



ผลของสารเรซินเหลวที่มีต่อความแข็งแรงพันธะ เชื่อมในช่วงแรกของสารยึดติดทางทันตกรรมจัดฟัน

พรพนทิพย์ ดงไพบูลย์ ท.บ.¹

ไพบูลย์ เตชะเลิศไพศาล ท.บ., Ph.D., อ.ท. (ทันตกรรมจัดฟัน)²

¹นิสิตบัณฑิตศึกษา ภาควิชาทันตกรรมจัดฟัน คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

²ภาควิชาทันตกรรมจัดฟัน คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาผลของสารเรซินเหลวที่มีต่อความแข็งแรงของพันธะเชื่อมในช่วงแรกของสารยึดติดทางทันตกรรมจัดฟันสามชนิดระหว่างแบร็กเกตและผิวเคลือบฟัน

วัสดุและวิธีการ เตรียมฟันกรามน้อยจำนวน 60 ซี่แบ่งเป็น 3 กลุ่ม ๆ ละ 20 ซี่เตรียมผิวฟันด้วยกรดฟอสฟอริก ล้างน้ำและเป่าแห้งนำแบร็กเกตติดลงบนผิวฟันด้วยสารยึดติดชนิดบ่มด้วยแสงโดยกลุ่ม 1 (T) วัสดุ Transbond XTTM (3M Unitek, CA, USA) กลุ่ม 2 (G) วัสดุ GrengloTM (Ormco, Glendora, CA, USA) กลุ่ม 3 วัสดุ (P) PadlockTM (Reliance Orthodontic Product, Inc., Itasca, IL, USA) ในแต่ละกลุ่มถูกแบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมกลุ่มละ 10 ซี่ กลุ่มทดลองไม่มีการทาสารเรซินเหลว (T1, G1, P1) กลุ่มควบคุมทาสารเรซินเหลว (T2, G2, P2) ตามคำแนะนำของผู้ผลิตนำตัวอย่างกลุ่มละ 9 ซี่ ขึ้นไปวัดค่าความแข็งแรงของพันธะเชื่อมหลังการฉายแสง 5 นาทีด้วยเครื่องทดสอบสากล ส่วนอีก 1 ซี่ นำไปศึกษาลักษณะการแทรกซึมของเรซินในเคลือบฟันด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของพันธะเชื่อมระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมของสารยึดติดแต่ละชนิดด้วยค่าสถิติที เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของพันธะเชื่อมในแต่ละกลุ่มด้วยค่าความแปรปรวนแบบทางเดียว วัดค่าการเหลืออยู่ของสารยึดติดบนตัวฟันด้วยค่าดัชนีการเหลืออยู่ของสารยึดติด ทดสอบด้วยค่าทางสถิติโคสแควร์ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ผลการศึกษา ค่าเฉลี่ยและค่าความแปรปรวนของความแข็งแรงพันธะเชื่อมของกลุ่ม T1 G1 และ P1 เท่ากับ 10.18 ± 2.33 10.72 ± 3.21 และ 11.61 ± 3.67 เมกะปาสคาล ตามลำดับกลุ่ม T2 G2 P2 เท่ากับ 12.12 ± 3.29 11.94 ± 3.20 และ 10.44 ± 3.47 เมกะปาสคาล ตามลำดับ พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมในสารยึดติดชนิดเดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างสารยึดติดสามชนิดทั้งในกลุ่มทดลองและควบคุมดัชนีการเหลืออยู่ของสารยึดติดในแต่ละกลุ่มไม่แตกต่างกัน ลักษณะการแทรกซึมของเรซินในผิวฟันพบว่ากลุ่มที่ไม่มีการทาสารเรซินเหลวมีปริมาณการแทรกซึมของเรซินในเคลือบฟันน้อยและตื้นกว่ากลุ่มที่มีการทาสารเรซินเหลวในขั้นตอนการยึดติดแบร็กเกต

สรุป การทาสารเรซินเหลวในขั้นตอนการยึดติดแบร็กเกตไม่มีผลต่อความแข็งแรงพันธะเชื่อมในช่วงแรกของสารยึดติดทั้งสามชนิดที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้

(ว ทันต จุฬาฯ 2558;38:11-20)

คำสำคัญ: ความแข็งแรงของพันธะในช่วงแรก; สารยึดติดทางทันตกรรมจัดฟัน; สารเรซินเหลว

ผู้รับผิดชอบบทความ ไพบูลย์ เตชะเลิศไพศาล paiboon.t@chula.ac.th

บทนำ

การแก้ไขการสบฟันที่ผิดปกติในทางทันตกรรมจัดฟัน โดยการเคลื่อนฟันไปในตำแหน่งที่ต้องการด้วยเครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่น (fixed orthodontic appliance) นั้นอาศัยการให้แรงผ่านลวดโค้ง (main archwire) ไปยังเครื่องมือจัดฟันที่ยึดติดกับฟันและถ่ายทอดแรงไปสู่ฟันการยึดติดเครื่องมือทางทันตกรรมจัดฟันชนิดติดแน่นกับผิวเคลือบฟันโดยตรง (direct bonding) ได้ถูกนำมาใช้ในทางทันตกรรมจัดฟันตั้งแต่ปี 1965 โดย Newman¹ อาศัยหลักการยึดติดทางกล (mechanical locking) ระหว่างสารยึดติดกับพื้นผิวที่มีความไม่เรียบสม่ำเสมอ (irregularities) ของเคลือบฟันและฐานของเครื่องมือติดแน่น² โดยการยึดติดแบร็กเกตทางทันตกรรมจัดฟันจะต้องมีความแข็งแรงของพันธะที่มากเพียงพอในการใช้งานทางคลินิกในช่วง 6 ถึง 8 เมกะปาสคาล³ ซึ่งการยึดติดที่เพียงพอของเครื่องมือติดแน่นมีส่วนสำคัญอย่างมากต่อผลการรักษาทางทันตกรรมจัดฟัน

โดยทั่วไปขั้นตอนในการยึดติดแบร็กเกตเข้ากับผิวเคลือบฟันเริ่มจากการใช้กรดกัดผิวเคลือบฟัน (enamel conditioning) เพื่อให้เกิดรูพรุน (porosity) และทาสารเรซินเหลว (liquid resin) จากนั้นทำการยึดแบร็กเกตกับผิวฟันด้วยสารยึดติด (adhesive)⁴ การยึดติดเชิงกล (mechanical retention) เกิดจากส่วนของแท่งเรซิน (resin tag) ที่ยื่นเข้าไปในผิวของเคลือบฟันที่ถูกกรดกัด^{5,6} ความสามารถในการแทรกซึมของวัสดุเรซินขึ้นกับความหนืด (viscosity) ของวัสดุเรซิน วัสดุเรซินที่มีความหนืดต่ำจะมีความสามารถในการแทรกซึมลงไปรูพรุนของผิวเคลือบฟันมากกว่าและช่วยเพิ่มการยึดของวัสดุ (retention)⁷

สารเรซินเหลว (liquid resin) หรือสารไพรเมอร์ทางทันตกรรมจัดฟัน (orthodontic primer) เป็นสารที่ถูกทาที่เคลือบฟันหลังจากการถูกกรดกัดและเป่าแห้งสารนี้มีความแตกต่างจากเรซินคอมโพสิตตรงที่ไม่มีวัสดุอุดแทรก (unfilled resin) และมีการเพิ่มส่วนประกอบมอนอเมอร์ร่วม (comonomer) เช่น สารไดเอทิลีน ไกลคอล ไดเมทาคริเลต (diethylene glycol dimethacrylate: DEGMA) และ ไตรเอทิลีน ไกลคอล ไดเมทาคริเลต (triethylene glycol dimethacrylate: TEGDMA) เทียบกับมอนอเมอร์ (monomer) การมีส่วนของมอนอเมอร์ร่วมในอัตราส่วนที่สูงกว่าในส่วนของสารยึดติด เรซินทำให้มีความหนืดที่ต่ำลง (low viscosity)^{5,8} ส่วนประกอบของสารเรซินเหลวที่ใช้กัน

อยู่ทั่วไป ยกตัวอย่าง เช่น ส่วนประกอบของ Transbond XT™ Primer (3M Unitex, Monrovia, CA, USA) ได้แก่ Bis-GMA ร้อยละ 45-50, TEGDMA ร้อยละ 45-55, 4 dimethyl-amonobenzenethanol น้อยกว่าร้อยละ 0.5, DL-camphorquinone น้อยกว่าร้อยละ 0.3 และ hydroquinone น้อยกว่าร้อยละ 0.03 นอกจากนี้ยังมีสารเรซินเหลวชนิดอื่น ๆ เช่น สารไพรเมอร์ที่ทนน้ำ (moisture resistance primer) ที่ช่วยการยึดติดในบริเวณที่ยากต่อการควบคุมการปนเปื้อนจากความชื้นในช่องปาก เช่น การยึดติดในบริเวณฟันกรามซี่ที่สอง ฟันที่ยังขึ้นไม่เต็มที่ในช่องปาก และฟันเขี้ยวคุด เป็นต้น โดยไพรเมอร์ชนิดนี้มีส่วนประกอบของสารมอนอเมอร์ที่ชอบน้ำ (hydrophilic monomer) ที่สามารถเกิดปฏิกิริยาพอลิเมอร์ (polymerization) ได้ในสภาวะที่มีความชื้น⁴ สารไพรเมอร์ชนิดเซฟเอทซ์ (self-etching primer; SEP) ที่รวมขั้นตอนการปรับผิวฟันด้วยกรดและการทาสารไพรเมอร์ไว้ด้วยกัน ช่วยลดเวลาและเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน นอกจากนี้ยังมีการพัฒนาวัสดุสารไพรเมอร์ให้มีคุณสมบัติที่ดีขึ้น เช่น มีการเติมวัสดุอุดแทรก (filler) และเติมสารฟลูออไรด์เพื่อป้องกันฟันผุ ได้แก่ Ortho Solo™ (Ormco, Glendora, CA, USA) ที่มีการเติมวัสดุอุดแทรก barium aluminoborosilicate glass, hydroxyethylmethacrylate (HEMA) ที่มีคุณสมบัติเป็นมอนอเมอร์ที่ชอบน้ำ และสาร sodium hexafluorosilicate เพื่อปล่อยฟลูออไรด์ เป็นต้น

การใช้สารเรซินเหลวทำให้ทั่วบริเวณผิวเคลือบฟันที่ผ่านการกัดด้วยกรดจะช่วยทำให้เกิดการแทรกซึม (penetrate) ของวัสดุเรซินเข้าไปในรูพรุนของผิวเคลือบฟัน⁹ ทำให้เกิดความแข็งแรงในการยึดติด (bond strength) ของแบร็กเกตกับผิวเคลือบฟัน¹⁰⁻¹² นอกจากนี้ยังมีผู้อ้างถึงประโยชน์ของการทาสารเรซินเหลวด้านอื่น ๆ เช่น คุณสมบัติการช่วยป้องกันฟันผุรอบฐานแบร็กเกต^{13,14} และช่วยปกป้องผิวเคลือบฟันในขั้นตอนถอดแบร็กเกต (debond)¹⁵ แต่อย่างไรก็ตาม ประโยชน์ดังกล่าวยังเป็นที่ยกเถียงอยู่¹² เนื่องจากมีการศึกษาส่วนหนึ่งพบว่าทาสารเรซินเหลวไม่มีผลต่อความแข็งแรงการยึดติดของสารยึดติดกับผิวเคลือบฟัน^{8,15-20} รวมทั้งไม่มีผลในการป้องกันฟันผุ²¹ และการปกป้องผิวเคลือบฟันในขั้นตอนถอดแบร็กเกต¹³

ในการศึกษานี้ ผู้วิจัยสนใจผลของการทาสารเรซินเหลวที่มีต่อความแข็งแรงของพันธะเฉือนในช่วงแรก (initial shear bond strength) ระหว่างแบร็กเกตและผิวเคลือบฟัน

เนื่องจากการใช้งานจริงทางคลินิกที่ทันตแพทย์จัดฟันจะต้องใส่ลวดโค้งทันทีหลังจากติดเครื่องมือเสร็จ ซึ่งการศึกษาส่วนใหญ่ที่มีอยู่เป็นการศึกษาค่าความแข็งแรงพันธะเฉือน 24 ชั่วโมงและยังไม่ีข้อมูลค่าความแข็งแรงพันธะเฉือนในช่วงแรกของการศึกษาในลักษณะเดียวกันนี้

วัสดุและวิธีการ

ในการศึกษาครั้งนี้ใช้ฟันกรามน้อยจำนวน 60 ซี่ ที่ถูกถอนออกเพื่อการจัดฟัน และเลือกฟันที่มีสภาพผิวฟันที่สมบูรณ์ดูจากลักษณะพื้นผิวที่เรียบ ไม่มีรอยร้าว สีของฟันมีลักษณะที่ปกติ โดยเก็บไว้ในสารละลายไทมอล (thymol solution) ความเข้มข้นร้อยละ 0.5 เตรียมฟันโดยตัดรากฟันออกด้วยเครื่องตัดฟันความเร็วต่ำ (low speed cutting machine) กำหนดให้ฟันที่ทำการตัดรากแล้วต้องมีความยาวของรากประมาณ 3 มิลลิเมตร โดยวัดจากรอยต่อระหว่างเคลือบฟันและเคลือบรากฟันจากนั้นเตรียมฟันเพื่อการทดลองโดยนำฟันตัวอย่างมาหุ้มด้านใกล้แก้มด้วยแผ่นฟิล์มใสติดแบร็กเกต (Mini-diamondTM, Standard Edgewise Bracket,Ormco, Orange, CA, USA) ขนาด 10.38 ตาราง มิลลิเมตรด้วยสารยึดติดเรซินที่บ่มด้วยแสง (ไม่มีขั้นตอนทากรดกัดและการทาบอนด์ติง) ฉายแสงทิศทางด้านบดเคี้ยวและใกล้เหงือกด้านละ 10 วินาที ทำการยึดที่ฟันลงในท่อพลาสติกพีวีซีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 21 มิลลิเมตร ความยาว 1 นิ้ว ด้วยอะคริลิกชนิดบ่มด้วยตัวเอง (self-cure acrylic) โดยใช้ลวดนำ (guide wire) เมื่อได้ชิ้นงานเพื่อการทดลองที่ยึดลงในท่อพลาสติกพีวีซี แล้วแกะเอาแผ่นฟิล์มใสและแบร็กเกตออกตามวิธีของ Padungvorasart และ Techalertpaisarn²² แบ่งฟันที่ได้ออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มละ 20 ซี่ เตรียมผิวฟันเพื่อติดแบร็กเกตในทั้ง 3 กลุ่มดังนี้ ขัดด้วยผงพัมมิช (pumice) ล้างออกด้วยน้ำสะอาดแล้วเป่าให้แห้งโดยใช้ทริปเปิลไซริงค์ (triple syringe) ทากรดฟอสฟอริกความเข้มข้นร้อยละ 37 ที่ผิวฟันเป็นเวลา 30 วินาที ล้างด้วยน้ำสะอาด 10 วินาที แล้วเป่าให้แห้งด้วยทริปเปิลไซริงค์จากนั้นทำการยึดติดแบร็กเกตโดยบีบสารยึดติดชนิดบ่มด้วยแสงลงบนฐานแบร็กเกตเคลือบให้มีความหนาสม่ำเสมอ นำมาทดลองบนตำแหน่งกึ่งกลางฟันที่เตรียมไว้โดยทำการซ่อมกุดโดยผู้ทดลองคนเดียวกันและกดแบร็กเกตให้แนบกับผิวฟันมากที่สุดแล้วเขี่ยสารยึดติดโดยรอบออกโดยไม่มีกรวยขยับของแบร็กเกตภายใต้เงื่อนไข กลุ่ม 1 ทำการยึดติดแบร็กเกต

โดยใช้สารยึดติด Transbonds XTTM (3M Unitex, Monrovia, CA, USA) กลุ่ม 2 ทำการยึดติดแบร็กเกตโดยใช้สารยึดติด GrelglooTM (Ormco, Glendora, CA, USA) กลุ่ม 3 ทำการยึดติดแบร็กเกตโดยใช้สารยึดติด PadlockTM (Reliance Orthodontic Product, Inc., Itasca, IL, USA) โดยในแต่ละจะถูกแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มย่อย คือกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 10 ซี่ โดยกลุ่มทดลองทำการยึดติดแบร็กเกตโดยไม่มีการทำสารเรซินเหลว ในขณะที่กลุ่มควบคุมทำการยึดติดแบร็กเกตโดยทาสารเรซินเหลวตามคำแนะนำของผู้ผลิต (เรซินเหลวที่ใช้กับสารยึดติดแต่ละชนิด ได้แก่ Transbond XTTM primer, Ortho SoloTM Bonding primer และ Light BondTM sealant ในกลุ่มควบคุม T2 G2 และ P2 ตามลำดับ) จากนั้นฉายแสงด้วยเครื่องฉายแสงที่มีแหล่งกำเนิดแสงชนิดแสงฮาโลเจน (EliparTM 2500, 3M ESPE, St. Paul, MN, USA) ความเข้มแสง 450 มิลลิวัตต์ต่อตารางเซนติเมตร ฉายแสงด้านบดเคี้ยวและใกล้เหงือกเป็นเวลาด้านละ 10 วินาที โดยฉายแสงห่างจากแบร็กเกต 1 มิลลิเมตร ในทุกกลุ่ม จากนั้นทำการทดสอบความแข็งแรงของพันธะเฉือนของตัวอย่าง 9 ชิ้นจากทุกกลุ่มตัวอย่างภายหลังการฉายแสง 5 นาทีโดยเครื่องทดสอบสากล (Universal Testing Machine, EZTest EZ L/EZ-s Series, Shimadzu Corp., Japan) โหลดเซลล์ (load cell) 500 นิวตัน ความเร็วในการเคลื่อนที่ของโหลดเซลล์ 1 มิลลิเมตรต่อนาที บันทึกค่าความแข็งแรงของพันธะเฉือนที่ทำให้แบร็กเกตหลุดออกจากผิวฟัน นำมาคำนวณหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ความแข็งแรงของพันธะเฉือนแล้วทำการเปรียบเทียบภายในกลุ่มด้วยการใช้ค่าสถิติที (unpaired t-test) และเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มด้วยการใช้ค่าสถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (ANOVA) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ตรวจสอบบริเวณที่เกิดความล้มเหลวในการยึดติดของแบร็กเกตในแต่ละชิ้นงานทำโดยการถ่ายภาพสารยึดติดที่เหลืออยู่บนเคลือบฟันซึ่งถ่ายด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอโดยผู้ทดลองคนเดียวกันในทุกชิ้นงานแล้ววัดค่าดัชนีการเหลืออยู่ของสารยึดติด (adhesive remnant index; ARI) ตามเกณฑ์การให้คะแนนของ Olsen และคณะ²³

1 หมายถึง สารยึดติด และรอยฐานของแบร็กเกตติดอยู่บนเคลือบฟันทั้งหมด

2 หมายถึง สารยึดติดติดอยู่บนเคลือบฟันมากกว่าร้อยละ 90

3 หมายถึง สารยึดติดติดอยู่บนเคลือบฟันร้อยละ 10-90

4 หมายถึง สารยึดติดติดอยู่บนเคลือบฟันน้อยกว่าร้อยละ 10

5 หมายถึง ไม่มีสารยึดติดติดอยู่บนเคลือบฟันเลย

เปรียบเทียบความแตกต่างโดยค่าสถิติไคสแควร์ (Chi square) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยโปรแกรมสถิติเอสพีเอสเอส (SPSS software, version 17)

นำตัวอย่างจากแต่ละกลุ่มจำนวน 1 ตัวอย่าง เพื่อทำการศึกษาลักษณะชั้นเคลือบฟันที่ยึดกับสารยึดติดศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (scanning electron microscope: JSM-5410LV) โดยการนำตัวอย่างที่มีการยึดกับแบร์กเกตแล้วมาตัดในแนวขวาง (cross section) แล้วนำไปแช่ในกรดไฮโดรคลอริกความเข้มข้น 2 โมล/ลิตร เป็นเวลา 20 วินาที ตามวิธีของ Shinchi และคณะ²⁴ จากนั้นนำไปศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด

ผลการศึกษา

ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความแข็งแรงพันธะเฉือนในทั้ง 6 กลุ่ม แสดงในตารางที่ 1 พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมในสารยึดติดทั้ง 3 ชนิดและไม่มีความแตกต่างของความแข็งแรงพันธะเฉือนระหว่างสารยึดติดทั้ง 3 ชนิด ($p > 0.05$) ข้อมูลค่าดัชนีการเหลืออยู่ของสารยึดติดของทั้ง 6 กลุ่ม แสดงดังตารางที่ 2 จากสถิติการวิเคราะห์ไคสแควร์ (Chi-square test) พบว่าแต่ละกลุ่มมีการกระจายตัวของค่าเออาร์ไอที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ลักษณะสารยึดติดที่ยึดกับชั้นเคลือบฟัน ศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (scanning electron microscope: JSM-5410LV) พบว่าในกลุ่มควบคุมของสารยึดติดทั้ง 3 ชนิด แสดงลักษณะของแท่งเรซินที่มีรูปร่างชัดเจน และมีปริมาณการแทรกซึกของเรซินเข้าไป

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความแข็งแรงพันธะเฉือนในทั้ง 6 กลุ่ม

Table 1 Mean and standard deviation of shear bond strength in MegaPascal (MPa) in 6 groups

Group	Mean±SD (MPa)
T1 (n=9)	10.18±2.33
T2 (n=9)	12.12±3.29
G1 (n=9)	10.72±3.21
G2 (n=9)	11.94±3.20
P1 (n=9)	11.61±3.67
P2 (n=9)	10.44±3.47

T1 = Transbond XTTM without primer, T2 = Transbond XTTM + Transbond XTTM primer

G1 = GrenglooTM without primer, G2 = GrenglooTM + Ortho SoloTM Bonding primer

P1 = PadlockTM without primer, P2 = PadlockTM + Light BondTM sealant

ตารางที่ 2 ค่าดัชนีการเหลืออยู่ของสารยึดติดภายหลังการหลุดของแบร็กเกต

Table 2 Adhesive remnant index after debonding

Adhesive Remnant Index scores	Group					
	T1 (n=9)	T2 (n=9)	G1 (n=9)	G2 (n=9)	P1 (n=9)	P2 (n=9)
1	-	3	-	1	-	2
2	1	1	-	-	-	-
3	-	2	-	3	-	3
4	4	3	5	5	8	4
5	4	-	4	-	1	-
	9	9	9	9	9	9

T1 = Transbond XTTM without primer, T2 = Transbond XTTM + Transbond XTTM primer

G1 = GrenglooTM without primer, G2 = GrenglooTM + Ortho SoloTM Bonding primer

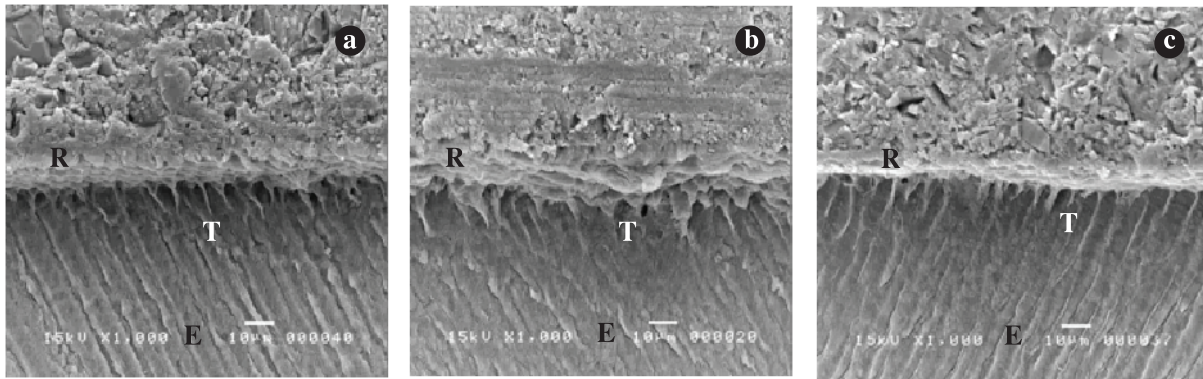
P1 = PadlockTM without primer, P2 = PadlockTM + Light BondTM sealant

ในชั้นเคลือบฟันที่สึกกว่ากลุ่มทดลอง โดยในกลุ่มทดลองพบลักษณะของแท่งเรซินที่ไม่แน่นอน และมีปริมาณการแทรกซึมของเรซินที่น้อยและตื้นกว่ากลุ่มควบคุม

วิจารณ์

การศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินผลของการทาสารเรซินเหลวที่มีต่อความแข็งแรงพันธะเฉือนในช่วงแรกระหว่างแบร็กเกตและผิวฟัน จากการศึกษาพบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของค่าความแข็งแรงพันธะเฉือนในช่วงแรกระหว่างกลุ่มทดลอง (ไม่มีการทาสารเรซินเหลว) และกลุ่มควบคุม (ทาสารเรซินเหลวตามคำแนะนำของผู้ผลิต) ในสารยึดติดทั้งสามชนิดที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ โดยค่าเฉลี่ยของค่าความแข็งแรงพันธะเฉือนในทุกกลุ่มมีค่าสูงกว่าความแข็งแรงของการยึดติดที่เพียงพอในการใช้งานทางคลินิกในช่วง 6 ถึง 8 เมกะปาสกาล³ ซึ่งผลที่ได้จากการทดลองครั้งนี้สอดคล้องกับการศึกษาก่อนหน้าของ Tang

และคณะ¹⁹ ที่ศึกษาความแข็งแรงพันธะเฉือนในช่วง 24 ชั่วโมงแรก (early shear bond strength) ระหว่างผิวเคลือบฟันคอมโพสิต และแบร็กเกตโดยเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มทดลองที่ไม่มีการทาสารเรซินเหลวและกลุ่มควบคุมที่ทาสารเรซินเหลวใช้สารยึดติด Transbond XTTM (3M Unitek, CA, USA) และ Phase IITM (Reliance, IL, USA) พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของค่าความแข็งแรงพันธะเฉือนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม และไม่พบความแตกต่างของค่าความแข็งแรงพันธะเฉือนระหว่างสารยึดติดทั้งสองชนิด นอกจากนี้ Tang และคณะ²⁰ ยังได้ทำการศึกษาย้อนหลัง (retrospective) ถึงผลการยึดติดของสารยึดติดโดยไม่มีการทาสารเรซินเหลวในผู้ป่วยจริงจำนวน 37 คน เทียบกับกลุ่มควบคุมที่มีการทาสารเรซินเหลวจำนวน 37 คนเท่ากัน โดยมีการควบคุมปัจจัยต่างๆ อย่างเข้มงวด พบว่าร้อยละการเกิดความล้มเหลว (bond failure) ในการยึดติดแบร็กเกตในทั้งสองกลุ่มไม่มีความแตกต่างกัน คือมีค่าประมาณร้อยละ 6 เช่นเดียวกับการศึกษาของ Shahabi



รูปที่ 1 ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดในกลุ่มควบคุม (a) Transbond XT™ (T2) (b) Grelgloo™ (G2) และ (c) Padlock™ (P2) แสดงลักษณะของแท่งเรซินที่มีรูปร่างชัดเจน และมีการแทรกซึมของเรซินที่มากและลึกกว่ากลุ่มทดลอง

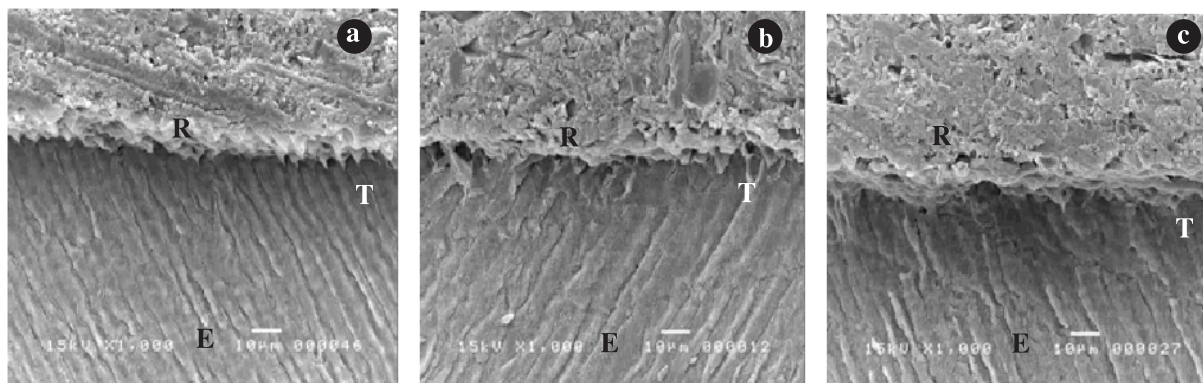
Fig. 1 Scanning electron micrograph of the specimen of control group (a) Transbond XT™ (T2), (b) Grelgloo™ (G2) and (c) Padlock™ (P2) displayed well-defined resin tag, more and deeper penetration of the resin than test group.

***R; Cured resin, T; resin tag and E; Enamel

และคณะ¹⁷ ที่พบว่าการศึกษาสารเรซินเหลวไม่มีผลเพิ่มความแข็งแรงพันธะเคอเนนและการป้องกันผิวเคลือบฟันในระหว่างการถอดแบร็กเกตการศึกษาของ O'Brien และคณะ¹⁸ พบว่าความแข็งแรงพันธะเคอเนนระหว่างแบร็กเกต สารยึดติดไฮบริดคอมโพสิตที่บ่มด้วยแสง (Opalux, I.C.I Dental, UK) และผิวเคลือบฟันไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในกลุ่มควบคุมที่ทาสารเรซินเหลวที่ผิวเคลือบฟันและฐานของแบร็กเกตก่อนยึดด้วยสารยึดติดเทียบกับกลุ่มทดลองที่ไม่มีการทาสารเรซินเหลวนอกจากนี้การศึกษาของ Wang และ Tarn¹⁵ พบว่าการใช้สารเรซินเหลวทาก่อนการยึดติดแบร็กเกตกับผิวฟันด้วยวัสดุเรซินชนิดผสม Concise two-phase bonding system (3M Unitek, CA,USA) เพื่อเพิ่มความแข็งแรงการยึดติดเป็นสิ่งที่ไม่จำเป็นเนื่องจากค่าความแข็งแรงแรงยึดดึง (tensile strength) ไม่มีความต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระหว่างกลุ่มทดลองที่ไม่มีการทาสารเรซินเหลวกับกลุ่มควบคุม แต่พบว่าการศึกษาสารเรซินเหลวอาจช่วยปกป้องผิวเคลือบฟันในขั้นตอนถอดแบร็กเกต

การศึกษาลักษณะของเรซินที่แทรกซึมเข้าไปในชั้นเคลือบฟันผ่านกล้องจุลทรรศน์แบบส่องกราด ในการทดลองครั้งนี้ พบว่ากลุ่มควบคุมของสารยึดติดทั้ง 3 ชนิด แสดงลักษณะของแท่งเรซินที่มีรูปร่างชัดเจน (well-defined) และมีปริมาณการแทรกซึมของเรซินเข้าไปในชั้นเคลือบฟันที่ลึกกว่ากลุ่มทดลอง โดยในกลุ่มทดลองพบลักษณะของแท่งเรซินที่

ไม่แน่นอน (unclear) และมีปริมาณการแทรกซึมของเรซินที่น้อยและตื้นกว่ากลุ่มควบคุม สอดคล้องกับการศึกษาของ Tang และคณะ¹⁹ ที่ศึกษาลักษณะของเรซินในผิวเคลือบฟันจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด พบว่ากลุ่มที่ทาสารเรซินเหลวจะพบลักษณะของแท่งเรซินที่มีรูปร่างชัดเจนแทรกซึมเข้าไปในผิวเคลือบฟันต่างจากกลุ่มทดลองที่ไม่ทาสารเรซินเหลวพบลักษณะของวัสดุเรซินที่มีรูปแบบไม่แน่นอน (amorphous) และการศึกษาของ de Menezes และ Chevitarrese²⁵ ที่ศึกษาผลของความหนืดของเรซินและการทาสารเรซินเหลวต่อลักษณะของการแทรกซึมของเรซินด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด โดยใช้เรซินที่มีความหนืดแตกต่างกัน พบว่าการทาสารเรซินเหลวมีผลเพิ่มความยาวของแท่งเรซินในทุกกลุ่มส่วนในกลุ่มที่ไม่มีการทาสารเรซินเหลวเรซินที่ใช้ทางทันตกรรมจัดฟัน (orthodontic Concise™) มีการแทรกซึมของแท่งเรซินที่มากกว่าเรซินชนิดที่ใช้ทางทันตกรรมบูรณะ (restorative Concise™) ซึ่งมีความหนืดมากกว่าเมื่อพิจารณาค่าความแข็งแรงพันธะเคอเนนในการศึกษาครั้งนี้ พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองที่มีลักษณะการแทรกซึมของเรซินในเคลือบฟันที่แตกต่างกัน เช่นเดียวกับการศึกษาของ Tang และคณะ¹⁹ ซึ่งอาจสรุปได้ว่าค่าความแข็งแรงการยึดติดระหว่างเรซินและผิวเคลือบฟันไม่ได้ขึ้นกับลักษณะและความยาวของแท่งเรซินเพียงอย่างเดียว



รูปที่ 2 ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดในกลุ่มทดลอง (a) Transbond XT™ (T1) (b) Genglool™ (G1) และ (c) Padlock™ (P1) แสดงลักษณะของแท่งเรซินที่มีรูปร่างไม่แน่นอน และมีการแทรกซึมของเรซินที่น้อยและตื้นกว่ากลุ่มควบคุม

Fig. 2 Scanning electron micrograph of the specimen of test groups (a) Transbond XT™ (T1), (b) Genglool™ (G1) and (c) Padlock™ (P1) displayed unclear resin tag, less penetration of the resin than control group

***R; Cured resin, T; resin tag and E; Enamel

ความแข็งแรงในการยึดติดเป็นผลร่วมกันของแท่งเรซินและส่วนของ วัสดุเรซินที่แพร่อยู่ทั่วไประหว่างชั้นเคลือบฟัน (resin-enamel interdiffusion zone)⁵ หรือส่วนของเรซินที่แทรกซึมในเคลือบฟันที่บริเวณผิวชั้นบน อาจมีบทบาทสำคัญต่อความแข็งแรงในการยึดติดระหว่างเรซินและเคลือบฟันมากกว่าความยาวของแท่งเรซิน สอดคล้องกับการศึกษาของ Shinchi และคณะ²⁴ ที่พบว่าไม่มีความสัมพันธ์ระหว่างความยาวแท่งเรซินกับค่าความแข็งแรงพันธะยึดติด (tensile bond strength) ระหว่างเรซินกับผิวเคลือบฟัน โดยทั่วไปแล้วความหนืดของสารยึดติดที่ใช้ในทางทันตกรรมจัดฟันนั้นค่อนข้างต่ำเมื่อเทียบกับวัสดุในกลุ่มที่ใช้ในงานบูรณะ จากผลการทดลองครั้งนี้ที่พบว่าไม่มีความแตกต่างของความแข็งแรงพันธะเชื่อมในช่วงแรกระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง อาจทำให้สามารถพิจารณาได้ว่า สารยึดติดทางทันตกรรมจัดฟันที่นำมาทดสอบมีความหนืดที่ค่อนข้างต่ำอยู่แล้วนั้นสามารถทำให้เกิดการแทรกซึมของเรซินที่เพียงพอในระดับที่ทำให้เกิดการยึดติดที่เหมาะสมกับผิวฟันได้และลักษณะและความยาวของแท่งเรซินไม่ใช่ปัจจัยเดียวที่มีผลต่อความแข็งแรงการยึดติดของ วัสดุเรซินกับผิวเคลือบฟัน

ความล้มเหลวในการยึดติดแบร็กเกต (bond failure) สามารถเกิดขึ้นที่บริเวณระหว่างสารสองชนิดที่แตกต่างกัน (adhesive failure) หรือในภายในในสารนั้นๆ (cohesive failure) ส่วนใหญ่แล้วการเกิดความล้มเหลวในการยึดติดมักเกิดร่วม

กันทั้งสองแบบ การประเมินอัตราส่วนของลักษณะความล้มเหลวในการยึดติดของวัสดุสามารถหาได้จากค่าดัชนีการเหลืออยู่ของสารยึดติด^{5,26} ในทางทันตกรรมจัดฟันคุณสมบัติของสารยึดติดที่พึงประสงค์ คือ มีความแข็งแรงการยึดติดที่เพียงพอ ในขณะที่เมื่อถอดเครื่องมือมีสารยึดติดเหลือบนผิวฟันน้อยที่สุด เพื่อให้สามารถกำจัดสารยึดติดออกจากผิวฟันได้ง่าย⁵ O'Brien และคณะ¹⁸ กล่าวว่า มีปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อค่าดัชนีการเหลืออยู่ของสารยึดติดได้แก่ วิธีการถอดแบร็กเกต ลักษณะฐานของแบร็กเกต และชนิดของสารยึดติด เป็นต้น ในการทดลองครั้งนี้ เมื่อแบร็กเกตหลุดพบว่าค่าดัชนี ดัชนีการเหลืออยู่ของสารยึดติดเท่ากับ 4 เป็นส่วนใหญ่ (สารยึดติดติดอยู่บนเคลือบ ฟันน้อยกว่าร้อยละ 10) การที่สารยึดติดส่วนใหญ่ติดอยู่บนฐานแบร็กเกต แสดงถึงพันธะยึดติดระหว่างผิวเคลือบฟันและวัสดุเรซินคอมโพสิต (enamel/adhesive interface) ที่แข็งแรงน้อยกว่าพันธะยึดติดระหว่างฐานแบร็กเกตและวัสดุเรซินคอมโพสิต (bracket/adhesive interface) ของวัสดุ เรซินคอมโพสิต ภายหลังจากการบ่มด้วยแสงในช่วงแรกที่ยังมีปฏิกิริยาการบ่มที่ไม่สมบูรณ์ และพบว่ารูปแบบความล้มเหลวในการยึดติดของทุกกลุ่มไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ สอดคล้องกับการศึกษาก่อนหน้านี้^{17,19} แต่แตกต่างจากผลการศึกษาของ Wang และ Targ¹⁵ ที่พบว่าบริเวณที่เกิดความล้มเหลวในการยึดติดส่วนใหญ่เกิดขึ้นระหว่างแบร็กเกตและสารยึดติด

ทั้งในกลุ่มที่มีการใช้สารเรซินเหลวและกลุ่มที่ไม่ใช้เรซินเหลว อาจจะเป็นการทดสอบความแข็งแรงของพันธะเคออนที่ 24 ชั่วโมง ภายหลังจากบ่มด้วยแสง ใช้แบร์ริกเกตและวัสดุยึดติดคนละชนิด ผลที่ได้จากการทดลองครั้งนี้จึงอาจสรุปได้ว่าการทาหรือไม่ทาสารเรซินเหลวในขั้นตอนการยึดติดแบร์ริกเกต และชนิดของสารยึดติดไม่มีผลต่อบริเวณที่เกิดการยึดติดล้มเหลว ความล้มเหลวของการยึดติดในช่วงแรกจะเกิดขึ้นที่บริเวณระหว่างผิวเคลือบฟันและวัสดุเรซินคอมโพสิต

การทดสอบวัดความแข็งแรงของพันธะเคออนในช่วงแรก เพื่อให้ใกล้เคียงการทำงานจริงในคลินิกที่ทันตแพทย์จัดฟัน จะใส่ลวดโค้งหลังจากติดแบร์ริกเกตเสร็จแล้วโดยมีข้อเสนอแนะว่าควรทำการใส่ลวดภายหลังการฉายแสงบ่มเป็นระยะเวลา 2-5 นาที^{27,28} ในการศึกษาครั้งนี้ใช้เวลาทดสอบ 5 นาที ภายหลังจากฉายแสง พบว่าค่าความแข็งแรงของพันธะเคออนในทุกกลุ่มการทดลองมีค่าสูงกว่าค่าความแข็งแรงการยึดติดที่เพียงพอต่อการใช้งานในคลินิก คือ ในช่วง 6 ถึง 8 เมกะปาสคาล³ โดยกลุ่มที่มีค่าความแข็งแรงพันธะเคออนสูงสุด ได้แก่ กลุ่ม Transbond XT ที่มีการทาสารเรซินเหลว เท่ากับ 12.12 ± 3.29 เมกะปาสคาล และกลุ่มที่มีค่าความแข็งแรงพันธะเคออนน้อยที่สุด ได้แก่ กลุ่ม Transbond XT ที่ไม่มีการทาสารเรซินเหลว เท่ากับ 10.18 ± 2.33 เมกะปาสคาล ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างกลุ่มที่มีการทาสารเรซินเหลวและไม่ทาสารเรซินเหลวในการยึดติดแบร์ริกเกต ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาก่อนหน้าที่ทำการทดสอบความแข็งแรงของพันธะเคออนเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มที่ทาและไม่ทาเรซินเหลวหลังติดแบร์ริกเกตที่ระยะเวลาแตกต่างกัน^{15,17,19}

แต่อย่างไรก็ตาม งานศึกษานี้ได้ทดสอบสารยึดติดทางทันตกรรมจัดฟันเพียง 3 ชนิด และยังมีข้อจำกัดในด้านต่างๆ ได้แก่ ลักษณะของฟัน ชนิดของแบร์ริกเกต และสภาวะการทดลองที่เป็นเพียงการทดลองในห้องปฏิบัติการ เป็นต้น ดังนั้น ผลที่ได้จากการวิจัยในครั้งนี้อาจไม่สามารถนำไปสรุปรวมเพื่อใช้กับสารยึดติดทางทันตกรรมจัดฟันชนิดอื่นๆ และสภาวะแวดล้อมอื่นๆ ที่แตกต่างกันออกไปได้

สรุป

1. การทาสารเรซินเหลวไม่มีผลเพิ่มความแข็งแรงของพันธะเคออนในช่วงแรกของแบร์ริกเกตและผิวเคลือบฟันในสารยึดติดทั้ง 3 ชนิด

2. การทาสารเรซินเหลว รวมทั้งชนิดของสารยึดติด ไม่มีความสัมพันธ์กับตำแหน่งที่เกิดความล้มเหลวของการยึดติดหรือค่าดัชนีการเหลืออยู่ของสารยึดติดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ ส่วนงานบริการวิจัยและพัฒนา คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่สนับสนุนทุนส่งเสริมการวิจัยของคณาจารย์ปีงบประมาณ 2556 รหัสโครงการ DRF 56003 ในการดำเนินงานศึกษานี้

เอกสารอ้างอิง

- Newman GV. Epoxy adhesives for orthodontic attachments: progress report. *Am J Orthod.* 1965; 51:901-12.
- Proffit WR, Fields HW, Sarver DM. Contemporary orthodontic appliance. In: Proffit WR, Fields HW, Sarver DM, editors. *Contemporary orthodontics.* 4 ed. St. Louis: Mosby;2000. p.395-430.
- Renolds IR. A review of direct orthodontic bonding. *Br J Orthod.* 1975;2:171-8.
- Zachrisson BU. Bonding in orthodontics. In: Graber TM, Vanarsdall RL, editors. *Orthodontics Current Principles and Techniques* 4 ed. St. Louis: Elsevier Mosby;2005. p.579-93.
- Eliades T, Eliades G. Orthodontic adhesive resins. In: Brantley WA, Eliades T, editors. *Orthodontic materials : Scientific and Clinical Aspects.* Stuttgart, New York: Thieme;2001. p.201-19.
- Ireland AJ, Sherriff M. Use of an adhesive resin for bonding orthodontic brackets. *Eur J Orthod.* 1994;16:27-34.
- Baharav H, Cardash HS, Helft M, Langsam J. Penetration of etched enamel by bonding agents. *J Prosthet Dent.* 1988;59:33-6.
- Prevost AP, Fuller JL, Peterson LC. The use of an intermediate resin in the acid-etch procedure: retentive strength, microleakage, and failure mode analysis. *J Dent Res.* 1982;61:412-8.

9. Matasa CG. Adhesion and its ten commandments. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1989;95:355-6.
10. Ortiz RF, Phillips RW, Swartz ML, Osborne JW. Effect of composite resin bond agent on microleakage and bond strength. *J Prosthet Dent.* 1979;41:51-7.
11. Rider M, Kenny B, Tanner AN. The effect of enamel bonding agents on in vitro composite bond strengths. *J Dent.* 1977;5:295-302.
12. Gwinnett AJ. State of the art and science of bonding in orthodontic treatment. Council on Dental Materials, Instruments and Equipment. *J Am Dent Assoc.* 1982;105:844-50.
13. Bishara SE, Oonsombat C, Soliman MM, Warren J. Effects of using a new protective sealant on the bond strength of orthodontic brackets. *Angle Orthod.* 2005;75:243-6.
14. Zachrisson BU. JCO/interviews Dr. Bjorn U. Zachrisson on iatrogenic damage in orthodontic treatment (part 2). Interview by Sidney Brandt. *J Clin Orthod.* 1978;12:208-20.
15. Wang WN, Tarng TH. Evaluation of the sealant in orthodontic bonding. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1991;100:209-11.
16. Retief DH, Woods E. Is a low viscosity bonding resin necessary? *J Oral Rehabil.* 1981;8:255-66.
17. Shahabi M, Heravi F, Mokhber N, Karamad R, Bishara SE. Effects on shear bond strength and the enamel surface with an enamel bonding agent. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2010;137:375-8.
18. O'Brien KD, Watts DC, Read MJ. Light cured direct bonding--is it necessary to use a primer? *Eur J Orthod.* 1991;13:22-6.
19. Tang AT, Bjorkman L, Adamczak E, Andlin-Sobocki A, Ekstrand J. In vitro shear bond strength of orthodontic bondings without liquid resin. *Acta Odontol Scand.* 2000;58:44-8.
20. Tang AT, Bjorkman L, Lindback KF, Andlin-Sobocki A, Ekstrand J. Retrospective study of orthodontic bonding without liquid resin. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2000;118:300-6.
21. Ceen RF, Gwinnett AJ. Microscopic evaluation of the thickness of sealants used in orthodontic bonding. *Am J Orthod.* 1980;78:623-9.
22. Padungvorasart S, Techalertpaisarn P. The effect of light curing direction on the shear bond strength and the bond failure site of orthodontic metal brackets. *J Dent Assoc Thai.* 2012;62:126-34.
23. Olsen ME, Bishara SE, Damon P, Jakobsen JR. Evaluation of Scotchbond Multipurpose and maleic acid as alternative methods of bonding orthodontic brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1997;111:498-501.
24. Shinchi MJ, Soma K, Nakabayashi N. The effect of phosphoric acid concentration on resin tag length and bond strength of a photo-cured resin to acid-etched enamel. *Dent Mater.* 2000;16:324-9.
25. de Menezes LF, Chevitere O. Sealant and resin viscosity and their influence on the formation of resin tags. *Angle Orthod.* 1994;64:383-8.
26. Artun J, Bergland S. Clinical trials with crystal growth conditioning as an alternative to acid-etch enamel pretreatment. *Am J Orthod.* 1984;85:333-40.
27. Nisalak P, Jaochakarasi P, Verayangkura P, Phunyanant R. Initial tensile bond strength among various types of orthodontic adhesives. *J Dent Assoc Thai.* 2006;56:301-9.
28. Oesterle LJ, Messersmith ML, Devine SM, Ness CF. Light and setting times of visible-light-cured orthodontic adhesives. *J Clin Orthod.* 1995;29:31-6.

The effect of liquid resin on initial shear bond strength of orthodontic adhesives

Puntip Dongpaiboon D.D.S.¹

Paiboon Techalertpaisarn D.D.S., Ph.D., Diplome, Thai Board of Orthodontics²

¹Graduate student, Department of Orthodontics, Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University

²Department of Orthodontics, Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University

Abstract

Objective To study the effect of liquid resin on initial shear bond strength between bracket and enamel in 3 groups using different adhesives

Materials and methods Sixty human premolars were divided into 3 groups of 20 each. Tooth surface was treated with phosphoric acid, then rinsed and blown to dry. Brackets were bonded to tooth surface with light cured adhesives as following: group 1 Transbond XTTM (3M Unitek, CA, USA), group 2 (G) GrenglooTM (Ormco, Glendora, CA, USA), and group 3 (P) PadlockTM (Reliance Orthodontic Product, Inc., Itasca, IL, USA). Each group was divided into 2 subgroups of control and test. In test subgroups (T1, G1, P1), brackets were bonded to tooth surface without the use of liquid resin, whereas those in the control subgroups (T2, G2, P2) were bonded with the use of liquid resin in accordance with manufacturer's instruction. Shear bond strengths of 9 specimens from each subgroup were tested after light activation for 5 minutes by universal testing machine. One remaining specimen from each subgroup was used for investigation of resin penetration pattern into enamel under scanning electron microscope. The means of bond strength between test and control subgroups were compared using unpaired t-test, while the means of bond strength among subgroup were compared by one-way ANOVA. The adhesive remnant indices in each subgroup were measured and tested by the Chi-square at 95% confidence interval.

Results Mean shear bond strengths and standard deviations of test subgroups T1, G1, and P1 were 10.18 ± 2.33, 10.72 ± 3.21 and 11.61 ± 3.67 MPa, respectively. Those of control subgroups were 12.12 ± 3.29, 11.94 ± 3.20 and 10.44 ± 3.47 MPa, respectively. There is no significant difference between test and control subgroups of each adhesive. There is no significant difference among all subgroups in test and control groups. Also, no significant difference between ARI scores among subgroups is noted. For the pattern of resin penetration into enamel during bracket bonding procedure, it was found that subgroups without liquid resin represented less penetration of resin than those with liquid resin.

Conclusion The use of liquid resin in bracket bonding procedure does not affect initial shear bond strength of all adhesives tested in this study.

(CU Dent J. 2015;38:11–20)

Key words: initial bond strength; liquid resin; orthodontic adhesive

Correspondence to Paiboon Techalertpaisarn, paiboon.t@chula.ac.th