

ผลของการปรับสภาพผิวต่อความแข็งแรงยึดเหนี่ยวระหว่างไฟเบอร์โพสต์และเรซินคอมโพสิต

ดวงดา ผลยาม

ทันตแพทย์

โรงพยาบาลบางใหญ่ จังหวัดนนทบุรี

ศิริพงษ์ ศิริมงคลวัฒน์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์

ภาควิชาทันตกรรมบูรณะและปริทันตวิทยา

คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ภาวิศุทธิ แก่นจันทร์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์

ภาควิชาทันตกรรมบูรณะและปริทันตวิทยา

คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ติดต่อเกี่ยวกับบทความ:

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทันตแพทย์ศิริพงษ์ ศิริมงคลวัฒน์

ภาควิชาทันตกรรมบูรณะและปริทันตวิทยา

คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ต.สุเทพ อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50200

โทรศัพท์: 053-944457

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินผลของการปรับสภาพผิวต่อความแข็งแรงยึดเหนี่ยวระหว่างไฟเบอร์โพสต์และเรซินคอมโพสิตโดยนำไฟเบอร์โพสต์ชนิดเอฟอาร์ซีโพสเทคพลัสจำนวน 16 แท่ง แบ่งโดยสุ่มเป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ 1 ไม่ทำการปรับสภาพผิว (กลุ่มควบคุม) กลุ่มที่ 2 ทาด้วยสารไฮเลน กลุ่มที่ 3 ทาด้วยกรดฟอสฟอริกความเข้มข้นร้อยละ 37.0 ล้างน้ำและทาด้วยสารไฮเลน กลุ่มที่ 4 เป่าทรายด้วยเครื่องเป่าทรายแบบข้างแก้อ้าทันตแพทย์ ทำความสะอาดและทาด้วยสารไฮเลน นำแต่ละกลุ่มยึดกับเรซินคอมโพสิตชนิดฟิลเทคแซทสองห้าศูนย์โดยใช้แท่งยึดที่ถูกออกแบบเพื่อช่วยยึดตำแหน่งของไฟเบอร์โพสต์ให้ตั้งตรงและอยู่ตรงกลางของชิ้นงานที่สร้าง จากนั้นทดสอบยึดติด ฉายแสง แล้วอุดวัสดุเรซินคอมโพสิตเป็นชั้น ๆ ยึดกับไฟเบอร์โพสต์โดยรอบเป็นรูปร่างทรงกระบอก นำชิ้นงานที่ได้ตัดเป็นแผ่นกลม โดยแต่ละชิ้นงานสามารถตัดแบ่งได้ชิ้นทดสอบ 5 ชิ้น รวมชิ้นทดสอบกลุ่มละ 20 ชิ้น ทดสอบความแข็งแรงยึดเหนี่ยวด้วยเครื่องทดสอบอินสตรอน บันทึกแรงกดที่ทำให้ไฟเบอร์โพสต์หลุดออกจากเรซินคอมโพสิต นำผลการทดลองมาวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้การทดสอบค่าความแปรปรวนแบบทางเดียว พบว่าทุกกลุ่มมีค่าความแข็งแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > .05$)

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การเลือกใช้เดือยฟัน (post and core) เพื่อบูรณะภายหลังการรักษาคลองรากฟันให้เหมาะสมกับครอบฟันกระเบื้องล้วน (all-ceramics crown) ควรมีสีที่ใกล้เคียงกับฟันธรรมชาติ จึงได้มีการนำไฟเบอร์โพสต์ (fiber post) ร่วมกับเรซินคอมโพสิต (resin composites) สำหรับสร้างแกนฟัน (core) มาใช้ในการบูรณะมากขึ้น อย่างไรก็ตาม การยึดติดระหว่างสองส่วนนี้มีค่าน้อยเนื่องจากลักษณะของไฟเบอร์โพสต์มีผิวเรียบจึงเกิดการยึดติดกับเรซินคอมโพสิตทางจุลกลศาสตร์ (micromechanical retention) ไม่ดี ส่วนเรซินเมทริกซ์ (resin matrix) ของไฟเบอร์โพสต์ซึ่งเป็นสารอีพอกซีเรซิน (epoxy resin) หรือสารเมทาไครเลต (methacrylate) มีโครงสร้างเป็นพอลิเมอร์ (polymers) ที่เกิดปฏิกิริยาเชื่อมขวางสมบูรณ์และมีโครงสร้างการเชื่อมต่อนเป็นโครงร่างตาข่าย¹ ทำให้ไม่มีการยึดติดทางเคมี (chemical retention) กับเรซินคอมโพสิตที่มีส่วนประกอบเป็นเมทาไครเลตเกิดขึ้นจึงได้มีการคิดค้นวิธีการปรับสภาพผิวไฟเบอร์โพสต์เพื่อเพิ่มการยึดติดกับเรซินคอมโพสิต แบ่งเป็น 2 แนวทาง² คือ การปรับสภาพผิวไฟเบอร์โพสต์เพื่อเพิ่มการยึด

ติดทางเคมี หรือการปรับสภาพผิวไฟเบอร์โพลีเมอร์เพื่อเพิ่มการยึดติดทางจุลกลศาสตร์ร่วมกับการยึดติดทางเคมี

การปรับสภาพผิวเพื่อเพิ่มการยึดติดทางเคมีด้วยการเชื่อมซิลิกา (silica) ที่เป็นองค์ประกอบในไฟเบอร์โพลีเมอร์กับเรซินคอมโพสิตโดยใช้สารไซเลน (silane) ซึ่งเป็นสารคู่ควบ (coupling agent) มีสูตรโครงสร้างทางเคมีคือ $R^1-Si-(OR)_3$ เป็นโมเลกุลที่มีแขนทำงาน 2 ปลาย (bifunctional molecules) ปลายข้างหนึ่งเป็นกลุ่มสารอินทรีย์ (R^1) ยึดติดกับเรซินคอมโพสิตด้วยพันธะโควาเลนต์ (covalent bond) ส่วนปลายอีกข้างหนึ่งประกอบด้วยหมู่แอลคอกซี (alkoxy groups) สามารถทำปฏิกิริยากับพื้นผิวสารอินทรีย์ เช่น เซรามิกส์ (ceramics) คิวชิตไฟเบอร์ (quartz fiber) เกิดพันธะซิลอกเซน (siloxane bond)³ ซึ่งเป็นพันธะทางเคมี (chemical bond) นอกจากนี้ สารไซเลนยังเพิ่มความสามารถในการไหลแผ่ (surface wettability)⁴ ของเรซินคอมโพสิตด้วยมีหลายการศึกษาแนะนำให้ใช้สารไซเลนในการเคลือบผิวไฟเบอร์โพลีเมอร์เพื่อเพิ่มการยึดติดกับเรซินคอมโพสิต^{4,6} แต่อย่างไรก็ตาม บางการศึกษาพบว่าการใช้สารไซเลนไม่ได้ช่วยเพิ่มค่าการยึดติดดังกล่าว^{7,8}

การปรับสภาพผิวเพื่อเพิ่มการยึดติดทางจุลกลศาสตร์ร่วมกับการยึดติดทางเคมี โดยวิธีการใช้สารเคมี เช่น กรดไฮโดรฟลูออริก (hydrofluoric acid)⁹⁻¹¹ ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (hydrogen peroxide)¹¹⁻¹³ โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต (potassium permanganate)^{12,14} โซเดียมเอทอกไซด์ (sodium ethoxide)^{12,14} หรือการเป่าผิวด้วยผงอะลูมิเนียมออกไซด์ (aluminium oxide) หรืออะลูมินา (Al_2O_3 , alumina)^{9,15-17} อาจร่วมกับการเคลือบผิวด้วยซิลิกาในรูปแบบการใช้เครื่องโรคาเทค (Rocatec System; 3M ESPE, Germany)¹⁸ และการใช้เครื่องโคเจท (CoJet System; 3M ESPE, Germany)^{10,19} เพื่อกำจัดเรซินเมทริกซ์ที่ล้อมรอบไฟเบอร์โพลีเมอร์บางส่วน ทำให้เกิดการเผยผิวของโครงสร้างไฟเบอร์ (fiber) และเกิดผิวที่มีความขรุขระมากขึ้น แล้วตามด้วยการทาสารไซเลนเพื่อให้เกิดการยึดติดทางเคมี

นอกจากการใช้สารเคมีที่กล่าวมา ผู้ผลิตไฟเบอร์โพลีเมอร์ของบริษัทแนะนำให้ใช้กรดฟอสฟอริก (phosphoric acid) ทาพื้นผิวของไฟเบอร์โพลีเมอร์และล้างน้ำก่อนนำไปยึดติดด้วยเรซินคอมโพสิต อย่างไรก็ตาม ยังมีการถกเถียงถึงวิธีการที่เหมาะสมสำหรับการปรับสภาพผิวของไฟเบอร์โพลีเมอร์ที่สามารถทำได้ง่าย และมีประสิทธิภาพในการยึดติดกับเรซินคอมโพสิตที่ใช้ทำแกนฟัน การศึกษาวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินผลของการปรับสภาพผิวต่อความแข็งแรงยึดเหนี่ยว (shear bond strength) ระหว่างไฟเบอร์โพลีเมอร์และเรซินคอมโพสิต

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

เลือกไฟเบอร์โพลีเมอร์ชนิดเอฟอาร์ซีโพสเทคพลัส (FRC Postec[®] Plus; Ivoclar Vivadent, Lichtenstein) เบอร์ 3 จำนวน 16 แท่ง มาทำความสะอาดด้วยเครื่องอัลตราโซนิคส์ เป็นเวลา 5 นาที ทำการแบ่งไฟเบอร์โพลีเมอร์ ออกเป็น 4 กลุ่มตามการปรับสภาพผิว ดังนี้ **กลุ่มที่ 1** ไม่ทำการปรับสภาพผิว (กลุ่มควบคุม) **กลุ่มที่ 2** ทาสารไซเลนชนิดโมโนบอนด์พลัส (Monobond Plus; Ivoclar Vivadent, Lichtenstein) ปล่อยให้แห้ง 60 วินาที และเป่าให้แห้ง **กลุ่มที่ 3** ทากรดฟอสฟอริกความเข้มข้นร้อยละ 37.0 เป็นเวลา 60 วินาที ล้างน้ำ เป่าให้แห้ง ทาสารไซเลน ปล่อยให้แห้ง 60 วินาที และเป่าให้แห้ง **กลุ่มที่ 4** ทำการเป่าทรายแบบข้างเก้าอี้ทันตแพทย์ด้วยผงอะลูมิเนียมออกไซด์อนุภาคขนาด 50 ไมครอน (micron) ระยะห่าง 30 มิลลิเมตร เป็นเวลา 5 วินาที ทำความสะอาดด้วยเครื่องอัลตราโซนิคส์ เป่าให้แห้ง ทาสารไซเลน ปล่อยให้แห้ง 60 วินาที และเป่าให้แห้งในทุกกลุ่ม ทาสารยึดติด แบบไม่มีวัสดุอัดแทรก (unfilled adhesive resin) ชนิดสก็อตบอนด์ มัลติเพอร์โพส (Scotchbond Multipurpose; 3M ESPE, Germany) ที่ผิวไฟเบอร์ใช้ลมเป่าเบา ๆ เพื่อให้สารยึดติดแผ่กระจายเป็นฟิล์มบาง ฉายแสงด้วยเครื่องฉายแสงแอลอีดีชนิดบลูเฟสแอลอีดีเคียวริงไลท์ (Bluephase[®] LED curing light; Ivoclar Vivadent, Lichtenstein) 10 วินาทีในแต่ละด้าน นำไฟเบอร์โพลีเมอร์ยึดกับอุปกรณ์ที่ออกแบบให้สามารถวางไฟเบอร์โพลีเมอร์ได้ตั้งตรงและอยู่กลางชิ้นงาน โดยยึดส่วนไฟเบอร์โพลีเมอร์ที่เป็นด้านทรงสอบไว้ที่ฐานยึด และใช้หลอดแก้วเป็นโครงล้อมรอบไฟเบอร์โพลีเมอร์สำหรับอุดเรซินคอมโพสิตให้ได้ชิ้นงานที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร ดังรูปที่ 1 อุดเรซินคอมโพสิตชนิดฟิลเทคแซทสองห้าศูนย์ (Filtek[™] Z250; 3M ESPE, Germany) ชั้นละไม่เกิน 2 มิลลิเมตร จนเต็มแท่งแก้ว โดยพยายามทำให้เกิดความแนบสนิทกับไฟเบอร์โพลีเมอร์ให้มากที่สุด ฉายแสงด้านละ 20 วินาที แบ่งชิ้นงานด้านปลาย



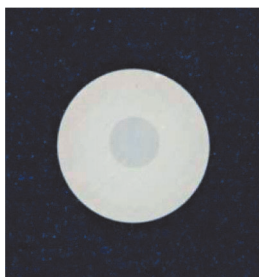
รูปที่ 1 แท่นยึดไฟเบอร์โพลีเมอร์และโครงล้อมรอบโพลีเมอร์สำหรับสร้างชิ้นงาน

Fig. 1 Glass cylinder mold with metal base for specimen construction



รูปที่ 2 ชิ้นงานตัวอย่างที่ทำการสร้างเรซินคอมโพสิตรอบไฟเบอร์โพลีเอสเตอร์
Fig. 2 A resin composite cylindrical specimen with a fiber post in the middle

ทรงกระบอกของไฟเบอร์โพลีเอสเตอร์เป็น 5 ส่วน ดังรูปที่ 2 ทำการตัดด้วยเครื่องตัดชิ้นงานไอโซเมตซอร์ว (Isomet 1000; Buehler, USA) ได้ชิ้นทดสอบรูปร่างแผ่นกลม โดยมีไฟเบอร์โพลีเอสเตอร์อยู่ตรงกลาง และนำชิ้นงานไปขัดแต่งด้วยกระดาษทรายเบอร์ 600, 800 และ 1200 โดยเครื่องขัด (grinder polisher; MoPao™ 160E, Huayin, China) ให้ได้แนวระนาบ ดังรูปที่ 3 และมีความหนาเท่ากับ 1 มิลลิเมตร โดยใช้เครื่องวัดดิจิทัล (digital caliper) บันทึกความหนาของชิ้นงานแต่ละชิ้นไว้ แต่แต่ละกลุ่มจะได้ชิ้นทดสอบกลุ่มละ 20 ชิ้น นำชิ้นงานที่ได้แช่ในน้ำกลั่นที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง



รูปที่ 3 ลักษณะชิ้นงานสำหรับการทดสอบ
Fig. 3 A sample disc ready to be tested



รูปที่ 4 แสดงแท่นกดชิ้นทดสอบ
Fig. 4 Specimen testing device

ทำการทดสอบวัดค่าความแข็งแรงยึดเหนี่ยวระหว่างไฟเบอร์โพลีเอสเตอร์และเรซินคอมโพสิตโดยใช้แท่นกดชิ้นทดสอบซึ่งออกแบบมาโดยเฉพาะ ดังรูปที่ 4 ร่วมกับเครื่องทดสอบชนิดอินสตรอน (Instron® testing machine; USA) บันทึกแรงกดสูงสุดที่ทำให้ไฟเบอร์โพลีเอสเตอร์หลุดออกจากเรซินคอมโพสิต นำค่าความแข็งแรงยึดเหนี่ยวที่ได้มาวิเคราะห์ผลทางสถิติด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (one way analysis of variance: ANOVA)

ทำการสุ่มไฟเบอร์โพลีเอสเตอร์ที่ไม่ได้นำไปยึดกับเรซินคอมโพสิตเพื่อตรวจสอบพื้นผิวภายหลังการปรับสภาพผิวด้วยวิธีการต่าง ๆ เปรียบเทียบกับพื้นผิวในกลุ่มควบคุม ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด (Scanning Electron Microscope; JEOL JSM-5910LV SEM, Japan)

ผล

จากการทดลองพบว่าค่าความแข็งแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (mean±standard deviation) ของแต่ละกลุ่มเท่ากับ 23.67±4.55, 23.88±5.08, 25.87±5.08, 22.32±3.90 เมกะปาสคาล (Megapascal: MPa) ตามลำดับ เมื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าทุกกลุ่มมีค่าความแข็งแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > .05$) ดังตารางที่ 1

บทวิจารณ์

ในการศึกษารุ่นนี้ เลือกใช้ไฟเบอร์โพลีเอสเตอร์ชนิดเอพาราซีโพลีเอสเตอร์เทคพลัสซึ่งมีโครงสร้างไฟเบอร์เป็นแก้วเคลือบด้วยสารซิลิโคน (silanized glass fibers) ปริมาณร้อยละ 61.5 โดยน้ำหนัก และมีการเรียงตัวทิศทางเดียว มีเรซินเมทริกซ์คือเมทาไครเลต ชนิดไตรเอทิลีนไกลคอลไดเมทาไครเลต (triethylene-glycol-dimethacrylates: TEGDMA) และยูรีเทนไดเมทาไครเลต (urethane-dimethacrylates: UDMA) สารอัดแทรก (fillers) คือซิลิกอนไดออกไซด์ (silicon dioxide) และมีโครงสร้างไฟเบอร์เผยแพร่สู่ภายนอก ดังภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด รูปที่ 5

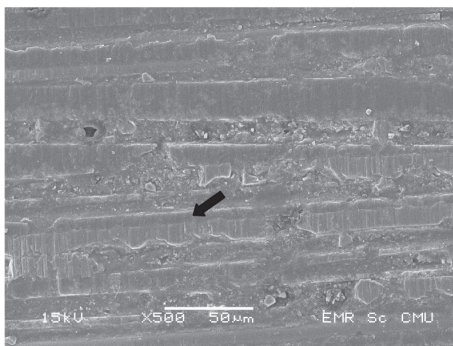
กลุ่มที่ 2 ทำการปรับสภาพผิวไฟเบอร์โพลีเอสเตอร์ด้วยสารซิลิโคนชนิดโมโนบอนด์พลัส พบว่าลักษณะพื้นผิวของไฟเบอร์โพลีเอสเตอร์มีโครงสร้างไฟเบอร์และเรซินเมทริกซ์คล้ายกับกลุ่มที่ไม่ได้ทำการปรับสภาพผิว แต่พื้นผิวที่ได้อาจมีลักษณะเรียกว่ากลุ่มควบคุม ดังภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราดรูปที่ 6 ส่วนค่าความแข็งแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยมีค่าไม่แตกต่างกับกลุ่มควบคุมอย่าง

ตารางที่ 1 แสดงค่าความแข็งแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของชั้นทดสอบในแต่ละกลุ่มทดลอง

Table 1 Means and standard deviations (MPa) of the shear bond strengths measured in all the experimental groups

Group	means±s.d. (Megapascal)
1	23.67±4.55 ^a
2	23.88±5.08 ^a
3	25.87±5.08 ^a
4	22.32±3.90 ^a

Mean values designated with the same superscript letter are not statistically different ($p > .05$)



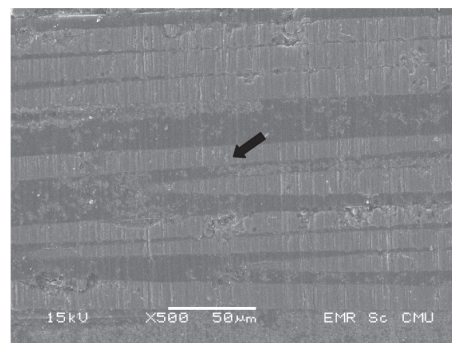
รูปที่ 5 พื้นผิวของไฟเบอร์โพสต์จากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราดกำลังขยาย 500 เท่า ลูกศรแสดงโครงสร้างไฟเบอร์แก้ว

Fig. 5 Representative SEM micrograph of an untreated fiber post (x500), an arrow indicates glass fiber

มีนัยสำคัญอาจเนื่องมาจากสารไฮเลนที่ใช้ในการศึกษาไม่สามารถเพิ่มพันธะทางเคมีระหว่างเรซินคอมโพสิตและโครงสร้างไฟเบอร์ที่มีสารไฮเลนเคลือบอยู่จากขั้นตอนการผลิตมาก่อนแล้วการศึกษาเกี่ยวกับผลของสารไฮเลนในการปรับสภาพผิวไฟเบอร์โพสต์หลายการศึกษาพบว่าสารไฮเลนชนิดโมโนบอนด์เอส (Monobond-S; Ivoclar Vivadent, Lichtenstein) ไม่ได้ช่วยเพิ่มค่าการยึดติด^{7,8} อาจเนื่องมาจากสารไฮเลนสามารถเกิดพันธะทางเคมีกับซิลิกาในไฟเบอร์แก้ว (glass fiber) ของไฟเบอร์โพสต์ แต่ไฟเบอร์โพสต์โดยส่วนใหญ่มีภายนอกมีเรซินเมทริกซ์ชนิดอีพอกซีเรซินหรือเมทาโครเลตซึ่งเกิดปฏิกิริยาการปฏิกิริยาอย่างสมบูรณ์มาแล้วในขั้นตอนการผลิต ถ้าต้องการเพิ่มค่าแรงยึดติด มีความจำเป็นต้องละลายส่วนของเรซินเมทริกซ์ออกก่อน เพื่อให้เกิดการแผยผึ่งของโครงสร้างไฟเบอร์แก้วภายในที่จะสามารถเกิดพันธะทางเคมีกับสารไฮเลนได้ หรือเลือกใช้ไฟเบอร์โพสต์ที่มีเรซินเมทริกซ์ชนิดที่พร้อมจะเกิดการเชื่อมกับเรซินคอมโพสิตได้ (interpenetrating polymer network resin matrix: IPN) เนื่องจากเรซินเมทริกซ์ชนิดนี้ยังมีพันธะที่ไม่อิ่มตัวชนิดดับเบิลบอนด์ (double bond) พอลิเมอร์ในเรซินเมทริกซ์จึงมีลักษณะเป็นสายตรง

สั้น ๆ มีอนุมูลอิสระพร้อมที่จะเกิดพันธะเป็นพอลิเมอร์สายยาวต่อไปได้^{20,21}

อย่างไรก็ตาม มีการศึกษาของ Aksornmuang และคณะ^{5,6} สนับสนุนการใช้สารไฮเลนเพื่อเพิ่มความแข็งแรงต่อแรงดึง (tensile strength) โดยเลือกใช้สารไฮเลนแบบสองชนิดเคลียร์ฟิลพอร์ซเลนบอนด์แอกติเวเตอร์ (Clearfil Porcelain Bond Activator; Kuraray, Japan) ซึ่งจะเกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส (hydrolysis reaction) เมื่อผสมสารไฮเลน เช่น แกมมาเอ็มพีเอส (γ-MPS) เข้ากับมอนอเมอร์ชนิดที่เป็นกรด (acidic monomer) ภายหลังจากผสมกลุ่มอัลคอกซี (alkoxy group) ของแกมมาเอ็มพีเอสจะถูกไฮโดรไลซ์ (hydrolyzed) เป็นกลุ่มไฮดรอกซิล (silanol group) และสามารถเกิดพันธะไฮโดรเจนได้กับพื้นผิวที่มีซิลิกา ซึ่งแตกต่างจากสารไฮเลนชนิดโมโนบอนด์พอสต์ที่ผ่านการเกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสมาก่อนแล้ว มีการศึกษาเปรียบเทียบสารไฮเลนสองชนิด พบว่าสารไฮเลนแบบสองชนิดมีประสิทธิภาพดีกว่าสารไฮเลนที่ผ่านการเกิดปฏิกิริยามาก่อนแล้ว²² จึงอาจเป็นเหตุผลที่ทำให้ผลการศึกษาที่ได้แตกต่างกัน

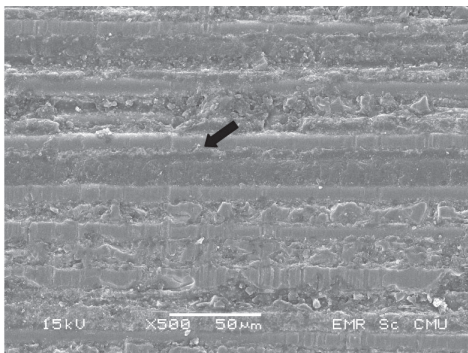


รูปที่ 6 พื้นผิวของไฟเบอร์โพสต์หลังจากการปรับสภาพผิวด้วยสารไฮเลนจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด กำลังขยาย 500 เท่า ลูกศรแสดงโครงสร้างไฟเบอร์แก้ว

Fig. 6 Representative SEM micrograph of a [t]lvanized post (x500), an arrow indicates glass fiber

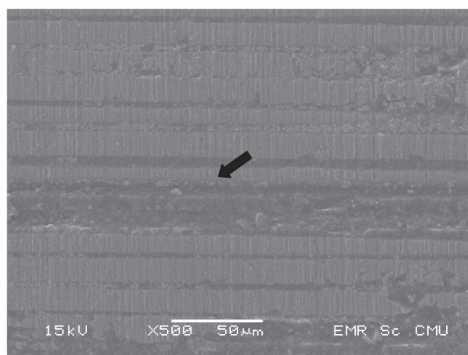
ในบางการศึกษาพบว่าการใช้สารไฮเลนนิดโมโนบอนด์เอสช่วยเพิ่มค่าความแข็งแรงยึดติดกับไฟเบอร์โพสที่มีอีพอกซีเรซินเป็นส่วนประกอบ สาเหตุน่าจะเนื่องมาจากสารไฮเลนนิดอาจช่วยเพิ่มการไหลแผ่ให้กับเรซิน คอมโพสิต ทำให้เกิดการยึดติดได้ดีขึ้น ส่งผลให้มีความแข็งแรงต่อแรงดึงที่สูงขึ้น⁴

กลุ่มที่ 3 เมื่อทำการปรับสภาพผิวไฟเบอร์โพสด้วยกรดฟอสฟอริกร้อยละ 37.0 เป็นเวลา 1 นาที ล้างน้ำ พบว่าพื้นผิวของไฟเบอร์โพสมีลักษณะเช่นเดียวกับกลุ่มควบคุม กรดฟอสฟอริกไม่สามารถละลายเรซินเมทริกซ์ที่อยู่ล้อมรอบโครงสร้างไฟเบอร์แก้วได้



รูปที่ 7A พื้นผิวของไฟเบอร์โพสหลังจากการปรับสภาพผิวด้วยกรดฟอสฟอริกความเข้มข้นร้อยละ 37.0 จากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด กำลังขยาย 500 เท่า ลูกศรแสดงโครงสร้างไฟเบอร์แก้ว

Fig. 7A Representative SEM micrograph of the post surface after treatment with 37% phosphoric acid (x500), an arrow indicates glass fiber

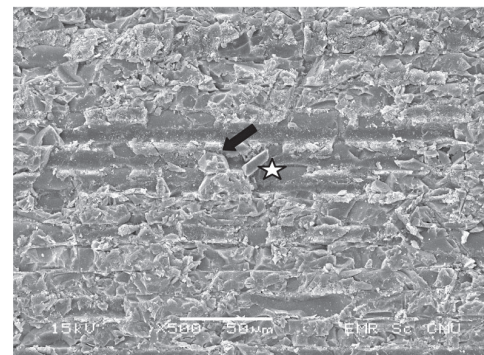


รูปที่ 7B พื้นผิวของไฟเบอร์โพสหลังจากการปรับสภาพผิวด้วยกรดฟอสฟอริกความเข้มข้นร้อยละ 37.0 และตามด้วยการทาสารไฮเลนนิดจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด กำลังขยาย 500 เท่า ลูกศรแสดงโครงสร้างไฟเบอร์แก้ว

Fig. 7B Representative SEM micrograph of the post surface after treatment with 37% phosphoric acid and silane application (x500), an arrow indicates glass fiber

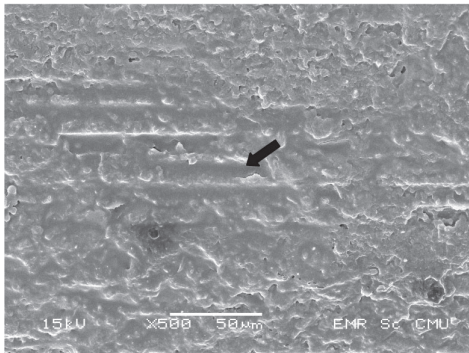
ดังภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราดรูปที่ 7A และเมื่อทาดิวไฟเบอร์โพสด้วยสารไฮเลนนิดโมโนบอนด์พลัส พบว่าพื้นผิวที่ได้มีลักษณะเรียบคล้ายกับกลุ่มที่ 2 ดังภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราดรูปที่ 7B ส่วนค่าความแข็งแรงยึดเฉือนเฉลี่ยให้ผลไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ การปรับสภาพผิวไฟเบอร์โพสด้วยกรดฟอสฟอริกความเข้มข้นร้อยละ 37.0 อาจเป็นการทำความสะอาดพื้นผิวไฟเบอร์โพสเท่านั้น แต่ไม่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงลักษณะพื้นผิวของไฟเบอร์โพสซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Valandro และคณะ¹⁰ ที่ใช้ไฟเบอร์โพสชนิดไลท์โพส (Light Post; Bisco, USA) การศึกษาของ D'Arcangelo และคณะ⁹ ที่ใช้ไฟเบอร์โพสชนิดเอนโดไลท์โพส (Endo Light Post; RTD, France) และการศึกษาของ Albashairh และคณะ¹⁷ ที่ใช้ไฟเบอร์โพสชนิดอีซีโพส (EasyPost; Dentsply, USA) ซึ่งให้ผลการศึกษาเช่นเดียวกัน

กลุ่มที่ 4 ทำการปรับสภาพผิวด้วยการเป่าทรายแบบข้างเก้าอี้ทันตแพทย์ และทำความสะอาดด้วยเครื่องอัลตราโซนิคส์พบว่าพื้นผิวของไฟเบอร์โพสมีความขรุขระมากขึ้น และพบการแตกหักของโครงสร้างไฟเบอร์แก้ว ดังภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด รูปที่ 8A (รูปดาว) และเมื่อทาดิวไฟเบอร์โพสด้วยสารไฮเลนนิดโมโนบอนด์พลัส พบว่าพื้นผิวไฟเบอร์โพสมีลักษณะเรียบขึ้นดังภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด รูปที่ 8B โดยค่าความแข็งแรงยึดเฉือนเฉลี่ยของการปรับสภาพผิวไฟเบอร์โพสด้วยการเป่าทรายแบบข้างเก้าอี้



รูปที่ 8A พื้นผิวของไฟเบอร์โพสหลังจากการปรับสภาพผิวด้วยการเป่าทรายแบบข้างเก้าอี้ทันตแพทย์จากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด กำลังขยาย 500 เท่า ลูกศรแสดงโครงสร้างไฟเบอร์แก้ว รูปดาวแสดงโครงสร้างไฟเบอร์ที่แตกหัก

Fig. 8A Representative SEM micrograph of the post surface after sandblasting (x500), an arrow indicate glass fiber, a star indicates fracture part of fiber



รูปที่ 8B พื้นผิวของไฟเบอร์โพลีเอสเตอร์หลังจากการปรับสภาพผิวด้วยการเป่าทรายข้างแก้อั้วทันตแพทย์และตามด้วยการทาสารซิลิโคนจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด ลูกศรแสดงโครงสร้างไฟเบอร์แก้ว

Fig. 8B Representative SEM micrograph of the post surface after sandblasting and silane application (x500), an arrow indicates glass fiber

ทันตแพทย์มีค่าไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากขอบเขตของการเป่าทรายและแรงดันของการเป่าทรายแบบข้างแก้อั้วทันตแพทย์ซึ่งควบคุมได้ยาก ประกอบกับไฟเบอร์โพลีเอสเตอร์ชนิดเอพาร์ซีโพลีเอสเตอร์ที่ทำการผสมของไฟเบอร์ที่ผูกภายนอกอยู่แล้วทำให้โครงสร้างไฟเบอร์เกิดความเสียหายมากกว่าไฟเบอร์โพลีเอสเตอร์ที่ไม่มีส่วนโครงสร้างไฟเบอร์แก้วผสมบริเวณผิวซึ่งส่งผลต่อค่าความแข็งแรงของไฟเบอร์โพลีเอสเตอร์ได้และอาจส่งผลต่อค่าความแข็งแรงยึดเหนี่ยวระหว่างไฟเบอร์โพลีเอสเตอร์และเรซินคอมโพสิตได้ ความขรุขระของพื้นผิวไฟเบอร์โพลีเอสเตอร์หลังการเป่าทรายข้างแก้อั้วทันตแพทย์ที่ลึกเกินไป อาจทำให้สารซิลิโคนและสารยึดติดไม่สามารถแทรกซึมลงไปจนเกิดความแนบสนิทได้ ส่งผลต่อค่าความแข็งแรงยึดเหนี่ยวสอดคล้องกับการศึกษาของ Bitter และคณะ¹⁹ แต่อย่างไรก็ตาม จากการศึกษาของ Valandro และคณะ¹⁰ ที่ใช้ไฟเบอร์โพลีเอสเตอร์ชนิดไลโทโพลีเอสเตอร์ ซึ่งมีส่วนเรซินเมทริกซ์เป็นชนิดอีพอกซีเรซินล้อมรอบโครงสร้างไฟเบอร์พบว่าการปรับสภาพผิวด้วยวิธีการเคลือบผิวด้วยซิลิกาการ่วมกับการเป่าทรายข้างแก้อั้วระบบโคเจท ตามด้วยการทาสารซิลิโคนให้ค่าความแข็งแรงต่อแรงดึงสูงสุดเมื่อเทียบกับกลุ่มที่ทำให้เกิดการยึดติดทางจุลกลศาสตร์ด้วยวิธีการปรับสภาพผิวด้วยกรดฟอสฟอริกหรือกรดไฮโดรฟลูออริก เนื่องจากการเป่าทรายทำให้พื้นผิวบริเวณเรซินเมทริกซ์ของไฟเบอร์โพลีเอสเตอร์มีความขรุขระ เกิดการยึดติดทางจุลกลศาสตร์ โดยไม่เกิดความเสียหายต่อโครงสร้างไฟเบอร์แก้ว ร่วมกับการเคลือบผิวด้วยซิลิกาแล้วตามด้วยการทาสารซิลิโคน เกิดการยึดติดทางเคมีร่วมด้วยความแตกต่างของการทำลายโครงสร้างไฟเบอร์เกิดจากขนาด

อนุภาคของผงอะลูมิเนียมออกไซด์ เวลาและระยะห่างที่ใช้ในการเป่าทราย Balbosh และคณะ¹⁸ แนะนำให้ทำการเป่าทรายโดยใช้ผงอะลูมิเนียมออกไซด์ขนาด 50 ไมครอน เวลา 5 วินาที ที่แรงดัน 2.8 บาร์ ปลายของเครื่องมือเป่าทรายอยู่ห่างจากไฟเบอร์โพลีเอสเตอร์ 30 มิลลิเมตร พบว่าสามารถเพิ่มความแข็งแรงต่อแรงดึงโดยไม่ก่อให้เกิดความเสียหายต่อไฟเบอร์โพลีเอสเตอร์

ภายใต้ข้อจำกัดของการทดลองนี้ พบว่าผลของการปรับสภาพผิวไฟเบอร์โพลีเอสเตอร์ด้วยวิธีการต่างๆ ไม่ได้ช่วยเพิ่มค่าความแข็งแรงยึดเหนี่ยวระหว่างไฟเบอร์โพลีเอสเตอร์และเรซินคอมโพสิต จึงไม่มีความจำเป็นในการปรับสภาพผิวไฟเบอร์โพลีเอสเตอร์ถือเป็นการลดเวลาข้างแก้อั้ว และทำงานง่าย ไม่เกิดความยุ่งยาก อย่างไรก็ตาม การศึกษานี้เป็นเพียงการศึกษาค่าความแข็งแรงยึดเหนี่ยวของไฟเบอร์โพลีเอสเตอร์ชนิดเดียว การนำไปประยุกต์ใช้ทางคลินิกควรมีการศึกษาเพิ่มเติมถึงค่าความแข็งแรงยึดเหนี่ยวของไฟเบอร์โพลีเอสเตอร์ชนิดอื่นซึ่งมีส่วนประกอบที่แตกต่างกัน และปัจจัยอื่น ๆ ที่มีผลต่อการยึดติดร่วมด้วย

ข้อเสนอแนะในการนำไปประยุกต์ใช้ทางคลินิกซึ่งได้จากการวิจัยนี้ ควรทำความสะอาดไฟเบอร์โพลีเอสเตอร์ก่อนที่จะทำการยึดติดกับพื้นและเรซินคอมโพสิต ใช้เทคนิคการอุดเรซินคอมโพสิตให้เกิดความแนบสนิททั้งกับพื้นและไฟเบอร์โพลีเอสเตอร์ และเลือกใช้สารยึดติดก่อนการอุดแกนฟันเพื่อเพิ่มความสามารถในการไหลผ่านของเรซินคอมโพสิตชนิดไฮบริดเรซิน (hybrid resin)²³

อย่างไรก็ตาม ค่าความแข็งแรงของการยึดติดระหว่างไฟเบอร์โพลีเอสเตอร์และเรซินคอมโพสิต ไม่ได้ขึ้นอยู่กับวิธีการปรับสภาพผิวเพื่อเพิ่มค่าความแข็งแรงของการยึดติดเท่านั้น เราจำเป็นต้องพิจารณาถึงปัจจัยอื่น ๆ ได้แก่ ปริมาณเนื้อฟันที่เหลืออยู่ และชนิดของเรซินคอมโพสิตสำหรับสร้างแกนฟันร่วมด้วย มีหลายการศึกษาพบว่าการใช้เรซินคอมโพสิตชนิดไหลผ่าน (flowable resin composites) สามารถช่วยให้เกิดความแนบสนิทกับไฟเบอร์โพลีเอสเตอร์ได้²⁴⁻²⁶ แต่อย่างไรก็ตาม ต้องคำนึงถึงความแข็งแรงของวัสดุและการหดตัวของวัสดุร่วมด้วยเช่นกัน

บทสรุป

สรุปผลการทดลองภายใต้ข้อจำกัดของการทดลองนี้ ผลของการปรับสภาพผิวไฟเบอร์โพลีเอสเตอร์ด้วยวิธีการต่างๆ ไม่ได้ช่วยเพิ่มค่าความแข็งแรงยึดเหนี่ยวระหว่างไฟเบอร์โพลีเอสเตอร์และเรซินคอมโพสิต

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการเจ้าหน้าที่ศูนย์วิจัยทางทันตกรรม เจ้าหน้าที่คลินิกบัณฑิตศึกษา คณะทันตแพทยศาสตร์ เจ้าหน้าที่ศูนย์วิจัยและบริการจุลทรรศน์ศาสตร์อิเล็กทรอนิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่ช่วยอำนวยความสะดวกและคณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- Lassila LV, Tanner J, Le Bell AM, Narva K, Vallittu PK. Flexural properties of fiber reinforced root canal posts. *Dent Mater* 2004;20:29-36.
- Monticelli F, Osorio R, Sadek FT, Radovic I, Toledano M, Ferrari M. Surface treatments for improving bond strength to prefabricated fiber posts: a literature review. *Oper Dent* 2008;33:346-55.
- Matinlinna JP, Lassila LV, Ozcan M, Yli-Urpo A, Vallittu PK. An introduction to silanes and their clinical applications in dentistry. *Int J Prosthodont* 2004;17:155-64.
- 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.
- 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.
- 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.
- Perdigao J, Gomes G, Lee IK. The effect of silane on the bond strengths of fiber posts. *Dent Mater* 2006;22:752-8.
- Wrbas KT, Schirrmester 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
- D'Arcangelo C, D'Amario M, Prospero GD, Cinelli M, Giannoni M, Caputi S. Effect of surface treatments on tensile bond strength and on morphology of quartz-fiber posts. *J Endod* 2007;33:264-7.
- Valandro LF, Yashiga 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.
- Vano M, Goracci C, Monticelli F, Tognini F, Gabriele M, Tay FR. The adhesion between fibre 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.
- Monticelli F, Toledano M, Tay FR, Cury AH, Goracci C, Ferrari M. Post-surface conditioning improves interfacial adhesion in post/core restorations. *Dent Mater* 2006;22:602-9.
- 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.
- Mazzitelli C, Ferrari M, Toledano M, Osorio E, Monticelli F, Osorio R. Surface roughness analysis of fiber post conditioning processes. *J Dent Res* 2008;87:186-90.
- Soares CJ, Santana FR, Pereira JC, Araujo TS, Menezes MS. Influence of airborne-particle abrasion on mechanical properties and bond strength of carbon/epoxy and glass/bis-GMA fiber-reinforced resin posts. *J Prosthet Dent* 2008;99:444-54.
- 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.
- Albashaireh ZS, Ghazal M, Kern M. Effects of endodontic post surface treatment, dentin conditioning, and artificial aging on the retention of glass fiber-reinforced composite resin posts. *J Prosthet Dent* 2010;103:31-9.
- Balbash A, Kern M. Effect of surface treatment on retention of glass-fiber endodontic posts. *J Prosthet Dent* 2006;95:218-23.
- Bitter K, Meyer-Luckel H, Priehn K, Martus P, Kielbassa AM. Bond strengths of resin cements to fiber-reinforced composite posts. *Am J Dent* 2006;19:138-42.
- Bitter K, Noetzel J, Neumann K, Kielbassa AM. Effect of silanization on bond strengths of fiber posts to various resin cements. *Quintessence Int* 2007;38:121-8.

21. Mannocci F, Sherriff M, Watson TF, Vallittu PK. Penetration of bonding resins into fibre-reinforced composite posts: A confocal microscopic study. *Int Endod J* 2005;38:46-51.
22. Foxton RM, Pereira PN, Masatoshi N, Tagami J, Miura H. Long-term durability of the dual-cure resin cement/silicon oxide ceramic bond. *J Adhes Dent* 2002;4:125-35.
23. Ferrari M, Goracci C, Sadek FT, Monticelli F, Tay FR. An investigation of the interfacial strengths of methacrylate resin-based glass fiber post-core buildups. *J Adhes Dent* 2006;8:239-45.
24. Monticelli F, Goracci C, Gradini S, Gracia-Godoy F, Ferrari M. Scanning electron microscopic evaluation of fiber post-resin core units built up with different resin composites. *Am J Dent* 2005;18:61-5.
25. Salameh Z, Papacchini F, Ounsi HF, Goracci C, Tashkandi E, Ferrari M. Adhesion between prefabricated fiber-reinforced posts and different composite resin cores: a microtensile bond strength evaluation. *J Adhes Dent* 2006;8:113-7.
26. Anuphan S, Kanjantra P, Khemaleelakul T. Adhesive bond strength between fiber posts and resin composites: A Pilot study. *CM Dent J* 2008;29:47-54.

Original Article

Effect of Surface Treatments on Shear Bond Strength between Fiber Posts and Resin Composites

Duangta Phonyarm

Dentist
Bangyai Hospital
Nonthaburi

Siripong Sirimongkolwattana

Assistant Professor
Department of Restorative Dentistry and
Periodontology Faculty of Dentistry,
Chiang Mai University

Pavisuth Kanjantra

Assistant Professor
Department of Restorative Dentistry and
Periodontology Faculty of Dentistry,
Chiang Mai University

Correspondence to:

Assistant Professor Siripong
Sirimongkolwattana
Department of Restorative Dentistry and
Periodontology
Faculty of Dentistry, Chiang Mai University
Suthep Rd., Muang, Chiang Mai 50200
Tel.: 053-944457

Abstract

The purpose of this study was to evaluate the effect of surface treatments on shear bond strength between fiber posts and resin composites. Sixteen FRC Postec® Plus posts were divided into 4 groups according to the post surface treatment: Group 1 no surface treatment (control); Group 2 applying a silane coupling agent; Group 3 etching with 37% phosphoric acid, rinsing and silane application; Group 4 sandblasting, cleaning and silane application. The posts were coated with the light cure adhesive resin. The treated posts were placed centrally in cylindrical molds which were then filled with the resin composites. Each cylindrical specimen was sliced to make disc specimens 1 mm. thick using Isomet saw. Five disc specimens were obtained in each cylindrical specimen and then polished with sandpaper No.600, 800 and 1200 (N=20). The shear bond strengths were tested using the Instron® testing machine to measure the force (MPa) which pushed the posts out of the resin composites. The means of shear bond strength were statistically analyzed using one way analysis of variance (ANOVA). There was no significant difference in the means of shear bond strength at all groups ($p > .05$)

Key words: fiber post; shear bond strength; surface treatment