

## ผลของกรดซิตริกต่อความหยาบพื้นผิวของโมโนลิธิคเซอร์โคเนียโปร่งแสงที่ผ่านและไม่ผ่านการเคลือบ

### Effects of Citric Acid on Surface Roughness of Translucent Monolithic Zirconia With and Without Glazing

ปานิศา รินทอง (Panisa Rinthong)\* ปรารมภ์ ซาลิมี่ (Prarom Salimee)\*\*

#### บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของกรดซิตริกต่อความหยาบพื้นผิวของโมโนลิธิคเซอร์โคเนียโปร่งแสงที่ผ่านและไม่ผ่านการเคลือบ การทดลองทำโดยใช้โมโนลิธิคเซอร์โคเนียโปร่งแสง ขึ้นรูปและตัดแบ่งเป็นแผ่นกลม เส้นผ่าศูนย์กลาง 14 × 1.5 มม. จำนวน 40 ชิ้น โดยจัดชิ้นงานทั้งหมดให้เรียงด้วยหัวขัดหยาบชนิดหินเคลือบเพชรตามด้วยหัวขัดชุด VITA SUPRINITY<sup>®</sup> จากนั้นแบ่งเป็น 4 กลุ่มย่อยกลุ่มละ 10 ชิ้นตามการเคลือบและสารละลายที่แช่ นำ 2 กลุ่มย่อยเคลือบด้วย VITA AKZENT Plus<sup>®</sup> STAIN and GLAZE จากนั้นนำชิ้นงานทั้งหมดไปทำการแช่ในน้ำลายเทียมที่ 37 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 14 วัน (กลุ่มควบคุม) และแช่ในกรดซิตริกความเข้มข้น 2% เป็นเวลา 8 ชั่วโมง เพื่อจำลองสภาวะ 2 ปีในช่องปาก ทำการวัดค่าความหยาบพื้นผิว (Ra) ก่อนและหลังการแช่ด้วยเครื่องวัดความหยาบพื้นผิวแบบสัมผัส ทำการวิเคราะห์โดยใช้สถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางแบบวัดซ้ำ กำหนดความเชื่อมั่นที่ระดับ 0.05 พบว่าหลังแช่กลุ่มที่ได้รับการเคลือบมีค่า Ra แตกต่างกับกลุ่มที่ไม่เคลือบอย่างไม่มีนัยสำคัญ ( $p>0.05$ ) แต่พบว่ามีปฏิสัมพันธ์กันจากการเคลือบและการแช่ในสารละลายอย่างมีนัยสำคัญ ( $p<0.05$ ) สรุปว่าเมื่อจำลองสภาวะสัมผัสกรดซิตริกในช่องปากเป็นเวลา 2 ปี กรดซิตริกไม่ได้มีผลต่อความหยาบพื้นผิวทั้งในชิ้นงานที่ได้รับการเคลือบหรือไม่เคลือบ

#### ABSTRACT

The study was conducted to determine the effect of citric acid on surface roughness of translucent monolithic zirconia with and without surface glazing. 40-disc specimens (14 mm in diameter and 1.5 mm in thickness) were divided into 4 subgroups (n = 10). All specimens were polished with diamond coated grinding bur and VITA SUPRINITY<sup>®</sup> polishing set and separated to 2 subgroups for non-glazing and glazing group. Then glazing groups were subjected to glaze coated by VITA AKZENT Plus<sup>®</sup> STAIN and GLAZE. 10 specimens each of group were immersed in artificial saliva at 37 °C for 14 days used as a control group and 2% citric acid solution for 8 hours respectively to simulated exposure of citric acid in the oral cavity for 2 years. The value of surface roughness (Ra) of before and after immersion were measured with a contact type profilometer. Two-way repeated measure ANOVA indicated that there was no significant difference in Ra both glazing and none-glazing group after immersion ( $p>0.05$ ). There were interactions between glazing condition and solution on Ra statistical significantly ( $p<0.05$ ). It can be concluded that citric acid may not affect on surface roughness of glazing and non-glazing group.

**คำสำคัญ:** โมโนลิธิคเซอร์โคเนียโปร่งแสง กรดซิตริก ความหยาบพื้นผิว

**Keywords:** Translucent monolithic zirconia, Citric acid, Surface roughness

\* นิสิต หลักสูตรวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาทันตกรรมประดิษฐ์ คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

\*\* ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาทันตกรรมประดิษฐ์ คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## บทนำ

เซอร่าโคเนียเป็นหนึ่งในวัสดุกลุ่มใหม่ที่มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะเรื่องความแข็งแรง เซอร่าโคเนียรุ่นแรกถูกนำมาใช้เป็นโครงแล้วเคลือบทับด้วยเซรามิก มีข้อดีที่มีความแข็งแรงและความเหนียว (fracture toughness) สูง ทำให้ไม่ต้องกรอให้เสียเนื้อฟันมากเมื่อเทียบกับการบูรณะด้วยเซรามิกชนิดอื่น ปัจจุบันมีการพัฒนาการใช้เซอร่าโคเนียล้วน หรือที่เรียกว่าโมโนลิธิคเซอร่าโคเนีย เพื่อแก้ปัญหาคาบการแตกบิ่นของเคลือบกระเบื้อง (Miyazaki et al., 2013) โดยช่วงแรกยังใช้จำกัดเฉพาะในฟันหลังเนื่องจากมีสีขาวทึบ (McLaren et al., 2017) ต่อมาได้มีการพัฒนาโมโนลิธิคเซอร่าโคเนียชนิดโปร่งแสงโดยเปลี่ยนแปลงโครงสร้างให้สามารถใช้ในฟันหน้าได้สวยงามขึ้นแต่มีคุณสมบัติเชิงกลลดลง (McLaren et al., 2017)

ในการใช้งาน ฟันผิวโมโนลิธิคเซอร่าโคเนียต้องสัมผัสกับสภาวะช่องปากที่มีความหลากหลาย การรักษาเสถียรภาพของความเรียบพื้นผิวของวัสดุบูรณะจึงมีความสำคัญในการป้องกันการเปลี่ยนแปลงความหยาบของพื้นผิวของชั้นเคลือบผิวภายนอก เนื่องจากเป็นชั้นที่สัมผัสโดยตรงกับสิ่งแวดล้อมในช่องปากและถูกทำลายง่าย (Anusavice, 1992) ซึ่งมีการศึกษาพบว่า ความหยาบพื้นผิวของวัสดุบูรณะมากกว่า 0.2 ไมครอนจะก่อให้เกิดการสะสมของคราบจุลินทรีย์ (Rei et al., 2003) และกระตุ้นกระบวนการเกิดการเสื่อมสลายที่อุณหภูมิต่ำ (Low temperature degradation, LTD) โดยทำให้น้ำและอนุมูลอิสระแทรกซึมเข้าไปทำลายอนุภาคของวัสดุ (Miyazaki et al., 2013) โดยพื้นผิวของวัสดุบูรณะสามารถถูกทำลายได้จากสารเคมีที่มาจากอาหารหรือเครื่องดื่มในชีวิตประจำวันจำพวกที่มีความเป็นกรด โดยเฉพาะกรดซิตริกซึ่งพบเป็นส่วนใหญ่ (West et al., 2000) จากในหลายการศึกษา (Kukiattrakoon et al., 2011; Demirhanoglu and Sahin, 1992; Demirel et al., 2005) พบว่ากรดซิตริกมีผลทำลายพื้นผิวเซรามิกหลายระดับและหลากหลายรูปแบบขึ้นกับองค์ประกอบของวัสดุ การเคลือบผิววัสดุจึงน่าจะเป็นวิธีการรักษาสภาพผิววัสดุบูรณะได้ มีการศึกษาพบว่าในสภาวะแวดล้อมที่เป็นกรดสามารถเพิ่มความหยาบพื้นผิวใน glass ceramic ที่ผ่านการเคลือบด้วยวิธีต่างๆ (Demirhanoglu, 1992; Demirel et al., 2005) และในวัสดุจำพวก zirconia reinforced lithium silicate glass ceramic (ZLS) ที่ขัดและเคลือบผิว โดยกลุ่มที่เคลือบผิวมีความหยาบผิวมากขึ้น (Sokkary et al., 2018) ในการศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของกรดซิตริกต่อความหยาบพื้นผิวของ โมโนลิธิคเซอร่าโคเนียโปร่งแสง (translucent monolithic zirconia) ที่ผ่านการเคลือบและไม่เคลือบผิว

## วิธีการวิจัย

ในการศึกษานี้จะนำโมโนลิธิคเซอร่าโคเนียโปร่งแสงทั้งหมด 40 ชิ้นที่ผ่านและไม่ผ่านการเคลือบแช่ในน้ำลายเทียมและกรดซิตริกความเข้มข้น 2% โดยแบ่งชิ้นงานออกเป็น 4 กลุ่มย่อย กลุ่มละ 10 ชิ้น ได้แก่ กลุ่มที่ไม่เคลือบผิวแช่ในน้ำลายเทียม (กลุ่มควบคุม) (C/NG), กลุ่มที่ผ่านการเผาเคลือบแก้วผสมกันแช่ในน้ำลายเทียม (C/G), กลุ่มที่ไม่เคลือบผิวแช่ในสารละลายกรดซิตริกความเข้มข้น 2% (A/NG), กลุ่มที่ผ่านการเผาเคลือบแก้วผสมกันแช่ในสารละลายกรดซิตริกความเข้มข้น 2% (A/G)

เตรียมชิ้นงานในห้องปฏิบัติการ โดยใช้ Translucent zirconia blanks (VITA YZ® XT – Extra Translucent ZrO<sub>2</sub>; Lot No.75410, VITA Zahnfabrik H. Rauter GmbH & Co. KG, Germany; shade A3) ผ่าน CAD-CAM software ตามบริษัทผู้ผลิตแนะนำ โดยออกแบบกลึงเป็นรูปทรงกระบอก เส้นผ่าศูนย์กลาง 18 × 14 มม. จำนวน 10 แท่ง แล้วนำไปตัดแบ่งชิ้นย่อยเป็นแผ่นกลมจำนวน 40 ชิ้น จากนั้นนำไปขัดแห้งเพื่อปรับขนาดด้วยกระดาษทรายเบอร์ 500 ก่อนนำไปเผาที่อุณหภูมิตามบริษัทผู้ผลิตแนะนำโดยใช้ค่าการหดตัวหลังเผาร้อยละ 20 จนได้ชิ้นงานแผ่นกลมขนาดสุดท้ายที่เส้นผ่าศูนย์กลาง 14 × 1.5 มม. โดยใช้ digital Vernier caliper (Mitutoyo series 500, Japan) ทำความสะอาดชิ้นงาน โดย

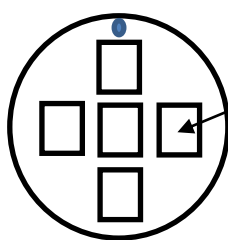
ใช้ ultrasonic cleanser (ultrasonic bath (VGT-1990, QTD, China) ร่วมกับ น้ำปราศจากไอออน เป็นเวลา 10 นาทีและ  
 ซับแห้งด้วยกระดาษ ทั้งนี้ทุกชิ้นงานผ่านการตรวจสอบเพื่อคัดแยกรอยร้าวหรือความผิดปกติโดยใช้กล้องจุลทรรศน์  
 stereomicroscope (SZ61 OLYMPUS, Japan) ที่กำลังขยาย 40 เท่า

#### กระบวนการการเคลือบผิว

ชิ้นงาน 40 ชิ้นถูกนำไปขัดแต่งด้วยหัวขัดตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต โดยใช้ชุดขัด diamond coated  
 grinding tools (EVE DIASYNT Plus coarse, VITA Zahnfabrik H. Rauter GmbH & Co. KG, Germany) 15 วินาที และ  
 VITA SUPRINITY Polishing Set (VITA Zahnfabrik H. Rauter GmbH & Co. KG, Germany) หัวละ 60 วินาทีโดยขัด  
 ในทิศทางเดียว ขัดด้วยแรงมือ 40 กรัม (Sokkary et al, 2017; Vichi et al., 2018) ด้วยการเทียบแรงกดกับเครื่อง  
 customized polishing machine ของศูนย์วิจัยวัสดุศาสตร์ก่อนขัดทุกชิ้น หลังจากนั้นนำชิ้นงาน 20 ชิ้นที่ถูกสุ่มเลือกไป  
 เคลือบแก้วด้วย VITA AKZENT Plus® CHROMA A STAIN and GLAZE LT powder (VITA Zahnfabrik H. Rauter  
 GmbH & Co. KG, Germany) โดยนำเคลือบแก้วผสมกันแล้วนำไปเผาครั้งเดียว ใช้อุณหภูมิที่ 850 °C ตามคำแนะนำ  
 ของบริษัทผู้ผลิต โดยใช้อัตราส่วนผงต่อน้ำ 1:1 ทาด้วยพู่กันและเขย่า โดยมีความหนาเฉลี่ยของชั้นเคลือบประมาณ  
 $0.067 \pm 0.01$  มม.

นำชิ้นงานทั้งหมดเก็บในกล่องปิดที่แช่ด้วยน้ำปราศจากไอออนที่อุณหภูมิ 37 °C เป็นเวลา 24 ชั่วโมงก่อนนำไป  
 แช่ในสารละลายทดสอบ หลังจากนั้นนำชิ้นงานทั้งหมดไปแช่ในกลุ่มที่แช่ในน้ำลายเทียม pH เฉลี่ย  $6.5 \pm 0.13$  ที่ 37 องศา  
 เซลเซียสเป็นเวลา 14 วัน (กลุ่มควบคุม) และ สารละลายกรดซัลฟิวริกความเข้มข้น 2% pH เฉลี่ย  $2.03 \pm 0.01$  เป็นเวลา 8 ชั่วโมง  
 เพื่อจำลองสภาวะสัมผัสกรดซัลฟิวริกและน้ำลายในช่องปากเป็นเวลา 2 ปี (Demirhanoglu and Sahin, 1992; Sokkary et al.,  
 2017) ในปริมาตร 25 มล.

ทำการวัดความหยาบพื้นผิวก่อนและหลังแช่สารทดสอบ ใช้ค่าเฉลี่ยความหยาบพื้นผิว (Ra) โดยใช้ stylus contact  
 type profilometer (Talyscan 150, England) ความละเอียด 0.06 ไมครอน ด้วยหัว diamond stylus 5 ไมครอน ลากตั้งฉากกับ  
 ชิ้นงาน 90 องศา พื้นที่ 2x2 มม. ที่ cut off length 0.25 มม. ด้วยแรง 4 mN ที่ความเร็ว 500 ไมครอนต่อวินาที บันทึกข้อมูล 5  
 ตำแหน่ง แต่ละจุดห่างกัน 1 มม. แล้วคำนวณค่าเฉลี่ยในแต่ละชิ้นและนำชิ้นงาน 1 ชิ้นของทุกกลุ่ม ก่อนและหลังแช่สาร  
 ทดสอบมาส่องดูลักษณะพื้นผิว โดยใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (JSM-IT500, JEOL, USA) ดังรูปที่ 1



พื้นที่ที่ใช้วัดความหยาบพื้นผิว  
 ขนาด 2x2 ตารางมิลลิเมตร

**รูปที่ 1** แสดงภาพตำแหน่งการวัดความหยาบพื้นผิวโดยใช้เครื่องวัดความหยาบพื้นผิวแบบสัมผัส

### การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมการวิเคราะห์ทางสถิติ (SPSS 22.0, SPSS Inc., New York, USA) โดยพิจารณาที่ระดับนัยสำคัญ  $p$ -value  $< 0.05$  นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความแปรปรวนสองทางแบบวัดซ้ำ (two-way repeated measure ANOVA) ตามแผนการทดลอง เพื่อหาอิทธิพลจากการแช่ในสารละลายและวิธีเคลือบผิวที่มีผลต่อความหยาบพื้นผิวที่เปลี่ยนแปลงไปและเปรียบเทียบค่าความแตกต่างของการเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ยความหยาบพื้นผิวของกลุ่มทดลองก่อนและหลังแช่สารละลาย

### ผลการวิจัย

ค่า Ra ที่ก่อนและหลังแช่ในกลุ่มทดลองแสดงในตารางที่ 1

**ตารางที่ 1** แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความหยาบพื้นผิว (Ra) ของกลุ่มไม่เคลือบและเคลือบผิวของโมโนลิธิคเซอร์โคเนียโปร่งแสงซึ่งผ่านการแช่น้ำลายเทียมและสารละลายกรดซิตริก

Groups	Storage agent	Ra ( $\mu\text{m}$ )		$p$ -value
		Before immersion	After immersion	
NG	Artificial saliva (control)	0.225 $\pm$ 0.019	0.224 $\pm$ 0.020	0.90 <sup>a</sup>
NG	Citric acid	0.268 $\pm$ 0.026	0.255 $\pm$ 0.017	0.88 <sup>a</sup>
G	Artificial saliva	0.133 $\pm$ 0.036	0.134 $\pm$ 0.032	0.09 <sup>b</sup>
G	Citric acid	0.104 $\pm$ 0.031	0.105 $\pm$ 0.028	0.76 <sup>b</sup>

หมายเหตุ : a, b = No significant difference ( $p > 0.05$ ) within groups denoted by the same superscript

NG = Non-glazing group

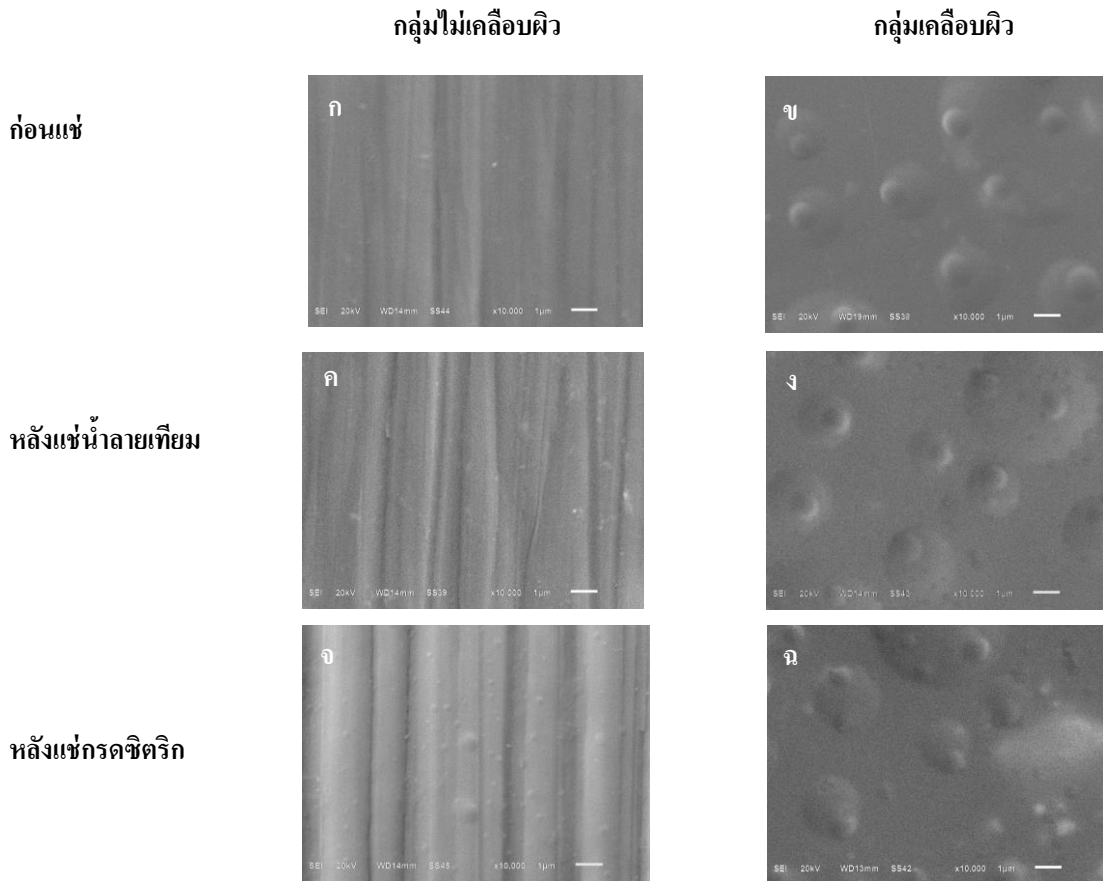
G = Glazing group

เมื่อใช้สถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางแบบวัดซ้ำ (two-way repeated measure ANOVA) พิจารณาความหยาบพื้นผิวของกลุ่มไม่เคลือบ และเคลือบผิว จับคู่เปรียบเทียบความแตกต่างก่อนและหลังแช่น้ำลายเทียมและสารละลายกรดซิตริกพบว่าก่อนแช่กลุ่มไม่เคลือบมีความหยาบพื้นผิว (Ra 0.23-0.27 $\mu\text{m}$ ) มากกว่ากลุ่มเคลือบ (Ra 0.1-0.13  $\mu\text{m}$ ) อย่างมีนัยสำคัญ ( $p < 0.05$ ) ส่วนหลังแช่ทั้งกลุ่มที่เคลือบและกลุ่มที่ไม่เคลือบมีค่า Ra แตกต่างกับก่อนแช่อย่างไม่มีนัยสำคัญ ( $p > 0.05$ )

เมื่อพิจารณาปฏิสัมพันธ์ (interaction) ระหว่างกระบวนการเคลือบและไม่เคลือบผิว สารละลาย เวลา และปฏิสัมพันธ์ร่วมทุกปัจจัย พบว่าในปัจจัยของสารละลาย และเวลา ไม่มีผลต่อความหยาบพื้นผิวก่อนและหลังแช่ระหว่างกลุ่มเคลือบและไม่เคลือบผิว ที่  $p$ -value 0.515 และ 0.264 ( $p > 0.05$ ) แต่ปัจจัยกระบวนการเคลือบและไม่เคลือบผิวเพียงอย่างเดียว และผลรวมกันระหว่างกระบวนการเคลือบและไม่เคลือบผิวกับสารละลายที่เข้ามาเกี่ยวข้อง ทั้ง 2 ปัจจัยนี้จึงมีผลต่อความหยาบพื้นผิวอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่  $p$ -value 0.000 ( $p < 0.05$ )

ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดที่กำลังขยาย 10,000 เท่าทั้งก่อนและหลังแช่น้ำลายเทียมและสารละลายกรดซิตริก ทั้ง 2 กลุ่ม พบว่าก่อนแช่สารละลาย ชิ้นตัวอย่างทุกกลุ่มมีลักษณะพื้นผิวค่อนข้างเรียบเป็นส่วน

ใหญ่ พบหลุมร่องจากฟองอากาศขนาดเล็กในการเคลือบแก้ว ส่วนหลังจากแช่น้ำลายเทียม 14 วันและกรดซिटริก 8 ชั่วโมงพบว่ามีการเปลี่ยนแปลงของพื้นผิวน้อย ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 แสดงภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดที่กำลังขยาย 10,000 เท่า (ก) กลุ่มไม่เคลือบก่อนแช่สารละลาย (ข) กลุ่มเคลือบก่อนแช่สารละลาย (ค) กลุ่มไม่เคลือบหลังแช่น้ำลายเทียม (ง) กลุ่มเคลือบหลังแช่น้ำลายเทียม(จ) กลุ่มไม่เคลือบหลังแช่กรดซิทริก (ฉ) กลุ่มเคลือบหลังแช่กรดซิทริก

### อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

จากผลการศึกษาที่แสดงให้เห็นว่ายอมรับสมมติฐานหลัก คือไม่มีความแตกต่างของการเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ยความหยาบพื้นผิว ( $R_a$ ) ของโมโนลิธิคเซอร์โคเนียโปร่งแสงที่ผ่านการเคลือบและไม่เคลือบพื้นผิวหลังแช่ในสารละลายกรดซิทริก นอกจากนี้อิทธิพลของสารละลายและเวลาไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ยความหยาบพื้นผิวของชิ้นงานทุกกลุ่มหลังจากนำไปแช่ในสารละลาย

การศึกษานี้ทำการขัดพื้นผิวโมโนลิธิคเซอร์โคเนียโปร่งแสงโดยใช้ manual polishing protocol แบบไม่ใช้น้ำในการระบายความร้อน ซึ่งพบว่าการขัดแบบ final polishing เพียงอย่างเดียวให้ความเรียบอยู่ในช่วง  $0.224 \pm 0.020$  และ  $0.255 \pm 0.017$  ไมครอน ส่วนกลุ่มเคลือบให้ความเรียบอยู่ในช่วง  $0.134 \pm 0.032$  และ  $0.105 \pm 0.028$  ไมครอน หลังผ่านการแช่สารละลายกรดซิทริก ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Chun et al. (2017) และ Khayat et al. (2018) ที่ว่าการขัดที่เหมาะสมทำให้มีความเรียบได้ใกล้เคียงการเคลือบแก้ว แต่การขัดจะทำให้มีพื้นผิวที่สม่ำเสมอมากกว่าการเคลือบแก้ว อย่างไรก็ตามค่า

ความหยาบของพื้นผิวของกลุ่มไม่เคลือบมีค่า Ra มากกว่ากลุ่มเคลือบแก้ว ซึ่งสูงเกินค่าความหยาบที่ไม่ก่อให้เกิดการเกาะติดของคราบจุลินทรีย์คือไม่เกิน 0.2 ไมครอน (Rei et al., 2003) แต่เรียกว่าพื้นผิวของ enamel ซึ่งการศึกษาของ Willems et al. (1993) พบว่า ความหยาบพื้นผิวของ enamel ในบริเวณจุดสัมผัสมีค่า  $0.64 \pm 0.25$  ไมครอน แสดงถึงว่ายังมีความเรียบที่เหมาะสมในการใช้งานทางคลินิกได้

ทั้งนี้ความหยาบพื้นผิวที่ยังคงสูงกว่าค่าการเกาะของจุลินทรีย์อาจเกิดจาก แรงขัด 40 กรัมซึ่งอาจน้อยไป รวมถึงการขัดแบบทิศทางเดียวทำให้เกิดพื้นผิวที่เป็นร่อง จึงแนะนำว่าอาจต้องใช้วิธีการอื่นในการขัด เช่นเพิ่มแรงเป็น 1-2 นิวตัน (Heintze et al., 2006) หรือขัดในทิศทางไปกลับ (Khayat et al., 2018) นอกจากนี้การขัดด้วยชุดหัวขัด VITA SUPRINITY® polishing set ตามคำแนะนำของบริษัททำให้พื้นผิวไม่เรียบมากพอ อาจต้องเปลี่ยนไปใช้หัวขัดเซอร์โคเนียเฉพาะซึ่งอาจจะมีองค์ประกอบของผงเพชรที่มากกว่าที่สามารถขัดเซอร์โคเนียได้เรียบเพิ่มขึ้น และอาจใช้ผงขัดเพชรร่วมกับการขัดซึ่งสามารถช่วยเพิ่มความเรียบให้กับพื้นผิวของเซอร์โคเนียได้ (Miyazaki et al., 2013) อย่างไรก็ตามจากการศึกษาของ Caglar et al. (2018) พบว่าแม้จะใช้หัวขัดจำเพาะของการขัดเซอร์โคเนียโดยตรงยังพบว่าค่า Ra ยังหยาบเกินค่า 0.2 ไมครอน ซึ่งได้ค่า Ra อยู่ในช่วงอยู่ในช่วง  $0.28 \pm 0.07$  ไมครอน ซึ่งใกล้เคียงกับ Ra หลังขัดด้วยหัวขัด VITA SUPRINITY® polishing set อยู่ในช่วง Ra  $0.225 \pm 0.019$  และ  $0.268 \pm 0.026$  ไมครอนของการศึกษาปัจจุบัน แต่การศึกษาดังกล่าวใช้หัวขัดเซอร์โคเนียคนละบริษัทกับผู้ผลิตเซอร์โคเนีย

เมื่อพิจารณาถึงความหนาของชั้นเคลือบของการศึกษานี้ ความหนาวัสดุที่ใช้ในการเคลือบ หนาประมาณ  $0.067 \pm 0.01$  มม. ซึ่งหนาว่าการใช้งานจริงห้องปฏิบัติการ แต่อย่างไรก็ตามยังอยู่ในช่วงความหนาที่เหมาะสมคือช่วง 50-100 ไมครอน (Kelly, Benetti, 2011; Miyazaki et al., 2013) การศึกษานี้จึงพบว่าการกัดกร่อนของกรดซิตริกไม่ได้ทำลายชั้นเคลือบผิวของโมโนลิธิคเซอร์โคเนียโปร่งแสง เนื่องมาจากกรดซิตริกที่มีความเป็นกรดอ่อน เมื่อแตกตัวในน้ำมีการปล่อยเพียงแค่ H<sup>+</sup> ion และผล chelating effect ได้กับบางองค์ประกอบเช่น แคลเซียม (Featherstone et al., 2006) รวมไปถึงค่า pH ของน้ำลายเทียมอยู่ในช่วง pH เฉลี่ย  $6.5 \pm 0.13$  ซึ่งยังมีฤทธิ์ไปทางกรดอ่อนๆ จึงทำให้ผลของค่าความหยาบพื้นผิวของกลุ่มที่ผ่านการแช่กรดใกล้เคียงกับหลังแช่น้ำลายเทียม สอดคล้องกับการศึกษาของ Demirhanoglu and Sahin (1992) และ Demirel et al. (2005) ที่ไม่พบการเปลี่ยนแปลงความหยาบพื้นผิวที่ชัดเจนในการเคลือบผิว รวมถึงการศึกษาของ Xie et al. (2015) ที่พบว่าสารละลายกรดซิตริกกัดกร่อนพื้นผิวเซอร์โคเนียได้น้อย แต่ไม่สอดคล้องกับการศึกษาของ Kukiattrakoon et al. (2011) และ Sokkary et al. (2017) ที่พบการว่ามีความหยาบพื้นผิวเพิ่มขึ้นในกลุ่มที่เคลือบผิวมากกว่ากลุ่มไม่เคลือบผิวอย่างชัดเจน

การศึกษานี้ได้จำลองสภาวะการสัมผัสกรดซิตริกและน้ำลายในช่องปาก ด้วยการแช่กรดซิตริกเป็นเวลา 8 ชั่วโมงและน้ำลายเทียม 14 วัน โดยอ้างอิงจากการศึกษาของ Demirhanoglu and Sahin (1992) และ Demirel et al. (2005) ที่อนุมานว่า ในแต่ละวันจะมีการสัมผัสกับกรดซิตริกในช่องปาก 40 วินาทีต่อวัน ดังนั้นการสัมผัสกรดซิตริกต่อเนื่องเป็นเวลา 8 ชั่วโมงจึงเทียบเท่ากับการจำลองช่วงเวลาสัมผัส 2 ปีในปาก และ การศึกษาของ Sokkary et al. (2017) ที่ระบุว่า การสัมผัสน้ำลายเทียมต่อเนื่อง 14 วันเทียบเท่ากับการจำลองช่วงเวลาสัมผัส 2 ปีในปาก ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบความหยาบพื้นผิวของการศึกษานี้พบว่า ไม่มีการเปลี่ยนแปลงความหยาบพื้นผิวของกลุ่มเคลือบผิวหลังแช่ในกรดซิตริก 2% เหมือนกับผลการศึกษาของ Demirhanoglu and Sahin (1992) และ Demirel et al. (2005) ที่ศึกษาการเคลือบบนผิว glass ceramic พบว่าความหยาบพื้นผิวเพิ่มขึ้นอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อแช่ในกรดดังกล่าวเป็นเวลา 8 ชั่วโมง แต่ไม่สอดคล้องกับการศึกษาของ Sokkary et al. (2017) ที่ศึกษาการเคลือบบนผิว zirconia reinforced glass ceramic (ZLS) ซึ่งพบว่ากลุ่มเคลือบผิวมีความหยาบพื้นผิวเพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มไม่เคลือบ ทั้งในกลุ่มที่แช่น้ำลายเทียม 14 วัน และ กรดซิตริก 8 ชั่วโมง โดยกลุ่ม



ควบคุมที่แช่ในน้ำลายเทียมมีความหยาบน้อยกว่ากลุ่มที่แช่ในกรด อย่างไรก็ตามผลการศึกษาดังที่กล่าวมานี้มีความแตกต่างกับผลการศึกษาปัจจุบันอาจเนื่องมาจากวัสดุที่ใช้ศึกษาเป็นวัสดุต่างชนิดกัน

ในการศึกษานี้เลือกวิธีวัดโดยใช้ contact profilometer วัดความหยาบพื้นผิว ซึ่งมีความเหมาะสม เนื่องจากชั้นเคลือบแก้วมีความกระเจิงแสงจึงอาจทำให้ผลของค่าความหยาบพื้นผิวเบี่ยงเบนได้หากใช้ non-contact profilometer แบบเลเซอร์ (Field et al., 2010) นอกจากนี้เมื่อทำการศึกษานำร่องก่อนหน้าพบว่ามีวัสดุความหยาบพื้นผิวซ้ำในกลุ่มเคลือบแก้ววัดค่าได้ไม่คงที่เมื่อใช้เครื่อง non-contact profilometer

ด้วยข้อจำกัดของการศึกษานี้ เมื่อพิจารณาการจำลองสภาวะ 2 ปีในช่องปากแล้ว แสดงให้เห็นว่าผิวของโมโนลิธิคเซอร์โคเนียโปร่งแสงที่ไม่ได้เคลือบมีการเปลี่ยนแปลงความหยาบพื้นผิวไม่แตกต่างกับกลุ่มเคลือบผิวเมื่อสัมผัสกับกรดซิตริกความเข้มข้น 2% อย่างไรก็ตามถึงแม้จะยังไม่พบความหยาบพื้นผิวเพิ่มขึ้นชัดเจนในช่วงเวลาดังกล่าว แต่การใช้งานของวัสดุชนิดนี้ในทางปฏิบัตินั้นอาจจะต้องสัมผัสกับสภาวะในช่องปากยาวนานหลายปี จึงอาจจะต้องเพิ่มระยะเวลาในการศึกษามากขึ้นเพื่อให้เห็นผลที่แตกต่างอย่างชัดเจน ซึ่งผู้ให้การรักษาควรคำนึงถึงปัจจัยเหล่านี้ด้วย หากต้องเคลือบผิวของโมโนลิธิคเซอร์โคเนียโปร่งแสงในผู้ป่วยที่มักจะบริโภคอาหารที่มีกรดซิตริก

#### กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ บริษัทพีซีเดนทอลแลป ที่ให้ความอนุเคราะห์ในด้านสถานที่ และอุปกรณ์ในการทำวิจัยในครั้งนี้ ตลอดจนศูนย์วิจัยทันตวัสดุศาสตร์ คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่อนุเคราะห์ห้องปฏิบัติการด้านสถานที่และวิเคราะห์ผล

#### เอกสารอ้างอิง

- Anusavice KJ. Degradability of dental ceramics. *Advances in dental research*. 1992 Sep; 6(1): 82-9.
- Anusavice KJ, Shen C, Rawls HR. *Phillips' science of dental materials*: Elsevier Health Sciences; 2013.
- Caglar I, Ates SM, Yesil Duymus Z. The effect of various polishing systems on surface roughness and phase transformation of monolithic zirconia. *The journal of advanced prosthodontics*. 2018 Apr 1; 10(2): 132-7.
- Chun EP, Anami LC, Bonfante EA, Bottino MA. Microstructural analysis and reliability of monolithic zirconia after simulated adjustment protocols. *Dental Materials*. 2017 Aug 1; 33(8): 934-43.
- Demirhanoglu S. Effects of topical fluorides and citric acid on overglazed and autoglazed porcelain surfaces. *International Journal of Prosthodontics*. 1992; 5(5).
- Demirel F, Yüksel G, Muhtarogulları M, Çekiç C. Effect of topical fluorides and citric acid on heat-pressed all-ceramic material. *International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry*. 2005; 25(3).
- Denry I, Kelly JR. State of the art of zirconia for dental applications. *Dent Mater*. 2008; 24(3): 299-307.
- Featherstone JD, Lussi A. Understanding the chemistry of dental erosion. In *Dental erosion 2006* (Vol. 20, pp. 66-76). Karger Publishers.
- Field J, Waterhouse P, German M. Quantifying and qualifying surface changes on dental hard tissues in vitro. *J Dent*. 2010; 38(3): 182-90.
- Heintze SD, Forjanic M, Rousson V. Surface roughness and gloss of dental materials as a function of force and polishing time in vitro. *Dent Mater*. 2006; 22(2): 146-65.



- Kelly JR, Benetti P. Ceramic materials in dentistry: historical evolution and current practice. *Aust Dent J.* 2011; 56 Suppl 1: 84-96.
- Khayat W, Chebib N, Finkelman M, Khayat S, Ali A. Effect of grinding and polishing on roughness and strength of zirconia. *The Journal of prosthetic dentistry.* 2018 Apr 1; 119(4): 626-31.
- Kukiattrakoon B, Hengtrakool C, Kedjarune-Leggat U. Effect of acidic agents on surface roughness of dental ceramics. *Dental research journal.* 2011; 8(1): 6.
- Miyazaki T, Nakamura T, Matsumura H, Ban S, Kobayashi T. Current status of zirconia restoration. *J Prosthodont Res.* 2013; 57(4): 236-61.
- McLaren EA, Lawson N, Choi J, Kang J, Trujillo C. New High-Translucent Cubic-Phase-Containing Zirconia: Clinical and Laboratory Considerations and the Effect of Air Abrasion on Strength. *Compendium.* 2017.
- Reis AF, Giannini M, Lovadino JR, Ambrosano GM. Effects of various finishing systems on the surface roughness and staining susceptibility of packable composite resins. *Dental Materials.* 2003; 19(1): 12-8.
- Sokkary AE, Elguindy J, Shihi OE. Effect of Surface Finish and Acidic pH Media on the Surface Roughness and the Color Stability of Zirconium Reinforced Lithium Silicate Glass Ceramics (An In-Vitro Study). *Acta Scientific Dental Sciences.* 2018; 2(2): 21-7.
- Vichi A, Fonzar RF, Goracci C, Carrabba M, Ferrari M. Effect of Finishing and Polishing on Roughness and Gloss of Lithium Disilicate and Lithium Silicate Zirconia Reinforced Glass Ceramic for CAD/CAM Systems. *Operative dentistry.* 2018 Jan; 43(1): 90-100.
- West N, Hughes J, Addy M. Erosion of dentine and enamel in vitro by dietary acids: the effect of temperature, acid character, concentration and exposure time. *Journal of oral rehabilitation.* 2000; 27(10): 875-80.
- Willems G, Lambrechts P, Braem M, Vanherle G. Composite resins in the 21st century. *Quintessence International.* 1993 Sep 1; 24(9).
- Xie H, Shen S, Qian M, Zhang F, Chen C, Tay FR. Effects of Acid Treatment on Dental Zirconia: An In Vitro Study. *PLoS One.* 2015; 10(8): e0136263.