ว ทันต จุฬาฯ 2553;33:99-108
CU Dent J. 2010;33:99-108

บทวิทยาการ
Original Article

# ผลของสารคู่ควบไซเลนแบบขวดเดียวและแบบสองขวดต่อความแข็งแรงยึดไมโครเทนไซล์ระหว่างวัสดุเรซินคอมโพสิตกับเดือยฟันสำเร็จรูปเรซินคอมโพสิตเสริมเส้นใย

**กุลภพ สุทธิอาจ ท.บ., ป.บัณฑิต (ทันตกรรมประดิษฐ์)**[1]
**ชัยรัตน์ วิวัฒน์วรพันธ์ วท.บ., วท.ม.**[2]

[1]นิสิตบัณฑิตศึกษา ภาควิชาทันตกรรมประดิษฐ์ คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
[2]ภาควิชาทันตกรรมประดิษฐ์ คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## บทคัดย่อ

***วัตถุประสงค์*** เพื่อศึกษาผลของสารคู่ควบไซเลนแบบขวดเดียวและแบบสองขวดต่อความแข็งแรงยึดระหว่างวัสดุเรซินคอมโพสิตกับเดือยฟันสำเร็จรูปเรซินคอมโพสิตเสริมเส้นใย 4 ผลิตภัณฑ์

***วัสดุและวิธีการ*** เตรียมเดือยฟันสำเร็จรูปดีทีไลท์โพสต์ เอฟอาร์ซีโพสเทค อีซีโพสต์ และอินโนโพสต์คอมแพค อย่างละ 12 แท่ง สุ่มแบ่งเดือยฟันแต่ละผลิตภัณฑ์ออกเป็น 2 กลุ่ม ตามรูปแบบสารคู่ควบไซเลนที่ใช้เตรียมผิว คือ สารคู่ควบไซเลนแบบขวดเดียวโมโนบอนด์เอส และสารคู่ควบไซเลนแบบสองขวดพอร์ซเลนไลเนอร์เอ็ม จะได้กลุ่มทดลองทั้งหมด 8 กลุ่ม สร้างตัวอย่างทรงกระบอกโดยใช้วัสดุเรซินคอมโพสิตชนิดบ่มตัวด้วยแสงล้อมรอบเดือยฟันสำเร็จรูปแต่ละแท่ง นำตัวอย่างที่ได้ไปตัดเป็นแท่งสำหรับการทดสอบไมโครเทนไซล์ กลุ่มละ 18 แท่ง ดึงชิ้นตัวอย่างด้วยเครื่องทดสอบสากลจนชิ้นงานแตกหัก วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำแนกทางเดียวและการการทดสอบที-เทสท์ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

***ผลการศึกษา*** สารคู่ควบไซเลนแบบสองขวดพอร์ซเลนไลเนอร์เอ็มให้ค่าความแข็งแรงยึดไมโครเทนไซล์สูงกว่าแบบขวดเดียวโมโนบอนด์เอสอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) สำหรับเดือยฟันสำเร็จรูปทั้ง 4 ผลิตภัณฑ์ ชนิดผลิตภัณฑ์ของเดือยฟันสำเร็จรูปมีผลอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ต่อค่าเฉลี่ยความแข็งแรงยึดไมโครเทนไซล์ระหว่างวัสดุเรซินคอมโพสิตกับเดือยฟันสำเร็จรูป ตัวอย่างทุกชิ้นที่ผ่านการทดสอบมีรูปแบบการแตกหักบริเวณผิวรอยต่อ

***สรุป*** สารคู่ควบไซเลนแบบสองขวดให้ค่าความแข็งแรงยึดไมโครเทนไซล์สูงกว่าสารคู่ควบไซเลนแบบขวดเดียวอย่างมีนัยสำคัญในเดือยฟันสำเร็จรูปทั้ง 4 ผลิตภัณฑ์

(ว ทันต จุฬาฯ 2553;33:99-108)

***คำสำคัญ:*** *ความแข็งแรงยึดไมโครเทนไซล์; เดือยฟันสำเร็จรูปเรซินคอมโพสิตชนิดเสริมเส้นใย; สารคู่ควบไซเลน*

## บทนำ

การบูรณะภายหลังการรักษาคลองรากฟันด้วยครอบฟัน ซึ่งได้รับการรองรับจากเดือยฟันสำเร็จรูปเรซินคอมโพสิตเสริมเส้นใยร่วมกับแกนฟันที่สร้างจากวัสดุเรซินคอมโพสิต เป็นทางเลือกหนึ่งที่ได้รับการยอมรับและนิยมใช้อย่างแพร่หลายในปัจจุบัน[1,2] การสร้างการยึดติดที่มีคุณภาพบริเวณรอยต่อระหว่างเนื้อฟันในส่วนผนังคลองรากฟัน เดือยฟัน และวัสดุที่ใช้สร้างแกนฟัน เป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อความสำเร็จของการบูรณะที่สร้างขึ้น[3] นอกจากนั้นความแข็งแรงและความคงตัวของการยึดติดระหว่างเดือยและวัสดุที่ใช้สร้างแกนฟันก็เป็นอีกปัจจัยที่มีความสำคัญต่อความสำเร็จของการบูรณะที่เดือยและแกนฟันนั้น ๆ ให้การรองรับ[4,5] การบูรณะที่สามารถผสานรวมเป็นส่วนหนึ่งของเนื้อฟันธรรมชาติและมีคุณสมบัติเชิงกลที่เหมือนกันทั้งชิ้นถือเป็นจุดหมายหลักของการบูรณะ การจะเกิดลักษณะดังกล่าวได้ จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องเลือกใช้วัสดุที่มีคุณสมบัติเชิงกลเหมือนหรือใกล้เคียงกับเนื้อฟันธรรมชาติ และสามารถสร้างการยึดติดที่มีคุณภาพระหว่างเนื้อฟันและวัสดุที่ใช้บูรณะนั้น ๆ ได้[6]

จากแนวคิดดังกล่าว จึงมีการเสนอแนวทางการปรับสภาพผิวเดือยฟันด้วยวิธีต่าง ๆ เพื่อให้เกิดการยึดติดระหว่างเดือยฟันสำเร็จรูปเรซินคอมโพสิตเสริมเส้นใยกับเรซินซีเมนต์และวัสดุเรซินคอมโพสิตสำหรับสร้างแกนฟันที่แข็งแรงและมีคุณภาพ เป็นต้นว่า การใช้สารคู่ควบไซเลนเพื่อให้เกิดการเชื่อมยึดด้วยพันธะเคมีระหว่างเส้นใยแก้วหรือควอตซ์ ซึ่งทำหน้าที่เสริมความแข็งแรงภายในเดือยฟันสำเร็จรูปกับสารอินทรีย์ที่เป็นองค์ประกอบของเรซินซีเมนต์[7-9] การทำให้ผิวเดือยฟันสำเร็จรูปมีความขรุขระเพิ่มมากขึ้นด้วยวิธีเชิงกลหรือการใช้สารเคมี เพื่อให้เกิดการยึดติดเชิงกลขนาดเล็กระหว่างผิวเดือยฟันกับวัสดุเรซินคอมโพสิต[10-15] นอกจากนั้นบางการศึกษาได้แนะนำให้ใช้สารคู่ควบไซเลนร่วมกับการสร้างผิวเดือยฟันให้มีความขรุขระเพิ่มขึ้นเพื่อเพิ่มค่าแรงยึดบริเวณผิวสัมผัสระหว่างเดือยฟันสำเร็จรูปและวัสดุประเภทเรซินคอมโพสิต[16-18]

สารคู่ควบไซเลน เป็นสารประกอบอินทรีย์ ที่มีอะตอมของซิลิคอน (Si) อยู่ภายในโมเลกุล ปลายแต่ละข้างของโมเลกุลจะมีหมู่ทำหน้าที่ที่มีคุณสมบัติแตกต่างกัน โดยปลายด้านหนึ่งจะมีหมู่ที่สามารถเกิดปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์กับสารอินทรีย์ ส่วนปลายอีกด้านจะมีหมู่ที่สามารถสร้างพันธะโควาเลนต์กับเมทริกซ์ของสารอนินทรีย์[16-22] คุณสมบัติดังกล่าวทำให้สารคู่ควบไซเลนสามารถทำหน้าที่เป็นตัวกลางและตัวส่งเสริมให้เกิดการยึดติดระหว่างสารอินทรีย์กับสารอนินทรีย์ ซึ่งจะเกิดได้ก็ต่อเมื่อโมเลกุลไซเลนเกิดปฏิกิริยาการแยกสลายด้วยน้ำ (hydrolysis) โดยหมู่อัลคอกซี (-OR) ภายในโมเลกุลของไซเลนจะทำปฏิกิริยากับน้ำกลายเป็นโมเลกุลที่มีหมู่ไซลานอล (-Si-OH) ทำให้ได้โมเลกุลของไซเลนที่อยู่ในสภาวะพร้อมจะเกิดปฏิกิริยาควบแน่นระหว่างโมเลกุล (condensation)[19-21]

ในทางทันตกรรมนิยมใช้เมทาไครลอกซีโพรพิลไตรเมทอกซีไซเลนเป็นสารคู่ควบ โดยเตรียมอยู่ในรูปของสารละลายแบ่งเป็นแบบขวดเดียวที่ประกอบด้วยโมเลกุลทรีเอ็มพีเอส (3-MPS)ซึ่งเป็นสารคู่ควบไซเลนที่ผ่านกระบวนการย่อยสลายด้วยน้ำมาแล้วในตัวทำละลาย และแบบสองขวดที่แยกโมเลกุลของแกมมาเอ็มพีทีเอส (γ-MPTS) ซึ่งเป็นโมเลกุลของไซเลนที่ยังไม่ผ่านกระบวนการย่อยสลายด้วยน้ำออกจากตัวเริ่มปฏิกิริยา จึงจำเป็นผสมสารละลายทั้งสองขวดเข้าด้วยกันก่อนนำไปใช้งาน[19]

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของสารคู่ควบไซเลนแบบขวดเดียวและแบบสองขวดต่อค่าเฉลี่ยความแข็งแรงยึดไมโครเทนไซล์ระหว่างเดือยฟันสำเร็จรูปเรซินคอมโพสิตเสริมเส้นใย 4 ผลิตภัณฑ์กับวัสดุเรซินคอมโพสิตแบบไฮบริดชนิดบ่มตัวด้วยแสง

## วัสดุและวิธีการ

การวิจัยนี้เป็นการทดลองในห้องปฏิบัติการเพื่อศึกษาผลของสารคู่ควบไซเลนแบบขวดเดียวโมโนบอนด์เอสและสารคู่ควบไซเลนแบบสองขวดพอร์ซเลนไลเนอร์เอ็มต่อค่าเฉลี่ยความแข็งแรงยึดไมโครเทนไซล์บริเวณผิวรอยต่อ ระหว่างวัสดุเรซินคอมโพสิตกับเดือยฟันสำเร็จรูปเรซินคอมโพสิตเสริมเส้นใย 4 ผลิตภัณฑ์ คือ ดีทีไลท์โพสต์ เอฟอาร์ซีโพสเทค อีซีโพสต์ และอินโนโพสต์คอมแพค แบ่งเดือยฟันสำเร็จรูปแต่ละผลิตภัณฑ์ออกเป็นสองกลุ่ม กลุ่มที่หนึ่งปรับสภาพผิวเดือยฟันสำเร็จรูปด้วยสารคู่ควบไซเลนแบบขวดเดียวโมโนบอนด์เอส กลุ่มที่สองปรับสภาพผิวเดือยฟันสำเร็จรูปด้วยสารคู่ควบไซเลนแบบสองขวดพอร์ซเลนไลเนอร์เอ็ม รายละเอียดเกี่ยวกับองค์ประกอบของสารคู่ควบไซเลนและเดือยฟันสำเร็จรูป ตลอดจนบริษัทผู้ผลิต แสดงในตารางที่ 1

## การเตรียมสภาพผิวเดือยฟันสำเร็จรูปก่อนสร้างชิ้นตัวอย่าง

นำเดือยฟันสำเร็จรูปทั้งหมดมาเตรียมสภาพผิวด้วยการพ่นผงอะลูมิเนียมออกไซด์ขนาด 50 ไมครอน ด้วยความดัน 2 บาร์ ที่ระยะห่างจากผิวเดือยฟัน 30 มิลลิเมตร นาน 5 วินาที[14] จากนั้นทำความสะอาดด้วยเครื่องอัลตร้าโซนิกร่วมกับน้ำชนิดไม่มีอิออนเป็นเวลา 5 นาที เป่าด้วยลมที่ปราศจากน้ำมันจากที่ฉีดลม (triple syringe) จนผิวเดือยแห้งสนิท ทาสารคู่ควบไซเลนบนผิวของเดือยฟันสำเร็จรูปตามกลุ่มที่แยกไว้ โดยทาสารคู่ควบไซเลนเพียงชั้นเดียวและให้ครอบคลุมผิวเดือยฟันทั้งหมด ใช้ลมจากที่ฉีดลม เป่าเบาๆ นาน 1 นาที จนผิวของเดือยฟันสำเร็จรูปแห้งไม่มีตัวทำละลายเหลือค้างอยู่ เก็บเดือยฟันที่ผ่านการปรับสภาพผิวเรียบร้อยแล้วในภาชนะปิดที่สะอาด ณ อุณหภูมิห้อง

## การสร้างชิ้นตัวอย่างสำหรับการทดสอบความแข็งแรงยึดไมโครเทนไซล์

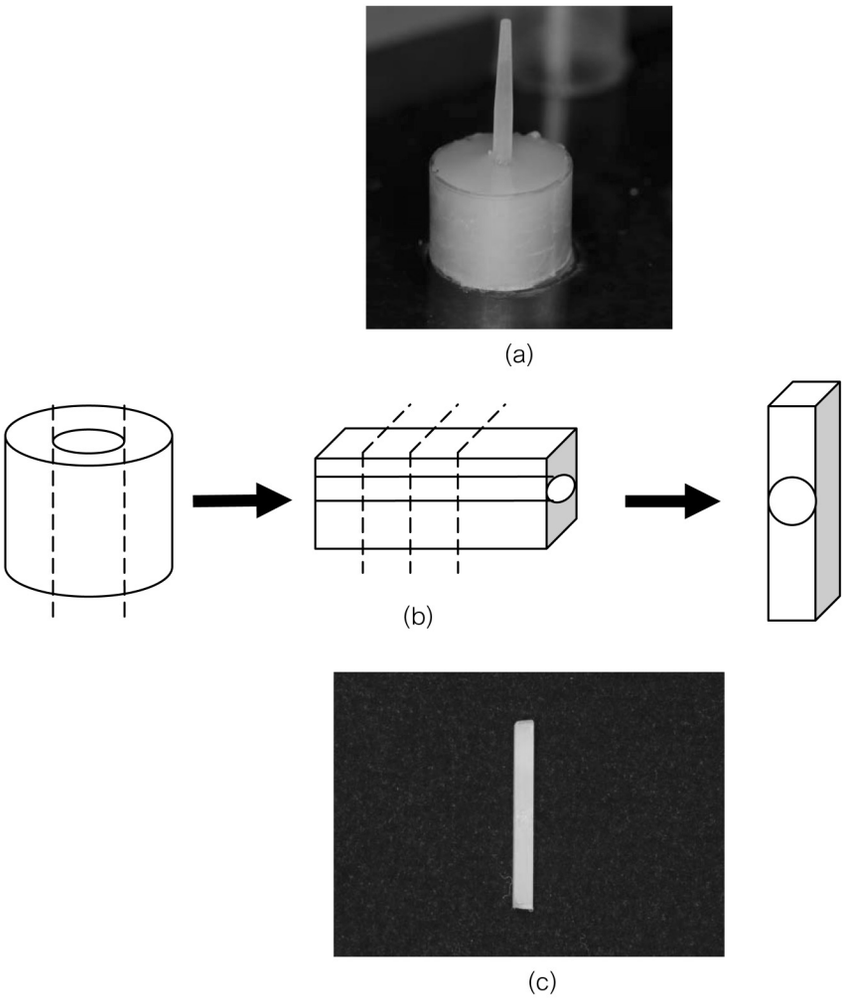
ยึดเดือยฟันสำเร็จรูปที่ผ่านการปรับสภาพผิวแล้วลงบนแผ่นแก้วด้วยกาวไซยาโนอะคริเลต ใช้เครื่องสำรวจความขนานจัดตำแหน่งให้แท่งเดือยฟันสำเร็จรูปตั้งฉากกับแนวระนาบ ระวังอย่าให้เกิดการปนเปื้อนบริเวณผิวของเดือยฟันสำเร็จรูป รอจนกาวแห้งสนิทประมาณ 5 นาที ตัดท่อพลาสติกใสขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 มิลลิเมตร ให้มีความสูงเท่ากับส่วนขนานของเดือยฟันสำเร็จรูปแต่ละผลิตภัณฑ์ ยึดท่อพลาสติกใสกับแผ่นแก้วด้วยกาวไซยาโนอะคริเลตโดยให้เดือยฟันสำเร็จรูปอยู่กึ่งกลางวงของท่อพลาสติก รอกาวแห้งสนิทประมาณ 5 นาที แล้วจึงนำวัสดุเรซินคอมโพสิตแบบไฮบริดชนิดบ่มตัวด้วยแสง (Z250, 3M ESPE, St. Paul, MN, USA) อุดเป็นชั้นๆ ล้อมรอบแท่งเดือยฟันสำเร็จรูป หนาชั้นละ 1-2 มิลลิเมตร ใช้เครื่องมืออะมัลกัมพลักเกอร์ดันวัสดุเรซินคอมโพสิตให้แนบกับผิวเดือยฟันให้มากที่สุด ใช้เครื่องฉายแสงชนิดฮาโลเจน (Elipar® Trilight, 3M ESPE, Seefeld, Germany) ที่มีกำลัง 450 มิลลิวัตต์ต่อตารางเซนติเมตร ฉายแสงในทิศทางตั้งฉากกับผิวของเรซินคอมโพสิต นาน 40 วินาทีต่อชั้น ควบคุมจำนวนครั้งของการฉายแสงให้เท่ากันในเดือยฟันแต่ละกลุ่ม เมื่อได้ความสูงตามที่ต้องการ แยกแท่งคอมโพสิตออกจากแผ่นแก้ว แล้วฉายแสงเพิ่มบริเวณด้านที่สัมผัสกับแผ่นแก้วอีก 40 วินาที แกะท่อพลาสติกใสที่ล้อมอยู่ออก นำชิ้นงานไปยึดกับตัวจับชิ้นงานของเครื่องตัดชิ้นเนื้อเยื่อแข็ง (Leica SP1600, Wetzlar, Germany) ด้วยขี้ผึ้งเหนียว วางแนวใบมีดให้ขนานกับผิวนอกสุดของเดือยฟันสำเร็จรูป กำหนดความกว้างระหว่างแนวตัดที่หนึ่งและสอง 1 มิลลิเมตร จากนั้นเปลี่ยนแนวการตัดให้ตั้งฉากกับแนวแรกเว้นระยะ 1 มิลลิเมตรในแต่ละแนว โดยระหว่างการตัดชิ้นตัวอย่างจะต้องมีน้ำฉีดบริเวณใบมีดและชิ้นตัวอย่างตลอดเวลาเพื่อลด

**ตารางที่ 1** ชื่อการค้า บริษัทผู้ผลิต และองค์ประกอบของวัสดุที่ใช้ในการทดลอง

**Table 1** Trade name, manufacturer and chemical composition of testing material

| Material | Composition |
|---|---|
| DT Light post® (RTD St. Egreve, Grenoble, France) | Translucent quartz fiber (60%), Epoxy resin (40%) |
| FRC postec® (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) | Glass fiber (61.5% wt), Silicon dioxide, TEG-DEMA, UDMA |
| Easy post® (Krugg, Milano, Italy) | Zirconium-enriched glass fiber (60% wt), Epoxy resin (40% wt) |
| Innopost compaq® (Innotech SLR, Robio, Italy) | Glass fiber (60% wt), Epoxy resin (40% wt) |
| Monobond S® (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) | 3-MPS (1% wt), ethanol/water-based solvent, acetic acid |
| Porcelain liner M® (Sun Medical Co., Ltd. Moriyama, Japan) | Liquid A: MMA (90%), 4-META (10%)<br>Liquid B: MMA (90%), γ-MPTS (10%) |

ความร้อนที่เกิดขึ้นเนื่องจากการเสียดสีระหว่างใบมีดและชิ้นตัวอย่าง (รูปที่ 1) นำแท่งชิ้นงานที่เตรียมได้ไปตรวจดูบริเวณผิวรอยต่อระหว่างวัสดุเรซินคอมโพสิตกับเดือยฟันสำเร็จรูปด้วยกล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอ (Meiji techno Co. Ltd., Saitama, Japan) ที่กำลังขยาย 40 เท่า เพื่อประเมินคุณภาพของผิวรอยต่อ พิจารณาเลือกเฉพาะชิ้นงานที่ไม่มีรอยแตกร้าว ฟองอากาศ หรือช่องว่างบริเวณรอยต่อ สุ่มเลือกชิ้นงานที่ผ่านการคัดเลือกเพื่อใช้เป็นตัวแทนของแต่ละกลุ่มทดลอง จำนวน กลุ่มละ 18 ชิ้น เก็บชิ้นงานที่พร้อมสำหรับการทดสอบความแข็งแรงยึดไมโครเทนไซล์ในภาชนะปิดที่สะอาดและแห้ง ณ อุณหภูมิห้อง




**รูปที่ 1** การเตรียมชิ้นตัวอย่างแบบแท่งสำหรับทดสอบไมโครเทนไซล์
(a) สร้างแกนทรงกระบอกโดยใช้วัสดุเรซินคอมโพสิตชนิดบ่มตัวด้วยแสงล้อมรอบแท่งเดือยฟัน
(b) ตัดตามแนวยาวขนานผิวนอกสุดของเดือย แล้วจึงตัดตั้งฉากกับแนวแรก
(c) ชิ้นตัวอย่างแบบแท่งสำหรับการทดสอบไมโครเทนไซล์

**Fig. 1** The preparation of beam-microtensile specimens
(a) A light-cured resin composite was built up around the fiber post for making a cylindrical core
(b) Longitudinal cut parallel to the periphery of the post and perpendicular cuts serially
(c) The beam-specimens for microtensile testing

## การทดสอบความแข็งแรงยึดไมโครเทนไซล์

ยึดชิ้นตัวอย่างเข้ากับตัวจับของเครื่องทดสอบสากลอินสตรอน (Instron 8872, Fareham, UK) ด้วยกาวไซยาโนอะคริเลต ปรับตำแหน่งให้ชิ้นตัวอย่างอยู่บริเวณกึ่งกลางรอยต่อของส่วนตัวจับของเครื่องทดสอบสากลอินสตรอน รอให้กาวแข็งตัวเต็มที่ 5 นาที แล้วจึงให้แรงดึงกระทำต่อชิ้นตัวอย่างในสภาพแวดล้อมแห้งที่ความเร็ว 0.5 มิลลิเมตรต่อวินาที จนกระทั่งชิ้นตัวอย่างหัก บันทึกค่าแรงที่วัดได้ คำนวณค่าความแข็งแรงยึดไมโครเทนไซล์บริเวณผิวรอยต่อระหว่างวัสดุเรซินคอมโพสิตกับเดือยฟันสำเร็จรูปเรซินคอมโพสิตชนิดเสริมเส้นใย โดยนำปริมาณแรงที่ทำให้ชิ้นงานหักหารด้วยพื้นที่บริเวณผิวรอยต่อ[14] วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้ด้วยโปรแกรมเอสพีเอสเอสฟอร์วินโดว์ เวอร์ชั่น 15 (SPSS for Window version 15, SPSS Inc., Chicago, IL, USA) โดยทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความแข็งแรงยึดไมโครเทนไซล์ระหว่างผลิตภัณฑ์เดือยฟันสำเร็จรูปเรซินคอมโพสิตเสริมเส้นใย 4 ผลิตภัณฑ์ เมื่อถูกปรับสภาพผิวด้วยสารคู่ควบไซเลนแบบเดียวกัน โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำแนกทางเดียวที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และสถิติการเปรียบเทียบแบบจับคู่พหุคูณเชฟเฟ (Scheffe multiple comparison) แล้วจึงทำการทดสอบที-เทสท์ แบบอันแพร์ (unpaired t-test) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความแข็งแรงยึดไมโครเทนไซล์ของเดือยฟันสำเร็จรูปผลิตภัณฑ์เดียวกันที่ปรับสภาพผิวด้วยสารคู่ควบไซเลนแบบขวดเดียวและแบบสองขวด

## การศึกษาลักษณะรอยหักของชิ้นตัวอย่าง

ศึกษาลักษณะรอยหักของชิ้นตัวอย่างทุกชิ้นที่ผ่านการทดสอบความแข็งแรงยึดไมโครเทนไซล์ด้วยกล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอที่กำลังขยาย 40 เท่า หากชิ้นงานเกิดรอยหักบริเวณรอยต่อระหว่างผิวเดือยฟันสำเร็จรูปและวัสดุเรซินคอมโพสิตจะจำแนกเป็นการหักบริเวณผิวรอยต่อ (adhesive failure) หากรอยหักเกิดภายในวัสดุเรซินคอมโพสิตหรือภายในเนื้อของเดือยฟันสำเร็จรูปจะจำแนกเป็นการหักในเนื้อวัสดุ (cohesive failure) ส่วนกรณีที่รอยหักมีลักษณะร่วมกันระหว่างการหักบริเวณผิวรอยต่อและการหักในเนื้อวัสดุจะจำแนกเป็นการหักแบบผสม (combination)

## ผลการศึกษา

ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความแข็งแรงยึดไมโครเทนไซล์ระหว่างวัสดุเรซินคอมโพสิตชนิดบ่มตัวด้วยแสงกับเดือยฟันสำเร็จรูปเรซินคอมโพสิตชนิดเสริมเส้นใย 4 ผลิตภัณฑ์ที่ปรับสภาพผิวด้วยสารคู่ควบไซเลนแบบขวดเดียวโมโนบอนด์เอสและสารคู่ควบไซเลนแบบสองขวดพอร์ซเลนไลเนอร์เอ็ม ได้ผลดังตารางที่ 2 เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยความแข็ง

**ตารางที่ 2** ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และผลการทดสอบทางสถิติของความแข็งแรงยึดไมโครเทนไซล์ระหว่างเดือยฟันสำเร็จรูปเรซินคอมโพสิตเสริมเส้นใย 4 ผลิตภัณฑ์กับวัสดุเรซินคอมโพสิตของสารคู่ควบไซเลนสองรูปแบบ

**Table 2** Mean, standard deviation and statistical analysis of microtensile bond strength between 4 types of prefabricated fiber posts and resin composite of two silane coupling agent preparations

| Group | Monobond S (n=18) (Mean ± S.D.) | Porcelain liner M (n=18) (Mean ± S.D.) |
|---|---|---|
| DT light® | $14.89 \pm 6.09^{(a,1)}$ | $20.29 \pm 5.73^{(b,1)}$ |
| FRC postec® | $10.08 \pm 3.99^{(a,2)}$ | $23.08 \pm 4.04^{(b,1)}$ |
| Easy post® | $9.01 \pm 2.74^{(a,2)}$ | $22.13 \pm 3.39^{(b,1)}$ |
| Innopost compaq® | $6.56 \pm 3.15^{(a,2)}$ | $14.81 \pm 4.22^{(b,2)}$ |

Different superscript letters indicate a significant differences within the same row and different numbers indicate a significant differences within the same column ($p < 0.05$).

แรงยึดไมโครเทนไซล์ของเดือยฟันสำเร็จรูปผลิตภัณฑ์เดียวกันเปรียบเทียบระหว่างกรณีที่ปรับสภาพผิวเดือยฟันสำเร็จรูปด้วยสารคู่ควบไซเลนแบบขวดเดียวโมโนบอนด์เอส และกรณีที่ปรับสภาพผิวด้วยสารคู่ควบไซเลนแบบสองขวดพอร์ซเลนไลเนอร์เอ็ม โดยใช้สถิติทดสอบอันแพร์ที-เทสต์ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 พบว่า เดือยฟันสำเร็จรูปทั้ง 4 ผลิตภัณฑ์ที่ปรับสภาพผิวด้วยสารคู่ควบไซเลนแบบสองขวดพอร์ซเลนไลเนอร์เอ็มมีค่าเฉลี่ยความแข็งแรงยึดไมโครเทนไซล์ระหว่างวัสดุเรซินคอมโพสิตกับเดือยฟันสำเร็จรูปเรซินคอมโพสิตเสริมเส้นใยสูงกว่ากลุ่มที่ปรับสภาพผิวเดือยฟันสำเร็จรูปด้วยสารคู่ควบไซเลนแบบขวดเดียวโมโนบอนด์เอสอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

เมื่อศึกษาข้อมูลด้วยสถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำแนกทางเดียวร่วมกับสถิติการเปรียบเทียบแบบจับคู่พหุคูณเชฟเฟ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 สรุปได้ว่า ชนิดของเดือยฟันสำเร็จรูปมีผลต่อค่าเฉลี่ยความแข็งแรงยึดไมโครเทนไซล์ระหว่างวัสดุเรซินคอมโพสิตกับเดือยฟันสำเร็จรูปเรซินคอมโพสิตเสริมเส้นใยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อพิจารณากลุ่มตัวอย่างที่ใช้สารคู่ควบไซเลนแบบขวดเดียวโมโนบอนด์เอสปรับสภาพผิว พบว่าเดือยฟันสำเร็จรูปเรซินคอมโพสิตเสริมเส้นใยดีทีไลท์โพสต์เป็นผลิตภัณฑ์ที่ให้ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงยึดไมโครเทนไซล์สูงกว่าผลิตภัณฑ์อื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ส่วนกรณีใช้สารคู่ควบไซเลนแบบสองขวดพอร์ซเลนไลเนอร์เอ็ม พบว่าค่าเฉลี่ยความแข็งแรงยึดไมโครเทนไซล์ของเดือยฟันสำเร็จรูปดีทีไลท์โพสต์ เอฟอาร์ซีโพสเทค และอีซีโพสต์ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) ขณะที่ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงยึดไมโครเทนไซล์ของเดือยฟันสำเร็จรูปอินโนโพสคอมแพคต่ำกว่าเดือยฟันสำเร็จรูปผลิตภัณฑ์อื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

การศึกษารอยหักของชิ้นตัวอย่างหลังการทดสอบความแข็งแรงยึดไมโครเทนไซล์ซึ่งไม่ได้แสดงภาพไว้ในบทความนี้ พบว่าตัวอย่างทุกชิ้นในทุกกลุ่มทดลองมีการแตกหักบริเวณผิวรอยต่อระหว่างเดือยฟันสำเร็จรูปกับวัสดุเรซินคอมโพสิต

## วิจารณ์

จากการศึกษาครั้งนี้พบว่า เดือยฟันสำเร็จรูปเรซินคอมโพสิตเสริมเส้นใยทั้ง 4 ผลิตภัณฑ์ ที่ปรับสภาพผิวด้วยสารคู่ควบไซเลนแบบขวดเดียวโมโนบอนด์เอสมีค่าเฉลี่ยความแข็งแรงยึดไมโครเทนไซล์บริเวณผิวรอยต่อระหว่างวัสดุเรซินคอมโพสิตกับผิวเดือยฟันสำเร็จรูปต่ำกว่ากรณีที่ปรับสภาพผิวด้วยสารคู่ควบไซเลนแบบสองขวดพอร์ซเลนไลน์เนอร์เอ็มอย่างมีนัยสำคัญ ลักษณะดังกล่าวเป็นผลจากความแตกต่างของรูปแบบโมเลกุลไซเลนที่เป็นองค์ประกอบในสารคู่ควบไซเลนทั้งสองแบบ เมื่อพิจารณาสารคู่ควบไซเลนแบบขวดเดียวโมโนบอนด์เอส พบว่าภายในสารละลายจะประกอบด้วยโมเลกุลไซเลนในรูปที่ผ่านการย่อยสลายด้วยน้ำแล้ว (3-MPS) ล่องลอยอยู่ในตัวทำละลาย ในขณะที่สารคู่ควบไซเลนแบบสองขวดพอร์ซเลนไลเนอร์เอ็ม ประกอบด้วยสารละลาย 2 ขวด ขวดแรกเป็นสารละลายที่ประกอบด้วยโมเลกุลของไซเลนในรูปที่ยังไม่ผ่านปฏิกิริยาย่อยสลายด้วยน้ำ (γ-MPTS) และเมทิลเมทาคริเลต (MMA) ขวดที่สองประกอบด้วย 4- เมทาไครลอกซีเอทิลไตรเมลลิเทตแอนไฮดรายล์ (4-META) และเมทิลเมตาคริเลต ดังนั้นโมเลกุลไซเลนภายในสารคู่ควบไซเลนรูปแบบสองขวดพอร์ซเลนไลเนอร์เอ็มจะเกิดปฏิกิริยาการย่อยสลายด้วยน้ำกลายเป็นโมเลกุลในรูปที่พร้อมจะทำปฏิกิริยาก็ต่อเมื่อผสมสารละลายทั้งสองขวดเข้าด้วยกันเท่านั้น ด้วยเหตุนี้เมื่อทาสารคู่ควบไซเลนลงบนพื้นผิวที่ต้องการปรับสภาพโมเลกุลไซเลนในสารคู่ควบไซเลนแบบขวดเดียวโมโนบอนด์เอสจึงมีโอกาสเกิดการจับกันเองระหว่างโมเลกุลกลายเป็นชั้นออลิโกเมอร์เคลือบบริเวณผิวสัมผัสได้มากกว่ากรณีปรับสภาพผิวด้วยสารคู่ควบไซเลนแบบแยกสองขวดพอร์ซเลนไลเนอร์เอ็ม เมื่อพิจารณาชั้นของสารคู่ควบไซเลนที่มีโมเลกุลไซเลนซ้อนกันหลายชั้น (multi-layer structure) พบว่า หมู่เมทาคริเลตที่อยู่ในโมเลกุลของสารคู่ควบไซเลนที่ใช้ในงานทันตกรรมซึ่งเป็นส่วนที่จะสร้างพันธะเคมีกับไดเมทาคริเลตในเมทริกซ์ของเรซินคอมโพสิตที่ใช้สร้างแกนฟันจะเกิดการเชื่อมต่อกันเอง ทำให้ปริมาณหมู่เมทาคริเลตที่ยังว่างและพร้อมจะจับกับไดเมทาคริเลตในเมทริกซ์ของเรซินคอมโพสิตมีจำนวนลดลง และชั้นไซเลนที่หนายังอาจเกิดการแตกหักเมื่อได้รับแรงกระทำส่งผลให้ค่าแรงยึดติดบริเวณผิวสัมผัสมีค่าลดลง[24]

Monticelli และคณะ[18] รายงานค่าเฉลี่ยความแข็งแรงยึดไมโครเทนไซล์ของเดือยฟันสำเร็จรูปดีทีไลท์โพสต์ที่ผ่านการปรับสภาพผิวด้วยสารคู่ควบไซเลนแบบขวดเดียวโมโนบอนด์เอสและสารคู่ควบไซเลนแบบสองขวดพอร์ซเลนไลเนอร์เอ็ม มีค่า 11.4 ± 2.5 เมกกะปาสคาล และ 11.7 ± 2.7 เมกกะปาสคาล ตามลำดับ ซึ่งต่ำกว่าค่าเฉลี่ยที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้ (14.89 ± 6.9 เมกกะปาสคาล และ 20.29 ± 5.73 เมกกะปาสคาล ตามลำดับ) ความแตกต่างดังกล่าวเกิดจากวิธีการเตรียมผิวเดือยฟันก่อนการปรับสภาพผิวด้วยสารคู่ควบไซเลนที่แตกต่างกัน โดยการศึกษาของ Monticelli และคณะ[18] ใช้สารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 10 โดยปริมาตร เพื่อกำจัดอีพอกซีเรซินบริเวณผิวเดือยฟัน ทำให้พื้นผิวมีความขรุขระเพิ่มมากขึ้น ส่วนในการศึกษาครั้งนี้ใช้การพ่นผงอะลูมิเนียมออกไซด์ขนาด 50 ไมครอนด้วยเครื่องเป่าทรายสำหรับใช้ในคลินิกทันตกรรมเพื่อเตรียมสภาพผิวก่อนทาสารคู่ควบไซเลน จากการศึกษาของ Mazzitelli และคณะ[25] พบว่าการเตรียมผิวด้วยวิธีที่แตกต่างกันมีผลต่อความหยาบของพื้นผิว (surface roughness) การเตรียมผิวด้วยสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 10 โดยปริมาตร นาน 10 นาที จะมีค่าเฉลี่ยความหยาบของพื้นผิวเท่ากับ 2.82 ± 0.58 ไมโครเมตร และการเตรียมผิวด้วยการเป่าทราย จะมีค่าเฉลี่ยความหยาบของพื้นผิวเท่ากับ 4.02 ± 1.04 ไมโครเมตร ความหยาบของพื้นผิวที่แตกต่างกันนี้เองเป็นเหตุผลที่ทำให้ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงยึดแตกต่างกัน เนื่องจากความหยาบของพื้นผิวสัมพันธ์กับการเกิดการยึดติดเชิงกลขนาดเล็กบริเวณผิวสัมผัส[11,14,23,25]

จากผลการศึกษาจะเห็นได้ว่าการเลือกชนิดของสารคู่ควบไซเลนและเดือยฟันสำเร็จรูปที่เหมาะสม มีผลต่อค่าแรงของการยึดติดบริเวณผิวสัมผัสระหว่างเดือยฟันและวัสดุเรซินคอมโพสิตที่ใช้สร้างแกนฟัน ซึ่งเป็นปัจจัยที่สัมพันธ์กับความสำเร็จของการรักษา จากการศึกษานี้สรุปได้ว่า ควรพิจารณาเลือกใช้สารคู่ควบไซเลนแบบสองขวดพอร์ซเลนไลเนอร์เอ็มร่วมกับเดือยฟันสำเร็จรูปดีทีไลท์โพส เอฟอาร์ซีโพสเทค หรืออีซีโพสต์ เพื่อให้ได้การยึดติดที่แข็งแรงระหว่างเดือยฟันสำเร็จรูปกับวัสดุเรซินคอมโพสิต หากต้องใช้สารคู่ควบไซเลนแบบขวดเดียวโมโนบอนด์เอส ควรเลือกใช้ร่วมกับเดือยฟันสำเร็จรูปดีทีไลท์โพส เพราะมีค่าเฉลี่ยความแข็งแรงยึดไมโครเทนไซล์สูงกว่าเดือยสำเร็จรูปเอฟอาร์ซีโพสเทค อีซีโพสต์ หรืออินโนโพสต์คอมแพค อย่างมีนัยสำคัญ

## สรุป

ภายใต้ข้อจำกัดของระเบียบวิธีวิจัยของการทดลองนี้ สามารถสรุปได้ว่า การปรับสภาพผิวเดือยฟันสำเร็จรูปเรซินคอมโพสิตเสริมเส้นใยดีทีไลท์โพสต์ เอฟอาร์ซีโพสเทค อีซีโพสต์ และอินโนโพสต์คอมแพค ด้วยสารคู่ควบไซเลนแบบสองขวดพอร์ซเลนไลเนอร์เอ็ม จะให้ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงยึดไมโครเทนไซล์ระหว่างวัสดุเรซินคอมโพสิตกับเดือยฟันสำเร็จรูปสูงกว่าการปรับสภาพผิวเดือยฟันสำเร็จรูปด้วยสารคู่ควบไซเลนแบบขวดเดียวโมโนบอนด์เอสอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบเดือยฟันสำเร็จรูป 4 ผลิตภัณฑ์ที่ทำการศึกษาในครั้งนี้ พบว่าหากเลือกใช้สารคู่ควบไซเลนแบบสองขวดพอร์ซเลนไลเนอร์เอ็มร่วมกับเดือยฟันสำเร็จรูปอินโนโพสต์คอมแพคจะได้ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงยึดไมโครเทนไซล์ระหว่างวัสดุ เรซินคอมโพสิตกับเดือยฟันสำเร็จรูปต่ำกว่าเดือยฟันสำเร็จรูปผลิตภัณฑ์อื่นอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) หากเลือกใช้สารคู่ควบไซเลนแบบขวดเดียวโมโนบอนด์เอสร่วมกับเดือยฟันสำเร็จรูปดีทีไลท์โพสต์จะได้ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงยึดไมโครเทนไซล์สูงที่สุดและแตกต่างจากค่าเฉลี่ยของเดือยฟันสำเร็จรูปผลิตภัณฑ์อื่นอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

## กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ อาจารย์ ไพพรรณ พิทยานนท์ เป็นอย่างสูงที่ได้สละเวลาให้คำปรึกษาเกี่ยวกับสถิติสำหรับงานวิจัยชิ้นนี้ และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ศูนย์วิจัยทันตวัสดุศาสตร์และศูนย์วิจัยชีววิทยาช่องปากที่ให้ความช่วยเหลือเป็นอย่างดีในทุกด้าน การวิจัยนี้ได้รับเงินทุนสนับสนุนจากทุนอุดหนุนวิทยานิพนธ์สำหรับนิสิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปีการศึกษา 2551

## เอกสารอ้างอิง

1. Ferrari M, Vichi A, Garcia-Godoy F. Clinical evaluation of fiber-reinforced epoxy resin posts and cast post and cores. Am J Dent. 2000;13 (Special No.):15-8B.

2. Koutayas S, Kern M. All-ceramic posts and cores: the state of the art. Quintessence Int. 1999;30:383-92.
3. Monticelli F, Grandini S, Goracci C, Ferrari M. Clinical behavior of translucent-fiber posts: a 2-year prospective study. Int J Prosthodont. 2003; 16:593-6.
4. Gateau P, Sabek M, Dailey B. Fatigue testing and microscopic evaluation of post and core restorations under artificial crowns. J Prosthet Dent. 1999;82:341-7.
5. Aksornmuang J, Nakajima M, Foxton RM, Tagami J. Regional bond strengths of a dual-cure resin core material to translucent quartz fiber post. Am J Dent. 2006;19:51-5.
6. Duret B, Duret F, Reynaud M. Long-life physical property preservation and post endodontic rehabilitation with the composipost. Compend Contin Educ Dent Suppl. 1996;20:50-6.
7. Sahafi A, Peutzfeldt A, Asmussen E, Gotfredsen K. Bond strength of resin cement to dentin and to surface-treated posts of titanium alloy, glass fiber, and zirconia. J Adhes Dent. 2003;5:153-62.
8. Aksornmuang J, Foxton RM, Nakajima M, Tagami J. Microtensile bond strength of a dual-cure resin core material to glass and quartz fibre posts. J Dent. 2004;32:443-50.
9. Goracci C, Raffaelli O, Monticelli F, Balleri B, Bertelli E, Ferrari M. The adhesion between prefabricated FRC posts and composite resin cores: microtensile bond strength with and without post-silanization. Dent Mater. 2005;21:437-44.
10. Monticelli F, Osorio R, Toledano M, Goracci C, Tay FR, Ferrari M. Improving the quality of the quartz fiber postcore bond using sodium ethoxide etching and combined silane/adhesive coupling. J Endod. 2006;32:447-51.
11. Monticelli F, Toledano M, Tay FR, Sadek FT, Goracci C, Ferrari M. A simple etching technique for improving the retention of fiber posts to resin composites. J Endod. 2006;32:44-7.
12. Radovic I, Monticelli F, Goracci C, Cury AH, Coniglio I, Vulicevic ZR, et al. The effect of sandblasting on adhesion of a dual-cured resin composite to methacrylic fiber posts: microtensile bond strength and SEM evaluation. J Dent. 2007; 35:496-502.
13. Valandro LF, Ozcan M, de Melo RM, Galhano GA, Baldissara P, Scotti R, et al. Effect of silica coating on flexural strength of fiber posts. Int J Prosthodont. 2006;19:74-6.
14. Valandro LF, Yoshiga S, de Melo RM, Galhano GA, Mallmann A, Marinho CP, et al. Microtensile bond strength between a quartz fiber post and a resin cement: effect of post surface conditioning. J Adhes Dent. 2006;8:105-11.
15. Vano M, Goracci C, Monticelli F, Tognini F, Gabriele M, Tay FR, et al. The adhesion between fiber posts and composite resin cores: the evaluation of microtensile bond strength following various surface chemical treatments to posts. Int Endod J. 2006;39:31-9.
16. Wrbas KT, Schirrmeister JF, Altenburger MJ, Agrafioti A, Hellwig E. Bond strength between fibre posts and composite resin cores: effect of post surface silanization. Int Endod J. 2007;40:538-43.
17. Albaladejo A, Osorio R, Papacchini F, Goracci C, Toledano M, Ferrari M. Post silanization improves bond strength of translucent posts to flowable composite resins. J Biomed Mater Res Part B Appl Biomater. 2007;82:320-4.
18. Monticelli F, Toledano M, Osorio R, Ferrari M. Effect of temperature on the silane coupling agents when bonding core resin to quartz fiber posts. Dent Mater. 2006;22:1024-8.
19. Matinlinna JP, Lassila LVJ, Ozcan M, Yli-Urpo A, Vallittu PK. An introduction to silane and their

clinical applications in dentistry. Int J Prosthodont. 2004;17:155-64.

20. Matinlinna JP, Vallittu PK. Silane based concepts on bonding resin composite to metals. J Contemp Dent Pract. 2007;8:1-8.
21. Barghi N. To silanate or not to silanate: making a clinical decision. Compend Contin Educ Dent. 2000;21:659-62, 664; quiz 666.
22. Anagnostopoulos T, Eliades G, Palaghias G. Composition, reactivity and surface interactions of three dental silane primers. Dent Mater. 1993;9: 182-90.
23. Balbosh A, Kern M. Effect of surface treatment on retention of glass-fiber endodontic posts. J Prosthet Dent. 2006;95:218-23.
24. Debnath S, Wunder SL, McCool JI, Baran GR. Silane treatment effects on glass/resin interfacial shear strengths. Dent Mater. 2003;19:441-8.
25. Mazzitelli C, Ferrari M, Toledano M, Osorio E, Monticelli F, Osorio R. Surface roughness analysis of fiber post conditioning process. J Dent Res. 2008;87:186-90.

# Effect of one and two-bottle silane coupling agents on microtensile bond strength between resin composite and prefabricated fiber posts

**Kullapop Suttiat D.D.S., Grad. Dip. (Prosthodontics)**[1]
**Chairat Wiwatwarapan B.Sc., M.S.**[2]

[1]Graduate student, Department of Prosthodontics, Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University
[2]Department of Prosthodontics, Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University

## Abstract

***Objective*** To examine the effects of one and two-bottle silane coupling agents on bond strengths between a resin composite and 4 prefabricated fiber posts.

***Materials and methods*** Twelve prefabricated fiber posts of DT Light post®, FRC postec®, Easy post® and Innopost compaq®, were used. The posts of each product were randomly divided into 2 subgroups according to silane used for surface treatment, one-bottle (Monobond S®) or two-bottle (Porcelain liner M®), so there were 8 experimental groups. A light-cured resin composite was used to build-up the core around each post. Serially cut a composite post and core into beam for microtensile bond strength (μTBS) test. Eighteen specimens were prepared for each group. Each specimen was loaded in tension with universal testing machine until failure. The data were analyzed using the one way ANOVA and t-test at 95% confident interval.

***Results*** The two-bottle silane (Porcelain liner M®) demonstrated significantly higher mean bond strengths between resin composite and prefabricated fiber posts compared to the one-bottle (Monobond S®) for all 4 post products ($p < 0.05$). Mean μTBS were significantly affected by product of fiber post ($p < 0.05$). All tested specimens showed adhesive failure.

***Conclusion*** The two-bottle silane demonstrates a significantly higher μTBS than the one-bottle silane preparation in all 4 products of prefabricated fiber post.

(CU Dent J. 2010;33:99-108)

***Key words***: *microtensile bond strength; prefabricated fiber post; silane coupling agent*