

# ผลของการปรับสภาพพื้นผิวโดยใช้กรดกัดต่อความแข็งแรง ยึดเหนี่ยวระหว่างเรซินซีเมนต์และอลูมินาอินซีราม

## The Effect of Acid Etching Surface Treatment on the Shear Bond Strength between Resin Cement and Alumina In-ceram

นางนภาพนธ์ คำปิ่นไชย<sup>1</sup>, เทพรัตน์ เขมาลีลากุล<sup>2</sup>

<sup>1</sup>โรงพยาบาลนครพิงค์ จังหวัดเชียงใหม่

<sup>2</sup>ภาควิชาทันตกรรมบูรณะและปริทันตวิทยา คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
Nongnapanun Khampinchai<sup>1</sup>, Thepparat Khemaleelakul<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Nakorping Hospital, Chiang Mai

<sup>2</sup>Department of Restorative Dentistry and Periodontology, Faculty of Dentistry, Chiang Mai University

ชม.ทันตสาร 2556; 34(1) : 117-125

CM Dent J 2013; 34(1) : 117-125

### บทคัดย่อ

**วัตถุประสงค์** เพื่อประเมินผลของการปรับสภาพพื้นผิวโดยใช้กรดไฮโดรฟลูออริกต่อแรงยึดเหนี่ยวระหว่างเรซินซีเมนต์ และเซรามิกชนิดอลูมินาอินซีราม

**วัสดุและวิธีการ** สร้างเซรามิกอลูมินาอินซีราม 5 ชิ้น โดยแต่ละชิ้นใช้ทดสอบ 2 ตำแหน่ง (n=10) ในแต่ละกลุ่มการทดลอง ทำการปรับสภาพพื้นผิว 6 วิธี คือ กลุ่มที่ 1 เซรามิกที่ไม่ได้กำจัดแก้วส่วนเกิน กลุ่มที่ 2 เซรามิกที่ไม่ได้กำจัดแก้วส่วนเกินแล้วกัดด้วยกรดไฮโดรฟลูออริก ความเข้มข้นร้อยละ 4 นาน 1 นาที กลุ่มที่ 3 เซรามิกที่เป่าทรายเพื่อกำจัดแก้วส่วนเกิน กลุ่มที่ 4 เซรามิกที่เป่าทรายเพื่อกำจัดแก้วส่วนเกินแล้วกัดด้วยกรดไฮโดรฟลูออริกความเข้มข้นร้อยละ 4 นาน

### Abstract

**Purpose:** The purpose of this study was to evaluate the effect of surface treatment by hydrofluoric acid etching on the shear bond strength between resin cement and alumina In-ceram.

**Materials and Methods:** Five alumina In-Ceram samples were used for each experimental group. Two positions of each sample were tested (n=10). The samples were assigned to six surface treatment conditions: group I; excess glass was not removed, group II; excess glass was not removed but etched with 4% hydrofluoric acid

Corresponding Author:

เทพรัตน์ เขมาลีลากุล

อาจารย์ ภาควิชาทันตกรรมบูรณะและปริทันตวิทยา  
คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Thepparat Khemaleelakul

Lecturer, Department of Restorative Dentistry and  
Periodontology, Faculty of Dentistry,  
Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand.  
E-mail: [tepparat@chiangmai.ac.th](mailto:tepparat@chiangmai.ac.th)

1 นาที กลุ่มที่ 5 เซรามิกที่ขัดด้วยกระดาษทรายน้ำจนถึงผิวอลูมินา และกลุ่มที่ 6 เซรามิกที่ขัดด้วยกระดาษทรายน้ำจนถึงผิวอลูมินา แล้วกัดด้วยกรดไฮโดรฟลูออริกความเข้มข้นร้อยละ 4 นาน 1 นาที โดยทุกกลุ่มทำความสะอาดด้วยเครื่องอัลตราโซนิก 5 นาที แล้วทาสารไฮเลน จากนั้นนำชิ้นงานทดสอบไปยึดติดกับเรซินซีเมนต์ชนิดรีไลย์เอ็กซ์ เออาร์ซี 2 ตำแหน่ง แล้วนำชิ้นงานไปทดสอบด้วยเครื่องทดสอบสากลชนิดอินสตรอนความเร็วหัวกด 0.5 มม./นาที โดยวัดแรงเฉือนที่ทำให้เรซินซีเมนต์หลุดออกจากเซรามิก นำค่าแรงไปคำนวณค่าสถิติด้วยอโนวาทางเดียวและทูกีย์

**ผลการทดลอง** เซรามิกที่ขัดด้วยกระดาษทรายน้ำจนถึงผิวอลูมินาให้ค่าความแข็งแรงยึดเฉือนสูงสุด รองลงมาคือกลุ่มที่เป่าทรายเพื่อกำจัดแก้วส่วนเกิน ซึ่งสูงกว่ากลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) เมื่อใช้กรดไฮโดรฟลูออริกปรับสภาพพื้นผิว พบว่ามีค่าความแข็งแรงยึดเฉือนที่ต่ำกว่ากลุ่มที่ไม่ได้ใช้กรดไฮโดรฟลูออริกปรับสภาพพื้นผิวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

**สรุป** การใช้กรดไฮโดรฟลูออริกในการปรับสภาพพื้นผิว มีผลทำให้ความแข็งแรงยึดเฉือนระหว่างเรซินซีเมนต์กับอลูมินาอินซีแรมลดลง

**คำสำคัญ:** ความแข็งแรงยึดเฉือน อลูมินาอินซีแรม เรซินซีเมนต์

gel for 1 minute, group III; excess glass was removed by sandblast, group IV; excess glass was removed by sandblast and then etched with 4% hydrofluoric acid gel for 1 minute, group V; the samples were polished with sandpaper until alumina surface was exposed and group VI; the samples were polished with sandpaper until alumina surface was exposed and then etched with 4% hydrofluoric acid gel for 1 minute. All samples were cleaned with ultrasonic for 5 minutes and then silane was applied onto the cleaned surface. Each of the samples were then bonded at two positions with Rely X ARC resin cement. The shear bond strengths of each position were tested using the universal testing machine with cross head speed of 0.5 mm/min to measure the stress (MPa) which pushed the resin cement out of the ceramics. The means of bond strength were statistically analysed using one-way ANOVA and Tukey test.

**Results:** The mean shear bond strength was highest in the group polished with sandpaper until alumina surface was exposed, followed by the group which excess glass was removed by sandblast. Those shear bond strengths were significantly higher than that of the others ( $p < 0.05$ ). The shear bond strength of the groups treated with 4% hydrofluoric acid gel were significantly lower than that of the untreated groups. ( $p < 0.05$ ).

**Conclusion:** Surface treatment by hydrofluoric acid etching decreases the shear bond strength between resin cement and alumina In-ceram.

**Keywords:** Shear bond strength, Alumina In-ceram, Resin cement

**บทนำ**

พื้นที่เกิดการสูญเสียเนื้อฟันไปมาก มักจะได้รับการบูรณะด้วยการทำครอบฟัน ซึ่งครอบฟันนั้นมีหลายประเภท เช่น ครอบฟันโลหะล้วน (all metal restoration) ครอบฟันกระเบื้องเคลือบโลหะ (porcelain fuse to metal) และครอบฟันกระเบื้องล้วน (all ceramics) ปัจจุบันมีความนิยมครอบฟันชนิดกระเบื้องล้วนมากขึ้น เนื่องจากให้ความสวยงามมากกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับครอบฟันโลหะล้วน หรือ ครอบฟันกระเบื้องเคลือบโลหะ นอกจากนี้เซรามิกยังมีคุณสมบัติที่ไม่นำความร้อน ไม่นำกระแสไฟฟ้า ด้านทานต่อการสึกกร่อนจากสารเคมีและ เข้ากันได้กับเนื้อเยื่อในช่องปาก<sup>(1)</sup>

เพื่อให้ครอบฟันเซรามิกสามารถยึดติดกับตัวฟันได้ดี ขั้นตอนการยึดติดครอบฟันจึงมีความสำคัญ วัสดุที่นิยมใช้ยึดติดตัวฟันกับครอบฟันกระเบื้องล้วนคือ เรซินซีเมนต์ ซึ่งก่อนการยึดติดจำเป็นต้องปรับสภาพพื้นผิวด้านในของครอบฟันเซรามิก เพื่อให้เกิดลักษณะพื้นผิวที่เหมาะสมกับการยึดติดที่ดีที่สุด

การปรับสภาพพื้นผิวครอบฟันกระเบื้องล้วนสามารถทำได้หลายวิธีเช่น การกัดด้วยกรดไฮโดรฟลูออริก (hydrofluoric acid etching)<sup>(2)</sup> การเป่าทราย (sandblasting)<sup>(3)</sup> และการเคลือบพื้นผิวด้วยซิลิกา (silica coating)<sup>(4)</sup> เพื่อให้พื้นผิวครอบฟันมีความเหมาะสมต่อการยึดติดที่ดี ทั้งทางจุลกลศาสตร์ (micromechanical bonding) และทางเคมี (chemical bonding)

ครอบฟันเซรามิกชนิดอลูมินาอินซีแรมของบริษัทวิทต้า (VITA In-Ceram<sup>®</sup> alumina) ประเทศเยอรมันนี้เป็นครอบฟันกระเบื้องล้วนที่มีลักษณะเป็นโครงอลูมินา และมีเนื้อแก้วแทรกกระจายอยู่ มีวิธีทำโดยผสมผงอลูมินากับน้ำให้ผงแขวนลอยอยู่ในน้ำ นำไปทาบขึ้นหล่อพิเศษ (special die) เรียกว่าการทำ ชี้นสลิป (slip cast) เสร็จแล้วนำไปเผา จะได้โครงอลูมินาซึ่งมีลักษณะเป็นรูพรุน จากนั้นนำผงแก้วมาเผาบนโครงอลูมินา เพื่อให้แก้วแทรกตัว (glass infiltrated) เข้าไปอยู่ตามรูพรุนนั้น<sup>(5)</sup> ทำให้ได้โครงสร้างที่มีความแข็งแรงดัดโค้ง (flexural strength) ที่สูง ด้านทานการแตกหักได้ดี<sup>(6)</sup> นำมาทำเป็นแกนของครอบฟันกระเบื้องล้วนได้<sup>(7)</sup>

ครอบฟันเซรามิกชนิดอลูมินาอินซีแรมเป็นครอบฟันกระเบื้องล้วนที่มีองค์ประกอบของอลูมินาเป็นส่วนใหญ่ ประมาณร้อยละ 74 และมี เนื้อแก้วประมาณร้อยละ 26<sup>(8)</sup> การศึกษาด้วยการเป่าทราย หรือการเคลือบผิวด้วยซิลิกา เพื่อปรับสภาพพื้นผิวครอบฟันเซรามิกชนิดอลูมินาอินซีแรมก่อนการยึดติดกับเรซินซีเมนต์ พบว่าสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการยึดติดทั้งทางจุลกลศาสตร์และทางเคมีกับเรซินซีเมนต์ได้<sup>(3,9-11)</sup>

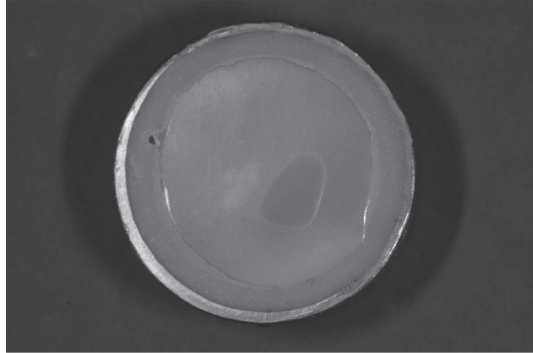
สำหรับวิธีการปรับสภาพพื้นผิวด้วยกรดไฮโดรฟลูออริกซึ่งเป็นวิธีที่ใช้ในการปรับสภาพพื้นผิวเซรามิกที่มีส่วนของเนื้อแก้วเป็นองค์ประกอบ เช่นในเซรามิกประเภทกลาสส์เซรามิก พบว่าพื้นผิวเซรามิกเกิดความขรุขระทำให้เกิดการยึดติดทางจุลกลศาสตร์กับเรซินซีเมนต์ได้ดี<sup>(12,13)</sup> ซึ่งเซรามิกชนิดอลูมินาอินซีแรมที่มีเนื้อแก้วเป็นองค์ประกอบอยู่ร้อยละ 26 การปรับสภาพพื้นผิวด้วยกรดไฮโดรฟลูออริกนั้นยังเป็นที่น่าสนใจ เนื่องจากในบางการศึกษาพบว่าการใช้กรดไฮโดรฟลูออริกในการปรับสภาพพื้นผิวของเซรามิกชนิดอลูมินาอินซีแรมนั้นทำให้ได้ค่าการยึดติดต่ำลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ<sup>(9)</sup> มีบางการศึกษาที่พบว่าการปรับสภาพพื้นผิวเซรามิกชนิดอลูมินาอินซีแรม โดยการใช้กรดไฮโดรฟลูออริกร่วมกับการใช้สารคู่ควบไซเลนและเรซินซีเมนต์ที่มีส่วนประกอบของฟอสเฟตโมโนเมอร์ชนิดพานาเวียอีลิบเอ็ด (Panavia 21, Kuraray) ให้ค่าการยึดติดที่ดี<sup>(14)</sup>

ดังนั้นงานวิจัยนี้ จึงศึกษาถึงการใช้กรดไฮโดรฟลูออริก เพื่อปรับสภาพพื้นผิวครอบฟันเซรามิกชนิดอลูมินาอินซีแรม ซึ่งมีส่วนของเนื้อแก้วเป็นองค์ประกอบอยู่ร้อยละ 26 ว่าจะทำให้เกิดการยึดติดที่ดีกับเรซินซีเมนต์ ได้หรือไม่

**วัตถุประสงค์และวิธีการ**

การเตรียมชิ้นงานตัวอย่าง: สร้างชิ้นงานเซรามิกชนิดอลูมินาอินซีแรมของบริษัทวิทต้า (VITA In-Ceram<sup>®</sup> alumina) ที่ทำการเผาผงแก้วให้แทรกซึมเข้าไปในรูพรุนของชิ้นงานอลูมินาโดยยังไม่ต้องเป่าทรายเพื่อกำจัดเนื้อแก้วส่วนเกินออก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 15.0 มม. หนา 1.5 มม. จำนวน 5 ชิ้น แต่ละชิ้นนำมาฝังในกระบอกโลหะขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 มม. สูง 10 มม. และ

ยึดติดโดยใช้อะคริลิกเรซินชนิดบ่มตัวได้เอง ดังรูปที่ 1



**รูปที่ 1** ชิ้นงานเซรามิกอลูมินาอินซีแรมที่ยึดอะคริลิกเรซินฝังในกระบอกโลหะ

**Figure 1** In-Ceram Alumina ceramic specimen which embedded in selfcure acrylic resin with metal tube

แบ่งกลุ่มการทดลองออกตามสภาพพื้นผิวเซรามิกเป็น 6 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มที่ 1 และ กลุ่มที่ 2 ศึกษาอิทธิพลของกรดไฮโดรฟลูออริกกับเนื้อแก้ว โดยไม่มีส่วนของอลูมินามาเกี่ยวข้อง

กลุ่มที่ 1 เซรามิกที่ไม่ได้กำจัดแก้วส่วนเกิน

นำชิ้นงานที่เตรียมไว้แล้วซึ่งมีเนื้อแก้วคลุมผิวอลูมินาไว้ทั้งหมดมาปรับระนาบให้เรียบ โดยขัดกระดาษทรายเบอร์ 400, 800 และ 1200 ตามลำดับ เพื่อให้เนื้อแก้วส่วนเกินเรียบ จากนั้นนำไปยึดติดกับเรซินซีเมนต์ และทดสอบค่าความแข็งแรงยึดเฉือน ซึ่งจะได้กล่าวถึงในหัวข้อของวิธีการยึดติดชิ้นงานกับเรซินซีเมนต์ และการทดสอบชิ้นงานตัวอย่างต่อไป

กลุ่มที่ 2 เซรามิกที่ไม่ได้กำจัดแก้วส่วนเกิน ทำการปรับสภาพพื้นผิวด้วยกรดไฮโดรฟลูออริก

นำชิ้นงานเซรามิกที่เสร็จ จากการทดลองในกลุ่มที่ 1 มาขัดกระดาษทรายเบอร์ 400, 800 และ 1,200 เพื่อกำจัดส่วนของเรซินซีเมนต์ที่เหลืออยู่บริเวณผิวชิ้นงานออก โดยให้เหลือเนื้อแก้วคลุมผิวเซรามิกอยู่ทั้งหมด นำมาปรับสภาพพื้นผิวโดยการกัดด้วยกรดไฮโดรฟลูออริกความเข้มข้นร้อยละ 4 นาน 1 นาที จากนั้นนำไปยึดติดกับเรซินซีเมนต์ และทดสอบค่าความแข็งแรงยึดเฉือน

กลุ่มที่ 3 และ กลุ่มที่ 4 ศึกษาอิทธิพลของกรดไฮโดรฟลูออริกกับ อลูมินา และเนื้อแก้ว โดยทำการเป่าทราย ตามขั้นตอนการผลิตอลูมินาอินซีแรม ที่ต้องมีการกำจัดเนื้อแก้วส่วนเกินออก โดยใช้ผงอลูมินัม ออกไซด์ (aluminum oxide) ที่มีขนาด 110 ไมครอน ภายใต้แรงดัน 380 kPa

กลุ่มที่ 3 เซรามิกที่เป่าทรายเพื่อกำจัดแก้วส่วนเกินออก

นำชิ้นงานเซรามิกที่เสร็จจากการทดลอง ในกลุ่มที่ 2 มาเป่าทรายเพื่อกำจัดส่วนของเนื้อแก้วออก นำไปยึดติดกับเรซินซีเมนต์ และทดสอบค่าความแข็งแรงยึดเฉือน

กลุ่มที่ 4 เซรามิกที่เป่าทรายแล้วปรับสภาพพื้นผิวด้วยกรดไฮโดรฟลูออริก

นำชิ้นงานเซรามิกที่เสร็จจากการทดลองในกลุ่มที่ 3 มาเป่าทรายเพื่อกำจัดส่วนของเรซินซีเมนต์ออก แล้วนำมาปรับสภาพพื้นผิวโดยการกัดด้วยกรดไฮโดรฟลูออริกความเข้มข้นร้อยละ 4 นาน 1 นาที นำไปยึดติดกับเรซินซีเมนต์ และทดสอบค่าแรงเฉือน

กลุ่มที่ 5 และ กลุ่มที่ 6 ศึกษาอิทธิพลของกรดไฮโดรฟลูออริกที่มีผลต่อเนื้อแก้วที่แทรกซึมเข้าไป รอบขอบเกรนอลูมินา (grain boundary) ที่มีอยู่ร้อยละ 26 โดยศึกษาได้จากแนวตัดขวาง (cross section) จากการขัดชิ้นงานด้วยกระดาษทรายน้ำให้ถึงชั้นอลูมินา

กลุ่มที่ 5 เซรามิกที่ขัดด้วยกระดาษทรายน้ำจนถึงชั้นอลูมินา

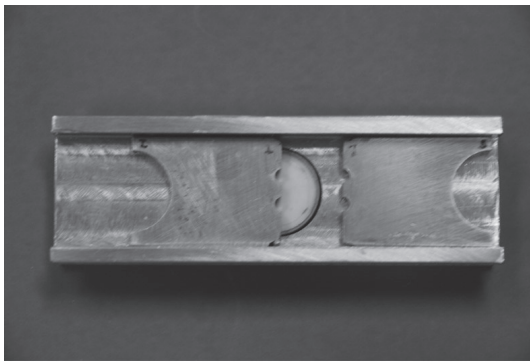
นำชิ้นงานเซรามิกที่เสร็จจากการทดลองในกลุ่มที่ 4 มาขัดให้ถึงชั้นอลูมินาด้านในโดยใช้กระดาษทรายเบอร์ 400 และขัดเรียบด้วยกระดาษทรายน้ำเบอร์ 800 และ 1,200 แล้วนำไปยึดติดกับเรซินซีเมนต์ และทดสอบค่าความแข็งแรงยึดเฉือน

กลุ่มที่ 6 เซรามิกที่ขัดด้วยกระดาษทรายน้ำจนถึงชั้นอลูมินาแล้วปรับสภาพพื้นผิวด้วยกรดไฮโดรฟลูออริก

นำชิ้นงานเซรามิกที่เสร็จจากการทดลองในกลุ่มที่ 5 มาขัดกระดาษทรายเบอร์ 400 เพื่อกำจัดซีเมนต์เดิมออกให้หมดและขัดเรียบด้วยกระดาษทรายน้ำเบอร์ 800 และ 1,200 แล้วนำมาปรับสภาพพื้นผิวโดยการกัดด้วยกรดไฮโดรฟลูออริกความเข้มข้นร้อยละ 4 นาน 1 นาที จากนั้นนำไปยึดติดกับเรซินซีเมนต์ และทดสอบค่าความแข็งแรง

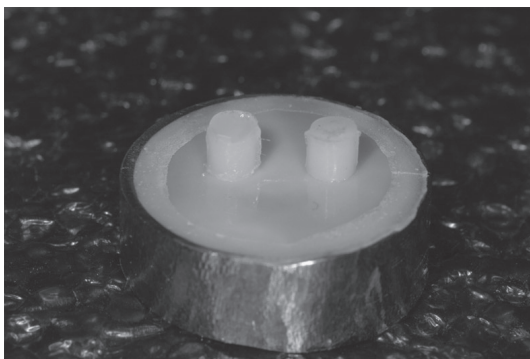
**ยึดเฉือน**

วิธีการยึดติดชิ้นงานกับเรซินซีเมนต์: นำชิ้นงานเซรามิกที่เตรียมสภาพพื้นผิวตามที่กำหนดไว้ตามกลุ่มต่างๆ ไปทำความสะอาดด้วยเครื่องอัลตราโซนิกส์ นาน 5 นาที เป่าให้แห้ง แล้วนำไปทาไฮเลนซินดรีไลย์ เอ็กซ์ เซรามิกไพรเมอร์ (Rely X Ceramic Primer) ทิ้งไว้ 60 วินาที เป่าให้แห้ง จากนั้นนำไปยึดกับเรซินซีเมนต์ซินดรีไลย์-เอ็กซ์ เออาร์ซี (Rely X ARC) ชั้นละ 2 จุด เรียงตามแนวเส้นผ่านศูนย์กลาง โดยใช้แบบหล่อเหล็กกล้าไร้สนิม ดังรูปที่ 2 จะได้ลักษณะชิ้นทดลองที่นำไปทดสอบดังรูปที่ 3



**รูปที่ 2** สแตนเลสสตีลโมลด์ที่ช่วยในการยึดเรซินซีเมนต์กับเซรามิก

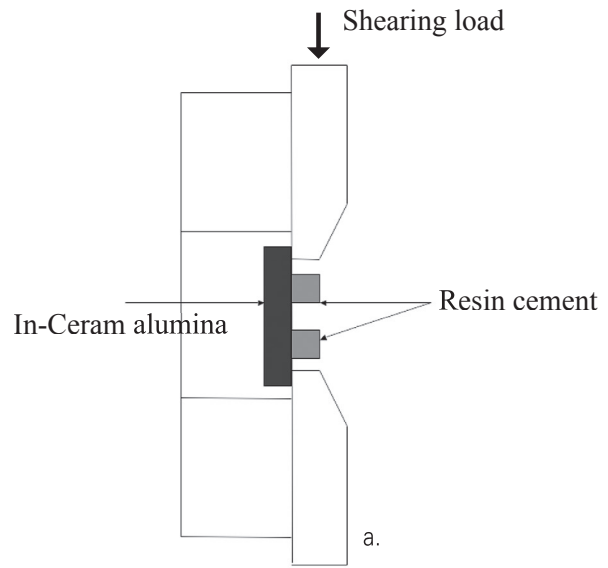
**Figure 2** A stainless steel mold that help to fix resin cement with ceramic



**รูปที่ 3** ลักษณะชิ้นงานที่จะนำไปทดสอบ

**Figure 3** A sample ready to be tested

วิธีการทดสอบชิ้นทดลอง: ทดสอบโดยใช้เครื่องทดสอบสากลชนิดอินสตรอน (Instron® universal testing machine) ดังรูปที่ 4 โดยใช้ความเร็วของหัวกดเท่ากับ 0.5 มม./นาที บันทึกค่ากำลังแรงยึดเฉือนที่ทำให้เรซินซีเมนต์หลุดออกจากเซรามิก มีหน่วยเมกะปาสคาล (MPa)



**รูปที่ 4** a. แสดงแนวการทดสอบกำลังแรงยึดเฉือน  
b. แสดงการทดสอบกำลังแรงยึดเฉือนโดยใช้เครื่องทดสอบสากล

**Figure 4** a. Direction of shear bond strength tested  
b. Shear bond strength tested using a universal testing machine

การวัดและประเมินผล: นำข้อมูลที่ได้จากการทดลอง มาวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนทางสถิติด้วย อนุวาทางเดียว (one-way ANOVA) และ เปรียบเทียบเชิงซ้อน (multiple comparison) ด้วยวิธี ทูกี (Tukey HSD)

**ผลการทดลอง**

ความแข็งแรงยึดเหนี่ยวที่ทำให้เรซินซีเมนต์หลุดออกจากเซรามิกชนิดอลูมินาอินซีแรม ที่มีสภาพพื้นผิวต่างกัน 6 กลุ่ม ดังแสดงในตารางที่ 1

เมื่อนำค่าความแข็งแรงยึดเหนี่ยวที่ได้มาคำนวณเฉลี่ยในแต่ละกลุ่ม พบว่ากลุ่มที่ขัดกระดาษทรายมีความแข็งแรงยึดเหนี่ยวสูงที่สุด รองลงมาคือกลุ่มที่เป่าทรายเพื่อกำจัดเนื้อแก้วส่วนเกิน และกลุ่มที่มีความแข็งแรงยึดเหนี่ยวต่ำที่สุดคือกลุ่มที่ไม่ได้กำจัดแก้วส่วนเกินออกแล้วกัดด้วยกรดไฮโดรฟลูออริก เมื่อนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า กลุ่มที่ขัดกระดาษทรายจนถึงผิวอลูมินามีค่ากำลังแรงยึดเหนี่ยวของเรซินซีเมนต์สูงกว่ากลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) ส่วนกลุ่มที่ยังไม่ได้กำจัดแก้วส่วนเกินออกและปรับสภาพผิวด้วยกรดไฮโดรฟลูออริก เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มที่ใช้กรดไฮโดรฟลูออริกปรับสภาพพื้นผิวกับกลุ่มที่

ไม่ใช้กรดไฮโดรฟลูออริกเป็นคู่ๆ คือ กลุ่มที่ 1 เทียบกับกลุ่มที่ 2 กลุ่มที่ 3 เทียบกับ กลุ่มที่ 4 และ กลุ่มที่ 5 เทียบกับ กลุ่มที่ 6 พบว่ากลุ่มที่ใช้กรดไฮโดรฟลูออริกปรับสภาพพื้นผิวมีความแข็งแรงยึดเหนี่ยวของเรซินซีเมนต์ ต่ำกว่า กลุ่มที่ไม่ใช้กรดไฮโดรฟลูออริก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

**บทวิจารณ์**

จากการศึกษานี้พบว่า การปรับสภาพพื้นผิวเซรามิกชนิดอลูมินาอินซีแรมด้วยวิธีการใช้กรดไฮโดรฟลูออริก กัด ไม่ว่าจะเป็นการเป่าทรายแล้วปรับสภาพผิวด้วยกรดไฮโดรฟลูออริก การขัดกระดาษทรายแล้วปรับสภาพผิวด้วยกรดไฮโดรฟลูออริก หรือแม้แต่การปรับสภาพผิวด้วยกรดไฮโดรฟลูออริกในกลุ่มที่ยังไม่ได้กำจัดแก้วส่วนเกินออก พบว่าให้ค่าการยึดติดกับเรซินซีเมนต์ ต่ำลง เมื่อเทียบกับกลุ่มที่ไม่ได้ปรับสภาพพื้นผิวเซรามิกด้วยกรดไฮโดรฟลูออริก

จากผลการทดลองที่ได้ ความแข็งแรงยึดเหนี่ยวเมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มที่ 1 ซึ่งเป็นกลุ่มที่ยังไม่ได้กำจัดแก้วส่วนเกินเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ 2 ซึ่งเป็นกลุ่มที่ยังไม่ได้กำจัดแก้วส่วนเกินออกและปรับสภาพผิวด้วยกรดไฮโดรฟลูออริก พบว่า กลุ่มที่ 2 ให้ค่าการยึดติด ต่ำกว่า

**ตารางที่ 1** แสดงค่าแรงที่ทำให้เรซินซีเมนต์หลุดออกจากเซรามิกชนิดอลูมินาอินซีแรมในแต่ละกลุ่ม

**Table 1** The mean bond strengths between resin cement and the In-Ceram Alumina ceramics.

กลุ่ม	จำนวน (ชิ้น)	ความแข็งแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (MPa)
1 : เซรามิกที่ไม่ได้กำจัดแก้วส่วนเกิน	10	4.47 $\pm$ 0.67 <sup>b</sup>
2 : เซรามิกที่ไม่ได้กำจัดแก้วส่วนเกินและปรับสภาพผิวด้วยกรดไฮโดรฟลูออริก	10	3.13 $\pm$ 0.92 <sup>a</sup>
3 : เซรามิกที่เป่าทรายเพื่อกำจัดแก้วส่วนเกิน	10	5.58 $\pm$ 0.78 <sup>c</sup>
4 : เซรามิกที่เป่าทรายเพื่อกำจัดแก้วส่วนเกิน และปรับสภาพผิวด้วยกรดไฮโดรฟลูออริก	10	4.39 $\pm$ 0.88 <sup>b</sup>
5 : เซรามิกที่ขัดด้วยกระดาษทรายน้ำจนถึงผิวอลูมินา	10	7.15 $\pm$ 0.98 <sup>d</sup>
6 : เซรามิกที่ขัดด้วยกระดาษทรายน้ำจนถึงผิวอลูมินา และปรับสภาพผิวด้วยกรดไฮโดรฟลูออริก	10	3.99 $\pm$ 0.61 <sup>a,b</sup>

กลุ่มที่มีตัวอักษรต่างกัน เป็นกลุ่มที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

Groups identified with the different letters are statistically different ( $p < 0.05$ ).

อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) แสดงให้เห็นว่าการใช้กรดไฮโดรฟลูออริกปรับสภาพผิว ถึงแม้จะเป็นวิธีการทำให้เซรามิกที่มีส่วนของเนื้อแก้วเป็นองค์ประกอบเกิดความขรุขระ แต่ก็ไม่มีผลทำให้เพิ่มความแข็งแรงยึดเหนี่ยวในเซรามิกชนิดอลูมินาอินซีแรม ซึ่งโดยปกติการใช้กรดไฮโดรฟลูออริกมักใช้ในการปรับสภาพพื้นผิว เซรามิกที่มีองค์ประกอบของเนื้อแก้วเป็นซิลิกา<sup>(2)</sup> ในการศึกษาเนื้อแก้วในเซรามิกชนิดอลูมินาอินซีแรมเป็นเนื้อแก้วแลนทานัม<sup>(15)</sup> ซึ่งพบว่าการใช้กรดไฮโดรฟลูออริกในการปรับสภาพพื้นผิวเซรามิกชนิดอลูมินาอินซีแรมไม่ทำให้ความแข็งแรงยึดเหนี่ยวกับเรซินซีเมนต์ เพิ่มขึ้นในทางตรงกันข้ามกลับทำให้ความแข็งแรงยึดเหนี่ยวกับเรซินซีเมนต์ลดลง

เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มที่ 3 ซึ่งเป็นกลุ่มที่ทำการเป่าทรายเพื่อกำจัดแก้วส่วนเกินออกตามขั้นตอนการผลิต และกลุ่มที่ 4 ซึ่งเป็นกลุ่มที่เป่าทรายและปรับสภาพผิวด้วยกรดไฮโดรฟลูออริก พบว่ากลุ่มที่ 4 ให้ความแข็งแรงยึดเหนี่ยวกับเรซินซีเมนต์ต่ำกว่า อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) ซึ่งผลของการศึกษานี้สอดคล้องกับการศึกษาของ Saygili และคณะ ในปี 2003 พบว่าการปรับสภาพพื้นผิวเซรามิกชนิดอลูมินาอินซีแรมโดยการเป่าทรายแล้วกัดด้วยกรดไฮโดรฟลูออริก มีความแข็งแรงยึดติดกับเรซินซีเมนต์ต่ำกว่า การปรับสภาพพื้นผิวโดยการเป่าทรายเพียงอย่างเดียวอย่างมีนัยสำคัญ<sup>(16)</sup> และสอดคล้องกับการศึกษาของ Kiyan และคณะ ในปี 2007 พบว่าการเป่าทรายที่ผิวเซรามิกชนิดอลูมินาอินซีแรมก่อนการปรับสภาพผิวด้วยกรดไฮโดรฟลูออริก ทาสารไซเลนและยึดติดกับเรซินซีเมนต์ นำไปผ่านขบวนการเทอร์โมไซคลิก (thermocycling) พบว่าไม่สามารถวัดค่าแรงยึดออกมาได้ เนื่องจากเรซินซีเมนต์หลุดออกขณะที่ผ่านขบวนการเทอร์โมไซคลิก<sup>(17)</sup>

เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มที่ 5 ซึ่งเป็นกลุ่มที่ขัดกระดาษทรายจนถึงผิวอลูมินา เปรียบเทียบกับกลุ่มที่ 6 ซึ่งเป็นกลุ่มที่ขัดกระดาษทรายจนถึงผิวอลูมินาแล้วกัดด้วยกรดไฮโดรฟลูออริก พบว่ากลุ่มที่ 5 ให้ค่าความแข็งแรงยึดเหนี่ยวสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) เนื่องจากกลุ่มที่ขัดกระดาษทรายมีลักษณะพื้นผิวเซรามิกอลูมินาอินซีแรมในแนวตัดขวางโดยมีโครงอลูมินาร้อย

ละ 74 และส่วนของเนื้อแก้วที่แทรกซึมเข้าไประหว่างโครงสร้างอะลูมินาร้อยละ 26 และเมื่อนำไปปรับสภาพผิวด้วยกรดไฮโดรฟลูออริก ส่งผลให้ค่าการยึดติดกับเรซินซีเมนต์ ต่ำลงสอดคล้องกับผลจากกลุ่มที่ 2

เมื่อเปรียบเทียบกลุ่มที่ 5 ซึ่งเป็นกลุ่มที่ปรับสภาพพื้นผิวเซรามิกโดยการขัดกระดาษทรายจนถึงผิวอลูมินากับกลุ่มที่ 1 ซึ่งเป็นกลุ่มที่ไม่ได้กำจัดแก้วส่วนเกิน พบว่ากลุ่มที่ 5 ให้ค่าการยึดติดกับเรซินซีเมนต์ที่สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) ซึ่งในกลุ่มที่ 5 นั้น พื้นผิวของเซรามิกอลูมินาอินซีแรมที่ขัดกระดาษทรายมีส่วนประกอบเป็นโครงอลูมินาร้อยละ 74 และส่วนที่เหลืออีกร้อยละ 26 เป็นเนื้อแก้วแลนทานัมที่อยู่ตามขอบเกรนของอลูมินาทำให้ได้ผลการยึดติดได้ดีกว่าในกลุ่มที่ 1 ที่เป็นส่วนของเนื้อแก้วแลนทานัมทั้งหมด ซึ่งแสดงให้เห็นว่าเรซินซีเมนต์สามารถยึดเกาะกับอลูมินาได้ดีกว่าเนื้อแก้วแลนทานัมและเมื่อเปรียบเทียบกลุ่มที่ 5 ซึ่งเป็นกลุ่มที่ปรับสภาพพื้นผิวเซรามิกโดยการขัดกระดาษทรายจนถึงผิวอลูมินา กับกลุ่มที่ 3 ซึ่งเป็นกลุ่มที่การเป่าทรายเพื่อกำจัดเนื้อแก้วส่วนเกินออกตามขั้นตอนการผลิต พบว่ากลุ่มที่ 5 ให้ค่าการยึดติดกับเรซินซีเมนต์ ที่สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อาจเป็นไปได้ว่าพื้นผิวของเซรามิกอลูมินาอินซีแรมที่เป่าทรายมีส่วนของเนื้อแก้วแลนทานัมส่วนเกินหลงเหลืออยู่มาก ทำให้เกิดการยึดติดกับเรซินซีเมนต์ได้น้อยกว่ากลุ่มที่ 5 ที่มีการขัดชิ้นงานตามแนวตัดขวางทำให้ได้พื้นที่ของอลูมินาร้อยละ 74 และมีเนื้อแก้วร้อยละ 26

จากผลของการศึกษาในครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าการใช้กรดไฮโดรฟลูออริก ในการปรับสภาพพื้นผิวเซรามิกชนิดอลูมินาอินซีแรม ทำให้ได้ความแข็งแรงยึดเหนี่ยวกับเรซินซีเมนต์ต่ำกว่าพื้นผิวเซรามิกที่ไม่ใช้กรดไฮโดรฟลูออริกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) แสดงว่าวิธีการปรับสภาพผิวเซรามิกโดยการใช้กรดไฮโดรฟลูออริกก็ยังไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ปรับสภาพพื้นผิวเซรามิก ชนิดอลูมินาอินซีแรม ซึ่งโดยปกติแล้วการใช้กรดไฮโดรฟลูออริกมักจะใช้ในการปรับสภาพพื้นผิว เซรามิกที่มีองค์ประกอบของเนื้อแก้วเป็นซิลิกา แต่ในการศึกษานี้เนื้อแก้วในเซรามิกชนิดอลูมินาอินซีแรมเป็นเนื้อแก้วแลนทานัม ซึ่งพบว่าการใช้กรดไฮโดรฟลูออริกในการปรับ

สภาพพื้นผิวเซรามิกชนิดอลูมินาอินซีแรมไม่ได้ทำให้ความแข็งแรงยึดติดกับเรซินซีเมนต์ ดีขึ้นในทางตรงกันข้ามกลับทำให้ความแข็งแรงยึดติดกับเรซินซีเมนต์ลดลง

เนื่องจากการศึกษานี้มีข้อจำกัดหลายอย่าง ดังนั้นควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในอนาคตเพื่อให้ได้ข้อมูลที่สมบูรณ์มากขึ้นโดยศึกษาถึงผลของกรดไฮโดรฟลูออริกต่อเนื้อแก้วแลนทานัม การศึกษาปริมาณเนื้อแก้วที่หลงเหลืออยู่หลังการเป่าทรายเพื่อกำจัดเนื้อแก้วส่วนเกินออกตามขั้นตอนการผลิต และศึกษาถึงคุณสมบัติของเนื้อแก้วแลนทานัมซึ่งเป็นองค์ประกอบในเซรามิกชนิดอลูมินาอินซีแรม เพื่อหาวิธีการที่เหมาะสมในการปรับสภาพพื้นผิวที่จะก่อให้เกิดการยึดติดกับเรซินซีเมนต์ได้ดีขึ้นต่อไป

### บทสรุป

การศึกษานี้พบว่าวิธีการปรับสภาพพื้นผิวด้วยการใช้กรดไฮโดรฟลูออริกกัด ไม่เหมาะสมสำหรับการปรับสภาพพื้นผิวเซรามิกชนิดอลูมินาอินซีแรมซึ่งมีเนื้อแก้วแลนทานัมเป็นองค์ประกอบอีกทั้งยังส่งผลทำให้ความแข็งแรงยึดติดกับเรซินซีเมนต์ลดลง เมื่อพิจารณาถึงการยึดติดระหว่างเรซินซีเมนต์กับผิวของอลูมินา และระหว่างเรซินซีเมนต์กับผิวของเนื้อแก้วแลนทานัมพบว่าเรซินซีเมนต์ยึดติดกับผิวของอลูมินา ได้ดีกว่าพื้นผิวของเนื้อแก้วแลนทานัม ถึงแม้ว่าการขัดกระดาษทรายจะให้ความแข็งแรงยึดติดที่สูงที่สุด แต่ในความเป็นจริงแล้วไม่สามารถนำกระดาษทรายเข้าไปขัดในส่วนด้านในของครอบฟันเซรามิกเพื่อเปิดพื้นผิวของโครงอลูมินาให้มากที่สุดได้ ดังนั้นการปรับสภาพพื้นผิวเซรามิกชนิดอลูมินาอินซีแรมด้วยวิธีการเป่าทราย จึงเป็นวิธีการปรับสภาพพื้นผิวที่เหมาะสมที่สุด เนื่องจากให้ค่าการยึดติดกับไฮเลนและเรซินซีเมนต์ที่ดี และควรเป่าทรายกำจัดแก้วแลนทานัมส่วนเกินบริเวณพื้นผิวออกให้มากที่สุด เพื่อเป็นการเปิดพื้นผิวโครงอลูมินาซึ่งให้ผลการยึดติดกับไฮเลนและเรซินซีเมนต์ได้ดีกว่า

### กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัย

เชียงใหม่ ที่ให้ทุนสนับสนุนการทำวิจัยและขอขอบคุณบริษัท 3 เอ็ม เอส บี ประเทศไทยจำกัด และ บริษัท เอ็กซ่า ซีแรม จำกัด ที่ให้ความอนุเคราะห์วัสดุในการทำวิจัยครั้งนี้

### เอกสารอ้างอิง

1. Keneth JA. *Dental ceramics. Phillip's Science of Dental Material Vol. 11<sup>th</sup> Edition.* 2003; 655-715.
2. Edris A, Jabr A, Cooley RL, Barghi N. SEM evaluation of etch patterns by three etchants on three porcelains. *J Prosthet Dent* 1990; 64: 734-739.
3. Özcan M, Vallittu PK. Effect of surface conditioning methods on the bond strength of luting cement to ceramics. *Dent Mater* 2003; 19: 725-731
4. Özcan M. The use of chairside silica coating for different dental applications: a clinical report. *J Prosthet Dent* 2002; 87: 469-472.
5. Rosenblum MA, Schulman A. A review of all-ceramic restorations. *J Am Dent Assoc* 1997; 128: 297-307.
6. Seghi RR, Sorensen JA. Relative Flexural Strength of Six New Ceramic Materials. *Int J Prosthodont* 1995; 8: 239-246.
7. Probst L, Diehl J. Slip-casting alumina ceramics for crown and bridge restorations. *Quintessence Int.* 1992; 23: 25-31.
8. Pober RL, Glordara RA, Campbell SD, Pelletier LB. Compositional analysis of In-Ceram infusion glass. *J Dent Res* 1992; 71: 253.
9. Kim BK, Bae HEK, 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: 357-362.



10. 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: 453-461.
11. Kern M, Thompson VP. Bonding to glass infiltrated alumina ceramic: Adhesive methods and their durability. *J Prosthet Dent* 1995; 73: 240-249.
12. Saracoglu A, Cura C, Cotert HS. Effect of various surface treatment methods on the bond strength of the heat-pressed ceramic samples. *J Oral Rehabil* 2004; 31: 790-797.
13. Borges GA, Sophr AM, Goes MF, Sobrinho LC, Daniel CN. Effect of etching and airborne particle abrasion on the microstructure of different dental ceramics. *J Prosthet Dent* 2003; 89: 479-488.
14. Madani M, Chu FC, McDonald AV, Smales RJ. Effects of surface treatments on shear bond strengths between a resin cement and an alumina core. *J Prosthet Dent* 2000; 83: 644-647.
15. Diego AA, Santos C, Landim KT, Elias CN. Characterization of Ceramic Powders Used in the InCeram Systems to Fixed Dental Prosthesis. *Materials Research* 2007; 10: 47-51.
16. Saygili G, Sahmali S. Effect of ceramic surface treatment on the shear bond strengths of two resin luting agents to all-ceramic materials. *J Oral Rehabil* 2003; 30: 758-764.
17. Kiyani VH, Saraceni CHC, Silveira BL, Aranha ACC, Eduardo CP. The influence of internal surface treatments on tensile bond strength for two ceramic systems. *Oper Dent* 2007; 32: 457-465.