การไหลแผ่ของน้ำกลั่นบนแผ่นเซรามิกที่ถูกปรับปรุงพื้นผิวด้วยสารละลายคู่ควบไซเลนชนิดต่าง ๆ

The Flow of Distilled Water on Ceramic Plate Treated with Various Types of Silane Coupling Agent Solution

ภัทรณัฎฐ์ บัณฑิตคุณานนต์[1], พิสัยศิษฎ์ ชัยจรีนนท์[1]
[1]ภาควิชาทันตกรรมประดิษฐ์, คณะทันตแพทยศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Pattaranat Banthitkhunanon[1], Pisaisit Chaijareenont[1]
[1]Department of Prosthodontics, Faculty of Dentistry, Chiang Mai University

ชม. ทันตสาร 2560; 38(3) : 103-110
CM Dent J 2017; 38(3) : 103-110

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์: ศึกษาการไหลแผ่ของน้ำกลั่นบนแผ่นเซรามิกที่ถูกปรับปรุงพื้นผิวด้วยสารละลายคู่ควบไซเลนชนิดต่างๆ

วัสดุและวิธีการ: แผ่นเซรามิก 40 แผ่น ขนาด 10x10x1 มิลลิเมตร ขัดด้วยกระดาษทรายน้ำเบอร์ 1000 เพื่อปรับความเรียบ ทดสอบด้วยเครื่องทดสอบความหยาบผิวให้มีความเรียบใกล้กัน แบ่งกลุ่มการทดลองเป็น 4 กลุ่ม คือ 1. กลุ่มควบคุม กลุ่มที่ 2 3 และ 4 ปรับปรุงพื้นผิวแผ่นเซรามิกด้วยสารละลายคู่ควบไซเลนเอ็มพีเอส สารละลายคู่ควบไซเลนเอพีเอสและสารละลายคู่ควบไซเลนเอเอพีเอส

Abstract

Objective: The aim of this study was to investigate the flow of distilled water on ceramic plate treated with various types of silane coupling agent solution.

Materials and Methods: Forty pieces of 10x10x1 mm ceramic plates were polished with 1000 grit sandpaper to smoothing and were standardized using profilometer. The specimens were divided into 4 groups; which were: 1 controlled group and 2, 3, 4 treated ceramic plate with MPS APS and AAPS.

Corresponding Author:

พิสัยศิษฎ์ ชัยจรีนนท์
อาจารย์ ดร. ภาควิชาทันตกรรมประดิษฐ์
คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Pisaisit Chaijareenont
Lecturer, Dr., Department of Prosthodontics, Faculty of Dentistry,
Chiang Mai University, Chiang Mai, 50200, Thailand
*E-mail: **yodent@hotmail.com***

ตามลำดับ ทดสอบการไหลแผ่โดยหยดน้ำกลั่นลงบนแผ่นเซรามิก วัดมุมสัมผัสระหว่างน้ำกลั่นกับพื้นผิวโดยใช้เครื่องวัดมุมสัมผัส วิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของมุมสัมผัสด้วยสถิติชนิดความแปรปรวนแบบทางเดียวและทดสอบเชิงซ้อนด้วยวิธีทูกี้ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ผลการศึกษา: กลุ่มปรับปรุงพื้นผิวแผ่นเซรามิกด้วยสารละลายคู่ควบไซเลนเอ็มพีเอสให้ค่ามุมสัมผัสน้อยที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยกลุ่มควบคุมให้ค่ามุมสัมผัสมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มอื่นๆ

สรุปผลการศึกษา: ความหยาบผิวของแผ่นเซรามิกมีค่าใกล้เคียงกันในทุกแผ่นและหลังจากปรับปรุงพื้นผิวพบว่าค่ามุมสัมผัสในกลุ่มปรับปรุงพื้นผิวแผ่นเซรามิกด้วยสารละลายคู่ควบไซเลนเอ็มพีเอสน้อยที่สุด

คำสำคัญ: แผ่นเซรามิก มุมสัมผัส สารละลายคู่ควบไซเลน

Water flow on ceramic plates was tested. The contact angle between distilled water and ceramic surface was measured using a contact angle tester. Average contact angle values were analyzed using 1-way analysis of variance followed by Tukey's multiple comparison test (α =0 .05).

Results: MPS silane coupling agent-treated ceramic plate group demonstrated the significantly lowest contact angle values, whereas control group showed the highest values among the tested groups.

Conclusions: Surface roughness of all ceramic plates was similar. The lowest contact angle value was exhibited in ceramic plates treated with MPS silane coupling agent group.

Keywords: ceramic plate, contact angle, silane coupling agent

บทนำ

ในปัจจุบันทันตกรรมเพื่อความสวยงามเป็นที่นิยมมากขึ้นโดยเฉพาะการรักษาด้วยครอบฟันชนิดเซรามิก อายุการใช้งานของครอบฟันเซรามิกขึ้นกับการยึดติดกันระหว่างครอบฟันกับเนื้อฟันธรรมชาติด้วยสารยึดติดชนิดเรซิน[1-3] จึงควรสร้างให้บริเวณพื้นผิวรอยต่อระหว่างวัสดุที่เป็นชิ้นงานบูรณะและวัสดุยึดติดชนิดเรซิน เกิดการยึดติดทางกลขนาดเล็ก (micromechanical retention) และทางเคมี (chemical retention) ร่วมกัน[4] การเพิ่มการยึดติดทางกลทำได้โดยเพิ่มความขรุขระพื้นผิวเพื่อให้มีการแทรกซึมของวัสดุยึดติดชนิดเรซิน วิธีที่นิยมคือการเป่าทราย (sand blasting)[2] ด้วยอนุภาคอลูมิน่า (Al_2O_3)[5,6] ส่วนการเพิ่มการยึดติดทางเคมีนั้นนิยมใช้สารละลายคู่ควบไซเลน (silane coupling agent solution) เพื่อให้เกิดพันธะเคมีระหว่างชิ้นงานเซรามิกที่มีส่วนผสมของซิลิกาเป็นองค์ประกอบ (ceramic silica based) เท่านั้นกับวัสดุยึดติดชนิดเรซิน[7-9]

แต่อย่างไรก็ดี เซรามิกชนิดที่มีส่วนผสมของซิลิกาเป็นองค์ประกอบมีข้อเสียคือ ความแข็งเปราะ แตกหักได้เมื่ออยู่ภายใต้แรงบดเคี้ยวหรือแรงขณะทำการยึดติด[2] ความล้มเหลวที่เกิดขึ้นในทางคลินิกมักเริ่มบริเวณพื้นผิวที่เป็นส่วนสัมผัสกับสารยึดติด[10-12] เมื่อทำการศึกษาด้วยระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ (Finite element) พบบริเวณนี้มีลักษณะเป็นช่องว่างและเป็นบริเวณที่มีความเครียดแรงดึงสูงที่สุดทำให้เป็นจุดอ่อนแอที่สุดของชิ้นงาน[11,13] ดังนั้นการเพิ่มการยึดติดทางกลและทางเคมีในบริเวณดังกล่าวเป็นสิ่งที่จำเป็น[4,14]

การเตรียมพื้นผิวมีวัตถุประสงค์เพื่อให้มีการยึดติดในระดับโมเลกุลระหว่างพื้นผิวชิ้นงานบูรณะที่ต้องการยึดติดกับส่วนของวัสดุยึดเรซินและก่อให้เกิดแรงยึดติดจากภายใน (intrinsic adhesion force) ระหว่างพื้นผิวขึ้น สามารถทำได้โดย การเป่าด้วยอนุภาค (grit blasting) การขัดสี (abrasion) การฉาบด้วยพลาสมา (plasma coating) การยิงด้วยเลเซอร์ (laser ablation) โซล-เจล (sol-gel) และการทาสารละลายคู่ควบไซเลน[15] เป็นต้น ในการศึกษาที่ผ่านมาได้ทดสอบแรงยึดระหว่างเรซินกับเซรามิกโดยเตรียมพื้นผิวของเซรามิกแบบต่าง ๆ เช่นการศึกษาของ Ozcan ในปี 2003[16] พบว่าการใช้กรดไฮโดรฟูริกในการเตรียมพื้นผิวเซรามิกให้ค่ากำลังยึดเฉือนสูงที่สุดโดยกรดจะไปเพิ่มหมู่ไฮดรอกซิล (hydroxyl groups) บนผิวเซรามิกเพิ่มการยึดติดทางเคมี

และเกิดรูพรุนเล็กๆเพิ่มการยึดติดทางกล สอดคล้องกับการศึกษาของ De Carvalho และคณะในปี 2011[17] ได้กล่าวว่าการใช้กรดไฮโดรฟูริกร่วมกับการใช้สารคู่ควบไซเลนในการเตรียมผิวเซรามิกให้ค่าแรงยึดระหว่างเรซินกับเซรามิกสูงที่สุด

สารคู่ควบไซเลน เป็นสารสังเคราะห์ที่ประกอบด้วยสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์รวมอยู่ด้วยกัน ช่วยในการส่งเสริมการยึดติดระหว่างวัสดุต่างชนิดกัน สารละลายคู่ควบไซเลนมีสูตรโครงสร้างคือ $(RO)_3SiCX\text{-}Y$ โดยกลุ่ม RO เช่น เมทอกซี (methoxy: $-O-CH_3$) อีทอกซี (ethoxy: $-O-CH_2CH_3$) เป็นส่วนที่สามารถทำปฏิกิริยากับพื้นผิวของสารอนินทรีย์ เช่น กลาสเซรามิก วัสดุอัดแทรกต่าง ๆ และโลหะ กลุ่ม CX เป็นโครงสร้างมีคาร์บอน (carbon) เป็นองค์ประกอบ และ Y เป็นส่วนอะมิโน (amino) หรือเมทาคริเลต (methacrylate) เป็นส่วนที่ทำปฏิกิริยากับสารอินทรีย์ในเรซิน เมทริกซ์ (resin matrix) โดยสารละลายคู่ควบไซเลนจะเพิ่มความสามารถในการไหลแผ่แบบชอบน้ำ (hydrophilic flow) ของเรซินระหว่างพื้นผิวของเซรามิกกับเรซินได้[18,19] สารคู่ควบไซเลนที่ใช้ในทางทันตกรรมมีหลายชนิดเช่น อะคริเลตไซเลน (acrylate silane) อะมิโนไซเลน (amino silane) ที่ใช้มากที่สุดคืออะคริเลตไซเลนชนิดไตรเมทาไครลอกซีโพรพิวไตรเมทอกซีไซเลน (tri-methacryloxypropyltrimethoxysilane) หรือ เอ็มพีเอส (MPS) ซึ่งทำมาในรูปพรีไฮโดรไลซ์ (pre-hydrolyzed) ในสารละลายที่เป็นกรด มีเอทานอล (ethanol) และน้ำเป็นส่วนประกอบ[19,20] แต่ปัจจุบันการศึกษาในแง่การไหลแผ่ซึ่งเป็นคุณสมบัติสำคัญในการเพิ่มการยึดติดโดยการวัดค่ามุมสัมผัส (contact angle, θ) ยังไม่มีการศึกษาที่ชัดเจนระหว่างอะคริเลตไซเลนกับอะมิโนไซเลน การศึกษานี้จึงมุ่งศึกษาการไหลแผ่ของน้ำกลั่นโดยวัดค่ามุมสัมผัส บนแผ่นเซรามิกชนิดที่มีซิลิกาเป็นองค์ประกอบที่ถูกปรับปรุงพื้นผิวด้วยสารละลายคู่ควบไซเลนชนิดอะคริเลตไซเลนและอะมิโนไซเลน โดยมีสมมติฐานของงานวิจัยคือไม่มีความแตกต่างของค่ามุมสัมผัสของน้ำกลั่นบนแผ่นเซรามิกที่ถูกปรับปรุงพื้นผิวด้วยสารละลายคู่ควบไซเลนต่างชนิดกัน

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

เตรียมแผ่นเซรามิกสำเร็จรูปโดยมีซิลิการ้อยละ 98 เป็นองค์ประกอบ (AMPS LLC, New York, United States) ขนาดกว้าง 10 มิลลิเมตร ยาว 10 มิลลิเมตรและหนา 1 มิลลิเมตร นำไปขัดให้เรียบด้วยจานกากเพชร (diamond disc) ภายใต้การหล่อเย็นด้วยน้ำ จำนวน 40 ชิ้น ขัดพื้นผิวบริเวณที่จะเตรียมพื้นผิวด้วยกระดาษทรายน้ำเบอร์ 1000 เพื่อปรับความขรุขระของพื้นผิวให้เรียบเสมอกัน ทำความสะอาดชิ้นงานด้วยเครื่องล้างอัลตราโซนิก (ultrasonic cleaner) ในน้ำกลั่นเป็นเวลา 5 นาทีจากนั้นทิ้งไว้ให้แห้ง นำแผ่นเซรามิกไปตรวจสอบความขรุขระด้วยเครื่องทดสอบความหยาบผิว(profilometer, TalyScan 150, Taylor Hobson Ltd., Leicester, UK) กำหนดพื้นที่ในการวัดเป็น 4 ตารางมิลลิเมตรโดยการตั้งค่าพื้นที่ในเครื่องทดสอบ วัด 3 บริเวณต่อชิ้นงานโดยการสุ่มบริเวณให้ไม่ซ้ำกัน บันทึกข้อมูลเป็นค่าเฉลี่ยความขรุขระต่อชิ้นงาน

การเตรียมสารละลายคู่ควบไซเลน

สารละลายคู่ควบไซเลนและสารละลายเอทานอลที่ใช้แสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 *สารละลายคู่ควบไซเลนและสารละลายเอทานอลที่ใช้ในการศึกษานี้*

Table 1 *Silane coupling agent and solution used in the present study.*

Name	Code	Brand or Cat. No.	Mfg.	Lot. No.
3-methacryloxypropyl trimethoxysilane	MPS	KBM 503	Shin-Etsu Chemical, Tokyo, Japan	03999
3-aminopropyl Triethoxysilane	APS	KBE 903	Shin-Etsu Chemical, Tokyo, Japan	507147
N-2 (aminoethyl) 3-aminopropyl Triethoxysilane	AAPS	KBE 603	Shin-Etsu Chemical, Tokyo, Japan	503038
Ethanol	ETH	414608	Carlo erba, Milan, Italy	V9M800259M

เตรียมสารละลายเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 70 ผสมในสารละลายคู่ควบไซเลนเอ็มพีเอส เอพีเอสและเอเอพีเอส ความเข้มข้นร้อยละ 2[8,20] เก็บสารละลายสารละลายคู่ควบไซเลนที่ผสมแล้วในถ้วยโพลีเอทีลีนเป็นเวลา 5 นาที เพื่อให้เกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส (hydrolyze reaction)[20]

นำแผ่นเซรามิกที่เตรียมไว้มาแช่ในสารละลายสารละลายคู่ควบไซเลนชนิดต่าง ๆ เป็นเวลา 3 นาที จากนั้นนำขึ้นมาปล่อยให้แผ่นเซรามิแห้งที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 14 วัน ก่อนทำการทดสอบ[18] โดยแบ่งจำนวนชิ้นงานออกเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มละ 10 ชิ้นดังนี้

1. กลุ่มควบคุม (control) คือกลุ่มที่ไม่ได้นำแผ่นเซรามิกมาปรับปรุงพื้นผิว

2. กลุ่มที่นำแผ่นเซรามิกมาปรับปรุงพื้นผิวด้วยสารละลายสารละลายคู่ควบ เอ็มพีเอส

3. กลุ่มที่นำแผ่นเซรามิกมาปรับปรุงพื้นผิวด้วยสารละลายสารละลายคู่ควบเอพีเอส

4. กลุ่มที่นำแผ่นเซรามิกมาปรับปรุงพื้นผิวด้วยสารละลายสารละลายคู่ควบเอเอพีเอส

การทดสอบแรงตึงผิวและค่ามุมสัมผัส

ทดสอบแรงตึงผิวโดยหยดน้ำกลั่นปริมาตร 10 ไมโครลิตรต่อหยด จากเครื่องหยดแนวดิ่งลงบนแผ่นเซรามิกที่เตรียมและไม่เตรียมพื้นผิวด้วยสารละลายคู่ควบไซเลนในกลุ่มทดลองทั้ง 4 กลุ่ม วัดมุมสัมผัสระหว่างน้ำกลั่นกับพื้นผิวเซรามิกหลังหยดน้ำกลั่น 3 นาที โดยใช้เครื่องวัดมุมสัมผัส (Contact angle tester [DSA 10-MK2, Kruss Optronic, Hamburg, Germany]) อ่านค่ามุมโดยโปรแกรมวัดมุมอัตโนมัติทั้งสองด้านของมุม นำค่าเฉลี่ยของมุมสัมผัสมาวิเคราะห์ทางสถิติชนิดความแปรปรวนแบบทางเดียวและทดสอบเชิงซ้อนด้วยวิธีทูกี้ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ผลการศึกษา

ค่าเฉลี่ยความขรุขระพื้นผิวของแผ่นเซรามิกก่อนปรับปรุงพื้นผิวด้วยสารละลายคู่ควบไซเลนมีค่าเท่ากับ 0.25±0.03 ไมโครเมตร ค่าเฉลี่ยมุมสัมผัสในแต่ละกลุ่มแสดงดังตารางที่ 2 โดยในกลุ่มแผ่นเซรามิกที่ปรับปรุงพื้นผิวด้วยสารละลายสารละลายคู่ควบไซเลน เอ็มพีเอส ให้ค่ามุมสัมผัส (องศา) น้อยที่สุด (57.2°±2.5) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ตารางที่ 2 *ค่ามุมสัมผัสเฉลี่ย (ค่าเบี่ยงเบน) ของกลุ่มต่างๆ*

Table 2 *Average contact angles (standard deviations) in degree (°) of various silanized groups.*

Silane coupling agents (n=10)	Contact angles (standard deviations)
Control	84.7(1.3)^{D}
MPS	57.2 (2.5)^{A}
APS	62.8 (2.7)^{B}
AAPS	78.1(2.8)^{C}

*Values with the different letters are statistically significant different ($p<0.05$)

รูปแสดงลักษณะหยดน้ำกลั่นที่ไหลแผ่บนแผ่นเซรามิกถ่ายด้วยเครื่องวัดมุมสัมผัส แสดงดังรูปที่ 1

กลุ่มควบคุม MPS AAPS APS

รูปที่ 1 *ลักษณะมุมสัมผัสของทุกกลุ่ม*

Figure 1 *Contact angles of all groups.*

บทวิจารณ์

การศึกษานี้เลือกใช้การทดลองวิเคราะห์มุมสัมผัสเพื่อวัดการไหลแผ่ของหยดน้ำกลั่นบนแผ่นเซรามิกที่ถูกปรับปรุงพื้นผิวด้วยสารละลายคู่ควบไซเลนสามชนิดที่นิยมใช้ในทางทันตกรรมได้แก่ เอ็มพีเอส เอพีเอส และเอเอพีเอส เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมแผ่นเซรามิกไม่ถูกปรับปรุงพื้นผิวซึ่งผลการทดลองได้ปฏิเสธสมมติฐานของงานวิจัยคือค่ามุมสัมผัสของน้ำกลั่นบนพื้นผิวแผ่นเซรามิกที่ปรับปรุงด้วยสารละลายคู่ควบไซเลนต่างชนิดกันมีความแตกต่างกัน

มุมสัมผัสเป็นมุมที่เกิดระหว่างระนาบของเหลวกับก๊าซและระนาบของเหลวกับของแข็ง ซึ่งเป็นผลมาจากสมดุลระหว่างแรงยึดติด (adhesion force) กับแรงเชื่อมแน่น (cohesion force) มุมสัมผัสสามารถบอกแนวโน้มที่ของเหลวจะไหลแผ่บนพื้นผิวเรียบของของแข็ง โดยมุมสัมผัสจะแปรผกผันกับความสามารถในการกระจายตัวของของเหลว[21] การศึกษานี้ได้ปรับพื้นผิวของแผ่นเซรามิกให้มีความขรุขระใกล้เคียงกันทุกแผ่นโดยขัดด้วยกระดาษทรายน้ำเบอร์ 1000 และวัดค่าความขรุขระของชิ้นเซรามิกทดสอบด้วยเครื่องทดสอบความหยาบผิวก่อนปรับสภาพพื้นผิวได้ค่าใกล้เคียงกัน (0.25±0.03 ไมโครเมตร) เพื่อตัดปัจจัยของความขรุขระผิวที่มีผลต่อค่ามุมสัมผัสก่อนการปรับปรุงพื้นผิวได้ โดยค่ามุมสัมผัสที่เกิดขึ้นจะเป็นผลโดยตรงจากการปรับปรุงพื้นผิวด้วยสารละลายคู่ควบไซเลนชนิดต่าง ๆ มุมสัมผัสที่น้อยกว่า 90 องศา หมายถึงสภาวการณ์เปียกของพื้นผิวอยู่ในระดับดีมากและของเหลวจะกระจายออกไปเป็นบริเวณกว้าง เรียกพื้นผิวนั้นว่าพื้นผิวที่มีการกระจายตัวของของเหลวที่ดี (surface hydrophilic)

ในกรณีที่มุมสัมผัสมีค่ามากกว่า 90 องศา หมายถึงสภาวการณ์เปียกของพื้นผิวอยู่ในระดับไม่ดี ของเหลวเกิดการสัมผัสกับพื้นผิวเพียงเล็กน้อยลักษณะเป็นทรงหยดน้ำค้างเรียกพื้นผิวนี้ว่าพื้นผิวที่มีการกระจายตัวของของเหลวไม่ดี (surface hydrophobic) และพื้นผิวที่มีการกระจายตัวไม่ดีอย่างมาก (surface super-hydrophobic) เกิดมุมสัมผัสที่มากกว่า 150 องศา[22] ซึ่งผลการศึกษาในครั้งนี้สารละลายคู่ควบไซเลนทั้งสามชนิดให้ค่ามุมสัมผัสของน้ำกลั่นที่น้อยกว่า 90 องศาและมีค่าน้อยที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในกลุ่มที่ปรับปรุงพื้นผิวด้วยสารละลายคู่ควบไซเลนเอ็มพีเอส (57.2°±2.5) สรุปผลได้ว่าเมื่อทำการปรับปรุงผิวของแผ่นเซรามิกด้วยสารละลายคู่ควบไซเลนทั้งสามชนิดทำให้พื้นผิวมีแนวโน้มให้เกิดการกระจายของของเหลวได้ดีขึ้นโดยสารคู่ควบไซเลนเอ็มพีเอส มีคุณสมบัติการมีขั้วและมีสายโมเลกุลที่สั้นมีน้ำหนักโมเลกุลที่น้อยกว่าสารคู่ควบไซเลนเอพีเอสและเอเอพีเอส ทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสของสารคู่ควบไซเลนเอ็มพีเอสเกิดได้เร็วกว่าเป็นผลทำให้เกิดพันธะไซลอกเซน (siloxane bond) ที่ดี[23] ทำให้พื้นผิวเกิดความมีขั้วที่ดีขึ้นจึงส่งผลให้เกิดการแผ่ของน้ำกลั่นได้มากกว่าสารคู่ควบไซเลนเอพีเอสและเอเอพีเอส

สอดคล้องกับการศึกษาของ Chaijareenont และคณะ ได้ศึกษาการใช้สารละลายคู่ควบไซเลนชนิดต่าง ๆ ในสารละลายเอทานอลปรับปรุงพื้นผิวแผ่นอลูมินา ทดสอบการเชื่อมยึดกันระหว่างแผ่นอลูมินากับอะคริลิก พบว่ากลุ่มที่ใช้สารละลายคู่ควบไซเลนเอ็มพีเอสและเอพีเอสให้ค่าความแข็งแรงยึดเฉือนที่สูงเนื่องจากการไหลแผ่ของของมอนอเมอร์ที่ผสมกับอะคริลิกที่ดีหลังการปรับปรุงพื้นผิวด้วยสารละลายคู่ควบไซเลน[20]

ผลของการศึกษานี้สามารถนำไปอธิบายการทำงานในคลินิกได้กล่าวคือเมื่อนำเซรามิกมาใช้ในทางทันตกรรมเพื่อความสวยงาม เช่น ครอบฟันเซรามิก ขั้นตอนที่สำคัญก่อนยึดครอบฟันโดยใช้สารยึดเรซินซีเมนต์ซึ่งประกอบไปด้วยโมเลกุลที่มีขั้วและไม่มีขั้ว โดยด้านที่มีขั้วสามารถทำปฏิกิริยาทางเคมีกับสารคู่ควบไซเลนได้ดี ดังนั้นควรทาสารละลายคู่ควบไซเลนบนผิวด้านในของครอบฟันเซรามิกก่อนยึดกับฟันหลัก สารละลายคู่ควบไซเลนส่งผลให้สารยึดติดเรซินซีเมนต์เกิดการไหลแผ่ได้ เกิดการกระจายตัวเพิ่มขึ้นและเกิดการเชื่อมยึดด้วยปฏิกิริยาเคมี ทำให้ผลสำเร็จการยึดครอบฟันเซรามิกกับฟันหลักดียิ่งขึ้น โดยในการศึกษาในครั้งนี้ได้แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของสารละลายคู่ควบไซเลนเอ็มพีเอสเฉพาะในแง่ของค่ามุมสัมผัสที่น้อยที่สุดของน้ำกลั่นบนพื้นผิวเซรามิกอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับกลุ่มอื่น ๆ ซึ่งอาจจะต้องมีการทดสอบในแง่มุมอื่น ๆ ต่อไป

บทสรุป

ภายใต้ข้อจำกัดของการทดลองในการศึกษาครั้งนี้สรุปได้ว่าในกลุ่มแผ่นเซรามิกที่ถูกปรับปรุงพื้นผิวด้วยสารละลายคู่ควบไซเลนทั้งสามชนิดให้ค่ามุมสัมผัสของน้ำกลั่นกับพื้นผิวเซรามิกที่น้อยกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

แสดงให้เห็นถึงแนวโน้มของการกระจายตัวของน้ำกลั่นและมีสภาวการณ์เปียกที่ดีทำให้มีการไหลแผ่ของน้ำกลั่นได้ดีซึ่งสามารถเป็นข้อมูลในการเลือกใช้สารละลายคู่ควบไซเลนในงานทางทันตกรรมโดยเฉพาะทางด้านเซรามิกเพื่อให้เกิดความสำเร็จในการใช้งานในระยะยาวต่อไป

เอกสารอ้างอิง

1. Passos SP, Valandro LF, Bottino MA, Santos MJ, Santos GC, Jr. Shear bond strength of resin cement bonded to alumina ceramic after treatment by aluminum oxide sandblasting or silica coating. *J Prosthodont* 2011; 20(7): 561-565.
2. Murthy V, Manoharan, Balaji, Livingstone D. Effect of four surface treatment methods on the shear bond strength of resin cement to zirconia ceramics- a comparative in vitro study. *J Clin Diagn Res* 2014; 8(9): ZC65-ZC68.
3. Osorio E, Aguilera FS, Osorio R, Garcia-Godoy F, Cabrerizo-Vilchez MA, Toledano M. Determining efficacy of monitoring devices on ceramic bond to resin composite. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2012; 17(5): c833-c840.
4. Sciasci P, Abi-Rached FO, Adabo GL, Baldissara P, Fonseca RG. Effect of surface treatments on the shear bond strength of luting cements to Y-TZP ceramic. *J Prosthet Dent* 2015; 113(3): 212-219.
5. Su N, Yue L, Liao Y, et al. The effect of various sandblasting conditions on surface changes of dental zirconia and shear bond strength between zirconia core and indirect composite resin. *J Adv Prosthodont* 2015; 7(3): 214-223.
6. Moon JE, Kim SH, Lee JB, Han JS, Yeo IS, Ha SR. Effects of airborne-particle abrasion protocol choice on the surface characteristics of monolithic zirconia materials and the shear bond strength of resin cement. *Ceram Int* 2016; 42(1) Part B: 1552-1562.
7. Lohbauer U, Zipperle M, Rischka K, Petschelt A, Muller FA. Hydroxylation of dental zirconia surfaces: characterization and bonding potential. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater* 2008; 87(2): 461-467.
8. Chaijareenont P, Takahashi H, Nishiyama N, Arksornnukit M. Effect of different amounts of 3-methacryloxypropyltrimethoxysilane on the flexural properties and wear resistance of alumina reinforced PMMA. *Dent Mater J* 2012; 31(4): 623-628.
9. Piconi C, Maccauro G. Zirconia as a ceramic biomaterial. *Biomaterials* 1999; 20(1): 1-25.
10. Thompson JY, Rapp MM, Parker AJ. Microscopic and energy dispersive x-ray analysis of surface adaptation of dental cements to dental ceramic surfaces. *J Prosthet Dent* 1998; 79(4): 378-383.
11. Kelly JR, Giordano R, Pober R, Cima MJ. Fracture surface analysis of dental ceramics: Clinically failed restorations. *Int J Prosthodont* 1990; 3(5): 430-440.
12. Kelly JR, Campbell SD, Bowen HK . Fracture-surface analysis of dental ceramics. *J Prosthet Dent* 1989; 62(5): 536-541.
13. Anusavice KJ, Hojjatie B. Tensile stress in glass-ceramic crowns:effect of flaws and cement voids. *Int J Prosthodont* 1992; 5(4): 351-358.
14. Ozcan M, Alkumru HN, Gemalmaz D. The effect of surface treatment on the shear bond strength of luting cement to a glass-infiltrated alumina ceramic. Int *J Prosthodont* 2001; 14(4): 335-339.
15. Lausund KB, Johnsen BB, Rahbek DB, Hansen FK. Surface treatment of alumina ceramic for improved adhesion to a glass fibre-reinforced polyester composite. *Intl J Adhesion Adhesives* 2015; 63(2): 34-45.
16. Ozcan M, Vallittu PK. Effect of surface conditioning methods on the bond strength of luting cement to ceramics. *Dent Mater* 2003; 19(8): 725-731.

17. de Carvalho RF, Martins ME, de Queiroz JR, Leite FP, Ozcan M. Influence of silane heat treatment on bond strength of resin cement to a feldspathic ceramic. *Dent Mater J* 2011; 30(3): 392-397.
18. Wahsh MM, Ghallab OH. Influence of different surface treatments on microshear bond strength of repair resin composite to two CAD/CAM esthetic restorative materials. *Tant Dent J* 2015; 12(3): 178-184.
19. Lung CY, Matinlinna JP. Aspects of silane coupling agents and surface conditioning in dentistry: an overview. *Dent Mater* 2012; 28(5): 467-477.
20. Chaijareenont P, Takahashi H, Nishiyama N, Arksornnukit M. Effects of silane coupling agents and solutions of different polarity on PMMA bonding to alumina. *Dent Mater J* 2012; 31(4): 610-616.
21. Sharfrin EG, Zisman WA, William A. Constitutive relations in the wetting of low energy surfaces and the theory of the retraction method of preparing monolayers. *J Phys Chem* 1960; 64(5): 519–524.
22. Eustathopoulos N, Nicholas MG, Drevet B. Method of Measuring Wettability Parameters. In : Eustathopoulos N, Nicholas MG, Drevet B, ed: *Wettability at High Temperatures,* Vol 3. Oxford: Pergamon; 1999: 106-147.
23. Arkles B, Steinmetz JR, Zazyczny J, Mehta P. Factors contributing to the stability of alkoxysilanes in aqueous solution. In : Mittal KL, ed: *Silanes and Other Coupling Agents*, Vol 1. Utrecht: VSP; 1992: 91-104.