



# ผลของการเตรียมพื้นผิวเซรามิกต่อค่ากำลัง แรงดึงระดับจุลภาคของเซรามิกที่ซ่อมแซม ด้วยเรซินคอมโพสิต

เฉลิมพร พงษ์ศิริโสภภาพร ท.บ.<sup>1</sup>

ศิริวิมล ศรีสวัสดิ์ ท.บ., Cert. (Operative Dentistry), M.S. (Operative Dentistry), วท.ด. (ชีววิทยาช่องปาก)<sup>2</sup>

<sup>1</sup>นิสิตบัณฑิตศึกษา ภาควิชาทันตกรรมหัตถการ คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

<sup>2</sup>ภาควิชาทันตกรรมหัตถการ คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## บทคัดย่อ

**วัตถุประสงค์** เพื่อเปรียบเทียบความทนทานของกำลังแรงดึงระดับจุลภาคในการซ่อมแซมเซรามิกที่ผ่านการเตรียมพื้นผิวที่แตกต่างกันด้วยเรซินคอมโพสิต

**วัสดุและวิธีการ** นำบล็อกเซรามิกไอพีเอสเอ็มเพรสแคด 8 ชั้น ตัดให้เป็นรูปร่างทรงสี่เหลี่ยม แบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม คือ กลุ่มที่เตรียมผิวด้วยกรดไฮโดรฟลูออริก กลุ่มที่เป่าอะลูมิเนียมออกไซด์ กลุ่มที่เตรียมผิวด้วยกรดไฮโดรฟลูออริก แล้วทาสารไซเลน และกลุ่มที่เป่าอะลูมิเนียมออกไซด์แล้วทาสารไซเลน นำตัวอย่างแต่ละกลุ่มมาทาสารยึดติดแล้ว นำเรซินคอมโพสิตมายึดกับด้านที่ผ่านการเตรียมผิวแล้ว จากนั้นแบ่งขึ้นตัวอย่างแต่ละกลุ่มออกเป็น 2 กลุ่ม โดยกลุ่มหนึ่งจำลองการใช้งานด้วยการทำเทอร์มอไซคลิงและไซคลิกโหลดคิงและกลุ่มที่ไม่ผ่านการจำลองการใช้งาน รวมได้ขึ้นตัวอย่างทั้งหมด 8 กลุ่ม นำชิ้นงานแต่ละกลุ่มมาตัดให้ได้ขึ้นตัวอย่างขนาดหนา 1 มม. กว้าง 5 มม. สูง 8 มม. กลุ่มละ 10 ชิ้น แล้วนำขึ้นตัวอย่างเข้าเครื่องทดสอบแรงอเนกประสงค์ เพื่อคำนวณกำลังแรงดึงระดับจุลภาค ประเมินและวิเคราะห์ผลด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสามทาง และใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวโดยใช้สถิติคู่ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

**ผลการศึกษา** การจำลองอายุการใช้งานทำให้กำลังแรงดึงระดับจุลภาคระหว่างเซรามิกและเรซินคอมโพสิตลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนการใช้สารไซเลนและปัจจัยร่วมระหว่างการเตรียมผิวเซรามิกและการใช้สารไซเลนมีผลเพียงเล็กน้อยเท่านั้นต่อกำลังแรงดึงระดับจุลภาคระหว่างเซรามิกและเรซินคอมโพสิต

**สรุป** การจำลองอายุการใช้งานทำให้กำลังแรงดึงระดับจุลภาคของเซรามิกและเรซินคอมโพสิตมีค่าลดลง ส่วนการใช้สารไซเลนและประเภทของการเตรียมผิวเซรามิก (การเตรียมผิวด้วยกรดไฮโดรฟลูออริกและการเตรียมผิวด้วยการเป่าอะลูมิเนียมออกไซด์) ไม่มีผลต่อกำลังแรงดึงระดับจุลภาคของเซรามิกและเรซินคอมโพสิต

(ว ทันต จุฬาฯ 2556;36:37-48)

**คำสำคัญ:** การจำลองอายุการใช้งาน; การซ่อมแซม; การเตรียมพื้นผิว; กำลังแรงดึงระดับจุลภาค; เซรามิก; สารไซเลน

## บทนำ

เซรามิกเป็นวัสดุที่นิยมใช้ในทางทันตกรรม เพราะเป็นวัสดุที่มีความแข็งแรงและมีความสวยงามใกล้เคียงฟันธรรมชาติ สามารถเข้ากับเนื้อเยื่อได้ดี มีความคงทนของสี ด้านทานต่อการสึก มีความโปร่งแสง และมีรายงานความสำเร็จทางคลินิกที่ดี แต่เซรามิกเป็นวัสดุที่มีความเปราะและแตกหักง่าย<sup>1</sup> เซรามิกที่ใช้ในทางทันตกรรมในปัจจุบันสามารถใช้ร่วมกับระบบแคดแคม (CAD/CAM) เพื่อผลิตชิ้นงานได้ข้างเก้าอี้ (chair-side) ในคลินิกทันตกรรม โดยใช้ระยะเวลาในการผลิตชิ้นงานเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ทำให้ประหยัดเวลาทั้งทันตแพทย์และผู้ป่วยในการรักษา ไม่ต้องใช้วัสดุบูรณะชั่วคราว ไม่ต้องใช้วัสดุพิมพ์ปาก<sup>2</sup> ตัวอย่างของระบบเซรามิกที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการผลิตชิ้นงานในคลินิกทันตกรรมหรือระบบแคดแคม เช่น ซิโรนาเซเรคทรีดี (Sirona CEREC 3D<sup>TM</sup>; Sirona dental systems, USA) อีโวลูชันโฟร์ดี (Evolution 4D<sup>TM</sup>; D4D Technologies, USA) เป็นต้น โดยเซรามิกที่ใช้ในระบบนี้มีหลากหลายชนิด เช่น ซิโรนาเซเรคบล็อก (Sirona CEREC Block<sup>TM</sup>; Sirona dental systems, USA) หรือไอพีเอสเอ็มเพรสแคด (IPS Empress CAD<sup>TM</sup>; Ivoclar Vivadent, USA) เป็นเซรามิกเฟลด์สปาทิกที่มีการเสริมผลึกลิทซ์ (leucite-reinforced feldspathic ceramic) วิตาบลอคมาร์คทู (Vita Block Mark II<sup>TM</sup>; Vident, USA) เป็นเซรามิกเฟลด์สปาทิก (feldspathic) เป็นต้น ในการบูรณะด้วยเซรามิก ชิ้นงานอาจเกิดการร้าว แตกบิ่นหรือแตกหักได้เมื่อผ่านการใช้งานในช่องปาก<sup>3</sup> ซึ่งการซ่อมแซมเซรามิกด้วยเรซินคอมโพสิตเป็นการรักษารณีถูกเงินหรือการรักษาเชิงอนุรักษ์เท่านั้น ในบางกรณีอาจไม่สามารถซ่อมแซมได้ และจำเป็นต้องรื้อทำชิ้นงานใหม่<sup>4-7</sup> ปัจจุบันนิยมใช้เรซินคอมโพสิตในการซ่อมแซมเซรามิก เนื่องจากเป็นวัสดุที่มีความสวยงามใกล้เคียงฟันธรรมชาติและเซรามิกสามารถขัดแต่งได้เรียบและสวยงาม มีสีให้เลือกหลากหลาย<sup>5,8-9</sup> วัสดุเรซินคอมโพสิตชนิดไฮบริดเป็นที่นิยมใช้ในการซ่อมแซมเซรามิก ปัจจุบัน ได้แก่ ไมโครไฮบริดและนาโนไฮบริด เนื่องจากสามารถขัดแต่งได้สวยงาม มีความแข็งแรงสูง สามารถซ่อมแซมเซรามิกที่แตกได้ดี<sup>6,10</sup> โดยใช้ระบบสารบอนด์ในการยึดติดเซรามิกเข้ากับเรซินคอมโพสิตที่นำมาซ่อมแซม<sup>11</sup> สารยึดติดที่นิยมใช้ในปัจจุบันสามารถแบ่งออกได้ 2 ระบบใหญ่<sup>12</sup> ได้แก่ ระบบโททอลเอทช์ (total-etch system) ซึ่งแบ่งตามขั้นตอนการทำงานได้ 2 แบบ คือ แบบ 3 ขั้นตอนโดยการเตรียมผิวพื้นด้วยกรดฟอสฟอริก การทาไพรเมอร์

และการทาสารแอตชีฟและแบบ 2 ขั้นตอน โดยการเตรียมผิวพื้นด้วยกรดฟอสฟอริกแล้วทาสารไพรเมอร์และสารแอตชีฟที่รวมไว้ในขวดเดียวกัน อีกระบบ คือ ระบบเซลฟ์เอทช์ (self-etch system) ซึ่งแบ่งตามขั้นตอนการทำงานได้ 2 แบบเช่นเดียวกัน คือ แบบ 2 ขั้นตอนที่มีการเตรียมผิวพื้นด้วยสารไพรเมอร์ที่มีความเป็นกรด แล้วทาสารแอตชีฟและแบบขั้นตอนเดียวที่มีการรวมองค์ประกอบของกรด สารไพรเมอร์และสารแอตชีฟไว้ในขวดเดียวกัน เพื่อลดขั้นตอนการทำงาน ระบบสารยึดติดที่เหมาะสมในการนำมาใช้ในการซ่อมแซมเซรามิกนั้นควรใช้สารยึดติดระบบโททอลเอทช์ 3 ขั้นตอนที่มีการแยกสารและองค์ประกอบต่างๆ อย่างชัดเจนเนื่องจากให้ความแข็งแรงของการยึดติดสูง มีรายงานความสำเร็จรับรองมากพอควร มีลักษณะที่ไม่ชอบน้ำ ทำหน้าที่เชื่อมต่อสารไซเลนและเรซินคอมโพสิตที่นำมาซ่อมแซมได้ดี<sup>12-13</sup> การซ่อมแซมเซรามิกจำเป็นต้องเตรียมพื้นผิวเซรามิกบริเวณที่แตกหักก่อน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการยึดติด ซึ่งการยึดติดมี 2 ลักษณะ คือ การยึดติดทางกล (mechanical bonding) และการยึดติดทางเคมี (chemical bonding)<sup>11</sup> ประสิทธิภาพของการเตรียมผิวเซรามิกแต่ละวิธีและการเตรียมผิวเซรามิกชนิดที่แตกต่างกันจะมีผลที่แตกต่างกันตามลักษณะของเซรามิกนั้น<sup>11</sup> ตัวอย่างของการยึดติดทางกล เช่น การเตรียมผิวด้วยกรดไฮโดรฟลูออริก การเตรียมผิวด้วยการเป่าอนุภาคอะลูมินัมออกไซด์ เป็นต้น ตัวอย่างของการยึดติดทางเคมีคือ การใช้สารไซเลนซึ่งเป็นโมเลกุลที่ปลายข้างหนึ่งยึดติดกับส่วนอนินทรีย์ (inorganic) ของเซรามิก ปลายอีกข้างหนึ่งยึดติดส่วนอินทรีย์ (organic) เช่น เมทริกซ์ของเรซินคอมโพสิต<sup>14-17</sup> การทดสอบประสิทธิภาพของการซ่อมแซมเซรามิกด้วยเรซินคอมโพสิตมักใช้การเปรียบเทียบกำลังแรงดึงระดับจุลภาค ในบางการศึกษาอาจใช้การจำลองอายุการใช้งานด้วยวิธีการต่างๆ ร่วมด้วย เพื่อจำลองการใช้งานจริงในช่องปาก การทำเทอร์มอไซคลิง (thermocycling) ช่วยเร่งให้เกิดการซึมผ่านของน้ำระหว่างเรซินคอมโพสิตและเซรามิกโดยทั่วไปซึ่งงานที่ผ่านการทำเทอร์มอไซคลิงแล้วความแข็งแรงพันธะมักมีค่าลดลง การทำไซคลิกโหลดดิ้ง (cyclic loading) เป็นอีกวิธีหนึ่งที่จำลองอายุการใช้งานโดยจำลองการบดเคี้ยวจริงในช่องปาก

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบกำลังแรงดึงระดับจุลภาคในการซ่อมแซมเซรามิกด้วยเรซินคอมโพสิตที่ผ่านการเตรียมผิวด้วยกรดไฮโดรฟลูออริกและการเป่าอะลูมินัมออกไซด์โดยการใช้หรือไม่ใช้สารไซเลนร่วมด้วย ก่อนและ

หลังการทำเทอร์มอไซคลิกและไซคลิกโหลดติง เนื่องจากปัจจุบันยังไม่มีการศึกษาถึงผลของการเตรียมพื้นผิวและผลของสารไซเลนที่มีต่อความแข็งแรงของการยึดติดระดับจุลภาคของเซรามิกที่ใช้ระบบแคดแคมกับเรซินคอมโพสิต อีกทั้งการศึกษาถึงผลของการทำเทอร์มอไซคลิก และไซคลิกโหลดติง เพื่อจำลองสภาวะการใช้งานในช่องปากของชิ้นงานเซรามิกที่มีต่อกำลังแรงดึงระดับจุลภาค

## วัสดุและวิธีการ

### การเตรียมชิ้นตัวอย่างเซรามิกตั้งต้น

เตรียมชิ้นตัวอย่างโดยใช้บล็อกเซรามิกไอทีเอสเอ็มเพรสแคด (IPS Empress CAD™ LT A2/C14; Ivoclar Vivadent, USA) โดยตัดให้มีรูปทรงสี่เหลี่ยมขนาดกว้าง 10 มิลลิเมตร ยาว 10 มิลลิเมตร สูง 4 มิลลิเมตร จำนวน 8 ชิ้น ด้วยเครื่องตัดความเร็วต่ำ (slow speed cutting machine, Model Isomet; Buehler, USA) โดยตัดแท่งเซรามิกให้ได้ขนาดข้างต้นโดยเหลือด้านที่ไม่ผ่านการตัดขนาดหน้าตัด 10 x 10 ตาราง มิลลิเมตร สำหรับใช้ในการยึดติดกับเรซินคอมโพสิต นำชิ้นเซรามิกที่ผ่านการตัดแล้วไปทำความสะอาดด้วยเครื่องทำความสะอาดอัลตราโซนิค (ultrasonic cleaner, Branson 5210; Branson, Germany) เป็นเวลา 10 นาที

### การเตรียมพื้นผิวเซรามิก

สุ่มแบ่งชิ้นตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 4 ชิ้น โดยกลุ่มที่ 1 เตรียมผิวด้านที่จะใช้ยึดติดโดยใช้กรดไฮโดรฟลูออริก ความเข้มข้นร้อยละ 9 (9% hydrofluoric acid; Ultradent, Germany) 120 วินาที ฉีดน้ำล้าง 30 วินาที เป่าด้วยลมแห้ง 10 วินาที กลุ่มที่ 2 เตรียมผิวด้านที่จะใช้ยึดติดโดยใช้เครื่องเป่าอนุภาคอะลูมิเนียมออกไซด์ (Dento-prep™; Ronvig, Denmark) ขนาดของอนุภาค 50 ไมโครเมตร ที่ความดันควบคุม 4 บาร์ ระยะห่างจากพื้นผิว 10 มิลลิเมตร เป็นเวลา 15 วินาที แล้วฉีดน้ำล้างนาน 30 วินาที เป่าด้วยลมแห้ง 10 วินาที

### การเตรียมพื้นผิวโดยการใช่หรือไม่ใช่สารไซเลน

สุ่มแบ่งชิ้นตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม ออกเป็นอีก 2 กลุ่มเท่า ๆ กัน โดยกลุ่มที่ 1 ทาสารไซเลน (RelyX ceramic primer™; 3M ESPE, USA) ที่บริเวณผิวด้านที่จะใช้ยึดติด 60 วินาที เป่าด้วยลมแห้ง 10 วินาที และกลุ่มที่ 2 ไม่ใช้สารไซเลนร่วม

ในการเตรียมพื้นผิว

### การเตรียมพื้นผิวเซรามิกโดยใช้สารยึดติด

เตรียมผิวเซรามิกด้วยสารยึดติดระบบโททอลเอทซ์ชนิด 3 ขั้นตอน โดยสารยึดติดที่ใช้ทดสอบคือ แอดเปอร์สกอท บอนด์มัลติเพอเพิส (Adper Scotchbond Multi-Purpose™; 3M ESPE, USA) โดยใช้สารไพรเมอร์ทาที่พื้นผิว 20 วินาที เป่าด้วยลมแห้ง 10 วินาที ทาสารแอดฮีซีฟ เป่าด้วยลมแห้ง 2 วินาที ฉายแสงด้วยเครื่องฉายแสงชนิดฮาโลเจน (curing light XL 3000™; 3M ESPE, USA) 20 วินาที

### การซ่อมแซมชิ้นตัวอย่างด้วยเรซินคอมโพสิต

นำแม่แบบโพลีโพรไพลีน (polypropylene) ขนาดหน้าตัด 10 x 10 ตารางมิลลิเมตร สูง 4 มิลลิเมตร มาวางบนชิ้นเซรามิกด้านที่ผ่านการเตรียมผิว แล้วจากนั้นนำเรซินคอมโพสิต (Filtek Z350XT™; 3M ESPE, USA) สี A1 มาบูรณะบนผิวเซรามิกด้านที่ผ่านการเตรียมผิวแล้ว โดยบูรณะให้มีความกว้าง 10 มิลลิเมตร ยาว 10 มิลลิเมตร สูง 4 มิลลิเมตร ทำการอุด โดยใช้วัสดุในครั้งเดียว (bulk placement) นำแถบไมลาร์ (Mylar strip; TDV Dental Ltd., Brazil) มาปิดผิววัสดุ วางแผ่นสไลด์ทับแล้วออกแรงกดแผ่นสไลด์จนเห็นว่าแผ่นสไลด์แนบกับแม่แบบ ฉายแสงด้วยเครื่องฉายแสงชนิดฮาโลเจน 40 วินาที โดยวางปลายกระบอกร่องเครื่องฉายแสงตั้งฉากและติดกับแผ่นสไลด์ จากนั้นนำชิ้นตัวอย่างออกจากแม่แบบโพลีโพรไพลีนแล้วฉายแสงต่อที่บริเวณเรซินคอมโพสิตส่วนที่ติดกับแม่แบบโดยรอบทั้ง 4 ด้าน เป็นระยะเวลา 40 วินาที โดยวางปลายกระบอกร่องเครื่องฉายแสงตั้งฉากและติดกับเรซินคอมโพสิต

### การจำลองอายุการใช้งานหลังการบูรณะ

สุ่มแบ่งชิ้นตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่มเท่า ๆ กัน โดยกลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มที่แช่ในน้ำปราศจากไอออนที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง กลุ่มที่ 2 ทำการแช่ในเครื่องควบคุมอุณหภูมิร้อนเย็นเป็นจังหวะ (thermocycling unit; KMIT Lardkrabang, Thailand) ที่อุณหภูมิ 5 และ 55 องศาเซลเซียส จำนวน 5000 รอบ แช่อุณหภูมิละ 30 วินาที พัก 5 วินาที จากนั้นนำชิ้นตัวอย่างมาทำไซคลิกโหลดติง โดยใช้เครื่องทดสอบแรงแบบอเนกประสงค์ (universal testing machine; Instron, USA) โดยตั้งค่าแรงกด 50 นิวตัน ความถี่ 2 เฮิรตซ์ จำนวน 500,000 รอบ จากนั้นนำชิ้นตัวอย่างที่ได้

มาตัดด้วยเครื่องตัดความเร็วต่ำในแนวตั้งฉากกับรอยต่อวัสดุ ให้ได้ชิ้นตัวอย่างขนาดหน้า 1 มิลลิเมตร กว้าง 5 มิลลิเมตร สูง 8 มิลลิเมตร ดังแสดงในรูปที่ 1 โดยจะได้ชิ้นตัวอย่างทั้งหมด 80 ชิ้น กลุ่มละ 10 ชิ้น ทั้งหมด 8 กลุ่ม ขั้นตอนการวิจัย ดังแสดงในรูปที่ 2

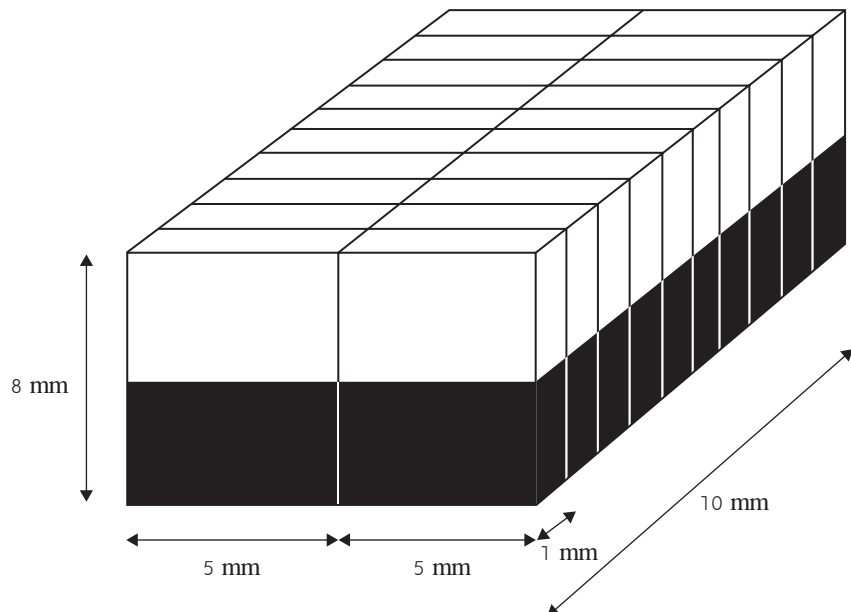
**การทดลองกำลังแรงดึงระดับจุลภาค**

ยึดชิ้นตัวอย่างเข้ากับอุปกรณ์ทดสอบกำลังแรงดึงระดับจุลภาค โดยทำการวางให้ชิ้นตัวอย่างอยู่กึ่งกลางอุปกรณ์ทดสอบและมีรอยต่อระหว่างวัสดุบูรณะขนานกับรอยต่อของอุปกรณ์ทดสอบ ก่อนนำชิ้นตัวอย่างไปทดสอบกำลังแรงดึงระดับจุลภาคกับเครื่องทดสอบแรงแบบบอเนกประสงค์ โดยใช้โหลดเซลล์ (load cell) ขนาด 250 นิวตัน ด้วยความเร็วทดสอบที่ 1 มิลลิเมตร/นาที จนชิ้นตัวอย่างแตกหักบันทึกค่าแรงยึดเป็นหน่วยนิวตัน วัดความกว้างของชิ้นตัวอย่างบริเวณที่มีการแตกหักเกิดขึ้นด้วยเครื่องวัดขนาดแบบดิจิตอล

(Digital caliper; Mitutoyo, Japan) ที่ความละเอียด 0.01 มิลลิเมตร เพื่อหาพื้นที่หน้าตัดในการคำนวณกำลังแรงดึงระดับจุลภาคของชิ้นตัวอย่างเป็นค่าเมกะปาสคาล (megapascal) โดยคำนวณจากกำลังแรงดึงสูงสุดของตัวอย่างหารด้วยพื้นที่หน้าตัดที่เกิดการแตกหัก

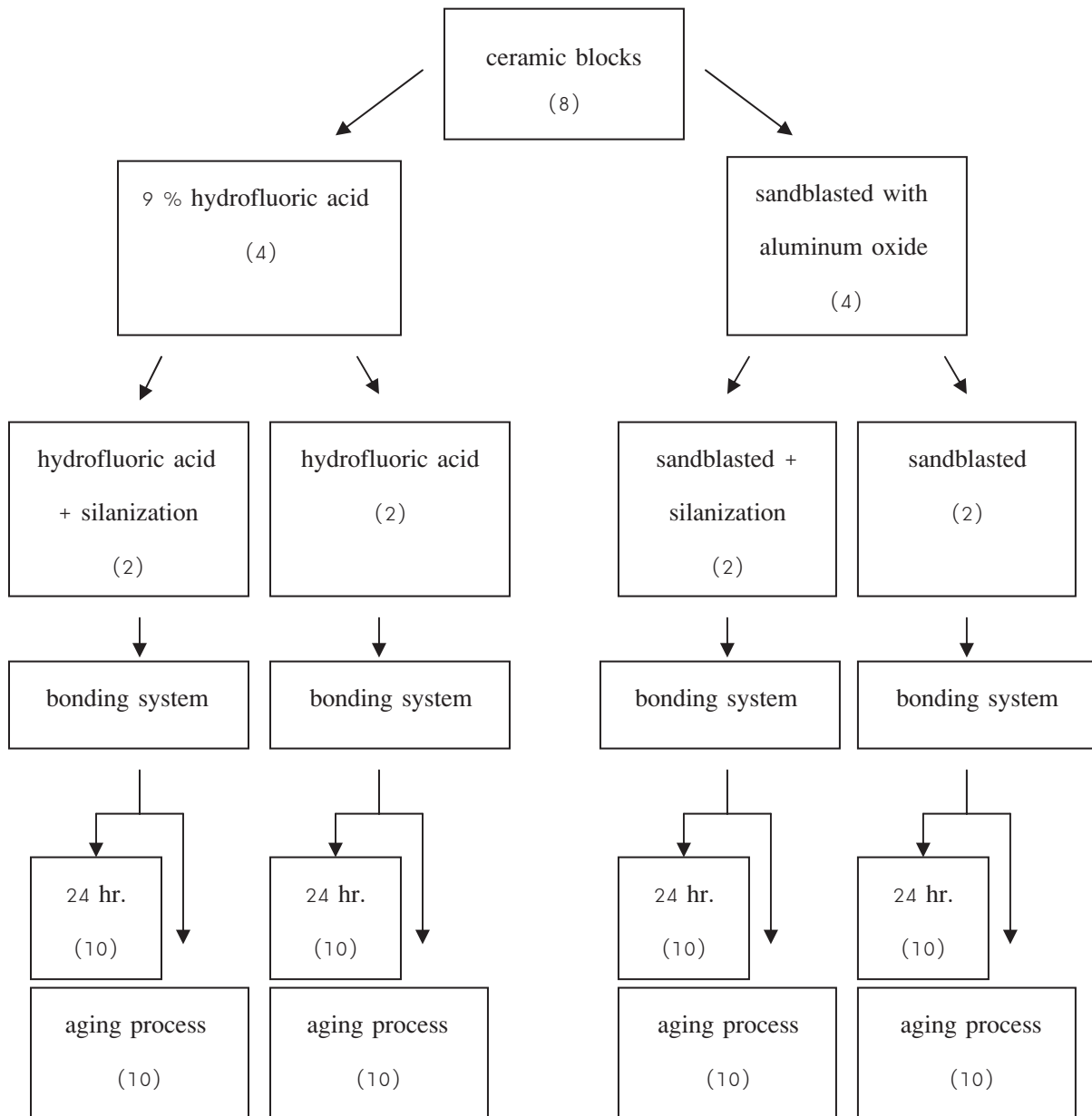
**การวิเคราะห์ข้อมูล**

นำกำลังแรงดึงระดับจุลภาคในแต่ละกลุ่มมาหาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานในแต่ละกลุ่มการทดลองทั้ง 8 กลุ่ม ใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสามทาง (three-way ANOVA) เพื่อดูผลของตัวแปรทั้งสามต่อกำลังแรงดึงระดับจุลภาค จากนั้นใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (one-way ANOVA) และใช้สถิติดูกี (Tukey) เพื่อดูความแตกต่างของค่าเฉลี่ยกำลังแรงดึงระดับจุลภาคระหว่างกลุ่ม การวิเคราะห์ทางสถิติทำที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยใช้โปรแกรมเอสพีเอสเอส (SPSS version 17.0; IBM, USA)



รูปที่ 1 ภาพแสดงการตัดแบ่งชิ้นตัวอย่างหลังการจำลองอายุการใช้งาน (สีขาวแสดงถึงเรซินคอมโพสิต และสีดำแสดงถึงเซรามิก)

Fig. 1 Diagram of cutting experimental specimens after aging process (white color : resin composite, black color : ceramic)



รูปที่ 2 แผนภูมิแสดงขั้นตอนการวิจัย  
(ในวงเล็บแสดงถึงจำนวนชิ้นเซรามิก)

Fig. 2 Diagram of methods of this study  
(number in parentheses showing number of ceramic pieces)

## ผลการศึกษา

หลังการทดลองได้ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของกำลังแรงดึงระดับจุลภาคในแต่ละกลุ่มการทดลองแสดงในตารางที่ 1 วิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมเอสพีเอสเอส พบว่าทุกกลุ่มการทดลองมีการกระจายของข้อมูลแบบปกติ นำข้อมูลมาวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสามทาง ผลแสดงในตารางที่ 2 พบว่าวิธีการเตรียมผิวเซรามิกด้วยกรดไฮโดรฟลูออริกและการเป่าอะลูมิเนียมออกไซด์ ไม่มีผลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระหว่างทั้งสองวิธี แต่ตัวแปรด้านการใช้สารไซเลนและการจำลองอายุการใช้งานมีผลต่อค่ากำลังแรงดึงระดับจุลภาคอย่างมีนัยสำคัญ โดยอิทธิพลร่วมของวิธีการเตรียมผิวเซรามิกร่วมกับการใช้สารไซเลนเท่านั้นที่มีผลต่อค่ากำลังแรงดึงระดับจุลภาค

วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแล้วใช้สถิติที เพื่อดูความแตกต่างของค่าเฉลี่ยกำลังแรงดึงระดับจุลภาคระหว่างกลุ่ม ผลแสดงในตารางที่ 1 สามารถแบ่งค่าเฉลี่ยกำลังแรงดึงระดับจุลภาคออกเป็นสามกลุ่ม กลุ่มที่มีค่าเฉลี่ยกำลังแรงดึงระดับจุลภาคสูงที่สุดคือ กลุ่มที่เตรียมผิวด้วยกรดไฮโดรฟลูออริกที่ไม่ผ่านการจำลองอายุการใช้งานทั้งกลุ่มที่ใช้และไม่ใช้สารไซเลน และกลุ่มที่เตรียมผิวด้วยการเป่าอะลูมิเนียมออกไซด์ที่ไม่ผ่านการจำลองอายุการใช้งานทั้งกลุ่มที่ใช้และไม่ใช้สารไซเลน กลุ่มที่มีค่าเฉลี่ยกำลังแรงดึงระดับจุลภาค รองลงมาคือ กลุ่มที่เตรียมผิวด้วยการเป่าอะลูมิเนียมออกไซด์ที่ไม่ผ่านการจำลองอายุการใช้งานและไม่ใช้สาร

ไซเลน กลุ่มที่เตรียมผิวด้วยกรดไฮโดรฟลูออริกที่ผ่านการจำลองอายุการใช้งานทั้งกลุ่มที่ใช้และไม่ใช้สารไซเลน กลุ่มที่มีค่าเฉลี่ยกำลังแรงดึงระดับจุลภาคต่ำที่สุดคือ กลุ่มที่เตรียมผิวด้วยกรดไฮโดรฟลูออริกที่ผ่านการจำลองอายุการใช้งานทั้งกลุ่มที่ใช้และไม่ใช้สารไซเลน กลุ่มที่เตรียมผิวด้วยการเป่าอะลูมิเนียมออกไซด์ที่ผ่านการจำลองอายุการใช้งานและใช้สารไซเลน

## วิจารณ์

ปัจจุบันยังไม่มีการศึกษาถึงความอยู่รอดของการซ่อมแซมเซรามิกในทางคลินิก เนื่องจากทำการศึกษาได้ยาก ควบคุมการศึกษาได้ยาก เนื่องจากสภาวะในช่องปาก การศึกษาความคงทนของการยึดติดของวัสดุที่ใช้ในการซ่อมแซมเซรามิกภายใต้ความเครียดจากการใช้งานในช่องปาก ได้แก่ ความเครียดทางกล ความเครียดทางอุณหภูมิ ความเครียดทางเคมี โดยทั่วไปมักใช้การทดลองการเก็บชิ้นตัวอย่างในน้ำ และการทำเทอร์มอไซคลิงในห้องทดลองเพื่อจำลองการใช้งานในช่องปาก การทำเทอร์มอไซคลิงเร่งความเร็วของการซึมผ่านของน้ำระหว่างเรซินคอมโพสิตและเซรามิก เพราะการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำทำให้วัสดุซึ่งมีสัมประสิทธิ์การขยายตัวเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิไม่เท่ากัน ทำให้เกิดความเครียดบริเวณรอยต่อของวัสดุ พบว่าโดยทั่วไปชิ้นงานที่ผ่านการทำเทอร์มอไซคลิงแล้วความแข็งแรงของพันธะมักมีค่าลดลง<sup>10</sup> อีกทั้งวัสดุที่ใช้ในการซ่อมแซมเซรามิกที่นิยมคือ

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของกำลังแรงดึงระดับจุลภาคในแต่ละกลุ่มการทดลอง

Table 1 Means and standard deviations of microtensile bond strength in each experimental group.

Silane	No Aging				Aging			
	HF		Sandblast		HF		Sandblast	
	No	Use	No	Use	No	Use	No	Use
Mean (MPa)	15.314 <sup>a</sup>	15.419 <sup>a</sup>	15.341 <sup>a</sup>	15.145 <sup>a</sup>	8.755 <sup>b,c</sup>	8.641 <sup>b,c</sup>	9.267 <sup>b</sup>	8.480 <sup>c</sup>
Standard deviation	0.666	0.689	0.576	0.558	0.449	0.367	0.492	0.297

\*ตัวอักษรกำกับที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญจากการวิเคราะห์โดยใช้สถิติทีที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

\*Different superscript letters from Tukey test at significance level of 0.05 indicate a significant differences.

ตารางที่ 2 แสดงผลของตัวแปรทั้งสามต่อกำลังแรงดึงระดับจุลภาค โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสามทาง

**Table 2** shows result of three factors affecting microtensile bond strength which were analyzed by three-way ANOVA analysis.

Factors	Mean square	F	Sig.
Method	0.014	0.048	0.826
Silane	1.230	4.409	0.039*
Aging	849.947	3046.251	0.000*
Method + Silane	1.186	4.250	0.043*
Method + Aging	0.447	1.602	0.210
Silane + Aging	0.820	2.939	0.091
Method + Silane + Aging	0.173	0.620	0.434

\*ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสามทาง ( $\alpha = 0.05$ )

\*Statistically significant difference with three-way ANOVA analysis ( $\alpha = 0.05$ ).

เรซินคอมโพสิตมักมีการสึกและดูดนํ้าจากสภาพแวดล้อมได้ ส่งผลต่อคุณสมบัติของวัสดุ อีกวิธีหนึ่งที่ใช้จำลองอายุการใช้งาน คือ การทำไซคลิกโหลดติงมีการศึกษาว่าในหนึ่งปี มนุษย์มีการบดเคี้ยวโดยประมาณ 250,000 รอบ<sup>18</sup> โดยในการวิจัยนี้ทำการจำลองอายุการใช้งานด้วยไซคลิกโหลดติง 500,000 รอบ หรือประมาณการใช้งานจริงในช่องปากเป็นระยะเวลาสองปี การประเมินความอยู่รอดของการซ่อมแซมเซรามิกจากการทดลองในห้องทดลองสามารถทำได้ยาก เนื่องจากแรงบดเคี้ยวที่ไม่เท่ากันในพื้นที่แต่ละซี่ในช่องปากของผู้ป่วยแต่ละราย และรอยตำหนิบริเวณพื้นผิวเซรามิกที่ไม่เหมือนกันทำให้ลดอัตราความสำเร็จของการซ่อมแซมเซรามิกลงได้<sup>10</sup> Haselton และคณะ พบว่าโดยทั่วไปความทนแรงเฉือนของเรซินคอมโพสิตกับเซรามิกจากการเตรียมผิวเซรามิกด้วยวิธีการต่าง ๆ มักมีค่าลดลงหลังการเก็บชิ้นตัวอย่างในนํ้าหรือการทำเทอร์มอไซคลิกระยะเวลาสั้น ซึ่งเป็นผลจากความชื้น ความเครียดจากอุณหภูมิ และความล้าของความแข็งแรงของพันธะ<sup>7</sup> ในทำนองเดียวกัน Attia พบว่าการทำไซคลิกโหลดติงในอินซีแรมเซอร์โคเนีย (Inceram Zirconia™; Vita, USA) ที่ซ่อมแซมด้วยเรซินคอมโพสิตส่งผลให้ความแข็งแรงของพันธะลดลง ทั้งในกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ผ่านการ

เตรียมผิวด้วยวิธีต่าง ๆ<sup>19</sup> เช่นเดียวกับ Appeldoorn และคณะ พบว่าความทนแรงเฉือนของเซรามิกชนิดซิลิกากับเรซินคอมโพสิตที่ผ่านการเตรียมผิวด้วยผลิตภัณฑ์ซ่อมแซมเซรามิกชนิดต่าง ๆ 8 ชนิด พบว่าหลังจากการแช่นํ้า 24 ชั่วโมงมีค่าความทนแรงเฉือนเฉลี่ย 12.0–23.5 เมกะปาสคาล และหลังการแช่นํ้าร่วมกับการทำเทอร์มอไซคลิก 3 เดือน มีค่าความทนแรงเฉือนเฉลี่ย 4.2–20.7 เมกะปาสคาล<sup>20</sup> ซึ่งผลการศึกษาที่ผ่านมามีการจำลองอายุการใช้งานสอดคล้องกับการวิจัยนี้ โดยส่งผลให้ความแข็งแรงของพันธะระหว่างเรซินคอมโพสิตและเซรามิกลดลง

การเตรียมผิวเซรามิกด้วยกรดไฮโดรฟลูออริกให้ผลที่ดีในเซรามิกที่มีซิลิกาเป็นส่วนประกอบ เนื่องจากกรดไฮโดรฟลูออริกเกิดปฏิกิริยากับส่วนซิลิกา ส่งผลให้เกิดความขรุขระของผิวเซรามิก ขณะที่เซรามิกที่มีซิลิกาเป็นองค์ประกอบน้อยหรือไม่มี เช่น เซอร์โคเนีย (zirconia) เป็นต้น อาจให้ประสิทธิภาพในการยึดติดที่น้อยกว่า<sup>6,21–25</sup> การเตรียมผิวด้วยการเป่าอะลูมิเนียมออกไซด์ส่งผลให้เกิดความขรุขระบนพื้นผิวเซรามิก ซึ่งส่งผลต่อความแข็งแรงของพันธะแตกต่างกันขึ้นกับชนิดของเซรามิก<sup>8,26</sup> เซรามิกที่มีความแข็งแรงสูง เช่น เซอร์โคเนียอาจได้ความแข็งแรงของพันธะที่ไม่ดีนัก จาก

การเตรียมผิวด้วยการเป่าอะลูมิเนียมออกไซด์<sup>27-28</sup> การเตรียมผิวด้วยวิธีการเป่าอะลูมิเนียมออกไซด์อาจส่งผลให้สูญเสียปริมาตรเซรามิกมากในเซรามิกบางชนิด เช่น เซรามิกเฟลด์สปาทิก ซึ่งอาจส่งผลต่อความแนบของชิ้นงานได้<sup>29</sup> จึงควรเลือกวิธีการเตรียมผิวให้เหมาะสมกับเซรามิกแต่ละชนิด

สารไซเลนทำหน้าที่เป็นสารยึดติด มีลักษณะเป็นโมเลกุลที่ทำงานได้สองลักษณะคือ ปลายข้างหนึ่งยึดติดกับส่วนอินทรีย์ของเซรามิก ปลายอีกข้างหนึ่งยึดติดกับส่วนอนินทรีย์ของเซรามิก ปลายอีกข้างหนึ่งยึดติดกับส่วนอินทรีย์ เช่น เมทริกซ์ของเรซินคอมโพสิต การใช้สารไซเลนเป็นกระบวนการสำคัญในการยึดติดทางเคมีระหว่างเซรามิกกับเรซินซีเมนต์<sup>14-16</sup> อีกทั้งสารไซเลนยังช่วยเพิ่มความสามารถในการฉาบตัวลงมา (wettability)<sup>13</sup> ในบางการศึกษาพบว่าการใช้สารไซเลนช่วยเพิ่มความแข็งแรงของพันธะระหว่างเรซินคอมโพสิตและเซรามิก<sup>13,30</sup> แต่บางศึกษาพบว่าการใช้สารไซเลนช่วยในการเตรียมผิวเซรามิกก่อนการยึดติดกับเรซินคอมโพสิตไม่ได้เพิ่มความแข็งแรงของพันธะให้สูงขึ้น ความชื้นซึ่งเกิดจากการดูดซึมความชื้นโดยเรซินคอมโพสิต ทำให้เกิดการสลายพันธะระหว่างเรซินคอมโพสิตและเซรามิก สารไซเลนไม่มีความเสถียรและสลายตัวได้เมื่ออยู่ในสภาพที่มีความชื้นทำให้เกิดความเครียดและรอยร้าวของการยึดติด<sup>16</sup> จากการศึกษาของ Monticelli และคณะ ในปี ค.ศ. 2006 พบว่าการเป่าแห้งที่อุณหภูมิ 38 องศาเซลเซียสช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของสารไซเลนในการยึดติดเซรามิกกับเรซินคอมโพสิต<sup>31</sup> ในทำนองเดียวกับ Roulet และคณะ ในปี ค.ศ. 1995 พบว่าการใช้ความร้อน 100 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 60 วินาทีหลังทาสารไซเลนช่วยเพิ่มความทนแรงเฉือน<sup>32</sup> สอดคล้องกับการศึกษาของ Shen และคณะ ในปี ค.ศ. 2004 พบว่าการใช้ความร้อน 45 องศาเซลเซียสทำให้สารไซเลนแห้งช่วยเพิ่มกำลังแรงดึงระหว่างเซรามิกเฟลด์สปาทิกที่มีการเสริมด้วยผลึกลิวไซต์กับเรซินคอมโพสิต<sup>33</sup> เพราะการให้ความร้อนหลังทาสารไซเลนช่วยกำจัดน้ำ แอลกอฮอล์ และสารละลายอื่น ๆ และทำให้เกิดปฏิกิริยาคอนเดนเซชันที่สมบูรณ์โดยส่งเสริมการสร้างพันธะไฮดรอกเซน แต่การใช้ความร้อนอาจไม่เหมาะสมกับการใช้ซ่อมแซมเซรามิกในช่องปาก<sup>13,33</sup> แต่ในบางการศึกษาที่ไม่ได้ใช้ความร้อนในการทำให้สารไซเลนแห้ง พบว่าการทาสารไซเลนมีผลเพิ่มความแข็งแรงของพันธะระหว่างเรซินคอมโพสิตและเซรามิกได้ เช่น การศึกษาของ Panah และคณะ ในปี ค.ศ. 2008<sup>8</sup> เป็นต้น ซึ่งผลที่ได้อาจแตกต่างกันออกไป เนื่องจากปัจจัยต่าง ๆ ที่ไม่เหมือนกันในแต่ละการศึกษา ในการศึกษานี้พยายามจำลองการซ่อมแซมเซรามิก

ให้คล้ายคลึงความเป็นจริงมากที่สุด จึงไม่ใช้ความร้อนเป่าแห้งหลังทาสารไซเลน ซึ่งอาจเป็นสาเหตุทำให้ไม่พบความแตกต่างของความแข็งแรงยึดติดในกลุ่มที่ใช้และไม่ใช้สารไซเลน ดังนั้น การใช้สารไซเลนร่วมด้วยในการเตรียมผิวเซรามิกในการซ่อมแซมเซรามิกในช่องปากอาจไม่ได้ช่วยเพิ่มการยึดติด โดยในการวิจัยนี้ใช้สารไพรเมอร์ร่วมด้วยในขั้นตอนการเตรียมผิวเซรามิก เพื่อจำลองสภาวะในช่องปากจริงที่อาจมีเนื้อฟันเผยผิบบางส่วนจากการแตกบิ่นของเซรามิก

จากผลการศึกษานี้ พบว่าการจำลองอายุการใช้งานส่งผลให้กำลังแรงดึงระดับจุลภาคของเซรามิกและเรซินคอมโพสิตลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ( $p = 0.000$ ) ในขณะที่การใช้สารไซเลนมีผลต่อกำลังแรงดึงระดับจุลภาคของเซรามิกและเรซินคอมโพสิตอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีค่าทางสถิติเท่ากับ 0.039 ( $p = 0.039$ ) แต่ผลของการใช้สารไซเลนนั้นไม่มีผลต่อกำลังแรงดึงระดับจุลภาคอย่างมีนัยสำคัญในกลุ่มที่ไม่มีการจำลองอายุการใช้งาน เพราะทุกกลุ่มการทดลองที่ไม่มีการจำลองอายุการใช้งานมีค่ากำลังแรงดึงระดับจุลภาคถูกจัดให้อยู่ในกลุ่มเดียวกัน เมื่อวิเคราะห์ด้วยสถิติทีก็ แต่การใช้สารไซเลนมีผลต่อกำลังแรงดึงระดับจุลภาคอย่างมีนัยสำคัญเฉพาะกลุ่มที่มีการจำลองอายุการใช้งานที่ผ่านการเตรียมผิวด้วยการเป่าอะลูมิเนียมออกไซด์เท่านั้น จึงอาจกล่าวได้ว่าการใช้สารไซเลนมีผลเพียงเล็กน้อยต่อกำลังแรงดึงระดับจุลภาคของเซรามิกและเรซินคอมโพสิต ในทำนองเดียวกัน ผลของตัวแปรด้านประเภทของการเตรียมผิวร่วมกับการใช้สารไซเลนมีผลต่อกำลังแรงดึงระดับจุลภาคของเซรามิกและเรซินคอมโพสิตอย่างมีนัยสำคัญ ( $p = 0.043$ ) อย่างไรก็ตาม เมื่อวิเคราะห์กลุ่มที่ไม่มีการจำลองอายุการใช้งาน พบว่าเมื่อเตรียมผิวเซรามิกและใช้สารไซเลนต่างกัน มีผลต่อกำลังแรงดึงระดับจุลภาคของเซรามิกและเรซินคอมโพสิตไม่ต่างกัน แสดงว่าตัวแปรด้านประเภทของการเตรียมผิวร่วมกับการใช้สารไซเลนมีผลเพียงเล็กน้อยเท่านั้นต่อความแข็งแรงของพันธะของเซรามิกและเรซินคอมโพสิต

การซ่อมแซมเซรามิกในช่องปากนั้นจำเป็นต้องทราบชนิดของเซรามิกที่ใช้ในการบูรณะ เพราะส่งผลต่อการเลือกวิธีการเตรียมผิวเซรามิกและขั้นตอนในการเตรียมผิวเซรามิก เช่น เซรามิกเฟลด์สปาทิกอาจใช้กรดไฮโดรฟลูออริกความเข้มข้นร้อยละ 9 ระยะเวลา 1-2 นาที และ/หรือ การเป่าด้วยอนุภาคอะลูมิเนียมออกไซด์แล้วทาสารไซเลนก็เพียงพอในการยึดติด ในขณะที่เซรามิกที่มีความแข็งแรงสูง เช่น เซอร์โคเนีย การเตรียมผิวชนิดต่าง ๆ เช่น การเป่าอะลูมิเนียมออกไซด์ การ



เคลือบผิวด้วยซิลิกาอาจมีผลเพิ่มความแข็งแรงของพันธะเพียงเล็กน้อยเท่านั้น<sup>11,28</sup> ความแข็งแรง ความสวยงามและอัตราความอยู่รอดของการซ่อมแซมเซรามิกแตกต่างกัน โดยความคงทนของการซ่อมแซมขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในช่องปาก ประสิทธิภาพของสารยึดติด เป็นต้น ซึ่งการศึกษาทางคลินิกทำได้ยาก เนื่องจากมีหลายปัจจัยที่ควบคุมได้ยากมาเกี่ยวข้อง เช่น แรงบดเคี้ยวที่แตกต่างกันออกไปในแต่ละผู้ป่วยและฟันแต่ละซี่ ลักษณะอุปนิสัยหรือพฤติกรรมของผู้ป่วย เป็นต้น จึงต้องอาศัยแนวโน้มจากการศึกษาในห้องทดลองที่พยายามจำลองการใช้งานในช่องปากด้วยวิธีการต่างๆ เช่น การทำเทอร์โมไซคลิก การทำไซคลิกโหลดดิง เป็นต้น เพื่อศึกษาผลที่ได้จากการเตรียมผิวเซรามิกด้วยวิธีการต่างๆ กัน ซึ่งแนวโน้มของผลการศึกษาที่ได้สามารถนำมาประยุกต์ใช้ทางคลินิกได้ เพื่อเลือกการเตรียมผิวเซรามิกให้เหมาะสมกับเซรามิกแต่ละชนิด ทำให้เกิดประสิทธิภาพในการทำงานสูงสุด อย่างไรก็ตาม การซ่อมแซมเซรามิกด้วยเรซินคอมโพสิตเป็นเพียงการรักษากรณีฉุกเฉินหรือการรักษาเชิงอนุรักษ์เท่านั้น เพราะความแข็งแรงของพันธะไม่สูงนัก ในการศึกษาต่อๆ ไปอาจเลือกใช้การเตรียมผิวด้วยวิธีอื่น ๆ นอกเหนือจากการเตรียมผิวเซรามิกที่ใช้ในการศึกษานี้ หรือชนิดของสารยึดติดชนิดต่างๆ กัน ร่วมกับการจำลองอายุการใช้งาน โดยเฉพาะการทำไซคลิกโหลดดิงที่มีการศึกษาจำนวนไม่มาก เพื่อหาวิธีการที่เหมาะสมในการเตรียมผิวเซรามิกก่อนการยึดติดด้วยเรซินคอมโพสิต

## สรุป

การจำลองอายุการใช้งานมีผลทำให้กำลังแรงดึงระดับจุลภาคของเซรามิกและเรซินคอมโพสิตมีค่าลดลง ส่วนปัจจัยการใช้สารไซเลนและปัจจัยร่วมของการใช้สารไซเลนร่วมกับวิธีการเตรียมผิวเซรามิก (การเตรียมผิวด้วยกรดไฮโดรฟลูออริก และการเตรียมผิวด้วยการเป่าอะลูมิเนียมออกไซด์) มีผลต่อกำลังแรงดึงระดับจุลภาคของเซรามิกและเรซินคอมโพสิตเพียงเล็กน้อย ดังนั้น ในการเตรียมพื้นผิวเซรามิกชนิดไอพีเอสเอ็มเพรสแคดก่อนการซ่อมแซมด้วยเรซินคอมโพสิตในช่องปากด้วยกรดไฮโดรฟลูออริกหรือการเป่าอะลูมิเนียมออกไซด์ให้ผลไม่ต่างกัน โดยอาจใช้หรือไม่ใช้สารไซเลนร่วมด้วย

## กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุมล ยุทธสาร ประสิทธิ์ ที่กรุณาให้คำปรึกษาด้านสถิติ เจ้าหน้าที่ศูนย์วิจัยทันตวัสดุศาสตร์ คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และเจ้าหน้าที่ศูนย์วิจัยทันตวัสดุศาสตร์ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ที่ให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกในการวิจัย

## เอกสารอ้างอิง

1. Conrad HJ, Seong WJ, Pesun IJ. Current ceramic materials and systems with clinical recommendations: a systematic review. *J Prosthet Dent.* 2007;98:389-404.
2. Kelly JR. Dental ceramics: current thinking and trends. *Dent Clin North Am.* 2004;48:viii, 513-30.
3. Burke FJ. Repair of metal-ceramic restorations using an abrasive silica-impregnating technique: two case reports. *Dent Update.* 2002;29:398-402.
4. Zhukovsky L, Godder B, Settembrini L, Scherer W. Repairing porcelain restorations intraorally: techniques and materials. *Compend Contin Educ Dent.* 1996;17:18, 20, 2 passim; quiz 30.
5. Latta MA, Barkmeier WW. Approaches for intraoral repair of ceramic restorations. *Compend Contin Educ Dent.* 2000;21:635-9, 42-4; quiz 46.
6. Reston EG, Filho SC, Arossi G, Cogo RB, Rocha Cdos S, Closs LQ. Repairing ceramic restorations: final solution or alternative procedure? *Oper Dent.* 2008;33:461-6.
7. Haselton DR, Diaz-Arnold AM, Dunne JT, Jr. Shear bond strengths of 2 intraoral porcelain repair systems to porcelain or metal substrates. *J Prosthet Dent.* 2001;86:526-31.
8. Panah FG, Rezai SM, Ahmadian L. The influence of ceramic surface treatments in vitro on the micro-shear bond strength of composite resin to IPS Empress 2. *J Prosthodont.* 2008;17:409-14.

9. Frankenberger R, Kramer N, Sindel J. Repair strength of etched vs silica-coated metal-ceramic and all-ceramic restorations. *Oper Dent.* 2000;25:209-15.
10. Ozcan M. Evaluation of alternative intra-oral repair techniques for fractured ceramic-fused-to-metal restorations. *J Oral Rehabil.* 2003;30:194-203.
11. Bertolotti RL. Adhesion to porcelain and metal. *Dent Clin North Am.* 2007;51:433-51, ix-x.
12. Perdigao J. New developments in dental adhesion. *Dent Clin North Am.* 2007;51:333-57, viii.
13. Barghi N. To silanate or not to silanate: making a clinical decision. *Compend Contin Educ Dent.* 2000;21:659-62, 64; quiz 66.
14. Hooshmand T, van Noort R, Keshvad A. Storage effect of a pre-activated silane on the resin to ceramic bond. *Dent Mater.* 2004;20:635-42.
15. Ozcan M, Matinlinna JP, Vallittu PK, Huysmans MC. Effect of drying time of 3-methacryloxy-propyltrimethoxysilane on the shear bond strength of a composite resin to silica-coated base/noble alloys. *Dent Mater.* 2004;20:586-90.
16. 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.
17. Soares CJ, Soares PV, Pereira JC, Fonseca RB. Surface treatment protocols in the cementation process of ceramic and laboratory-processed composite restorations: a literature review. *J Esthet Restor Dent.* 2005;17:224-35.
18. Att W, Kurun S, Gerds T, Strub JR. Fracture resistance of single-tooth implant-supported all-ceramic restorations: an *in vitro* study. *J Prosthet Dent.* 2006;95:111-6.
19. Attia A. Influence of surface treatment and cyclic loading on the durability of repaired all-ceramic crowns. *J Appl Oral Sci.* 2010;18:194-200.
20. Appeldoorn RE, Wilwerding TM, Barkmeier WW. Bond strength of composite resin to porcelain with newer generation porcelain repair systems. *J Prosthet Dent.* 1993;70:6-11.
21. Rada RE. Intraoral repair of metal ceramic restorations. *J Prosthet Dent.* 1991;65:348-50.
22. Torres SM, Borges GA, Spohr AM, Cury AA, Yadav S, Platt JA. The effect of surface treatments on the micro-shear bond strength of a resin luting agent and four all-ceramic systems. *Oper Dent.* 2009;34:399-407.
23. Lacy AM, LaLuz J, Watanabe LG, Dellinges M. Effect of porcelain surface treatment on the bond to composite. *J Prosthet Dent.* 1988;60:288-91.
24. Ozcan M, Pfeiffer P, Nergiz I. A brief history and current status of metal-and ceramic surface-conditioning concepts for resin bonding in dentistry. *Quintessence Int.* 1998;29:713-24.
25. Kim BK, Bae HE, Shim JS, Lee KW. The influence of ceramic surface treatments on the tensile bond strength of composite resin to all-ceramic coping materials. *J Prosthet Dent.* 2005;94:357-62.
26. Awliya W, Oden A, Yaman P, Dennison JB, Razzoog ME. Shear bond strength of a resin cement to densely sintered high-purity alumina with various surface conditions. *Acta Odontol Scand.* 1998;56:9-13.
27. Borges GA, Spohr AM, de Goes MF, Sobrinho LC, Chan DC. Effect of etching and airborne particle abrasion on the microstructure of different dental ceramics. *J Prosthet Dent.* 2003;89:479-88.
28. Derand P, Derand T. Bond strength of luting cements to zirconium oxide ceramics. *Int J Prosthodont.* 2000;13:131-5.
29. Kern M, Thompson VP. Sandblasting and silica coating of a glass-infiltrated alumina ceramic: volume loss, morphology, and changes in the surface composition. *J Prosthet Dent.* 1994;71:453-61.
30. Ayad MF, Fahmy NZ, Rosenstiel SF. Effect of

- surface treatment on roughness and bond strength of a heat-pressed ceramic. *J Prosthet Dent.* 2008;99:123-30.
31. 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.
32. Roulet JF, Soderholm KJ, Longmate J. Effects of treatment and storage conditions on ceramic/composite bond strength. *J Dent Res.* 1995;74:381-7.
33. Shen C, Oh WS, Williams JR. Effect of post-silanization drying on the bond strength of composite to ceramic. *J Prosthet Dent.* 2004;91:453-8.

# Effect of surface treatment on microtensile bond strength of ceramic repaired with resin composite

Chalernporn Pongsirisopaporn D.D.S.<sup>1</sup>

Sirivimol Srisawasdi D.D.S., M.S., Ph.D.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Graduate Student, Department of Operative Dentistry, Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University

<sup>2</sup>Department of Operative Dentistry, Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University

---

## Abstracts

**Objective** To compare the durability of microtensile bond strength of repairing ceramics after different surface treatments with resin composite.

**Materials and methods** Eight IPS Empress CAD ceramic blocks were cut into square shape and divided into 4 groups according to the surface treatments: hydrofluoric acid, hydrofluoric acid + silanization, sandblast and sandblast + silanization. Specimens were applied with bonding system and resin composite. Half of each group were subjected to thermocycling and cyclic loading. All groups were sliced into 10 specimens, 1 mm thickness and microtensile bond strength was recorded using universal testing machine. Data were analyzed with three-way ANOVA and Tukey test ( $p < 0.05$ ).

**Results** Microtensile bond strength of all aging groups was significantly lower than non-aging groups either using any type of surface treatment and silanization or not. When compared in aging groups, group that was prepared with sandblast + silanization had lowest microtensile bond strength and group that was prepared with sandblast only had highest microtensile bond strength.

**Conclusion** Microtensile bond strength of ceramic repaired with resin composite was decreased after aging process, but surface treatment with silane and type of surface treatment (hydrofluoric acid or sandblasting with aluminum oxide) did not affect it.

(CU Dent J. 2013;36:37-48)

**Key words:** aging process; ceramic; microtensile bond strength; repair; silane; surface treatment

---