในเรซินเบส เป็นสารปรับสภาพชั้นเสมียร์[24,25] เนื่องด้วยไดแคลมีองค์ประกอบหลักคือ แคลเซียมไฮดรอกไซด์ ซึ่งสามารถปล่อยไฮดรอกไซด์ไอออน (OH^-) และแสดงฤทธิ์เป็นด่าง โดยไดแคลมีค่าความเป็นกรด-ด่างประมาณ 11.8-12 ซึ่งมีค่าต่างกันเล็กน้อยเมื่อเทียบกับแคลเซียมไฮดรอกไซด์ชนิดที่ผสมกับน้ำซึ่งมีค่าความเป็นกรด-ด่างประมาณ 12-13[26] ดังนั้นจึงมีความเป็นไปได้ว่าค่าความเป็นด่างของไดแคลอาจมีผลกระทบต่อการยึดติดของเรซินซีเมนต์ที่มีการปรับสภาพผิวเนื้อฟันด้วยวิธีที่แตกต่างกัน โดยวัตถุประสงค์ของการวิจัยในครั้งนี้คือ เพื่อศึกษาผลของไดแคลที่เคลือบบนผิวเนื้อฟันด้วยระยะเวลาต่างกันต่อค่าแรงยึดเฉือนของเรซินซีเมนต์ 4 ชนิด ได้แก่ วาริโอลิงค์เอ็น (Variolink® N, Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) พานาเวียเอฟทู (Panavia® F 2.0, Kuraray, Osaka, Japan) รีไลเอ็กซ์ยูสองร้อย (Rely X™ U200, 3M ESPE, Seefeld, Germany) และแม็กเซมอีลิต (MaxCem® Elite, Kerr, Orange, CA, USA) โดยมีสมมติฐานว่าค่ากำลังแรงยึดเฉือนระหว่างเรซินซีเมนต์ทั้ง 4 ชนิดกับเนื้อฟันที่สัมผัสสารไดแคลด้วยระยะเวลาต่างๆ ทุกกลุ่มมีค่าไม่แตกต่างกัน

วัสดุและวิธีการ

งานวิจัยนี้ใช้เรซินซีเมนต์ 4 ชนิด ดังแสดงในตารางที่ 1 และใช้ฟันกรามแท้ของมนุษย์จำนวน 120 ซี่ ซึ่งมีสภาพสมบูรณ์ ไม่มีลักษณะผิดปกติใดๆ ไม่มีรอยโรคฟันผุ ไม่ได้รับการบูรณะ และมีอายุภายหลังการถอนไม่เกิน 6 เดือน โดยเก็บซี่ฟันไว้ในสารละลายคลอรามีนที (Chloramines-T trihydrate solution) ความเข้มข้นร้อยละ 0.5 เป็นระยะเวลาไม่เกิน 1 สัปดาห์ จากนั้นนำไปเก็บไว้ในน้ำกลั่นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส (อ้างอิงจาก ISO/TS 11405)[27]

การเตรียมชิ้นงานและการทดสอบค่ากำลังแรงยึดเฉือน

งานวิจัยนี้ได้รับอนุญาตจากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เลขที่ HREC-DCU 2014-052 โดยนำฟันกรามจำนวน 120 ซี่ ฝังในท่อพีวีซียึดด้วยอีพอกซีเรซิน ให้แนวฟันตั้งฉากกับพื้นระนาบ จากนั้นตัดเคลือบฟันด้านบดเคี้ยวออกในแนวตั้งฉากกับแนวแกนฟัน เพื่อให้ถึงชั้นเนื้อฟัน โดยตัดให้ห่างจากยอดปุ่มฟันประมาณ 3 มิลลิเมตร ด้วยเครื่องตัดฟัน (ISOMET 1000 series 15, Buehler, Lake

ตารางที่ 1 แสดงเรซินซีเมนต์และสารที่เป็นองค์ประกอบที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้

Table 1 shows resin cements and their compositions used in this study.

Resin cements	Compositions
Variolink® N	Syntac Primer: acetone, triethyleneglycol dimethacrylate, polyethylene glycol dimethacrylate and maleic acid
(Lot S54365)	Syntac Adhesive: polyethylene glycol dimethacrylate, glutaraldehyde
	Heliobond: Bis-GMA, triethyleneglycol dimethacrylate
	Variolink N (Base): Bis-GMA, urethane dimethacrylate, triethyleneglycol dimethacrylate
	Variolink N (Catalyst); Bis-GMA, urethane dimethacrylate, triethyleneglycol dimethacrylate
Panavia™ F 2.0	ED Primer II Liquid A: 2-hydroxyethyl methacrylate, 10-methacryloyxydecyl dihydrogen
(Lot 051442)	phosphate, N-Methacryloyl-5-aminosalicylic acid, water and accelerators
	ED Primer II Liquid B: N-Methacryloyl-5-aminosalicylic acid, water, catalysts and accelerators
	Paste A: 10-Methacryloyloxydecyl dihydrogen phosphate, hydrophobic aromatic dimethacrylate, hydrophobic aliphatic methacrylate, hydrophilic aliphatic dimethacrylate, silanated silica filler, silanated colloidal silica, dl-camphorquinone, catalysts, initiators and others
	Paste B: sodium fluoride, hydrophobic aromatic dimethacrylate, hydrophobic aliphatic methacrylate, hydrophilic aliphatic dimethacrylate, silanated barium glass, filler, catalysts, accelerators, pigments, others
Rely X™ U200	silane treated glass powder, substituted dimethacrylate, 1-benzyl-5-phenyl-barbic-acid,
(Lot 539152)	calcium salt, silane treated silica, sodium p-toluenesulfinate, 1,12-dodecane dimethycrylate, calcium hydroxide, methacrylated aliphatic amine and titanium dioxide
MaxCem® Elite	uncured methacrylate ester monomer, non-hazardous inert mineral filler, ytterbium fluoride,
(Lot 5227502)	activators, stabilizers and colorants

Bluff, IL, USA) ด้วยแรงกด 150 นิวตัน ที่ความเร็ว 350 รอบต่อนาที แล้วใช้กล้องจุลทรรศน์สเตอริโอไมโครสโคป (Stereomicroscope; ML 9300, Meiji Techno Co. Ltd., Saitama, Japan) กำลังขยาย 40 เท่า เพื่อตรวจสอบว่าหน้าตัดของฟันไม่มีจุดทะลุโพรงเนื้อเยื่อใน (pulp cavity) ไม่มีรอยแตก (crack) และเป็นส่วนเนื้อฟันเท่านั้น แล้วขัดผิวฟันโดยใช้เครื่องขัดผิววัสดุอัตโนมัติ (Automatic Polishing Machine; DPS 3200, IMPTECH, Boksburg, South Africa) ด้วยกระดาษขัดซิลิคอนคาร์ไบด์ความละเอียด 600 กริต (600-grit silicon carbide paper; PACE Technologies, Tucson, AZ, USA) เป็นเวลา 10 วินาที ภายใต้น้ำหล่อล้างผิวฟันด้วยการฉีดน้ำและลมพร้อมกันจากทริปเปิลไซรินจ์ (triple syringe) และเป่าด้วยลมที่ปราศจากละอองน้ำมัน สุ่มเลือกฟันและแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มๆ ละ 40 ซี่ กลุ่มที่ 1 คือ เนื้อฟันไม่สัมผัสไดแคล (Densply Caulk, Milford, DE, USA) และให้เป็นกลุ่มควบคุม ส่วนกลุ่มที่ 2 และ 3 ฉาบสารไดแคลที่ผิวเนื้อฟันแล้วทิ้งไว้เป็นระยะเวลา 7 และ 28 วัน ตามลำดับ โดยผสมไดแคลส่วนเบส (base) และแคลทาลิสท์ (catalyst) บนกระดาษผสมในอัตราส่วน 1 ต่อ 1 เป็นเวลา 5 วินาที จนเป็นเนื้อเดียวกัน แล้วนำไปทาที่ผิวเนื้อฟันที่เตรียมไว้ ปล่อยให้แข็งตัวที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 นาที จากนั้นเก็บซี่ฟันทุกกลุ่มไว้ในตู้ควบคุมอุณหภูมิ (Incubator; Contherm 160 M, Contherm Scientific Ltd., Wellington, New Zealand) ที่ 37 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 100 จนครบตามเวลาที่กำหนด

เตรียมแท่งเรซินคอมโพสิต

เตรียมชิ้นเรซินคอมโพสิตจำนวน 120 ชิ้น โดยนำเรซินคอมโพสิตชนิดบ่มด้วยแสง (Filtek Z350XT, 3M ESPE, St. Paul, MN, USA) สีเอสาม บรรจุลงในท่อซิลิโคนใส ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 มิลลิเมตร สูง 10 มิลลิเมตร ฉายแสงด้วยเครื่องฉายแสงฮาโลเจน (Halogen curing unit; Elipar 2500, 3M ESPE, Seefeld, Germany) ความเข้มแสง 800 มิลลิวัตต์/ตารางเซนติเมตร ที่ปลายท่อทั้ง 2 ด้าน และด้านข้าง รวมทั้งสิ้น 4 ด้านๆ ละ 40 วินาที จากนั้นเตรียมผิวชิ้นเรซินคอมโพสิตด้านที่จะนำมายึดติด โดยเป่าผิวหน้าด้วยเครื่องขัดสึกแบบพ่นอนุภาคในอากาศ (Airborn-particle abrasive unit; Basic Classic, Renfert GmbH, Hilzingen, Germany) โดยใช้อนุภาคอลูมิเนียมออกไซด์ขนาด 50 ไมโครเมตร นาน 5 วินาที ที่ความดัน 35 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ระยะห่าง 10 มิลลิเมตร ทำความสะอาดในน้ำกลั่นด้วยเครื่องล้างความถี่สูง (Ultrasonic cleaner; Quantrex 90WT; L & R Manufacturing Co., Kearny, NJ, USA) เป็นเวลา 10 นาที

ขั้นตอนการผสมเรซินซีเมนต์และยึดแท่งเรซินคอมโพสิต

เมื่อครบกำหนดเวลานำฟันที่เคลือบด้วยไดแคล คือ กลุ่มที่ 2 และ 3 มาขูดเอาไดแคลออกด้วยช้อนตัก (spoon) จนเห็นว่าสะอาด แล้วขัดด้วยผงพัมมิสผสมน้ำกลั่น (pumice-water slurry) 5 วินาที และล้างน้ำ จากนั้นนำฟันทั้ง 3 กลุ่ม แบ่งเป็นกลุ่มย่อยกลุ่มละ 10 ซี่ ตามชนิดของเรซินซีเมนต์ที่ใช้ในการทดสอบคือ วาริโอลิงค์เอ็น พานาเวียเอฟทู รีไลเอ็กซ์ยูสองร้อย และแม็กเซมอีลิต โดยขั้นตอนการเตรียมผิวเนื้อฟันและการยึดแท่งเรซินคอมโพสิตมีดังนี้

วาริโอลิงค์เอ็น ทากรดฟอสฟอริกความเข้มข้นร้อยละ 37 ที่ผิวเนื้อฟัน 15 วินาที ล้างน้ำแล้วเป่าด้วยลมสะอาดปราศจากละอองน้ำมัน โดยคงสภาพผิวเนื้อฟันให้มีความชื้น (moist dentin) ทาสารซินแทกไพรเมอร์ (Syntac primer) 15 วินาที แล้วเป่าลมให้แห้ง จากนั้นทาซินแทกแอดฮีซีฟ (Syntac adhesive) 10 วินาที แล้วเป่าลมให้แห้ง ใช้เทปกาวหน้าเดียวที่มีความหนาประมาณ 80 ไมโครเมตร (Scotch tape; 3M, St. Paul, USA) เจาะรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 มิลลิเมตร ติดที่ผิวเนื้อฟัน จากนั้นทาสารเฮลิโอบอนด์ (Heliobond) แล้วเป่าลมเพื่อให้เกิดเป็นชั้นฟิล์มบางๆ และใช้พู่กันอันใหม่ซับสารเฮลิโอบอนด์ที่กองอยู่ตามขอบวงในของแผ่นเทปออกให้หมด ผสมเรซินซีเมนต์ส่วนเบสและแคททาลิสท์บนกระดาษผสมในอัตราส่วน 1 ต่อ 1 เป็นเวลา 10 วินาที

พานาเวียเอฟทู ผสมอีดีไพรเมอร์เอและบี (ED Primers II liquid A and B) ในอัตราส่วน 1 ต่อ 1 เป็นเวลา 5 วินาที นำสารผสมทาลงบนผิวเนื้อฟันแบบวิธีกวนวนไปมา (agitation) 15 วินาที และทิ้งไว้ต่ออีก 15 วินาที กำจัดส่วนเกินออก โดยใช้ลมที่ปราศจากละอองน้ำและน้ำมัน เป่าสั้นๆ จนไม่เห็นการเคลื่อนไหว (move) ของสารผสม ใช้เทปกาวหน้าเดียวที่เจาะรูแล้วติดที่ผิวเนื้อฟัน ผสมเนื้อซีเมนต์หลอดเอและบีในอัตราส่วน 1 ต่อ 1 เป็นเวลา 20 วินาที

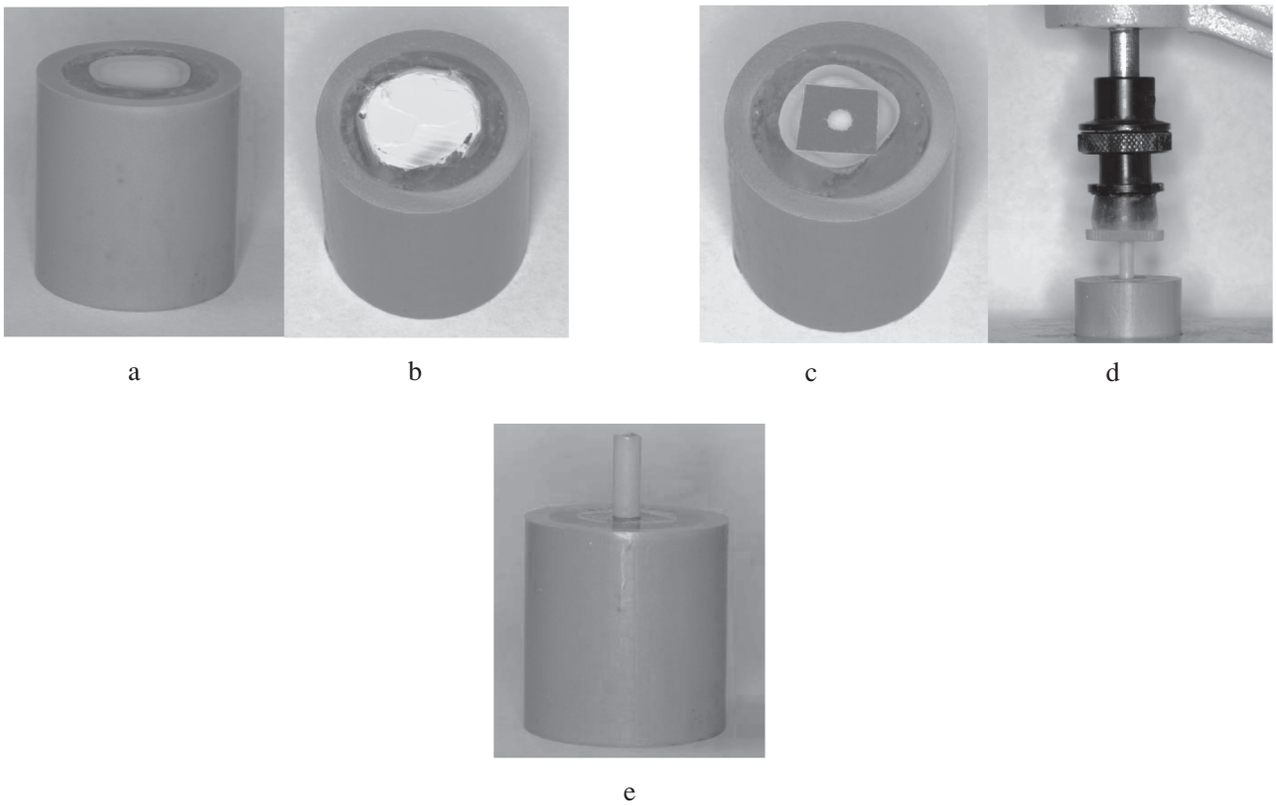
รีไลเอ็กซ์ยูสองร้อย ทำความสะอาดพื้นผิวเนื้อฟันด้วยการฉีดน้ำและลมพร้อมกันจากทริปเปิลไซรินจ์ เป่าด้วยลมที่สะอาดเป็นเวลา 10 วินาที แล้วทำการปรับสภาพผิวเนื้อฟันให้มีความชื้น โดยใช้ออโตปิเป็ตหยดน้ำกลั่นปริมาตร 1

ไมโครลิตร ลงที่ผิวเนื้อฟัน จากนั้นใช้กระดาษที่ไม่ทำให้เกิดขุยขัดที่ผิวหน้าฟันนาน 5 วินาที และใช้เทปกาวหน้าเดียวที่เจาะรูแล้วติดที่ผิวเนื้อฟัน กดซีเมนต์จากหลอดที่เป็นระบบคลิกเกอร์ (clicker) แล้วผสมเป็นเวลา 20 วินาที

แม็กเซมอีลิต ทำการเตรียมผิวเนื้อฟันเช่นเดียวกับกลุ่มของรีไลเอ็กซ์ยูสองร้อย จากนั้นผสมซีเมนต์ส่วนเบสและแคททาลิสท์ให้เข้ากันโดยใช้หัวฉีดเกลียวผสม (mixing tip)

การยึดแท่งคอมโพสิตเข้ากับผิวเนื้อฟันด้วยเรซินซีเมนต์

นำท่อพีวีซีที่มีซี่ฟันฝังอยู่ใส่ที่ฐานของเครื่องมือควบคุมน้ำหนักการกด ผสมเรซินซีเมนต์ตามที่กล่าวมาข้างต้น ป้ายซีเมนต์ลงบนผิวเนื้อฟันภายในรูของแผ่นเทปที่เตรียมไว้ วางแท่งเรซินคอมโพสิตลงบนเรซินซีเมนต์ ด้วยน้ำหนักกดที่คงที่ 1,000 กรัม ฉายแสงรอบชิ้นงาน ด้านละ 2 วินาที กำจัดซีเมนต์ส่วนเกินรอบชิ้นงานออกด้วยความระมัดระวัง จากนั้นฉาย



a b c d e

รูปที่ 1 แสดงการเตรียมชิ้นงานเพื่อทดสอบค่ากำลังแรงยึดเฉือน

a) ฝังซี่ฟันลงในท่อพีวีซีและตัดด้านบดเคี้ยวออกให้เป็นระนาบแบน
b) คลุมเนื้อฟันด้านบดเคี้ยวด้วยไดแคล
c) ติดแผ่นเทปกาวด้านบดเคี้ยว เพื่อกำหนดตำแหน่งของการยึดและควบคุมความหนาของชั้นซีเมนต์
d) แท่งเรซินคอมโพสิตถูกกดเข้ากับผิวหน้าฟันด้วยแท่งน้ำหนักที่คงที่
e) ชิ้นทดสอบก่อนนำไปแช่ในน้ำกลั่น

Fig. 1 shows the specimen preparation for the shear strength test.

a) The tooth was embedded in PVC tube and the occlusal was cut to flat surface.
b) Dentin on occlusal surface was covered with Dycal®.
c) A piece of adhesive tape was firmly attached on the occlusal surface to define the area of bonding and control the film thickness of cement.
d) Resin composite rod was pressed on dentin surface with the constant weight.
e) The bonded specimen before immersion in distilled water

แสงรอบชิ้นงานทั้งด้านใกล้แก้มและใกล้ลิ้น ด้านละ 40 วินาที เอาแท่งน้ำหนักออก แล้วทิ้งไว้จนครบ 30 นาที โดยนับเวลาเริ่มต้นตั้งแต่ทำการผสมเรซินซีเมนต์ จากนั้นนำชิ้นทดสอบแช่ในน้ำกลั่นและเก็บไว้ในตู้ควบคุมอุณหภูมิ ที่ 37 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 100 เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

ขั้นตอนการเตรียมชิ้นทดสอบได้แสดงไว้ดังรูปที่ 1

การทดสอบค่ากำลังแรงยึดเฉือน

นำชิ้นทดสอบไปทดสอบค่ากำลังแรงยึดเฉือนด้วยเครื่องทดสอบสากลระบบไฮโดรลิก (Universal Testing Machine; EZ-S 500N, Shimadzu Corporation, Kyoto, Japan) ใช้โหลดเซลล์ 500 นิวตัน ความเร็วของหัวกดเท่ากับ 0.5 มิลลิเมตรต่อนาที โดยตั้งทิศทางหัวกดให้ขนานกับรอยต่อระหว่างเนื้อฟันและแท่งคอมโพสิต บันทึกแรงกดสูงสุดที่ทำให้เกิดการทำลายการยึดติดของเรซินซีเมนต์ชนิดต่าง ๆ กับผิวเนื้อฟัน คำนวณค่ากำลังแรงยึดเฉือน โดยนำแรงเฉือนสูงสุดหารด้วยพื้นที่ผิวรอยต่อระหว่างเนื้อฟันและแท่งคอมโพสิต มีหน่วยเป็นเมกะปาสกาล (MPa) วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้ความแปรปรวนแบบสองทาง (Two-way analysis of variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มด้วยการเปรียบเทียบเชิงซ้อนชนิดทูกีย์ (Tukey's multiple comparisons) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 จากนั้นนำชิ้นทดสอบที่แตกหักไปส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์สเตอริโอไมโครสโคปที่กำลังขยาย 40 เท่า และเลือกชิ้นงานไปเคลือบทองด้วยเครื่องเคลือบทอง (Gold sputtering unit; JFC-1200E Fine coater, JOEL Ltd., Japan) แล้วนำมาส่องบริเวณรอยแตกด้วยกล้องอิเล็กตรอนชนิดส่องกราด (Scanning Electron Microscope; Quanta 250, FEI Company, USA) เพื่อดูลักษณะความล้มเหลวของการยึดติดบริเวณรอยแตกหักของชิ้นทดสอบ โดยการทดสอบครั้งนี้ต้องการศึกษาค่าแรงยึดติดระหว่างผิวหน้าของเนื้อฟันและเรซินซีเมนต์ ดังนั้นรูปแบบของความล้มเหลวจึงแบ่งเป็น

1) **การยึดไม่อยู่ (adhesive failure)** คือ เกิดความล้มเหลวระหว่างรอยต่อของผิวหน้าของเนื้อฟันกับเรซินซีเมนต์ เมื่อดูบนด้านเนื้อฟันของชิ้นทดสอบ จะไม่พบเรซินซีเมนต์หลงเหลืออยู่เลย

2) **การเชื่อมแน่นล้มเหลว (cohesive failure)** คือ เกิดความล้มเหลวในเนื้อของวัสดุเรซินซีเมนต์ เมื่อดูบนด้านเนื้อฟันของชิ้นทดสอบ จะพบว่ามีเรซินซีเมนต์ปกคลุมผิวเนื้อฟันอยู่ทั้งหมด

ตารางที่ 2 แสดงค่าเฉลี่ยกำลังแรงยึดเฉือน (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) และลักษณะความล้มเหลว

Table 2 shows the means of shear bond strength (standard deviation) and mode of failure.

Resin cements		N	Shear bond strength in MPa (SD)	Mode of failure (%)		
				Adhesive (Dentin-Cement)	Cohesive (In cement)	Mix
Variolink® N	0 day	10	8.59(1.80)^{a}	-	-	100
	7 days	10	8.74(1.49)^{a}	-	-	100
	28 days	10	8.41(1.32)^{a}	-	-	100
Panavia™F2.0	0 day	10	8.16(1.44)^{a}	-	-	100
	7 days	10	8.09(2.02)^{a}	-	-	100
	28 days	10	7.95(1.51)^{a}	-	-	100
Rely™U200	0 day	10	5.02(1.24)^{b}	100	-	-
	7 days	10	3.31(1.11)^{c}	100	-	-
	28 days	10	3.69(0.47)^{c}	100	-	-
MaxCem® Elite	0 day	10	4.72(1.07)^{b}	100	-	-
	7 days	10	2.97(1.30)^{c}	100	-	-
	28 days	10	3.28(0.61)^{c}	100	-	-

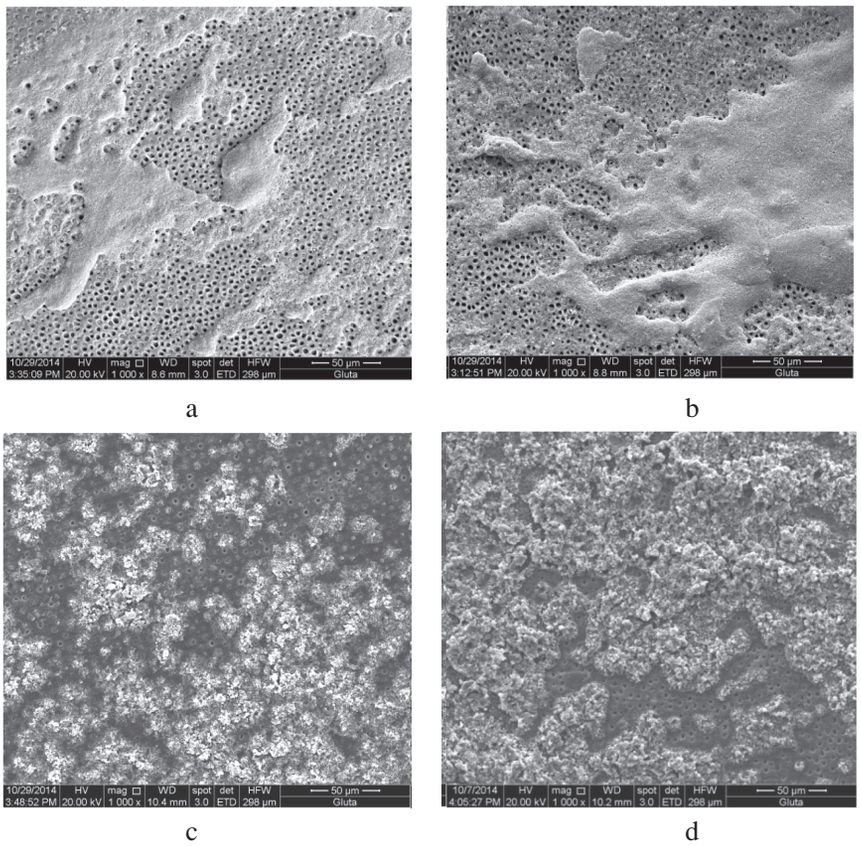
Same superscript letter means not significantly different ($p>0.05$).

3) **การล้มเหลวแบบผสม (mixed failure)** คือเกิดความล้มเหลวทั้งแบบการยึดไม่อยู่และการเชื่อมแน่นล้มเหลว ดังนั้นเมื่อดูบนด้านเนื้อฟันของชิ้นทดสอบ จะพบว่ามีเรซินซีเมนต์ปกคลุมผิวเนื้อฟันอยู่เป็นหย่อม ๆ

ผลการศึกษา

ค่าเฉลี่ยกำลังแรงยึดเฉือนและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานระหว่างผิวเนื้อฟันกับเรซินซีเมนต์ 4 ชนิด เมื่อเนื้อฟันสัมผัสไดแคลเป็นระยะเวลา 0, 7 และ 28 วัน แสดงในตารางที่ 2 วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้ความแปรปรวนสองทางและใช้สถิติทูกีย์ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 แยกความแตกต่างระหว่างกลุ่ม พบว่ากลุ่มที่ใช้ซีเมนต์วาริโอลิงค์เอ็น หรือพานาเวียเอฟทูกับผิวเนื้อฟันที่สัมผัสไดแคลด้วยระยะเวลา 0, 7 และ 28 วัน มีค่ากำลังแรงยึดเฉือนไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่กลุ่มที่ใช้ซีเมนต์ชนิดรีไลเอ็กซ์ยูสองร้อยหรือแม็กเซมอีลิตกับผิวเนื้อฟันที่ไม่สัมผัสไดแคลมีค่ากำลังแรงยึดเฉือนสูงกว่ากลุ่มที่ผิวเนื้อฟันสัมผัสไดแคลที่ระยะเวลา 7 และ 28 วัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) แต่เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มเนื้อฟันที่สัมผัสไดแคลด้วยระยะเวลา 7 กับ 28 วัน พบว่ากลุ่มที่ใช้รีไลเอ็กซ์ยูสองร้อยหรือแม็กเซมอีลิตมีค่ากำลังแรงยึดเฉือนไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) นอกจากนี้ยังพบว่ากลุ่มที่ใช้วาริโอลิงค์เอ็นหรือพานาเวียเอฟทู ให้ค่ากำลังแรงยึดเฉือนสูงกว่ากลุ่มที่ใช้รีไลเอ็กซ์ยูสองร้อยหรือแม็กเซมอีลิตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ทุก ๆ ช่วงเวลาที่เนื้อฟันสัมผัสสารไดแคล

ลักษณะการแตกหักของกลุ่มที่ยึดด้วยวาริโอลิงค์เอ็นหรือพานาเวียเอฟทูเกิดความล้มเหลวแบบผสม (mix failure) คือ เกิดระหว่างผิวเนื้อฟันกับเรซินซีเมนต์และในเนื้อวัสดุ คิดเป็นร้อยละ 100 (รูปที่ 2) ส่วนกลุ่มที่ยึดด้วยรีไลเอ็กซ์ยูสอง



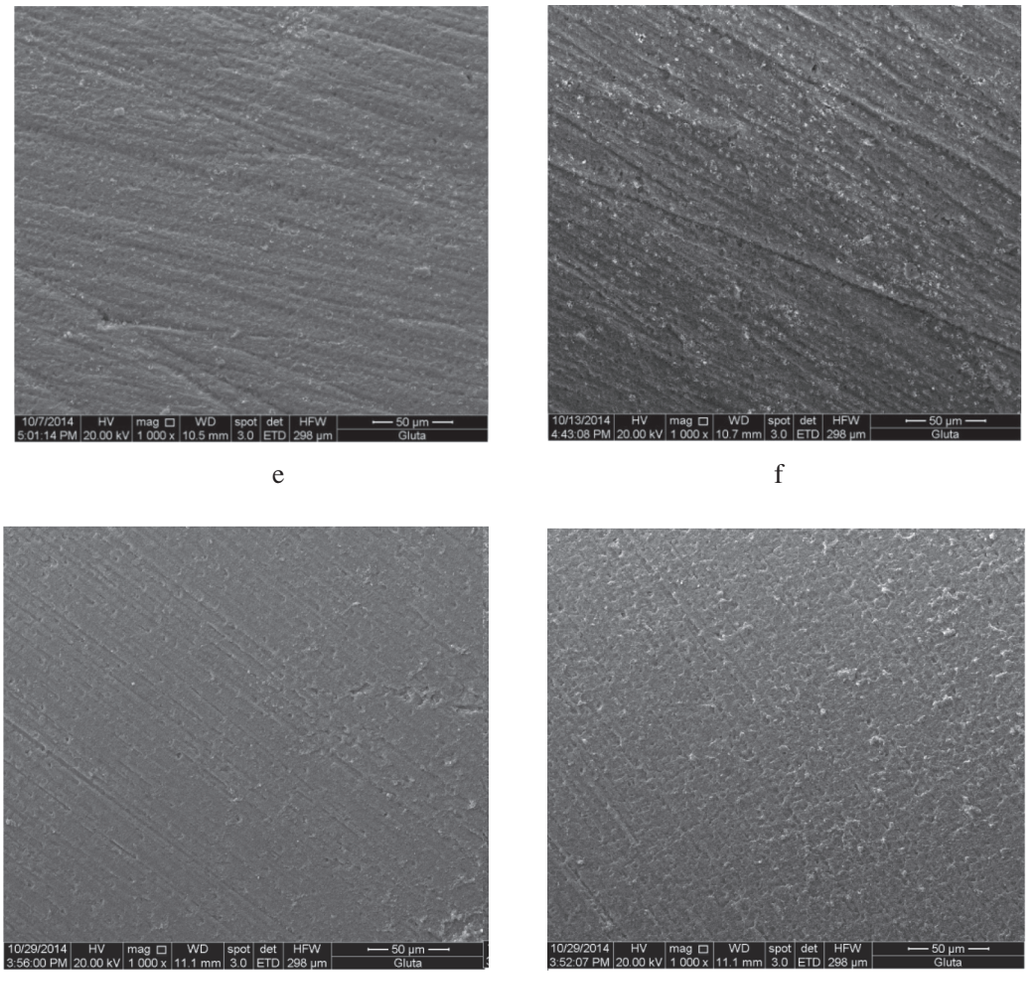
รูปที่ 2 ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (1000x) แสดงลักษณะความล้มเหลวของชิ้นทดสอบด้านที่เป็นเนื้อฟัน ซึ่งชิ้นทดสอบทั้งหมดแสดงความล้มเหลวเป็นแบบผสม เนื้อฟันที่ยึดด้วยวาริโอลิงค์เอ็นหลังจากเคลือบด้วยไดแคลที่ระยะเวลา 0 วัน (a) และ 28 วัน (b) เนื้อฟันที่ยึดด้วยพานาเวียเอฟทูหลังจากเคลือบด้วยไดแคลที่ระยะเวลา 0 วัน (c) และ 28 วัน (d)

Fig. 2 Illustrations from SEM (1000x) show failure modes of specimens at dentin site. All specimens demonstrated mix failure. Dentin was luted with Variolink N after coating with Dycal for 0 day (a) and 28 days (b). Dentin was luted with Panavia F 2.0 after coating with Dycal for 0 day (c) and 28 days (d).

ร้อยหรือแม็กเซมอีลิตเกิดบริเวณรอยต่อระหว่างผิวเนื้อฟันกับเรซินซีเมนต์คือ เกิดความล้มเหลวแบบยึดไม่ติด (adhesive failure) คิดเป็นร้อยละ 100 (รูปที่ 3)

วิจารณ์

ค่ากำลังแรงยึดเฉือนระหว่างเรซินซีเมนต์ทั้ง 4 ชนิด กับเนื้อฟันที่ผ่านการสัมผัสด้วยสารไดแคลที่ระยะเวลาต่าง ๆ กัน มีอย่างน้อยสองกลุ่มที่มีค่ากำลังแรงยึดเฉือนแตกต่างกัน ดังนั้นจึงปฏิเสธสมมติฐานที่ตั้งไว้ แคลเซียมไฮดรอกไซด์ถูกนำมาใช้ในงานทันตกรรมหลายลักษณะ อาทิเช่น เป็นสารใส่ในคลองรากฟันเพื่อเป็นยารักษา (intracanal medicament) สารผนึกคลองรากฟัน (endodontic sealer) สารช่วยให้เกิดกระบวนการเหนี่ยวนำให้ปลายรากปิด (apexification) สารปิดทับเนื้อเยื่อใน (pulp capping)[28] และกาวยึดชั่วคราวสำหรับชิ้นงานบูรณะ (temporary cement)[10-12] โดยสองลักษณะหลังทันตแพทย์นิยมใช้แคลเซียมไฮดรอกไซด์ในรูปแบบของแคลเซียมไฮดรอกไซด์ไลเนอร์ซึ่งหนึ่งผลิตภัณฑ์ทางการค้าคือ ไดแคล



e f

g h

รูปที่ 3 ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (1000x) แสดงลักษณะความล้มเหลวของชิ้นทดสอบด้านที่เป็นเนื้อฟัน ซึ่งชิ้นทดสอบทั้งหมดแสดงความล้มเหลวเป็นแบบยึดไม่ติด เนื้อฟันที่ยึดด้วยรีไลเอ็กซ์ยูสองร้อยหลังจากเคลือบด้วยไดแคลที่ระยะเวลา 0 วัน (e) และ 28 วัน (f) เนื้อฟันที่ยึดด้วยแม็กเซมอีลิทหลังจากเคลือบด้วยไดแคลที่ระยะเวลา 0 วัน (g) และ 28 วัน (h)

Fig. 3 Illustrations from SEM (1000x) show failure modes of specimens at dentin site. All specimens demonstrated adhesive failure. Dentin was luted with RelyX U200 after coating with Dycal for 0 day (e) and 28 days (f). Dentin was luted with Maxcem Elite after coating with Dycal for 0 day (g) and 28 days (h).

ไดแคลประกอบด้วยสารที่บรรจุในหลอด 2 หลอด เมื่อใช้งานต้องนำวัสดุทั้งสองหลอดผสมกัน โดยหลอดแรกมีสารหลักคือ กรดบิวทิลีนไกลคอลไดซาลิไซลิก (butylenes glycol disalicylic acid) ซิงค์ออกไซด์ (zinc oxide) แคลเซียมฟอสเฟต (calcium phosphate) แคลเซียมทังสเตต (calcium tungstate) ไอรอนออกไซด์ (iron oxide) และสารสี (pigments) ส่วนหลอดที่สองมีสารหลักคือ แคลเซียมไฮดรอกไซด์ (calcium hydroxide) ไททาเนียมไดออกไซด์ (titanium dioxide) เมื่อสารจากทั้งสองหลอดถูกผสมเข้ากันจะเกิดการก่อตัวกลายเป็นของแข็งและมีค่าความเป็นกรด-ด่างที่สูง Kawamoto และคณะ[29] ให้สมมติฐานว่าค่าความเป็นด่างที่สูงของแคลเซียมไฮดรอกไซด์จะทำให้หมู่ฟอสเฟต (phosphate group) และหมู่คาร์บอกซีเลต (carboxylate group) เสื่อมสภาพส่งผลให้เกิดความอ่อนแอและเกิดการยุบลง (collapse) ของโครงสร้างเนื้อฟัน รวมถึงมีรายงานว่าเมื่อเนื้อฟันสัมผัสกับแคลเซียมไฮดรอกไซด์ชนิดผงผสมน้ำเป็นเวลานาน จะทำให้ค่าความแข็งแรงของเนื้อฟันลดต่ำลง ส่งผลให้เนื้อฟันมีโอกาสแตกหักได้ง่ายขึ้น[29,30] มีงานวิจัยหลายฉบับที่รายงานถึงการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด-ด่างที่สูงขึ้นของเนื้อฟันในส่วนคลองราก หลังการสัมผัสด้วยสารแคลเซียมไฮดรอกไซด์ชนิดผงผสมน้ำ[31-33] และค่าความเป็นด่างที่วัดได้ไม่เพียงเฉพาะที่ผิวเนื้อฟันเท่านั้น แต่ยังพบได้ในเนื้อฟันชั้นลึกๆ ถัดไป เนื่องจากมีการแพร่ผ่านของสารไฮดรอกซีไอออนไปตามท่อเนื้อฟัน[34,35] นอกจากนี้ ซุซุติมา[36] ได้ทำการศึกษาวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง ของผิวเนื้อฟันในส่วนตัวฟัน (coronal dentin) หลังการสัมผัสด้วยสารไดแคลและกำจัดออกด้วยเครื่องขูดหินน้ำลายชนิดความถี่เหนือเสียง แล้วขัดด้วยผงพัมมิสอีกครั้ง พบว่าผิวเนื้อฟันดังกล่าวยังคงมีค่าความเป็นกรด-ด่างที่สูงกว่าผิวเนื้อฟันปกติ

จากการศึกษาครั้งนี้พบว่า ค่ากำลังแรงยึดเฉือนของกลุ่มรีไลเอ็กซ์ยูสองร้อยและกลุ่มแม็กเซมอีลิต ซึ่งทั้งสองชนิดจัดอยู่ในกลุ่มเซลฟ์แอดฮีซีพ มีความแตกต่างกันระหว่างกลุ่มของผิวเนื้อฟันที่สัมผัสและไม่สัมผัสสารไดแคลมาก่อน รวมถึงพบการเกิดความล้มเหลวแบบยึดไม่ติดร้อยละ 100 ขณะที่กลุ่มของวาริโอลิงค์เอ็น และกลุ่มพานาเวียเอฟทู การสัมผัสสารไดแคลไม่มีผลต่อค่ากำลังแรงยึดเฉือน และจากรูปแบบการล้มเหลวของกลุ่มที่ใช้วาริโอลิงค์เอ็นและพานาเวียเอฟทู พบว่าเกิดความล้มเหลวแบบผสมร้อยละ 100 ดังนั้นสาเหตุสำคัญที่มีผลกระทบต่อค่ากำลังแรงยึดของเรซินซีเมนต์ระบบเซลฟ์แอดฮีซีพ น่าจะเป็นผลจากค่าความเป็นกรด-ด่างที่ผิวเนื้อฟันหลังจากการสัมผัสด้วยสารไดแคล เพราะเกิดปฏิกิริยาการสะเทินระหว่างกรดและด่างทำให้มอนอเมอร์ที่มีหมู่ฟังก์ชันของกรด (acidic monomer) ซึ่งเป็นสารหลักของเรซินซีเมนต์ในกลุ่มเซลฟ์แอดฮีซีพมีประสิทธิภาพลดลง[37]

จากผลการศึกษานี้พบว่า ค่ากำลังแรงยึดเฉือนในกลุ่มของวาริโอลิงค์เอ็น ซึ่งเป็นเรซินซีเมนต์ระบบที่เตรียมเนื้อฟันโดยใช้กรดทาแล้วล้างออกด้วยน้ำ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกลุ่มพานาเวียเอฟทูซึ่งเป็นเรซินซีเมนต์ระบบที่ใช้ไพรเมอร์ ซึ่งเป็นสารที่มีความเหลวสูงและยังมีฤทธิ์เป็นกรดเพื่อปรับสภาพผิวผ่านชั้นสเมียร์ที่ปกคลุมผิวเนื้อฟัน แต่ค่ากำลังแรงยึดเฉือนในกลุ่มของวาริโอลิงค์เอ็นและพานาเวียเอฟทูมีค่ามากกว่ากลุ่มรีไลเอ็กซ์ยูสองร้อยและกลุ่มแม็กเซมอีลิต ซึ่งซีเมนต์สองชนิดหลังนี้เป็นเรซินซีเมนต์ระบบที่อาศัยความเป็นกรดของมอนอเมอร์ซึ่งอยู่ในเรซินเบสเป็นตัวปรับสภาพผิวด้วยตัวเอง

จากค่ากำลังยึดเฉือนที่ปรากฏในแต่ละกลุ่ม สามารถอธิบายได้ว่าในขั้นตอนการปรับสภาพผิวฟันด้วยกรดในกลุ่มวาริโอลิงค์เอ็น โดยการใช้กรดฟอสฟอริกความเข้มข้นร้อยละ 37 ทาลงบนเนื้อฟันเป็นเวลา 15 วินาที แล้วล้างน้ำออก เป็นการกำจัดชั้นสเมียร์และละลายอนินทรีย์สารบนผิวเนื้อฟันออกไป จึงช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการยึดติดของเรซินซีเมนต์ รวมถึงยังพบว่ากลุ่มของเนื้อฟันที่ผ่านการสัมผัสไดแคลที่เวลาต่างๆ แล้วยึดด้วยวาริโอลิงค์เอ็น ให้ค่าแรงยึดเฉือนไม่ต่างจากกลุ่มควบคุม ซึ่งน่าจะเกิดจากการกำจัดชั้นสเมียร์และละลายส่วนอนินทรีย์สารของเนื้อฟันออกไปแล้ว ยังช่วยทำความสะอาดผิวฟันเพิ่มเติมจากการปนเปื้อนสารไดแคลซึ่งสมมติฐานดังกล่าวถูกสนับสนุนจากรายงานของ Titus และคณะ[19] Phillips และคณะ[20] และ Burke และ Watts[21] ที่พบว่าแคลเซียมไฮดรอก-ไซด์ไลเนอร์สามารถละลายไปกับกรดและน้ำได้ เมื่อปรับสภาพผิวฟันโดยใช้ระบบโททอลเอทช์

พานาเวียเอฟทูเป็นเรซินซีเมนต์ระบบเซลฟ์เอทช์ที่มีอีดีไพรเมอร์ซึ่งมีฤทธิ์เป็นกรดอ่อนและใช้เป็นสารปรับสภาพผิวฟัน โดยเรซินซีเมนต์ระบบนี้ไม่ต้องกำจัดชั้นสเมียร์ออกโดยการล้างน้ำหลังการปรับสภาพผิว ผลจากการศึกษาพบว่ากลุ่มของผิวเนื้อฟันที่ยึดด้วยพานาเวียเอฟทู หลังสัมผัสไดแคลที่ระยะเวลาต่างๆ มีค่าแรงยึดเฉือนลดลงอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม ซึ่งผลดังกล่าวน่าจะเกิดจากสารอีดีไพรเมอร์ที่มีฤทธิ์เป็นกรดและมีความเหลวสูง รวมถึงวิธีทาสารอีดีไพรเมอร์บนผิวเนื้อฟันแบบกวนวน ซึ่ง

ทำให้เกิดการละลาย (dissolved) และกระจาย (dispersed) ของชั้นสเมียร์ เพิ่มอัตราการซึมผ่านของมอนอเมอร์ในชั้นสเมียร์ เพิ่มอัตราการระเหยของตัวทำละลาย (solvent) รวมถึงยังเป็นการส่งกรดโมเลกุลใหม่แทนที่กรดโมเลกุลเก่าที่ผ่านการสัมผัสผิวฟัน[38] ด้วยเหตุผลดังกล่าวน่าจะทำให้ความเป็นด่างที่หลงเหลืออยู่บนผิวฟันหลังสัมผัสไดแคลไม่ส่งผลต่อค่าแรงยึดเฉือนหลังยึดชิ้นงานด้วยซีเมนต์ระบบนี้

เรซินซีเมนต์ระบบเซลฟ์แอดฮีซีฟในการศึกษาครั้งนี้คือ รีไลเอ็กซ์ยูสองร้อยและแม็กเซมอีลิตซึ่งเป็นซีเมนต์ชนิดที่ไม่ต้องปรับสภาพผิวเนื้อฟันด้วยกรดก่อนการยึดติดชิ้นงาน เนื่องจากมีความเป็นกรดที่เรซินเบสอยู่แล้ว หลักการของเรซินซีเมนต์ระบบนี้คือ ลดขั้นตอนการทำงาน ชั้นของสเมียร์ไม่ถูกกำจัดออกไป เมื่อทำการผสมซีเมนต์ช่วงแรกวัสดุมีสมบัติชอบน้ำ (hydrophilicity) และมีค่าความเป็นกรด-ด่างที่ต่ำ ซึ่งสามารถละลายอนินทรีย์เฉพาะสารในชั้นสเมียร์เป็นส่วนใหญ่ ขณะเดียวกันกระบวนการเกิดพอลิเมอร์ก็ยังดำเนินต่อไปพร้อมกับเกิดปฏิกิริยากรด-ด่าง ระหว่างหมู่ฟังก์ชัน (functional group) ที่เป็นอนุพันธ์ของกรดฟอสฟอริกในโมเลกุลของมอนอเมอร์กับไฮดรอกซีอะปาไทต์ (hydroxyapatite) บนผิวฟัน หรือกับวัสดุอัดแทรกที่มีฤทธิ์เป็นด่าง (alkaline filler) ซึ่งปฏิกิริยากรด-ด่างที่เกิดขึ้นนี้เป็นกระบวนการทำให้ซีเมนต์เข้าสู่สภาวะความเป็นกลาง (neutralization) วัสดุจะมีสมบัติที่ไม่ชอบน้ำ (hydrophobicity) ทำให้ลดการดูดน้ำและการบวมตัวของวัสดุหลังจากการสัมผัสกับความชื้นในช่องปาก[24,25] ผลจากการศึกษาพบว่าค่าแรงยึดเฉือนของกลุ่มควบคุมที่ผ่านการยึดด้วยซีเมนต์ต่างชนิดกัน กลุ่มของรีไลเอ็กซ์ยูสองร้อยและแม็กเซมอีลิตให้ค่าแรงยึดเฉือนน้อยกว่าวาริโอลิงค์เอ็นและพานาเวียเอฟทูอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยผลนี้สอดคล้องกับการศึกษาที่ผ่านมา[39,40] เนื่องจากรีไลเอ็กซ์ยูสองร้อยและแม็กเซมอีลิตมีความหนืดสูง ทำให้การแทรกซึมลงไปในผิวเนื้อฟันทำได้ลำบาก[40] นอกจากนี้ยังพบว่ากลุ่มรีไลเอ็กซ์ยูสองร้อยและแม็กเซมอีลิตที่ยึดกับเนื้อฟันที่สัมผัสไดแคลทั้งระยะเวลา 7 หรือ 28 วัน ล้วนมีค่าแรงยึดเฉือนลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม ซึ่งค่าแรงยึดเฉือนที่ลดลงดังกล่าวน่าจะเกิดจากค่าความเป็นด่างที่หลงเหลืออยู่บนผิวเนื้อฟันที่ผ่านการสัมผัสไดแคลมาก่อน ส่งผลให้เกิดปฏิกิริยาสะเทินขึ้นที่ผิวเนื้อฟันในช่วงเริ่มต้นจึงเป็นการลดประสิทธิภาพของหมู่ฟังก์ชันของมอนอเมอร์ โดย Madruga และคณะ[41] กล่าวว่าแคลเซียมไฮดรอกไซด์เป็นส่วนประกอบที่สำคัญของเรซินซีเมนต์กลุ่มเซลฟ์แอดฮีซีฟวัตถุประสงค์ในการใส่สารชนิดนี้เข้าไปเพื่อให้เกิดปฏิกิริยาสะเทินกับมอนอเมอร์ที่มีฤทธิ์เป็นกรดขณะเกิดปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชัน และปริมาณที่ใส่ต้องมีความเหมาะสม เพราะหากใส่แคลเซียมไฮดรอกไซด์มากเกินไปจะเกิดผลเสีย คือทำให้ความแข็งแรงของซีเมนต์ อัตราการเกิดพอลิเมอร์และกำลังแรงยึดกับผิวเนื้อฟันมีค่าลดต่ำลง นอกจากปัจจัยทางด้านค่าความเป็นกรด-ด่างแล้ว ซีเมนต์ในกลุ่มเซลฟ์แอดฮีซีฟยังมีความหนืดค่อนข้างสูง เนื่องจากมีวัสดุอัดแทรกมากกว่าร้อยละ 70 โดยน้ำหนัก[25,42] จึงเป็นปัจจัยร่วมที่ช่วยส่งผลให้ประสิทธิภาพของการยึดติดกับผิวเนื้อฟันลดลง นอกจากนี้ยังพบว่ากำลังแรงยึดเฉือนระหว่างเนื้อฟันที่สัมผัสไดแคลด้วยระยะเวลา 7 และ 28 วัน มีค่าไม่แตกต่างกัน โดยสันนิษฐานได้ว่าเวลาในการสัมผัสไดแคลไม่มีผลต่อความเป็นกรด-ด่างที่เพิ่มมากขึ้นกว่าเดิม อาจอธิบายได้ว่า เมื่อเวลาผ่านไปค่าความเป็นกรด-ด่างของไดแคลอาจคงที่ เนื่องจากความสามารถในการเกิดบัฟเฟอร์ของไฮดรอกซีอะพาไทต์ (the buffering capacity of hydroxyapatite)[43,44] ดังนั้นจึงไม่ส่งผลต่อค่ากำลังแรงยึดเฉือนระหว่างกลุ่มที่สัมผัสไดแคลที่ 7 วัน กับ 28 วัน

ปัจจุบันเรซินซีเมนต์เป็นที่นิยมใช้ในการยึดถาวรชิ้นงานจากห้องปฏิบัติงาน ขณะที่สารไดแคลเป็นทางเลือกหนึ่งในการยึดชิ้นงานชั่วคราวก่อนการยึดชิ้นงานจริงด้วยซีเมนต์ชนิดถาวร Fonseca และคณะ[11] ศึกษาเปรียบเทียบผลของแรงยึดดึงระดับจุลภาค ระหว่างผิวเนื้อฟันกับเรซินซีเมนต์ชนิดโททอลเอทช์ หลังเนื้อฟันสัมผัสกับซีเมนต์ชั่วคราวชนิดต่างๆ เช่น ซิงค์ออกไซด์ยูจีนอล ซิงค์ออกไซด์ที่ปราศจากสารยูจีนอล และไดแคล ผลการศึกษาพบว่ากลุ่มเนื้อฟันที่สัมผัสไดแคลมาก่อน มีค่าแรงยึดดึงต่ำกว่ากลุ่มซีเมนต์ชนิดชั่วคราวอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยผู้วิจัยให้ข้อคิดว่า เมื่อใช้ไดแคลเป็นซีเมนต์ชั่วคราวเพื่อยึดชิ้นงาน วัสดุไดแคลจะให้ค่าแรงยึดที่สูงเหมือนอย่างที่ Akashi และคณะ[17] และ Oldhan และคณะ[45] กล่าวไว้ แต่เมื่อกำจัดไดแคลออกและทำการยึดฟันซี่นั้นด้วยซีเมนต์ชนิดถาวรกลับทำให้มีค่าแรงยึดดึงต่ำที่สุด ดังนั้นขั้นตอนการทำความสะอาดผิวฟันก่อนยึดด้วยซีเมนต์ชนิดถาวรจึงเป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างยิ่ง Terata[46] แนะนำว่าซีเมนต์ที่ไม่สามารถกำจัดออกได้หมดและยังตกค้างอยู่ที่ผิวเนื้อฟัน อาจส่งผลต่อค่ากำลังแรงยึดของเรซินซีเมนต์ได้ โดยสารที่ตกค้างอาจทำให้ค่าพลังงานพื้นผิว (free surface energy) และค่าการเปียก (wettability) ของเนื้อฟันลดลง รวมถึงยังอาจกีดขวางการเกิดแทรกซึมของสารยึดติดได้[47]

นอกจากขั้นตอนการทำสะอาดผิวฟันหลังยึดด้วยซีเมนต์ชนิดชั่วคราวแล้ว ปัจจัยอื่นๆ อาทิเช่น การเลือกใช้ซีเมนต์ชนิดถาวรและขั้นตอนการยึดติดที่ถูกต้อง ก็เป็นปัจจัยสำคัญในการเพิ่มค่าแรงกำลังยึดแรงยึดด้วย จากการศึกษาครั้งนี้จึงแนะนำว่าหากมีการใช้ไดแคลเป็นซีเมนต์ยึดชั่วคราว จะต้องระมัดระวังเมื่อใช้ร่วมกับซีเมนต์ถาวรระบบเซลฟ์แอดฮีซีฟ

สรุป

ไดแคลที่สัมผัสผิวเนื้อฟันไม่มีผลต่อค่ากำลังแรงยึดเฉือนของเรซินซีเมนต์กลุ่มวาริโอลิงค์เอ็นและพานาเวียเอฟทู แต่ทำให้กำลังแรงยึดเฉือนของเรซินซีเมนต์กลุ่มรีไลเอ็กซ์ยูสองร้อยและแม็กเซมอีลิตมีค่าลดลง โดยเนื้อฟันที่สัมผัสสารไดแคลด้วยระยะเวลา 7 หรือ 28 วัน ให้ผลต่อค่ากำลังแรงยึดเฉือนไม่แตกต่างกัน

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากฝ่ายวิจัย คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยประจำปี 2557 และขอขอบคุณ คุณลาวัลย์ บุญประคอง เจ้าหน้าหน่วยชีววัสดุ คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ได้ให้ความช่วยเหลืออย่างดียิ่งในด้านการถ่ายภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด

เอกสารอ้างอิง

1. Mitchell CA, Abbariki M, Orr JF. The influence of luting cement on the probabilities of survival and modes of failure of cast full-coverage crowns. Dent Mater. 2000;16:198-206.
2. Manhart J, Scheibenbogen-Fuchsbrunner A, Chen HY, Hickel R. A 2-year clinical study of composite and ceramic inlays. Clin Oral Investig. 2000;4:192-8.
3. Peumans M, Van Meerbeek B, Lambrechts P, Vanherle G. Porcelain veneers: a review of the literature. J Dent. 2000;28:163-77.
4. Sorensen JA, Kang SK, Avera SP. Porcelain-composite interface microleakage with various porcelain surface treatments. Dent Mater. 1991;7:118-23.
5. Blair KF, Koeppen RG, Schwartz RS, Davis RD. Microleakage associated with resin composite-cemented, cast glass ceramic restoration. Int J Prosthodont. 1993;6:579-84.
6. Yuksel E, Zaimoglu A. Influence of marginal fit and cement types on microleakage of all-ceramic crown systems. Braz Oral Res. 2011;25:261-6.
7. Anchieta RB, Rocha EP, de Almeida EO, Junior AC, Martini AP. Bonding all-ceramic restorations with two resins cement techniques: a clinical report of three-year follow-up. Eur J Dent. 2011;5:478-85.
8. Blatz MB, Mante FK, Saleh N, Atlas AM, Mannan S, Ozer F. Postoperative tooth sensitivity with a new self-adhesive resin cement--a randomized clinical trial. Clin Oral Investig. 2013;17:793-8.
9. Gegauff AG, Holloway JA. Provisional restorations. In: Rosentiel SF, Land MF, Fujimoto J, editors. Contemporary fixed prosthodontics. 3rd ed. St. Louis: Mosby, 2001: 380-416.
10. Paul SJ, Scharer P. Effect of provisional cements on the bond strength of various adhesive bonding systems on dentine. J Oral Rehabil. 1997;24:8-14.
11. Fonseca RB, Martins LR, Quagliatto PS, Soares CJ. Influence of provisional cements on ultimate bond strength of indirect composite restorations to dentin. J Adhes Dent. 2005;7:225-30.
12. Fiori-Junior M, Matsumoto W, Silva RA, Porto-Neto ST, Silva JM. Effect of temporary cements on the shear bond strength of luting cements. J Appl Oral Sci. 2010;18:30-6.
13. Hume WR. Biologic aspects: Adverse and beneficial effects of restoration materials. In: Wilson NHF, Roulet JF, Fuzzi M, editors. Advances in operative dentistry. Volume 2: Challenges of the future. Quintessence Publishing Co. Inc., Chicago; 2001: 117-31.

14. van Noort R. Introduction to Dental Materials. 3rd ed. New york: Mosby Elsevier, 2008: 144-51.
15. Fujisawa S, Kadoma Y. Effect of phenolic compounds on the polymerization of methyl methacrylate. Dent Mater. 1992;8:324-6.
16. Ribeiro JC, Coelho PG, Janal MN, Silva NR, Monteiro AJ, Fernandes CA. The influence of temporary cements on dental adhesive systems for luting cementation. J Dent. 2011;39:255-62.
17. Akashia AE, Francischone CE, Tokutsune E, da Silva W, Jr. Effects of different types of temporary cements on the tensile strength and marginal adaptation of crowns on implants. J Adhes Dent. 2002;4:309-15.
18. Macchi RL, Capurro MA, Herrera CL, Cebada FR, Kohen S. Influence of endodontic materials on the bonding of composite resin to dentin. Endod Dent Traumatol. 1992;8:26-9.
19. Titus HW, Draheim RN, Murrey AJ. The effect of enamel etchant on the solubility of three calcium hydroxide bases. J Prosthet Dent. 1988;60:178-80.
20. Phillips RW, Crim G, Swartz ML, Clark HE. Resistance of calcium hydroxide preparations to solubility in phosphoric acid. J Prosthet Dent. 1984;52:358-60.
21. Burke FJ, Watts DC. Weight loss of four calcium hydroxide-based materials following a phosphoric acid etching and washing cycle. J Dent. 1986; 14:226-7.
22. Salz U, Zimmermann J, Salzer T. Self-curing, self-etching adhesive cement systems. J Adhes Dent. 2005;7:7-17.
23. Van Meerbeek B, Yoshihara K, Yoshida Y, Mine A, De Munck J, Van Landuyt KL. State of the art of self-etch adhesives. Dent Mater. 2011;27:17-28.
24. Radovic I, Monticelli F, Goracci C, Vulicevic ZR, Ferrari M. Self-adhesive resin cements: a literature review. J Adhes Dent. 2008;10:251-8.
25. Ferracane JL, Stansbury JW, Burke FJ. Self-adhesive resin cements-chemistry, properties and clinical considerations. J Oral Rehabil. 2011; 38:295-314.
26. Staehle HJ, Pioch T, Hoppe W. The alkalizing properties of calcium hydroxide compounds. Endod Dent Traumatol. 1989;5:147-52.
27. International Organization for Standardization (ISO)Technical Specification. Dental materials-testing of adhesion to tooth structure. 2003.
28. Farhad A, Mohammadi Z. Calcium hydroxide: a review. Int Dent J. 2005;55:293-301.
29. Kawamoto R, Kurokawa H, Takubo C, Shimamura Y, Yoshida T, Miyazaki M. Change in elastic modulus of bovine dentine with exposure to a calcium hydroxide paste. J Dent. 2008;36:959-64.
30. Grigoratos D, Knowles J, Ng YL, Gulabivala K. Effect of exposing dentine to sodium hypochlorite and calcium hydroxide on its flexural strength and elastic modulus. Int Endod J. 2001;34:113-9.
31. Tronstad L, Andreasen JO, Hasselgren G, Kristerson L, Riis I. pH changes in dental tissues after root canal filling with calcium hydroxide. J Endod. 1981;7:17-21.
32. Perez F, Franchi M, Peli JF. Effect of calcium hydroxide form and placement on root dentine pH. Int Endod J. 2001;34:417-23.
33. Esberard RM, Carnes DL, Jr., del Rio CE. Changes in pH at the dentin surface in roots obturated with calcium hydroxide pastes. J Endod. 1996;22:402-5.
34. Duarte MA, Demarchi AC, Giaxa MH, Kuga MC, Fraga SC, de Souza LC. Evaluation of pH and calcium ion release of three root canal sealers. J Endod. 2000;26:389-90.
35. Zmener O, Pameijer CH, Banegas G. An in vitro study of the pH of three calcium hydroxide dressing materials. Dent Traumatol. 2007;23:21-5.
36. Kositpantavong C. Effect of Dycal on shear bond strength and microleakage of resin cements [dissertation]. Chulalongkorn University; 2011.
37. Schwartz RS. Adhesive dentistry and endodontics. Part 2: bonding in the root canal system-the

promise and the problems: a review. J Endod. 2006; 32:1125-34.

38. do Amaral RC, Stanislawczuk R, Zander-Grande C, Gagler D, Reis A, Loguercio AD. Bond strength and quality of the hybrid layer of one-step self-etch adhesives applied with agitation on dentin. Oper Dent. 2010;35:211-9.
39. Piwowarczyk A, Bender R, Ottl P, Lauer HC. Long-term bond between dual-polymerizing cementing agents and human hard dental tissue. Dent Mater. 2007;23:211-7.
40. Yang B, Ludwig K, Adelung R, Kern M. Micro-tensile bond strength of three luting resins to human regional dentin. Dent Mater. 2006;22:45-56.
41. Madruga FC, Ogliari FA, Ramos TS, Bueno M, Moraes RR. Calcium hydroxide, pH-neutralization and formulation of model self-adhesive resin cements. Dent Mater. 2013;29:413-8.
42. Belli R, Pelka M, Petschelt A, Lohbauer U. In vitro wear gap formation of self-adhesive resin cements: a CLSM evaluation. J Dent. 2009;37:984-93.
43. Slutzky-Goldberg I, Hanut A, Matalon S, Baev V, Slutzky H. The effect of dentin on the pulp tissue dissolution capacity of sodium hypochlorite and calcium hydroxide. J Endod. 2013;39:980-3.
44. Sjogren U, Figdor D, Spangberg L, Sundqvist G. The antimicrobial effect of calcium hydroxide as a short-term intracanal dressing. Int Endod J. 1991;24:119-25.
45. Oldham DF, Swartz ML, Phillips RW. Retentive properties of dental cements. J Prosthet Dent. 1964;14:760-68.
46. Terata R. Characterization of enamel and dentin surfaces after removal of temporary cement--study on removal of temporary cement. Dent Mater J. 1993;12:18-28.
47. Grasso CA, Caluori DM, Goldstein GR, Hittelman E. In vivo evaluation of three cleansing techniques for prepared abutment teeth. J Prosthet Dent. 2002;88:437-41.

Effect of Dycal® temporary cement on shear bond strength of four resin cements to dentin

Tool Sriamporn D.D.S., Ph.D.[1]
Chutima Kositpantavong D.D.S., M.Sc.[2]
Niyom Thamrongananskul D.D.S., Ph.D.[3]

[1]Department of Prosthodontics, Faculty of Dentistry, Rangsit University
[2]291/97 Sukhumvit Road, Khwaeng Phra Khanong Nuea, Watthana, Bangkok
[3]Department of Prosthodontics, Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University

Abstract

Objective To investigate the effect of Dycal on shear bond strengths of four luting resins.

Materials and methods One hundred twenty extracted human permanent molars were ground to flat dentin surface and were then randomly divided into three groups with forty teeth each. Group 1: dentin surfaces were not covered with Dycal (control group). Group 2 and 3: dentin surfaces were covered with Dycal for 7 and 28 days, respectively. Each group was divided into 4 subgroups based on luting resins (Variolink N, Panavia F 2.0, RelyX U200 and MaxCem Elite). After reaching the cover time, Dycal was removed and dentin was cleaned. The resin composite rods were bonded on each group with different resin cements. All specimens were kept in distilled water at 37°C for 24 hours and they were then subjected to shear bond strength test using a universal testing machine at crosshead speed 0.5 mm/minute. The data were statistically analyzed by Two-way analysis of variance (ANOVA) and the Tukey's multiple comparison tests at a 95% confidence level. The failure mode was evaluated under a stereomicroscope and a scanning electron microscope.

Results The shear bond strength for all groups of Variolink N and Panavia F 2.0 showed no statistically significant difference. All specimens in groups of Variolink N and Panavia F 2.0 exhibited mix failure. For the groups of RelyX U200 and MaxCem Elite, the shear bond strengths of Dycal covering dentin for 7-day or 28-day group were significantly lower than control group. The shear bond strength of Dycal covering dentin for 7-day group and 28-day group demonstrated no statistically significant difference. All specimens in the groups of RelyX U200 and MaxCem Elite exhibited adhesive failure. When considering on Dycal treated dentin groups, the shear bond strength in group of RelyX U200 and MaxCem Elite were significantly lower than groups of Variolink N and Panavia F 2.0.

Conclusion Dycal affects bond strength of RelyX U200 or MaxCem Elite resin cements to dentin but does not affect bond strength of Variolink N or Panavia F 2.0 resin cements.

(CU Dent J. 2015;38:141-154)

Key words: *Dycal; resin cement; shear bond strength*

Correspondence to Niyom Thamrongananskul, niyom.t@chula.ac.th