

ผลของการปรับสภาพผิวของซีฟันเทียมอะคริลิกต่อค่าแรงยึดติดแบบเฉือนในการซ่อมแซมซีฟันเทียมด้วยเรซินคอมโพสิต

The Effect of Surface Treatments on Shear Bond Strength of Repaired Acrylic Denture Teeth with Resin Composite

จิรัฐ ศรีหัตถจาติ¹, ภัทราวดี รัชชณัยรวิวงศ์¹, มิเชล วีระเกล้า², ธัญกมล ดีสกุล², ปิยะวุฒิ จิตศักดิ์โยธิน², จูฑา ภิญโญยาง², พริมา รัตนติกุล² และ ฉัตรศิริ ภารพบ²

Jirat Srihatajati¹, Pattarawadee Krassanairawiwong¹, Michell Veeraklaew², Thunyakamon Disakul², Piyawut Thitisakyothin², Thita Phinyoyang², Parima Rattanatikul² and Chatsiri Parapob²

¹สาขาทันตกรรมประดิษฐ์ วิทยาลัยทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต จังหวัดปทุมธานี ประเทศไทย

¹Division of Prosthodontics, College of Dental Medicine, Rangsit University, Pathum Thani, Thailand

²วิทยาลัยทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต จังหวัดปทุมธานี ประเทศไทย

²College of Dental Medicine, Rangsit University, Pathum Thani, Thailand

บทคัดย่อ

เพื่อเปรียบเทียบค่าแรงยึดติดแบบเฉือนระหว่างซีฟันเทียมอะคริลิกและเรซินคอมโพสิตหลังการปรับสภาพผิวซีฟันเทียมด้วยวิธีที่แตกต่างกัน วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ: การศึกษาใช้ซีฟันเทียมอะคริลิกทั้งหมด 50 ซี่ แบ่งเป็น 5 กลุ่ม กลุ่มละ 10 ซี่ โดยกลุ่มที่ 1 ปรับสภาพผิวซีฟันเทียมอะคริลิกด้วยสารเมทิลเมทาคริเลตทิ้งไว้เป็นเวลา 180 วินาที กลุ่มที่ 2 ปรับสภาพผิวซีฟันเทียมอะคริลิกด้วยสารเมทิลเมทาคริเลตทิ้งไว้เป็นเวลา 180 วินาที ตามด้วยสารคู่ควบไซเลน กลุ่มที่ 3 ปรับสภาพผิวซีฟันเทียมอะคริลิกด้วยกรดฟอสฟอริก ความเข้มข้นร้อยละ 37 ตามด้วยสารเมทิลเมทาคริเลตทิ้งไว้เป็นเวลา 180 วินาที กลุ่มที่ 4 ปรับสภาพผิวซีฟันเทียมอะคริลิกด้วยกรดฟอสฟอริกความเข้มข้นร้อยละ 37 ตามด้วยสารเมทิลเมทาคริเลตทิ้งไว้เป็นเวลา 180 วินาที ตามด้วยสารคู่ควบไซเลน และกลุ่มที่ 5 ปรับสภาพผิวซีฟันเทียมอะคริลิกด้วยการเป่าทรายและกรดฟอสฟอริกความเข้มข้นร้อยละ 37 ตามด้วยสารเมทิลเมทาคริเลตทิ้งไว้เป็นเวลา 180 วินาที ตามด้วยสารคู่ควบไซเลน เมื่อผ่านกระบวนการปรับสภาพผิวซีฟันเทียมแล้วจึงหาสารยึดติด และอุดด้วยเรซินคอมโพสิตขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 มิลลิเมตร สูง 3 มิลลิเมตรโดยใช้แม่แบบ เก็บชิ้นตัวอย่างไว้ในตู้ควบคุมความชื้นและอุณหภูมิเป็นเวลา 24 ชั่วโมงก่อนนำมาทดสอบหาค่าแรงยึดติดแบบเฉือน โดยใช้เครื่องทดสอบแรงดึงแรงอัดมาตรฐานชนิดซี อีซีเอส นำค่าเฉลี่ยของแรงยึดติดแบบเฉือนมาเปรียบเทียบทางสถิติด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว กำหนดค่านัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เปรียบเทียบพหุคูณด้วย Turkey's HSD ทำการประเมินสภาพการแตกหัก และสัณฐานงานกลุ่มละ 3 ชิ้นนำมาศึกษาทางกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning electron microscope) ผลการศึกษา: ค่าเฉลี่ยแรงยึดติดแบบเฉือนของกลุ่มที่ 1 ถึง 5 มีค่าดังนี้ 6.123 + 0.828, 6.012 + 0.893, 6.336 + 0.843, 6.173 + 0.876 และ 20.901 + 0.851 เมกะปาสกาล ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบทางสถิติด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว พบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่มที่ 1, 2, 3 และ 4 แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกลุ่มที่ 5 ($p < 0.001$) และเมื่อประเมินสภาพการแตกหัก การแตกหักเกิดขึ้นที่ระบบสารยึดติด เมื่อส่องกล้องจุลทรรศน์พบว่า พื้นผิวของกลุ่มที่ 5 มีความขรุขระมากกว่ากลุ่มอื่นอย่างชัดเจน สรุปผลการศึกษา: การปรับสภาพผิวซีฟันเทียมอะคริลิกด้วยการเป่าทรายและกรดฟอสฟอริกความเข้มข้นร้อยละ 37 ตามด้วยสารเมทิลเมทาคริเลตทิ้งไว้เป็นเวลา 180 วินาที ตามด้วยสารคู่ควบไซเลนและหาด้วยสารยึดติด ส่งผลให้ค่าแรงยึดติดแบบเฉือนระหว่างซีฟันเทียมอะคริลิกและเรซินคอมโพสิตมีค่าสูงกว่ากลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เพราะการเป่าทรายทำให้พื้นผิวของซีฟันเทียมมีความขรุขระมากขึ้นส่งผลให้เพิ่มพื้นที่ในการยึดติดที่มากขึ้น

คำสำคัญ: การปรับสภาพพื้นผิวซีฟันเทียม, ซีฟันเทียมอะคริลิก, เรซินคอมโพสิต, แรงยึดติดแบบเฉือน, สารยึดติด

Abstract

To evaluate the effects of surface treatments on the shear bond strength between acrylic denture teeth and resin composite. Materials and methods: In this study, 50 acrylic denture teeth were divided into 5 groups, 10 for each. For Group 1, the acrylic denture teeth were treated with Methyl methacrylate for 180 seconds. Group 2, the acrylic denture teeth were treated with Methyl methacrylate for 180 seconds and silane. Group 3, the acrylic denture teeth were treated with 37 % Phosphoric acid and Methyl methacrylate for 180 seconds. Group 4, the acrylic denture teeth were treated with 37 % Phosphoric acid, Methyl methacrylate for 180 seconds and silane. And group 5, the acrylic denture teeth were treated with air-abrasion, 37 % Phosphoric acid, Methyl methacrylate for 180 seconds and silane. All specimens were applied with bonding agent after the surface treatments. The resin composite was packed using a mold with a space of 3 mm in diameter and 3 mm in high. The specimens were incubated in a control humidity and temperature for 24 hours before the testing. The shear bond strength was tested with the SHIMADZU EZ-S Universal Testing Machine. The shear bond strength was analyzed by using One-Way ANOVA to determine the significant differences at p -value <0.05 , and multiple comparisons of shear bond strength by using Turkey's HSD. Failures mode was evaluated by randomly selecting 3 specimens from each group to investigated under the scanning electron microscope. Results: The averages shear bond strength of group 1 to 5 are 6.123 ± 0.828 , 6.012 ± 0.893 , 6.336 ± 0.843 , 6.173 ± 0.876 and 20.901 ± 0.851 MPa, respectively. Upon analysis using a One-Way ANOVA, there were no statistical differences shown in shear bond strength when comparing between Groups 1 to 4, but they were statistically significantly different when compared to group 5 ($p < 0.001$). Once the specimens were evaluated under the scanning electron microscope, all groups were categorized under the failure modes as adhesive, with Group 5 showing the highest amount of surface roughness. Conclusion: The acrylic denture teeth that were treated with air-abrasion, 37 % Phosphoric acid, Methyl methacrylate for 180 seconds, silane and bonding agent, respectively, had the highest shear bond strength compared to the other groups with statistical significance. The surface roughness created by air abrasion so increased the surface area available for bonding.

Keywords: Surface treatment, Acrylic denture teeth, Resin composite, Shear bond strength, Bonding agent

Received Date: Dec 26, 2019

Revised Date: Jan 23, 2020

Accepted Date: Mar 9, 2020

doi: 10.14456/jdat.2020.18

ติดต่อเกี่ยวกับบทความ:

จิรัฐ ศรีหัตถจาติ วิทยาลัยทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต 52/347 หมู่บ้านเมืองเอก ถ.พหลโยธิน ต.หลักหก อ.เมือง จ.ปทุมธานี 12000 ประเทศไทย
โทรศัพท์: 02-997-2200 ต่อ 4269 โทรสาร: 02-997-2200-30 ต่อ 4321 โทรศัพท์มือถือ: 089-936-7522 อีเมล: siriluk.s@rsu.ac.th

Correspondence to:

Jirat Srihatajati. College of Dental Medicine, Rangsit University 52/347 Muang-Ake, Phaholyothin Road, Lak-Hok, Muang Pathum Thani, Thailand 12000. Telephone: 02-997-2200 Ext 4269 Fax 02-997-2200-30 Ext 4321 Mobile : 089-936-7522 E-mail: siriluk.s@rsu.ac.th

บทนำ

ในงานทันตกรรมประดิษฐ์นิยมใช้ฟันเทียมชนิดอะคริลิก เนื่องจากมีข้อดีหลายประการ เช่น หาง่ายมีทั่วไปตามท้องตลาด มีรูปร่างและสีฟันที่หลากหลาย มีความแข็งแรงเชิงกลที่เพียงพอ

ทำการกรอแต่งและแก้ไขได้ง่าย และสามารถยึดติดกับฐานฟันเทียมได้ดี แต่อย่างไรก็ตาม ฟันเทียมอะคริลิกนี้เมื่อใช้ไประยะหนึ่ง อาจเกิดการสึก การแตกหักหรือหลุดออกจากฐานฟันเทียม ซึ่งเกิด

จากสาเหตุต่าง ๆ เช่น การมีแรงกดสบที่มากเกินไป การสึกหรอหรือการแตกหักเนื่องจากความล้า ความเค้น อุบัติเหตุจากการกระแทก²⁻³ จึงจำเป็นต้องมีการซ่อมแซมซี่ฟันเทียมอะคริลิก โดยทั่วไปการซ่อมแซมซี่ฟันเทียมนั้นสามารถทำได้หลายวิธี ทั้งการซ่อมโดยเปลี่ยนซี่ฟันเทียมอะคริลิก แต่อาจมีสีที่ไม่เหมือนกับซี่ฟันเทียมเดิม หรือการซ่อมแซมอย่างเร่งด่วนด้วยการใช้อะคริลิกสีเหมือนฟันชนิดบ่มด้วยตนเอง แต่อาจสีไม่เหมือน มีรอยต่อ และวัสดุอาจจะเปลี่ยนสีในระยะเวลาต่อไปได้ บางการศึกษาจึงแนะนำให้ใช้เรซินคอมโพสิตในการซ่อมแซม⁴⁻⁶ เนื่องจากมีข้อดีหลายประการ เช่น ลดระยะเวลาในการทำงาน⁶ มีสีให้เลือกใกล้เคียงกับซี่ฟันเทียม ราคาถูก หรือสามารถช่วยปรับเปลี่ยนพื้นผิวหน้าของซี่ฟันเทียมให้สวยงามและกลมกลืนกับซี่ฟันธรรมชาติที่อยู่ติดกัน โดยความสำเร็จในการซ่อมแซมซี่ฟันเทียมด้วยเรซินคอมโพสิตนั้นขึ้นอยู่กับแรงยึดติดระหว่างซี่ฟันเทียมอะคริลิกและเรซินคอมโพสิต^{2,3} หลายการศึกษาจึงได้แนะนำวิธีการเพิ่มแรงยึดติดระหว่างซี่ฟันเทียมอะคริลิกและเรซินคอมโพสิตในรูปแบบต่าง ๆ⁵⁻⁷ เช่น การทำร่อง⁸ การปรับสภาพผิวเชิงกล³ การเพิ่มการยึดติดทางเคมี⁴ การกรอแต่ง⁹ การใช้สารเคมี เช่น โมโนเมอร์สารไซเลน และอื่น ๆ¹⁰⁻¹²

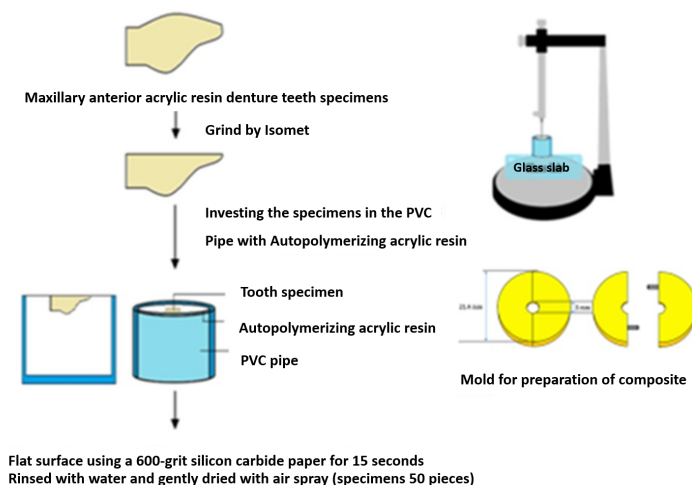
การศึกษาของ Nicholas ในปี 1987 แนะนำให้เตรียมซี่ฟันเทียมอะคริลิกโดยการเจาะรูความลึก 2 มิลลิเมตรที่บริเวณผิวซี่ฟันเทียมช่วยเพิ่มพื้นที่การยึดและทำให้เกิด interlocking ของเรซินคอมโพสิต ซึ่งช่วยเพิ่มค่าแข็งแรงยึดติดระหว่างวัสดุได้¹³ Bhayana ในปี 2015 และ Chung ปี 2008 พบว่าการเป่าทรายด้วยอะลูมิเนียมออกไซด์บนพื้นผิวของซี่ฟันเทียมอะคริลิกช่วยเพิ่มพื้นที่ผิวในการยึดติด ทำให้ค่าแรงยึดติดแบบเฉือนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ^{3,14} ซึ่งแต่ละการศึกษามีการใช้ขนาดของอะลูมิเนียมออกไซด์ที่แตกต่างกัน เช่น ขนาด 50 ไมโครเมตร³ และขนาด 250 ไมโครเมตร¹⁴

ในขณะที่ Seung-Ryong ในปี 2016 พบว่าการปรับสภาพผิวด้วยกรดไฮโดรฟลูออริกความเข้มข้นร้อยละ 4 เป็นเวลา 120 วินาทีไม่ได้เพิ่มแรงยึดติดอย่างมีนัยสำคัญ และยังมีหลายการศึกษาได้แนะนำให้ทาสารโมโนเมอร์ทิ้งไว้เป็นเวลา 180 วินาที จะช่วยเพิ่มแรงยึดติดได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ¹⁵ Bhayana และคณะ ในปี 2015 และ Vergani และคณะ ในปี 1997 และปี 2000 ยังกล่าวว่า การใช้สารยึดติด ช่วยเพิ่มแรงยึดติดระหว่างซี่ฟันเทียมอะคริลิกและเรซินคอมโพสิตหลังจากการเตรียมพื้นผิวด้วยวิธีต่าง ๆ มากกว่าการทาสารโมโนเมอร์เพียงอย่างเดียว^{3,16}

การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความแข็งแรงยึดติดแบบเฉือนระหว่างซี่ฟันเทียมอะคริลิกและเรซินคอมโพสิตอย่างเป็นระบบ โดยใช้กระบวนการปรับสภาพผิวซี่ฟันเทียมที่แตกต่างกันทั้งทางกลร่วมกับทางเคมี เพื่อหาวิธีซ่อมแซมซี่ฟันเทียมอะคริลิกที่เหมาะสมและได้ค่าแรงยึดติดที่สูงที่สุด

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษานี้ใช้ซี่ฟันเทียมเรซินอะคริลิก ยี่ห้อ Yamahachi NEW ACE สี A3 เบอร์ S8 (Yamahachi Dental Mfg., Co., Aichi Pref., Japan), นำซี่ฟันตัดบนคูกกลาง จำนวน 50 ซี่ ไปตัดผิวหน้าให้เรียบด้วยเครื่องตัดมาตรฐาน (Isomet 1000 Precision Saw, BUEHLER, Ltd., USA) แล้วนำมาลงในบล็อกท่อพีวีซีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 22 มิลลิเมตร โดยจัดระนาบของพื้นผิวทดสอบให้อยู่ในแนวขนานโดยใช้เครื่องวัดความขนาน ตั้งแต่นั้นการวางตำแหน่งชิ้นงานจนกระทั่งชิ้นงานยึดกับเรซินอะคริลิก หลังจากนั้นนำไปขัดด้วยเครื่องขัดผิวมาตรฐาน (Polishing machine DPS 3200, IMTECH, South Africa) ความละเอียดเบอร์ 600 (FEPA) เป็นเวลา 15 วินาทีแล้วทำให้แห้งในห้องปฏิบัติการเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 รูปแสดงการเตรียมชิ้นงาน

Figure 1 Specimen preparation

แบ่งชิ้นงานออกเป็น 5 กลุ่ม ๆ ละ 10 ชิ้นโดยวิธีสุ่ม แต่ละกลุ่มจะมีการปรับสภาพพื้นผิวแตกต่างกันไปดังนี้

กลุ่มที่ 1: ทาสารเมทิลเมทาคริเลต (Unifast Trad liquid, GC Dental product corp., Aichi., Japan) เป็นเวลา 180 วินาที

กลุ่มที่ 2: ทาสารเมทิลเมทาคริเลต เป็นเวลา 180 วินาที ตามด้วยสารคู่ควบไซเลน (Monobond N, Ivoclar Vivadent., Schaan., Liechtenstein) เป็นเวลา 180 วินาที

กลุ่มที่ 3: ทากรดฟอสฟอริกความเข้มข้นร้อยละ 37 (OptiBond FL, Kerr., Orange., CA., USA) เป็นเวลา 15 วินาที แล้วล้างน้ำออก ตามด้วยทาสารเมทิลเมทาคริเลตเป็นเวลา 180 วินาที

กลุ่มที่ 4: ทากรดฟอสฟอริกความเข้มข้นร้อยละ 37 เป็นเวลา 15

วินาที แล้วล้างน้ำออก 15 วินาที ตามด้วยทาสารเมทิลเมทาคริเลตเป็นเวลา 180 วินาที ตามด้วยสารคู่ควบไซเลน 180 วินาที

กลุ่มที่ 5: เป่าทรายด้วยอนุภาคอลูมิเนียมออกไซด์ขนาด 50 ไมโครเมตร (air-abraded with 50- m aluminum oxide at 80Psi) 3 วินาที ด้วยเครื่องเป่าทราย (Sandblasting Machine Basic Quattro, Renfert, Germany) ล้างน้ำและเป่าให้แห้ง และทากรดฟอสฟอริกความเข้มข้นร้อยละ 37 เป็นเวลา 15 วินาที แล้วล้างน้ำออก ตามด้วยทาสารเมทิลเมทาคริเลตเป็นเวลา 180 วินาที ตามด้วยสารคู่ควบไซเลน 180 วินาที

ตารางที่ 1 แสดงการเตรียมพื้นผิวชิ้นงาน

Table 1 Surface treatment of the specimens

Group	Surface treatment				
	Air abrasion	37% Phosphoric acid	MMA	Silane	Bonding agent
Group 1			✓		✓
Group 2			✓	✓	✓
Group 3		✓	✓		✓
Group 4		✓	✓	✓	✓
Group 5	✓	✓	✓	✓	✓

ทุกกลุ่มหลังจากปรับสภาพผิวชิ้นงานเรียบร้อยแล้วจะทาด้วยสารยึดติด (OptiBond FL, Kerr., Orange., CA., USA) ฉายแสงเป็นเวลา 20 วินาที ตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต และอุดเรซินคอมโพสิต (FiltekTM Z350 XT Universal restorative, shade A1, 3M/ESPE., USA) ให้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 มิลลิเมตร สูง 3 มิลลิเมตร ดังแสดงในรูปที่ 1 ตามแม่แบบที่กำหนดโดยให้เหมือนกันทุกชิ้น จากนั้นฉายแสงเป็นเวลา 40 วินาทีด้วยเครื่องฉายแสง (Demi, SDS Kerr Corporation, U.S.A.) เก็บตัวอย่างการทดลองไว้ในตู้ควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ 100 % ที่อุณหภูมิ 37°C เป็นเวลา 24 ชั่วโมงก่อนทำการทดสอบ การทดสอบค่าแรงยึดติดแบบเฉือนใช้เครื่องทดสอบแรงดึงแรงอัด (Universal Testing Machine, รุ่น EZ-S, SHIMADZU, Japan) โดยใช้หัวกดมีลักษณะเป็นใบมีดโลหะขนาดความกว้าง 0.8 มิลลิเมตร ในแนวตั้งฉาก โดยใช้ความเร็วหัวกด 1 มิลลิเมตรต่อนาที แรงโหลด 50 นิวตัน เพื่อหาค่าแรงยึดติดแบบเฉือนในหน่วยเมกะปาสคาล หลังจากทดสอบค่าแรงยึดติดแบบเฉือนแล้ว นำค่าเฉลี่ยของแรงยึดติดแบบเฉือนเปรียบเทียบ

ทางสถิติด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-Way ANOVA) ด้วยโปรแกรมเอสพีเอสเอส รุ่นที่ 24 (SPSS, Chicago, IL, USA) กำหนดค่านัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เปรียบเทียบพหุคูณด้วย Turkey's HSD และทำการประเมินสภาพการแตกหักของชิ้นงานกลุ่มละ 3 ชิ้นเพื่อมาศึกษาทางกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning electron microscope) ที่กำลังขยาย 1000 เท่าต่อไป

ผลการศึกษา

ผลการศึกษาของค่าแรงยึดติดแบบเฉือนระหว่างชิ้นฟันเทียมอะคริลิกและเรซินคอมโพสิต โดยใช้กระบวนการปรับสภาพผิวชิ้นงานที่แตกต่างกันทั้งทางกลร่วมกับทางเคมี พบว่า กลุ่มที่ 1 ถึงกลุ่มที่ 4 มีค่าแรงเฉลี่ยยึดติดแบบเฉือนใกล้เคียงกัน คือมีค่าตั้งแต่ 6.012 จนถึง 6.336 เมกะปาสคาล แต่กลุ่มที่ 5 มีค่าแรงเฉลี่ยยึดติดแบบเฉือนสูงที่สุด คือมีค่า 20.901 เมกะปาสคาล ตามตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของค่าแรงยึดติดแบบเฉือนของทั้ง 5 กลุ่ม

Table 2 The mean values and standard deviations of shear bond strength of all 5 groups

	N	Mean (MPa)	Std. Deviation	Minimum (MPa)	Maximum (MPa)
Group 1	10	6.123	0.828	4.734	7.248
Group 2	10	6.012	0.893	4.874	7.640
Group 3	10	6.336	0.843	4.905	7.525
Group 4	10	6.173	0.876	5.007	7.449
Group 5	10	20.901	0.851	19.785	22.795

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบเชิงซ้อนด้วยสถิติเตอร์กี เฮซเอสดี้ (Tukey HSD) แสดงค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยและช่วงความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ของการเปลี่ยนแปลงเชิงมิติของการปรับสภาพผิวซี่ฟันเทียมอะคริลิกทั้งห้ากลุ่ม

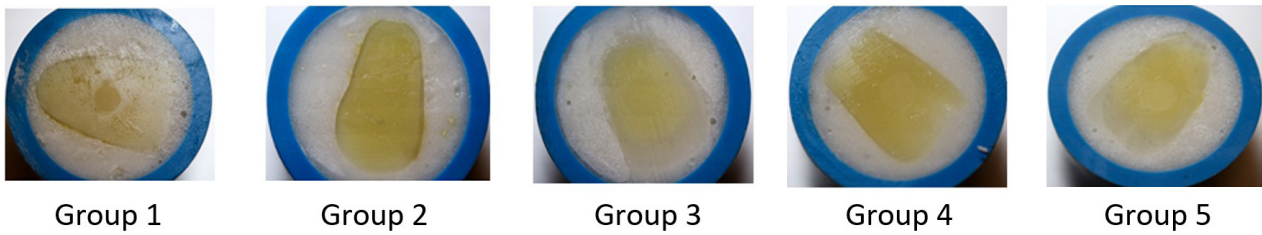
Table 3 Comparison with Tukey HSD test show mean different and 95% Confidence interval of surface treatment of acrylic denture teeth of all 5 groups

Group		95% Confidence Interval				
		Mean Difference	Std. Error	Sig.	Lower Bound	Upper Bound
Group 1	Group 2	.112	.384	.998	-.979	1.203
	Group 3	-.213	.384	.981	-1.304	.878
	Group 4	-.050	.384	1.000	-1.141	1.041
	Group 5	-14.778*	.384	.000	-15.869	-13.687
Group 2	Group 1	-.112	.384	.998	-1.203	.979
	Group 3	-.324	.384	.915	-1.415	.767
	Group 4	-.161	.384	.993	-1.252	.930
	Group 5	-14.889*	.384	.000	-15.980	-13.798
Group 3	Group 1	.213	.384	.981	-.878	1.304
	Group 2	.324	.384	.915	-.767	1.415
	Group 4	.163	.384	.993	-.928	1.254
	Group 5	-14.565*	.384	.000	-15.656	-13.474
Group 4	Group 1	.050	.384	1.000	-1.041	1.141
	Group 2	.161	.384	.993	-.930	1.252
	Group 3	-.163	.384	.993	-1.254	.928
	Group 5	-14.728*	.384	.000	-15.819	-13.637
Group 5	Group 1	14.778*	.384	.000	13.687	15.869
	Group 2	14.889*	.384	.000	13.798	15.980
	Group 3	14.565*	.384	.000	13.474	15.656
	Group 4	14.728*	.384	.000	13.637	15.819

* The mean difference is significant at the 0.05 level.

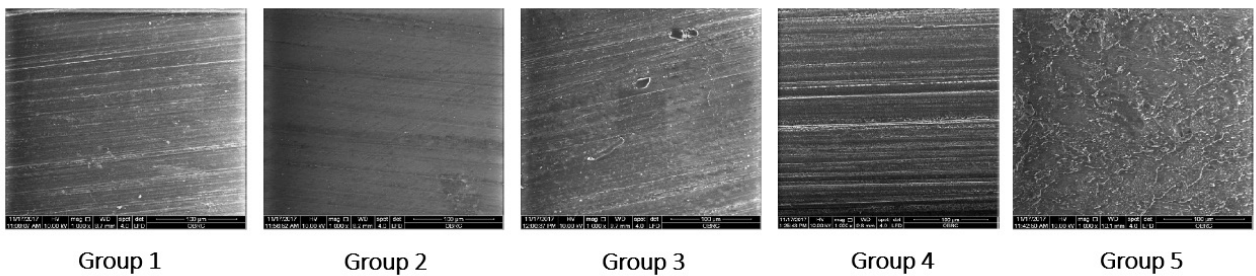
เมื่อทำการวิเคราะห์ทางสถิติด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One Way ANOVA) กำหนดค่านัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จึงทำการเปรียบเทียบพหุคูณด้วย Turkey's HSD ดังตารางที่ 3 พบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่มที่ 1, 2, 3 และ 4 แต่กลุ่มที่ 5 ที่เตรียมพื้นผิวซี่ฟันเทียมอะคริลิกด้วยการเป่าทรายด้วยอนุภาคลูมินีเยมออกไซด์ขนาด 50 ไมโครเมตร ทากรดฟอสฟอริกความเข้มข้นร้อยละ 37 ตามด้วย

ทาสารเมทิลเมทาคริเลตและสารคู่ควบไซเลน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$) เมื่อเทียบกับทั้ง 4 กลุ่ม เมื่อประเมินสภาพการแตกหัก พบว่า บริเวณที่แตกหักเกิดที่บริเวณระบบสารยึดติด (Adhesive failure) ดังรูปที่ 2 จึงนำไปส่องกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด ที่กำลังขยาย 1,000 ดังรูปที่ 3 พบว่าพื้นผิวของกลุ่มที่ 1 ถึง 4 จะมีลักษณะเรียบ และพื้นผิวสม่ำเสมอ แต่ในขณะที่กลุ่มที่ 5 มีลักษณะหยาบ เป็นรูพรุนและขรุขระกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มอื่น



รูปที่ 2 แสดงสภาพการแตกหักของพื้นผิวซีฟันเทียมอะคริลิกทั้ง 5 กลุ่ม

Figure 2 Shows the mode of failure of the specimens from 5 groups



รูปที่ 3 แสดงสภาพการแตกหักของพื้นผิวซีฟันเทียมอะคริลิกทั้ง 5 กลุ่ม จากกล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 1000

Figure 3 Shows the mode of failure of the specimens from 5 groups under scanning electron microscope 1000x

วิจารณ์ผลการทดลอง

จากการศึกษาพบว่าในทุกกลุ่มมีการใช้เมทิลเมทาคริเลตทาที่ผิวซีฟันเทียมอะคริลิกทั้งเป็นเวลา 180 วินาที¹⁷ เนื่องจากการทาเมทิลเมทาคริเลตทำให้ผิวซีฟันเทียมอะคริลิกซึ่งมีองค์ประกอบหลักคือ โพลีเมทิลเมทาคริเลต (PMMA) และโพลีเอทิลเมทาคริเลต (PEMA) ในพอลิเมอร์เมทริกซ์แบบร่างแห ระหว่างเม็ดของพอลิเมทิลเมทาคริเลต (PMMA) และ เมทริกซ์แบบร่างแห มีชั้นที่อยู่ระหว่างกลาง เรียกว่า ไฮโดรเจลเชื่อมขวางแบบกึ่งโครงสร้างตาข่าย (IPN) กลไกการยึดติดของซีฟันเทียมอะคริลิกกับเรซินคอมโพสิต ขึ้นอยู่กับการละลายตัวของพอลิเมอร์ของซีฟันเทียมอะคริลิก และการสร้างพันธะเชื่อมขวางแบบกึ่งโครงสร้างตาข่ายทุติยภูมิ (Secondary IPN bonding) ระหว่างที่มีการสร้าง secondary IPN พอลิเมอร์จะถูกละลาย และมีความอ่อนนุ่มลงโดยสารละลายมอนอเมอร์ ซึ่งจะเปลี่ยนพอลิเมอร์ไปเป็นเจล ซึ่งจะให้พันธะคู่อิสระ ช่วยในกระบวนการสังเคราะห์โคพอลิเมอร์กับคอมโพสิตเรซิน มอนอเมอร์จะแทรกซึมเข้าไปในพื้นผิวขรุขระเล็ก ๆ ที่อุดมไปด้วยตัวทำละลายและให้การยึดติดเชิงกล¹⁸

เมื่อนำผลของการศึกษานี้มาวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า กลุ่มที่ 5 ที่เตรียมพื้นผิวซีฟันเทียมอะคริลิกด้วยการเป่าทรายด้วย

อนุภาคอลูมิเนียมออกไซด์ขนาด 50 ไมโครเมตร มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$) เมื่อเทียบกับทั้ง 4 กลุ่ม ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Cavalcanti และคณะ ปี 2007 Hemadri และคณะ ปี 2014 และ Dal Piva และคณะ ปี 2018 เนื่องจากการเป่าทรายบนพื้นผิวทำให้เกิดความขรุขระในระดับจุลทรรศน์ เพราะเมื่อพื้นผิวที่มีความขรุขระจะทำให้สารยึดติดสามารถแทรกเข้าไปในพื้นผิวขรุขระของผิวซีฟันเทียมอะคริลิกได้และเพิ่มพื้นที่ผิวในการยึดติด¹⁹⁻²¹ และการศึกษาของ Bhayana และคณะ ในปี 2015 พบว่าการเป่าทรายช่วยกำจัดผิวหน้าของพอลิเมอร์ที่อิมมัลชันและเผยถึงผิวข้างใต้ที่มี surface energy ที่สูงจึงทำให้มีค่าแรงยึดติดแบบเฉือนสูงที่สุดเมื่อเทียบกับกลุ่มอื่น³ ในขณะที่กลุ่มที่ 3 และ 4 ได้มีการเตรียมพื้นผิวโดยใช้กรดฟอสฟอริกความเข้มข้นร้อยละ 37 ไม่ทำให้ค่าแรงยึดติดแบบเฉือนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Loomans และคณะ ในปี 2011²²⁻²³ ได้อธิบายว่าการใช้กรดฟอสฟอริกไม่ได้ส่งผลต่อความขรุขระของพื้นผิว แต่ช่วยเพียงการทำความสะอาดพื้นผิวของซีฟันเทียมอะคริลิกซึ่งกรดฟอสฟอริกจะกำจัดเศษที่อยู่บนพื้นผิววัสดุนั้น ส่วนการทาสารคู่ควบไซเลนเป็นสารที่มีบทบาทสำคัญในกระบวนการยึดติด สารคู่ควบไซเลน

นั้นใช้เป็นสารยึดโลหะ, เซรามิก และเรซินคอมโพสิต การซ่อมแซมพื้นผิวของวัสดุคอมโพสิตที่ถูกทำลายด้วยไซเลนแสดงให้เห็นว่ามีแรงยึดติดแบบเฉือนที่ดีขึ้นเมื่อเทียบกับผิวที่ไม่ได้ถูกทำลาย เนื่องจากสารควบคู่ไซเลนช่วยเพิ่มความสามารถในการกระจายตัวของสารยึดติด ทำให้การยึดติดดีขึ้น²⁴⁻²⁵ แต่การยึดติดระหว่างซีฟันเทียมอะคริลิกและเรซินคอมโพสิตด้วยสารควบคู่ไซเลนไม่ได้มีผลมากในการศึกษานี้ เพราะว่ซีฟันเทียมอะคริลิก มี degree of conversion สูงมาก ซึ่งมาจากกระบวนการผลิต ทำให้ยากที่จะเกิดการยึดติดทางเคมีได้ และสารควบคู่ไซเลนไม่ได้ช่วยเพิ่มความสามารถในการยึดติดทางเคมีแก่อะคริลิก แต่ช่วยเพิ่มการไหลแผ่ของสารยึดติดให้ดีขึ้น²⁶⁻²⁷ ซึ่งอาจจะเป็นผลน้อยทำให้ค่าแรงยึดติดของกลุ่มที่ทาและไม่ได้ทาสารควบคู่ไซเลนไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ทุกกลุ่มการทดลองมีการทาสารยึดติดก่อนการบูรณะด้วยเรซินคอมโพสิต เนื่องจากมีการศึกษาของ Bhayana และคณะ กล่าวว่า การทาสารยึดติดช่วยเพิ่มการไหลแผ่ของพื้นผิวโดยทำให้เกิดการแทรกซึมของเรซินเข้าไปในพื้นผิวที่ขรุขระในระดับจุลทรรศน์³ Vergani และคณะ กล่าวว่า การใช้สารยึดติดจะทำให้การยึดติดสูงมากกว่าการใช้ MMA เพียงอย่างเดียว โดยรวมแล้วพบว่า การเตรียมพื้นผิวซีฟันเทียมอะคริลิกโดยวิธีทางกล เช่น การเป่าทรายจะทำให้มีค่าแรงยึดติดแบบเฉือนมากกว่าการเตรียมพื้นผิววัสดุโดยวิธีทางเคมีเพียงอย่างเดียว¹⁶

สรุปผลการศึกษา

การศึกษานี้สรุปได้ว่า กลุ่มที่ 5 ที่เตรียมพื้นผิวซีฟันเทียมอะคริลิกด้วยการเป่าทรายด้วยอนุภาคลูมิเนียมออกไซด์ขนาด 50 ไมโครเมตร ทากรดฟอสฟอริกความเข้มข้นร้อยละ 37 ตามด้วยทาสารเมทิลเมทาคริเลตและสารควบคู่ไซเลนให้ค่าเฉลี่ยแรงยึดแบบเฉือนมากที่สุดและมีค่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และเมื่อดูจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดพบว่าพื้นผิวที่ขรุขระมากที่สุด จากผลงานวิจัยนี้สามารถนำไปคาดการณ์กับเหตุการณ์ทางคลินิกได้ว่า การเป่าทรายส่งผลให้เกิดผิวของซีฟันเทียมมีความขรุขระมากขึ้น ทำให้เพิ่มพื้นผิวในการยึดติดและมีค่าแรงยึดติดดีกว่าการเตรียมพื้นผิวซีฟันเทียมโดยใช้กรดฟอสฟอริก หรือการทาสารมอนอเมอร์เพียงอย่างเดียว

เอกสารอ้างอิง

1. Perea L, Matinlinna JP, Tolvanen M, Lassila LV, Vallittu PK. Monomer priming of denture teeth and its effects on the bond strength of composite resin. *J Prosthet Dent* 2014;112(2):257-66.

2. Lagouvardos PE, Polyzois GL. Shear bond strength between composite resin and denture teeth: effect of tooth type and surface treatments. *Int J Prosthodont* 2003;16(5):499-504.
3. Bhayana G, ND, Gaurav A, Ashish J, Arun K. Influence of surface treatments on shear bond strength between composite resin and acrylic resin denture teeth-an *in vitro* study. *AJOMR* 2015;2(4):217-23.
4. Vergani, CE, Giampaolo, ET, Cucci AL. Composite occlusal surfaces for acrylic resin denture teeth. *J Prosthet Dent* 1997;77(3):328-31.
5. Muhsim SA. Bond strength of repaired acrylic denture teeth using visible light cure composite resin. *Open Dent J* 2017;11(1):57-64
6. Stameisen, AE, Ruffino A. Replacement of lost or broken denture teeth with composites. *J Prosthet Dent* 1987;58(1):119-20.
7. Weiner S, Krause AS, Nicholas W. Esthetic modification of removable partial denture teeth with light-cured composites. *J Prosthet Dent* 1987;57(3):381-84.
8. Cardash HS, Applebaum B, Baharav H, Liberman R. Effect of retention grooves on tooth denture base bond. *J Prosthet Dent* 1990;64(4):492-6.
9. Marchack BW, Yu Z, Zhao XY, White SN. Adhesion of denture tooth porcelain to heat-polymerized denture resin. *J Prosthet Dent* 1995;74(3):242-9.
10. Vallittu PK, Ruyter IE, Nat R. The swelling phenomenon of acrylic resin polymer teeth at the interface with denture base polymers. *J Prosthet Dent* 1997;78(2):194-9.
11. Takahashi Y, Chai J, Takahashi T, Habu T. Bond strength of denture teeth to denture base resins. *Int J Prosthodont* 2000;13(1):59-65.
12. Meng GK, Chung KH, Fletcher-Stark ML, Zhang H. Effect of surface treatments and cyclic loading on the bond strength of acrylic resin denture teeth with autopolymerized repair acrylic resin. *J Prosthet Dent* 2010;103(4):245-52.
13. Nicholas WT. Correction of acrylic denture tooth wear with light-cured composite resin. *J N J Dent Assoc* 1987;58(1):41-4.
14. Chung KH, Chung CY, Chung CY, Chan DC. Effect of pre-processing surface treatments of acrylic teeth on bonding to the denture base. *J Oral Rehabil* 2008;35(4):268-75.
15. Ha SR, Kim SH, Lee JB, Han JS, Yeo IS. Improving shear bond strength of temporary crown and fixed dental prosthesis resins by surface treatments. *J Mater Sci* 2016;51(3):1463-75.
16. Vergani CE, Machado AL, Giampaolo ET, Pavarina AC. Effect of surface treatments on the bond strength between composite resin and acrylic resin denture teeth. *Int J Prosthodont* 2000;13(5):383-6.
17. Chatterjee N, Gupta TK, Banerjee A. A Study on Effect of Surface Treatments on the Shear Bond Strength between Composite Resin and Acrylic Resin Denture Teeth. *J Indian Prosthodont Soc* 2011;11(1):20-25.

18. 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):623-8.
19. Cavalcanti AN, De Lima AF, Peris AR, Mitsui FH, Marchi GM. Effect of surface treatments and bonding agents on the bond strength of repaired composites. *J Esthet Restor Dent* 2007;19(2):90-8.
20. Hemadri M, Saritha G, Rajasekhar V, Pachlag KA, Purushotham R, Reddy VK. Shear Bond Strength of Repaired Composites Using Surface Treatments and Repair Materials: An In vitro Study. *J Int Oral Health* 2014;6(6):22-5.
21. Dal Piva AMO, Tribst JPM, Carvalho PCK, Uemura ES, Paes Junior TJA, Borges ALS. Effect of surface treatments on the bond repair strength of resin composite to different artificial teeth. *Appl Adhes Sci* 2018;6(7):3-7.
22. Loomans BA, Cardoso MV, Opdam NJ, Roeters FJ, De Munck J, Huysmans MC, *et al.* Surface roughness of etched composite resin in light of composite repair. *J Dent* 2011;39(7):499-505.
23. Loomans BA, Cardoso MV, Roeters FJ, Opdam NJ, De Munck J, Huysmans MC, *et al.* Is there one optimal repair technique for all composites? *Dent Mater* 2011;27(7):701-9.
24. Shen C, Colaizzi FA, Birns B. Strength of denture repairs as influenced by surface treatment. *J Prosthet Dent* 1984;52(6):844-8.
25. Boyer DB, Chan KC, Reinhardt JW. Build-up and repair of light-cured composites: bond strength. *J Dent Res* 1984;63(10):1241-4.
26. Lucena MC, Gonzalez LS, Navajas JM. The effect of various surface treatments and bonding agents on the repaired strength of heat-treated composites. *J Prosthet Dent* 2001;86(5):481-8.
27. Matinlinna JPL, LVJ, Ozcan, M, Yli-Urpo, A, Vallittu, PK. An Introduction to Silanes and Their Clinical Applications in Dentistry. *Int J Prosthodont* 2004;17(2):155-64.