



Micro-shear bond strengths of glass-ionomer cements bonded to resin composite using different adhesives

Watcharaporn Kuphasuk, Pratchanun Chanchalermchai, Pisol Senawongse, Choltacha Harnirattisai

Department of Operative Dentistry and Endodontics Division of Operative Dentistry Faculty of Dentistry, Mahidol University.

Abstract

Objective: To assess the micro-shear bond strength of a resin composite (Premise) to the surfaces of a resin-modified glass ionomer cement (Fuji II LC) or a highly viscous glass ionomer cement (Fuji IX GP) using 2 adhesive systems.

Materials and Methods: Forty five cylindrical specimens (5 mm in diameter and 2 mm in height) in each glass ionomer cement were prepared and divided into 3 subgroups (n=15) according to the adhesive used to treat the surface of glass ionomer cement. Group 1, 2, 3 were prepared with resin-modified glass ionomer cement and Group 4, 5, 6 were prepared with highly viscous glass ionomer cement. Group 1, 4 (etch-and-rinse adhesive) both glass ionomer cement surfaces were etched with 37% phosphoric acid and bonded with adhesive (Optibond Solo Plus) Group 2, 5 (self-etch adhesive) the cement surfaces were primed and bonded with Optibond XTR Group 3, 6 (etch-and-rinse adhesive without phosphoric acid etching) the cement surface were bonded with only adhesive (Optibond Solo Plus). A small cylindrical tube, 0.75 mm in diameter and 1 mm in height, was placed on each specimen, filled with the resin composite (Premise) and light-cured. The specimens were stored in 100% humidity at room temperature for 24 hours. The micro-shear bond strength test was performed using a universal testing machine at a cross-head speed of 0.5 mm/minute. The failure modes of the fractured specimens and the glass ionomer cement-resin composite interface were observed under a scanning electron microscope.

Results: The mean micro-shear bond strengths of the resin-modified glass ionomer cement/resin composite in group 1, 2 and 3 were 10.07 ± 2.22 , 10.45 ± 4.21 and 17.34 ± 4.98 MPa, respectively, while the mean micro-shear bond strengths of the highly viscous glass ionomer cement in group 4, 5 and 6 were 10.07 ± 2.22 , 10.45 ± 4.21 and 17.34 ± 4.98 MPa. Only when the etch-and-rinse adhesive system was used, the micro-shear bond strengths of the resin-modified glass ionomer cement (Gr.1) was significantly higher than that of the highly viscous glass ionomer cement (Gr.4) ($p < 0.05$). Comparison among different surface treatments, using etch-and-rinse adhesive without etching, Gr.3, 6, exhibited the highest micro-shear bond strength ($p < 0.05$).

Conclusions: The micro-shear bond strength of the resin-modified glass ionomer cement bonded to a resin composite was higher than that of the highly viscous glass ionomer cement. Treatment of glass ionomer cement surface with etch-and-rinse adhesive without etching revealed the highest shear bond strength compared with the surface treated with self-etch adhesive or etch-and-rinse adhesive.

Keywords: resin-modified glass ionomer cement, highly viscous glass ionomer cement, etch-and-rinse adhesive, self-etch adhesive, Micro-shear bond strength, fracture pattern

How to cite: Kuphasuk W, Chanchalermchai P, Senawongse P, Harnirattisai C. Micro-shear bond strengths of glass-ionomer cements bonded to resin composite using different adhesives. *M Dent J* 2015; 35: 177-188.

Corresponding author:

Choltacha Harnirattisai
Department of Operative Dentistry and
Endodontics Division of Operative
Dentistry Faculty of Dentistry,
Mahidol University
6 Yothi street, Rajthevi Bangkok 10400,
Thailand
Tel: 02-200-7825
Fax: 02-200-7824
E-mail: Dtchdent@gmail.com

Received: 3 July 2015

Accepted: 9 July 2015



กำลังแรงยึดเหนี่ยวจุลภาคของการยึดซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์กับเรซินคอมโพสิตด้วยสารยึดติดที่แตกต่างกัน

วัชรารณ คุมาสุช ปรัชนันท์ ชาญเฉลิมชัย พิศลย์ เสนาวงษ์ ชลธชา ห่านิรติศัย

ภาควิชาทันตกรรมหัตถการและวิทยาเอ็นโดดอนต์ สาขาทันตกรรมหัตถการ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์: เพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลการใช้สารยึดติดที่ต่างชนิดกัน ต่อค่ากำลังแรงยึดจุลภาคของซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ชนิดดัดแปลงด้วยเรซิน (Fuji II™ LC) หรือ ซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ชนิดความหนืดสูง (Fuji IX™ GP) กับเรซินคอมโพสิต (Premise™)

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการศึกษา: นำซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ 2 ชนิดมาเตรียมขึ้นตัวอย่างรูปทรงกระบอกที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 มิลลิเมตร ความสูง 2 มิลลิเมตร ชนิดละ 45 ชิ้นต่อหนึ่งซีเมนต์ โดยแบ่งขึ้นตัวอย่างของวัสดุแต่ละชนิดเป็น 3 กลุ่มย่อยๆ ละ 15 ชิ้นตามชนิดของสารยึดติดที่ใช้ในการเตรียมผิวซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ โดยกลุ่ม 1,2,3 เป็นขึ้นตัวอย่างซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ชนิดดัดแปลงด้วยเรซิน และกลุ่ม 4,5,6 เป็นซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ชนิดความหนืดสูง จากนั้น กลุ่มที่ 1 และ 4 เตรียมผิวกลาสไอโอโนเมอร์ด้วยสารยึดติดระบบเอชแอนด์รินส์ (etch-and-rinse adhesive) ออพติบอนด์ไฮโลพลัสกลุ่มที่ 2 และ 5 เตรียมผิวด้วยสารยึดติดระบบเซลฟ์เอช (self-etch adhesive) ออพติบอนด์ เอ็กซ์ทีอาร์ กลุ่มที่ 3 และ 6 เตรียมผิวโดยไม่ปรับสภาพผิวซีเมนต์ โดยทาเฉพาะสารยึดติดออพติบอนด์ไฮโลพลัสลงบนพื้นผิวเท่านั้น หลังจากนั้นนำท่อรูปทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 0.75 มิลลิเมตร สูง 1 มิลลิเมตร วางบนผิวซีเมนต์ทุกกลุ่ม เติมเรซินคอมโพสิตและ ฉายแสงให้แข็งตัว เก็บขึ้นตัวอย่างที่ความชื้นร้อยละ 100 อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นนำไปทดสอบค่ากำลังแรงยึดเหนี่ยวจุลภาคด้วยเครื่องทดสอบแรงสากล ด้วยความเร็ว 0.5 มิลลิเมตรต่อนาทีจนกระทั่งชิ้นงานแตกหัก ประเมินลักษณะการแตกหักภายใต้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด

ผลการศึกษา: ค่าเฉลี่ยกำลังแรงยึดเหนี่ยวจุลภาคของการยึดซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ชนิดดัดแปลงด้วยเรซินกับเรซินคอมโพสิตในกลุ่มที่ 1, 2 และ 3 ได้ค่า 16.92 ± 2.12 , 12.45 ± 3.08 และ 21.51 ± 4.21 เมกะปาสคาล ตามลำดับ ในขณะที่ค่าเฉลี่ยกำลังแรงยึดเหนี่ยวจุลภาคของการยึดซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ชนิดความหนืดสูงกับเรซินคอมโพสิตในกลุ่มที่ 4, 5 และ 6 ได้ค่า 10.07 ± 2.22 , 10.45 ± 4.21 และ 17.34 ± 4.98 เมกะปาสคาล ตามลำดับ การใช้สารยึดติดระบบเอชแอนด์รินส์ยึดซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ชนิดดัดแปลงด้วยเรซินกับเรซินคอมโพสิตให้การยึดติดที่สูงกว่าซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ชนิดความหนืดสูงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ส่วนการใช้สารยึดติดระบบเซลฟ์เอช และการใช้สารยึดติดระบบเอชแอนด์รินส์โดยไม่มีการปรับสภาพผิวซีเมนต์ ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างค่ากำลังแรงยึดของเรซินคอมโพสิตกับซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ชนิดดัดแปลงด้วยเรซินและชนิดความหนืดสูง

บทสรุป: กำลังแรงยึดของซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ชนิดดัดแปลงด้วยเรซินกับเรซินคอมโพสิตสูงกว่ากำลังแรงยึดของซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ชนิดความหนืดสูงกับเรซินคอมโพสิต และการเตรียมพื้นผิวซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ด้วยสารยึดติดระบบเอชแอนด์รินส์โดยไม่ใช้กรดกัดให้ค่ากำลังแรงยึดของซีเมนต์กับเรซินคอมโพสิตสูงกว่ากลุ่มที่ใช้สารยึดติดระบบเอชแอนด์รินส์ เมื่อใช้กรด และสารยึดติดระบบเซลฟ์เอช

รหัสคำ: ซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ชนิดดัดแปลงด้วยเรซิน, ซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ชนิดความหนืดสูง, สารยึดติดชนิด etch-and-rinse, สารยึดติดชนิด self-etch, กำลังแรงยึดเหนี่ยวจุลภาค, รูปแบบการแตกหัก

วิธีอ้างอิงบทความ: วัชรารณ คุมาสุช, ปรัชนันท์ ชาญเฉลิมชัย, พิศลย์ เสนาวงษ์, ชลธชา ห่านิรติศัย. กำลังแรงยึดเหนี่ยวจุลภาคของการยึดซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ กับเรซินคอมโพสิตด้วยสารยึดติดที่แตกต่างกัน. ว.ทันต.มหิดล 2558; 35: 177-188.

ผู้นิพนธ์ซึ่งรับผิดชอบติดต่อเกี่ยวกับบทความ:

ชลธชา ห่านิรติศัย

ภาควิชาทันตกรรมหัตถการและวิทยาเอ็นโดดอนต์
สาขาทันตกรรมหัตถการ คณะทันตแพทยศาสตร์
มหาวิทยาลัยมหิดล

6 ถ.โยธี ราชเทวี กทม.10400

โทรศัพท์ที่ทำงาน: 02-200-7825

โทรสาร: 02-200-7824

อีเมล Dtchndent@gmail.com

วันรับเรื่อง: 3 กรกฎาคม 2558

วันยอมรับการตีพิมพ์: 9 กรกฎาคม 2558

บทนำ

ซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ (glass-ionomer cement) เป็นวัสดุที่มีความสำคัญทางทันตกรรมชนิดหนึ่งเนื่องจากมีสมบัติที่สามารถเกิดพันธะทางเคมีกับเคลือบฟันและเนื้อฟันได้ มีความเข้ากันได้ดีกับเนื้อเยื่อ และมีสมบัติต้านทานฟันผุเนื่องจากสามารถปล่อยฟลูออไรด์ (fluoride) ได้¹ แต่วัสดุชนิดนี้ยังมีปัญหาเกี่ยวกับสมบัติเชิงกล (mechanical property) และสมบัติเชิงกายภาพ (physical property) ทำให้มีข้อจำกัดในการใช้งาน ดังนั้นจึงมีการพัฒนาและปรับปรุงวัสดุเพื่อให้มีการใช้งานที่ดีขึ้น โดยการพัฒนาซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์แบบดั้งเดิม (conventional glass ionomer cement) เป็นซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ชนิดดัดแปลงด้วยเรซิน (resin-modified glass-ionomer cement) ด้วยการใส่ส่วนผสมเรซิน (resin) ลงไปในซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ ซึ่งมีการบ่มตัวด้วยแสงร่วมด้วย ทำให้มีความไวต่อน้ำและมีการละลายในน้ำลดลง รวมทั้งมีความทนแรงดึงและความทนแรงอัดมากขึ้น^{2,3,4}

จากสมบัติของซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ที่สามารถเกิดพันธะทางเคมีกับฟันและปลดปล่อยฟลูออไรด์ได้ ทำให้มีการนำวัสดุชนิดนี้ไปใช้ในการบูรณะฟันร่วมกับเรซินคอมโพสิต (resin composite) ซึ่งเรียกว่า วิธีแซนด์วิช (sandwich technique)⁵ มีข้อดีคือสามารถลดความเค้นจากการหดตัวเนื่องจากการเกิดโพลิเมอร์ของเรซินคอมโพสิต (polymerization shrinkage stress) ทำให้เกิดการฉีกของวัสดุที่ดี และเกิดการรั่วซึมน้อยลง^{6,7,8} จากการศึกษาของ Van Dijken และคณะ⁹ และ Van Dijken¹⁰ พบว่าการบูรณะด้วยวิธีแซนด์วิชแบบเปิด (open-sandwich restoration) โดยใช้เรซินคอมโพสิตร่วมกับซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ชนิดดัดแปลงด้วยเรซินให้ผลการรักษาในทางคลินิกดีในระยะเวลา 3 ปี และมีผลสำเร็จที่ดีกว่าการบูรณะด้วยเรซินคอมโพสิตร่วมกับซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์แบบดั้งเดิม

นอกจากนี้ปัจจัยประการหนึ่งที่ทำให้การบูรณะ

ฟันด้วยวิธีแซนด์วิชประสบความสำเร็จ คือ ความสามารถในการยึดติดระหว่างซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์และเรซินคอมโพสิต จากการทดลองของ Tate และคณะ¹¹ ได้ศึกษาเปรียบเทียบค่ากำลังแรงยึดของซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ชนิดดัดแปลงด้วยเรซินและเรซินคอมโพสิต เมื่อมีการเตรียมพื้นผิวของซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ 2 วิธี คือ กัดผิวซีเมนต์ด้วยกรดฟอสฟอริกและไม่มีการกัดผิวด้วยกรด พบว่า การกัดผิวด้วยกรดฟอสฟอริกไม่ได้ส่งผลต่อการเพิ่มค่ากำลังแรงยึดของวัสดุทั้งสองชนิดอย่างมีนัยสำคัญ เช่นเดียวกับการศึกษาของ Rusz และคณะ¹² พบว่า การกัดผิวด้วยกรดฟอสฟอริกทำให้ค่ากำลังแรงยึดของวัสดุสองชนิดลดลงเมื่อเทียบกับการไม่กัดผิวซีเมนต์ด้วยกรด

การทดลองของ Sheth และคณะ¹³ และ Subrata และ Davidson CL¹⁴ ได้ศึกษาเปรียบเทียบค่ากำลังแรงยึดของซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ชนิดดั้งเดิม กับเรซินคอมโพสิตระหว่างการเตรียมผิวซีเมนต์ด้วยกรดกับไม่ใช้กรด พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่จากการศึกษาของ Taggart และ Pearson¹⁵ พบว่า การเตรียมพื้นผิวของซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ชนิดดั้งเดิมด้วยกรดในช่วงแรกของระยะแข็งตัวจะส่งผลทำให้เกิดความอ่อนแอของวัสดุ หรือที่บริเวณรอยต่อระหว่างซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์และเรซินคอมโพสิต ซึ่งการเตรียมพื้นผิวด้วยกรดจะมีขั้นตอนการล้างกรดออกทำให้วัสดุเกิดการปนเปื้อนของน้ำในช่วงระยะเวลาที่วัสดุแข็งตัวในระยะเวลาเริ่มต้น (initial setting) เพื่อลดปัญหาการปนเปื้อนของน้ำในการใช้สารยึดติดระบบเอชแอนด์รินซ์ (etch-and-rinse adhesive system) นั้น การนำสารยึดติดระบบเซลฟ์เอช (self-etch adhesive system) ซึ่งเป็นสารยึดติดที่ไม่มีขั้นตอนการสัมผัสน้ำก็ถือเป็นทางเลือกหนึ่ง ในการเตรียมพื้นผิวซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ก่อนการบูรณะด้วยเรซินคอมโพสิตด้วยวิธีแซนด์

ปัจจุบันมีการพัฒนาซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์แบบดั้งเดิม โดยการเพิ่มอัตราส่วนผงต่อส่วนเหลวให้

มากขึ้นเป็นซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ชนิดความหนืดสูง (Highly viscous glass-ionomer cement) ทำให้ปฏิกิริยาการแข็งตัว (setting reaction) เร็วขึ้น มีความไวต่อน้ำลดลงและมีคุณสมบัติเชิงกลที่ดีขึ้น¹⁶ การศึกษาของ Leirskar และคณะ¹⁷ พบว่าการสัมผัสน้ำในระยะแรก (early water exposure) ของซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ ชนิดความหนืดสูงนี้ไม่ส่งผลต่อการลดลงของค่าความแข็งแรงของแรงเฉือนแบบผลักออก (shear punch strength) ของซีเมนต์อย่างมีนัยสำคัญ แสดงให้เห็นว่าซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ชนิดความหนืดสูงมีคุณสมบัติที่ดีขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์แบบดั้งเดิม จึงเป็นวัสดุที่น่าสนใจอีกวัสดุหนึ่งในการนำมาใช้บูรณะฟันร่วมกับเรซินคอมโพสิตด้วยวิธีแซนด์วิช

อย่างไรก็ตามปัจจุบันยังไม่มีการศึกษาผลของการใช้สารยึดติดชนิด self-etch มาใช้ในการเตรียมผิวซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ในการบูรณะด้วยวิธีแซนด์วิช และการศึกษาผลของการใช้ซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ชนิดความหนืดสูงในการบูรณะด้วยวิธีนี้ จึงเป็นที่มาของการวิจัยนี้คือ เพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลของการใช้สารยึดติดระบบเอชแอนด์รินซ์ (etch-and-rinse adhesive system) กับสารยึดติดระบบเซลฟ์เอช (self-etch adhesive system) ต่อค่ากำลังแรงยึดของซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์สองชนิด คือซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ชนิดดัดแปลงด้วยเรซิน และ ซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ชนิดความหนืดสูงกับเรซินคอมโพสิต และศึกษาเปรียบเทียบค่ากำลังแรงยึดของซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์แต่ละชนิดกับเรซินคอมโพสิต

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการศึกษา

วัสดุซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ สารยึดติด และเรซิน คอมโพสิต ที่ใช้ในการศึกษาแสดงในตารางที่ 1 เตรียมขึ้นตัวอย่างโดยวางแบบพิมพ์ซิลิโคนรูปทรงกระบอกเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 มิลลิเมตร ความลึก 2 มิลลิเมตร จากนั้นผสมวัสดุ 2 ชนิดได้แก่ ซีเมนต์กลา

สไอโอโนเมอร์ชนิดดัดแปลงด้วยเรซิน (Fuji II™ LC / Shade A3, GC Corporation, Tokyo, Japan) และซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ชนิดความหนืดสูง (Fuji IX™ GP /Shade A3, GC Corporation, Tokyo, Japan) ตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิตใส่ลงในแบบพิมพ์ โดยใช้พายผสม (spatula) ปาดวัสดุให้พอดีกับขอบแบบพิมพ์เพื่อทำให้พื้นผิวซีเมนต์เรียบสำหรับซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ชนิดดัดแปลงด้วยเรซิน ทำการบ่มโดยใช้แสงด้วยเครื่องฉายแสง (LED light-curing unit, Bluephase®, Ivoclar Vivadent, Leichtenstein) ความเข้มแสง 1200 มิลลิวัตต์/ตารางเซนติเมตร (mW/cm²) ตรวจสอบความเข้มแสงทุกครั้งก่อนใช้งาน ให้ปลายท่อหน้าแสงตั้งฉากและห่างจากผิววัสดุ 1 มิลลิเมตร ฉายแสงเป็นเวลา 20 วินาที ส่วนซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ชนิดความหนืดสูงทิ้งไว้ให้วัสดุบ่มตัวเองตามที่บริษัทผู้ผลิตกำหนดเป็นเวลา 6 นาทีนับจากเวลาตั้งแต่เริ่มผสม เตรียมขึ้นตัวอย่างวัสดุแต่ละชนิดจำนวน 45 ชิ้น หลังจากนั้นแบ่งขึ้นตัวอย่างของวัสดุแต่ละชนิดเป็น 3 กลุ่มย่อย กลุ่มละ 15 ชิ้นและทำการเตรียมผิววัสดุที่แตกต่างกันดังนี้

กลุ่มที่ 1 ระบบเอชแอนด์รินซ์ (Etch-and-rinse: ER) นำชิ้นตัวอย่างมากัดด้วยกรดฟอสฟอริก ความเข้มข้นร้อยละ 37.5 (Gel Etchant, Kerr Corporation, Orange, CA, USA) เป็นเวลา 15 วินาที ล้างด้วยน้ำ 15 วินาที แล้วเป่าลมเบาๆ ให้แห้ง จากนั้นทาด้วยสารยึดติดออปติบอน โซโลพลัส (Optibond™ solo plus, Kerr Corporation, Orange, CA, USA) ทิ้งไว้ 15 วินาที เป่าลมเบาๆ 5 วินาที นำท่อทรงกระบอกไทกอน (Tygon tubing, TYG-030, Small Parts Inc, Miami Lakes, FL, USA) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 0.75 มิลลิเมตร สูง 1 มิลลิเมตร วางบนผิวซีเมนต์ด้านที่มีการเตรียมสภาพพื้นผิวแล้ว ใช้ paper point ซับสารยึดติดส่วนเกินบริเวณภายในท่อไทกอนก่อนแล้วจึงฉายแสงเป็นเวลา 20 วินาที

Table 1 Material used in this study, their composition, manufacturer and Batch number.

Material (Manufacturer)	Composition	Manufacturer's instruction	Batch No.
Fuji II™ LC Caps : Shade A3 (GC Corporation, Tokyo, Japan)	Powder : Fluoroaluminosilicate glass, Polyacrylic acid powder, Potassium persulfate, Ascorbic acid, pigment Liquid: Polyacrylic acid, water, HEMA	Capsule activation and mixing by amalgamator for 10 seconds. Working time is 3 minutes 15 seconds from the start of mixing. Light cure for 20 seconds.	1112141
Fuji IX™ GP Caps : Shade A3 (GC Corporation, Tokyo, Japan)	Powder : Fluoroaluminosilicate glass, Polyacrylic acid powder, Potassium persulfate, Ascorbic acid, pigment Liquid: Polyacrylic acid, Polybasic carboxylic acid, Tartaric acid	Capsule activation and mixing by amalgamator for 10 seconds. Working time is 2 minutes from the start of mixing at room temperature. Setting time 6 minutes from the start of mixing. Light cure for 20 seconds.	1005131
Premise : Shade C3 (Kerr Corporation, Orange, CA, USA)	Ethoxylatedbis-phenol-A-dimethacrylate, Triethylene glycol dimethacrylate (TEGDMA), Prepolymerized filler (PPF), Barium glass, Silica filler, Light-cure initiators and stabilizers	Placing composite into the tube, Light cure 40 seconds.	3574690
Optibond™ solo plus (Kerr Corporation, Orange, CA, USA)	Gel etchant: 37.5% phosphoric acid, Water, Fumed silica, Dye colorant Primer –adhesive: Ethyl alcohol, Alkyl dimethacrylate resins, Barium aluminoborosilicate glass, Fumed silica (silicon dioxide), Sodium hexafluorosilicate	1. Etch GIC surface for 15 seconds, Rinse for 15 seconds and gently air dry. 2. Apply OptiBond Solo Plus for 15 seconds. 3. Air thin for 5 seconds. Avoid pooling. 4. Light cure 20 seconds.	4248289
Optibond™ XTR (Kerr Corporation, Orange, CA, USA)	Primer: Glycerol phosphate dimethacrylate (GPDM), Hydroxy ethylmethacrylate (HEMA), Water, Acetone, Ethyl alcohol, Adhesive: Ethyl alcohol, Alkyl dimethacrylate resins, Barium aluminoborosilicate glass, Fumed silica (silicon dioxide), Sodium hexafluorosilicate	1. Apply OptiBond XTR. PRIMER for 20 seconds, air thin with medium air pressure for 5 seconds. 2. Apply OptiBond XTR adhesive for 15 seconds. 3. Air thin with medium air pressure and then strong air for at least 5 seconds. 4. Light cure 20 seconds.	4050166

กลุ่มที่ 2 ระบบเซลฟ์เอช (Self-etch: SE) นำขึ้นตัวอย่างมาทาด้วยสารไพรเมอร์ของออปติบอนด์ เอ็กซ์ทีอาร์ (Optibond™ XTR primer, Kerr Corporation, Orange, CA, USA) ทิ้งไว้ 20 วินาที เป่าลม 5 วินาที จากนั้นทาด้วยสารยึดติดออปติบอนด์ เอ็กซ์ทีอาร์ (Optibond™ XTR adhesive, Kerr Corporation, Orange, CA, USA) 15 วินาที แล้วเป่าลมแรงๆ 5 วินาที วางท่อไทกอนบนผิวซีเมนต์เช่นเดียวกับกลุ่มที่ 1 ฉายแสงด้วยเครื่องฉายแสงเป็นเวลา 20 วินาที

กลุ่มที่ 3 ระบบเอชแอนด์รีนซ์ (Etch-and-rinse) ที่ไม่มีการปรับสภาพผิวด้วยกรดฟอสฟอริก (No etching: NE) ทำวิธีการเดียวกับกลุ่มที่ 1 ยกเว้นไม่มีการใช้กรดกัดผิวซีเมนต์

จากนั้นเติมเรซินคอมโพสิต (Premise/Shade C3, Kerr Corporation, Orange, CA, USA) ลงในท่อไทกอนของทุกกลุ่ม ปิดพื้นผิวด้านบนด้วยแผ่นพลาสติกชนิดบางและแผ่นแก้ว ออกแรงกดเบาๆ เพื่อดันวัสดุส่วนเกินออก แล้วทำการบ่มด้วยแสงโดยใช้เครื่องฉายแสงเป็นเวลา 40 วินาที เมื่อเรซินคอมโพสิตบ่มตัวสมบูรณ์ นำขึ้นทดลองไปเก็บในความชื้นร้อยละ 100 ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง ก่อนใช้ใบมีดกรีดท่อตามแนวแกนยาวและถอดออกจากเรซิน คอมโพสิตที่เตรียมไว้

จากนั้นนำขึ้นทดลองทุกชิ้นมาตรวจสอบโดยใช้กล้องจุลทรรศน์ (optical microscope) กำลังขยาย 30 เท่าเพื่อตรวจสอบข้อบกพร่อง (defect) เช่น ช่องว่าง (gap) รูพรุน (void) ระหว่างรอยต่อของซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์กับเรซินคอมโพสิต หากพบข้อบกพร่องดังกล่าว จะคัดขึ้นตัวอย่างดังกล่าวออกจากกลุ่มการทดลอง ก่อนนำไปเข้าเครื่องทดสอบค่ากำลังแรงยึดเป็นคอป มัลติ ที (Bencor Multi-T device : Danville Engineering, CA, USA) โดยยึดขึ้นซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ด้วยกาวไซยาโนอะครีเลท (Model repair II Blue, Dentsply-Sankin, Otahara, Japan) แล้วใช้เครื่องทดสอบแรงแบบสากล (Universal

testing machine, Lloyd instruments, Fareham, UK) ทดสอบค่ากำลังแรงยึดเฉือนจุดภาค โดยใช้ลวดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.2 มิลลิเมตร คล้องรอบแกนเรซินคอมโพสิตที่เตรียมไว้ โดยให้ลวดโอบอย่างน้อยครึ่งรอบ 180 องศาและสัมผัสบริเวณรอยต่อระหว่างซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์กับเรซินคอมโพสิตแล้วใช้แรงดึงด้วยความเร็ว 0.5 มิลลิเมตรต่อนาที จนกระทั่งชิ้นงานแตกหัก

บันทึกค่าแรงที่ทำให้เกิดการแตกหักเป็นหน่วยเมกะปาสคาล (Megapascal, MPa) และบันทึกลักษณะพื้นผิวการแตกหักด้วยกล้องจุลทรรศน์ อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด (Scanning electron microscope, JSM-5410V, JEOL Ltd, Tokyo, Japan) ซึ่งพิจารณาลักษณะการแตกหักในรูปของร้อยละ โดยแบ่งเป็น 3 ลักษณะ ได้แก่

1. การยึดไม่ติด (Adhesive failure) คือ การแตกหักบริเวณผิวสัมผัสระหว่างซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์กับเรซินคอมโพสิต
2. การเชื่อมแน่นล้มเหลว (Cohesive failure) ในวัสดุซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ คือ การแตกหักภายในวัสดุซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์
3. การเชื่อมแน่นล้มเหลวในวัสดุเรซินคอมโพสิต คือ การแตกหักภายในวัสดุเรซินคอมโพสิต

ข้อมูลความแข็งแรงพันธะเฉือนจุดภาคนำมาวิเคราะห์ด้วย การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทาง (Two-way ANOVA) และการเปรียบเทียบเชิงซ้อนด้วยดัชนีที ทรี (Dunnett T3) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ผลการศึกษา

ค่ากำลังแรงยึดเฉือนจุดภาคของซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ 2 ชนิดกับเรซินคอมโพสิต เมื่อใช้สารยึดติดที่แตกต่างกัน 3 วิธี ดังแสดงในตารางที่ 2

ในกลุ่มที่ใช้สารยึดติดระบบเอชแอนด์รีนซ์ (กลุ่มที่ 1) พบว่า ซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ชนิดดัดแปลงด้วยเรซินให้การยึดติดกับเรซินคอมโพสิต

Table 2 Micro-shear bond strengths (MPa) of each experimental group (Mean \pm SD).

Materials	Fuji II LC (n=15)	Fuji IX GP (n =15)
Etching + OP (ER)	16.92 \pm 2.12 ^b	10.07 \pm 2.22 ^c
XTR (SE)	12.45 \pm 3.08 ^c	10.45 \pm 4.21 ^c
OP (NE)	21.51 \pm 4.21 ^a	17.34 \pm 4.98 ^{ab}

Means with the same superscript letter are not statistically different.

ที่มากกว่าซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ชนิดความหนืดสูง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนกลุ่มที่ 2 ที่ใช้สารยึดติดระบบเซลฟ์เอช และกลุ่มที่ 3 ที่ใช้สารยึดติดระบบเอชแอนดรินซ์ แต่ไม่มีการใช้กรดกัดผิวซีเมนต์ ไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างค่ากำลังแรงยึดเหนี่ยวจุลภาคของซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ชนิดดัดแปลงด้วยเรซินและชนิดความหนืดสูง ($P > 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบการยึดติดระหว่างซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ชนิดดัดแปลงด้วยเรซินและชนิดความหนืดสูง กับเรซินคอมโพสิต โดยใช้สารยึดติดทั้งสามวิธี พบว่าการยึดติดในกลุ่มที่ 3 ทั้งในวัสดุซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ชนิดดัดแปลงเรซินและชนิดความหนืดสูงให้การยึดติดที่สูงกว่าการใช้สารยึดติดในกลุ่มที่ 1 และ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ผลการศึกษาจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด พบว่าลักษณะการแตกหักระหว่างซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ทั้ง 2 ชนิด กับเรซินคอมโพสิตที่เตรียมพื้นผิวด้วยสารยึดทั้งสามวิธี มีการเชื่อมแน่นล้มเหลวภายในวัสดุซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ (cohesive failure) ทั้งหมด ดังรูปที่ 1

บทวิจารณ์

การยึดติดของซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ชนิดดัดแปลงด้วยเรซินกับเรซินคอมโพสิต มีค่ากำลังแรงยึดเหนี่ยวที่ดีกว่าการยึดติดของซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ชนิดความหนืดสูงกับเรซินคอมโพสิตทุกกลุ่ม แต่เฉพาะกลุ่มที่ 1 และ 4 ซึ่งใช้กรดฟอสฟอริกร่วมกับสารยึดติดระบบเอชแอนดรินซ์เท่านั้นที่มีค่ากำลังแรงยึดเหนี่ยวมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่ง

สอดคล้องกับการศึกษาของ Kerbe และ Knobloch¹⁸ และ Farah และคณะ¹⁹ พบว่าซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ชนิดดัดแปลงด้วยเรซินมีค่าแรงยึดติดกับเรซินคอมโพสิตสูงกว่าซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ชนิดดั้งเดิม ซึ่งเกิดจากส่วนประกอบของชั้นไฮดรอกซีเอทิลเมทาครีเลทหรือฮีมา (Hydroxyethylmethacrylate, HEMA) ที่มีการพอลิเมอร์ไรเซชันที่ไม่สมบูรณ์ (unpolymerized) บริเวณผิวด้านบนของซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ชนิดดัดแปลงด้วยเรซินทำให้สารยึดติดสามารถไหลเข้าไปบนพื้นผิวของซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ได้ดีขึ้น รวมถึงทำให้สารยึดติดสามารถแทรกซึมเข้าไปยังชั้นดังกล่าวได้ นอกจากนี้ส่วนของกลุ่มเมทาครีเลท (Methacrylate group) ที่อยู่บนสายของกรดโพลีอัลคีนอิก (Polyalkenoic acid) ในซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ชนิดดัดแปลงด้วยเรซินที่ไม่เกิดปฏิกิริยาโพลิเมอร์ไรเซชัน อาจทำให้เกิดพันธะทางเคมีโควาเลนต์ (chemical covalent bond) กับสารยึดติดอีกด้วย¹⁸

ค่ากำลังแรงยึดเหนี่ยวจุลภาคกลุ่มซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ทั้งสองชนิดกับเรซินคอมโพสิตที่เตรียมพื้นผิวด้วยสารยึดติดระบบเอชแอนดรินซ์ที่ไม่ใช้กรดกัดบนพื้นผิวซีเมนต์ (วิธีที่ 3) มีค่ามากกว่ากลุ่มที่เตรียมพื้นผิวด้วยการใช้กรดกัดร่วมกับสารยึดติดดังกล่าว (วิธีที่ 1) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยพบว่าค่ากำลังแรงยึดเหนี่ยวจุลภาคของกลุ่มซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ชนิดดัดแปลงด้วยเรซินที่ยึดกับเรซินคอมโพสิตโดยไม่ใช้กรดจะให้ค่าแรงยึดติดมากกว่ากลุ่มที่ใช้กรดถึงร้อยละ 27 ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับการศึกษาของ Kerbe RE และ Knobloch¹⁸ ที่พบว่า

ซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ชนิดดัดแปลงด้วยเรซินที่ยึดกับเรซินคอมโพสิตโดยไม่ใช้กรดจะให้ค่าแรงยึดติดมากกว่ากลุ่มที่ใช้กรดถึงร้อยละ 25 นอกจากนี้การศึกษาของ Rusz และคณะ¹² ยังพบว่า การกัดผิวซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ด้วยกรดฟอสฟอริก ทำให้ค่ากำลังแรงยึดของวัสดุซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์กับเรซินคอมโพสิตลดลงเมื่อเทียบกับการไม่กัดผิวซีเมนต์ด้วยกรด โดยเหตุผลเนื่องมาจากการใช้กรดกัดผิวซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ชนิดดัดแปลงด้วยเรซิน อาจ

ทำให้เกิดความไม่สมบูรณ์ของผิวส่วนบนสุดของชั้นที่มีกลุ่มเมทาครีเลทที่ไม่เกิดปฏิกิริยาโพลีเมอร์ไรเซชันเนื่องจากผลของออกซิเจน (oxygen inhibited functional methacrylate group) นอกจากนี้ การใช้กรดกัดร่วมกับการล้างน้ำ อาจทำให้ชั้นที่มีกลุ่มเมทาครีเลทที่ไม่เกิดปฏิกิริยาโพลีเมอร์ไรเซชันเนื่องจากผลของออกซิเจนดังกล่าวและ HEMA บางส่วนหลุดออกไป ซึ่งส่งผลทำให้ค่าแรงยึดติดลดลง¹⁸

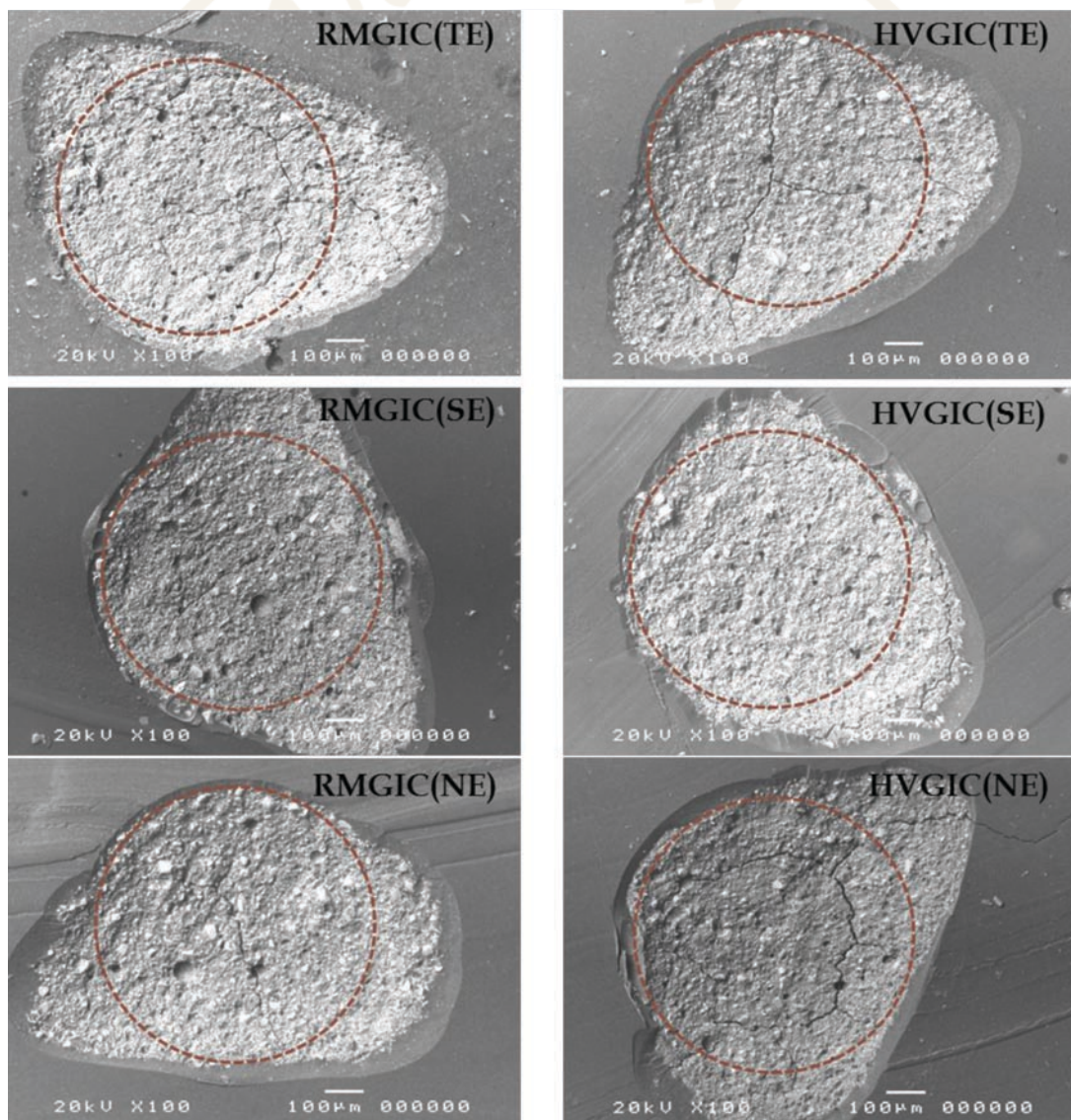


Figure 1 Representative scanning electron micrograph of fracture pattern in each group. All groups were failed cohesively in cement.

สำหรับค่ากำลังแรงยึดเหนี่ยวจุลภาคของกลุ่มซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ชนิดความหนืดสูงที่ยึดกับเรซินคอมโพสิตโดยไม่ใช้กรดจะให้ค่าแรงยึดติดมากกว่ากลุ่มที่ใช้กรดถึงร้อยละ 72 ซึ่งผลการทดลองที่ได้ขัดแย้งกับการศึกษาของ Subrata และ Davidson¹⁴ และ Hinoura และคณะ²⁰ ที่พบว่าการใช้กรดกัดผิวซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ก่อนยึดกับเรซินคอมโพสิตจะส่งผลให้ค่ากำลังแรงยึดเหนี่ยวจุลภาคสูงขึ้น ทั้งนี้ผลที่ขัดแย้งกันอาจเกิดเนื่องจากการเตรียมวัสดุที่ต่างกัน โดยการทดลองทั้งสองการศึกษาข้างต้นใช้แผ่นแก้ว (cover slip) ปิดบนผิววัสดุซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ทำให้เกิดเป็นลักษณะผิวที่เรียบ แต่การศึกษานี้ได้ทำการทดลองโดยให้วัสดุแข็งตัวในอากาศ (set in air) ทำให้พื้นผิวมีลักษณะขรุขระ¹³ โดยความขรุขระเป็นลักษณะสำคัญที่ทำให้สารยึดติดสามารถแทรกซึมเข้าไปยึดเกาะเป็นการยึดติดทางกล และช่วยให้การยึดติดระหว่างซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์กับเรซินคอมโพสิตในกลุ่มที่ไม่ใช้กรดกัดสูงชันอย่างมีนัยสำคัญ^{14,20} ซึ่งจากการศึกษาของ Sheth และคณะ¹³ ได้พบว่าซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ชนิดดั้งเดิมที่มีผิวเรียบ จากการแข็งตัวภายใต้แผ่นแก้วเมื่อใช้กรดกัดผิวซีเมนต์ มีผลให้พื้นผิวที่มีลักษณะขรุขระใกล้เคียงกับพื้นผิววัสดุที่เกิดจากการแข็งตัวในอากาศ ซึ่งส่งผลให้การยึดติดของซีเมนต์ทั้งสองกลุ่มกับเรซินคอมโพสิตมีค่าไม่แตกต่างกัน แต่จากผลการทดลองนี้กลับให้ผลว่าการไม่ใช้กรดจะให้ค่าแรงยึดติดมากกว่า ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการเตรียมพื้นผิวซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ด้วยกรดจะไปมีผลทำให้ความแข็งแรงของผิววัสดุซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ลดลงส่งผลให้ค่ากำลังแรงยึดต่ำลง¹⁵

ค่ากำลังแรงยึดเหนี่ยวจุลภาคกลุ่มซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ชนิดความหนืดสูงกับเรซินคอมโพสิตที่เตรียมพื้นผิวด้วยการใช้สารยึดติดระบบเซลฟ์เอช มีค่ากำลังแรงยึดเหนี่ยวจุลภาคใกล้เคียงกับการใช้สารยึดติดระบบเอชแอนดรีนซ์ ซึ่งแตกต่างจากการศึกษาของ Zhang และคณะ²¹ ที่พบว่าการศึกษาการเตรียมพื้นผิวซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ชนิดความหนืดสูงและชนิดดั้งเดิม

โดยใช้สารยึดติดระบบเซลฟ์เอชให้ค่าแรงยึดติดที่มากกว่าสารยึดติดระบบเอชแอนดรีนซ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้อาจเนื่องด้วยความแตกต่างในส่วนของวิธีการทดลอง ซึ่ง Zhang และคณะ ได้ใช้สารยึดติดหลังจากซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์แข็งตัว 24 ชั่วโมง แต่การศึกษานี้ได้จำลองวิธีการใช้งานทางคลินิกโดยการทาสารยึดติดหลังจากวัสดุแข็งตัวในระยะเริ่มต้น 6 นาที ซึ่งซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ชนิดความหนืดสูงแม้ว่าจะมีการแข็งตัวในระยะแรก 6 นาที แต่อย่างไรก็ตามระยะเวลาแข็งตัวอย่างสมบูรณ์ คือ 24 ชั่วโมง²⁶ ซึ่งการทาสารไพรเมอร์ของสารยึดติดออปติบอนด์ เอ็กซ์ทีอาร์ที่มีระดับความเป็นกรด-ด่าง (pH) เท่ากับ 1.6 ก่อนระยะเวลาการแข็งตัวอย่างสมบูรณ์ อาจไปรบกวนการแข็งตัวของวัสดุ และทำให้วัสดุเกิดความอ่อนแอเช่นเดียวกับการเตรียมพื้นผิวด้วยการใช้กรดฟอสฟอริกเช่นกัน

ส่วนค่ากำลังแรงยึดเหนี่ยวจุลภาคกลุ่มซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ชนิดดัดแปลงด้วยเรซินกับเรซินคอมโพสิตที่เตรียมพื้นผิวด้วยการใช้สารยึดติดระบบเอชแอนดรีนซ์ มีค่ากำลังแรงยึดเหนี่ยวจุลภาคมากกว่าการใช้สารยึดติดระบบเซลฟ์เอช ซึ่งผลการทดลองที่ได้ไม่สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ว่าค่ากำลังแรงยึดเหนี่ยวจุลภาคในการยึดซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์กับเรซินคอมโพสิต ระหว่างการใช้สารยึดติดระบบเอชแอนดรีนซ์กับระบบเซลฟ์เอช ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากส่วนประกอบของสารยึดติดเองอาจจะไปทำปฏิกิริยากับซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ ซึ่งยังไม่สามารถอธิบายได้ หรือสมบัติการไหลแผ่ของสารยึดติดบนพื้นผิวที่ยึดติด (wettability) ก็อาจจะเป็นปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่อค่าแรงยึดติดที่เกิดขึ้น^{24,25}

สำหรับลักษณะการแตกหักพบว่า เป็นแบบการเชื่อมแน่นล้มเหลวในเนื้อซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ทุกกลุ่ม ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Sneed และ Looper²² Hinoura และคณะ²⁰ Subrata และ Davidson¹⁴ ที่ศึกษาค่าแรงยึดติดของซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์กับเรซินคอมโพสิตและพบว่าการศึกษาการเชื่อมแน่น

ล้มเหลวในเนื้อซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ทั้งหมด โดยค่ากำลังแรงยึดที่วัดได้ไม่สามารถบ่งบอกถึงค่ากำลังแรงยึดติดที่แท้จริง ระหว่างซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์กับเรซินคอมโพสิตได้ โดยค่ากำลังแรงยึดที่ได้บ่งบอกถึงการมีค่ากำลังแรงยึดระหว่างพื้นผิวสูงกว่าค่ากำลังแรงยึดติดภายในตัววัสดุ²³ ค่ากำลังแรงยึดเฉือนจุลภาคที่วัดได้จึงเป็นค่าที่บ่งบอกถึงกำลังแรงยึดภายในเนื้อวัสดุซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ (Cohesive Strength) ซึ่งหากเป็นตามเหตุผลข้างต้นนี้ ค่าแรงยึดเฉือนในเนื้อซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ที่ได้เมื่อใช้ซีเมนต์ชนิดเดียวกันควรมีค่าไม่แตกต่างกัน แต่จากผลการทดลองนี้พบว่า ค่ากำลังแรงยึดเฉือนของกลุ่มการทดลองที่ใช้ซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ชนิดเดียวกันกลับมีค่าที่แตกต่างกัน แสดงให้เห็นว่าขั้นตอนการเตรียมพื้นผิวที่แตกต่างกันของแต่ละกลุ่มการทดลองอาจจะ เป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อความแข็งแรงภายในเนื้อวัสดุซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ ทำให้ค่ากำลังแรงยึดเฉือนที่ได้แตกต่างกัน กล่าวคือ การกัดพื้นผิวซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ด้วยสารที่มีความเป็นกรดอาจทำให้คุณสมบัติเชิงกลของวัสดุซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ลดลงได้ ดังการศึกษาของ Taggart และ Pearson¹⁵ ที่พบว่าความทนแรงดัด (Flexural strength) ของเนื้อวัสดุซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์มีค่าลดลงหลังจากการถูกกัดด้วยกรด ด้วยเหตุดังกล่าวอาจเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้วิธีที่ 3 ที่ใช้สารยึดติดระบบเอชแอนดรีนซ์ โดยไม่ใช้กรดกัดผิว (NE) มีค่าแรงยึดภายในเนื้อวัสดุซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์สูง เมื่อเทียบกับวิธีที่ 1 ที่ใช้สารยึดติดระบบเอชแอนดรีนซ์ โดยใช้กรดฟอสฟอริกกัดผิวก่อน (ER) และวิธีที่ 2 ที่ใช้สารยึดติดระบบเซลฟ์เอช (SE) โดยผิวซีเมนต์ที่สัมผัสด้วยกรดหรือสารไพรเมอร์ที่มีความเป็นกรด จะทำให้วัสดุซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์บริเวณรอยต่อกับสารยึดติดมีความอ่อนแอลง

นอกจากนี้ยังพบว่าในกลุ่มที่เตรียมพื้นผิวด้วยสารยึดติดระบบเอชแอนดรีนซ์ ซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ชนิดดัดแปลงด้วยเรซินมีค่ากำลังแรงยึดเฉือนกับเรซิน

คอมโพสิตมากกว่าซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ชนิดความเหนียวอย่างมีนัยสำคัญแสดงให้เห็นว่า การกัดด้วยกรดในระบบเอชแอนดรีนซ์ มีผลต่อความแข็งแรงของเนื้อซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ชนิดความเหนียวมากกว่าซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ชนิดดัดแปลงด้วยเรซิน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ชนิดความเหนียวมีความไว (sensitive) ต่อกรดมากกว่าซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ชนิดดัดแปลงด้วยเรซิน รวมถึงการศึกษาของ Subrata และ Davidson¹⁴ ที่พบว่า การเป่าลม (air drying) บนผิวซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์หลังจากการล้างกรดด้วยน้ำในวิธีของระบบเอชแอนดรีนซ์ อาจจะสามารถทำให้เกิดรอยร้าว (crazing) ในเนื้อวัสดุได้ ซึ่งรอยร้าวที่เกิดขึ้นมีผลทำให้เกิดความอ่อนแอในเนื้อซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ชนิดดั้งเดิม (conventional glass ionomer cement) เช่นเดียวกับซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ชนิดความเหนียวสูง

ในการศึกษานี้ได้ศึกษาค่ากำลังแรงยึดเฉือนระหว่างซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์กับเรซินคอมโพสิตในช่วงระยะเวลา 24 ชั่วโมงแรก ดังนั้นควรมีการศึกษาเพื่อดูผลของค่าแรงยึดติดในระยะยาว นอกจากนี้ลักษณะการแตกหักที่พบในการศึกษานี้ คือ การแตกหักที่เกิดขึ้นในเนื้อซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์เพียงอย่างเดียวทำให้ไม่สามารถบ่งชี้ถึงค่ากำลังแรงยึดติดที่แท้จริงระหว่างซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์กับเรซินคอมโพสิตได้

จากผลการทดลองในการอุดฟันด้วยวิธีแซนด์วิช โดยการใส่สารยึดติดระบบเอชแอนดรีนซ์ แนะนำให้ทาสารยึดติดบนผิวซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์โดยไม่ต้องเตรียมพื้นผิวซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ด้วยกรดก่อน โดยการใส่กรดฟอสฟอริกจะมีผลเสีย ทำให้ค่ากำลังแรงยึดเฉือนลดลง เนื่องจากมีความอ่อนแอของซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ สำหรับการใส่สารยึดติดระบบเซลฟ์เอช เนื่องจากพบการลดลงของค่ากำลังแรงยึดเฉือนอันเนื่องมาจากความเป็นกรดของสารไพรเมอร์ ซึ่งรายงานโดย Zhang และคณะ²¹ ดังนั้น

การทาเฉพาะสารยึดติดบนผิวซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ โดยไม่ต้องเตรียมพื้นผิวซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ด้วย สารไพรเมอร์ก่อนน่าจะมีผลทำให้ค่าแรงยึดติดสูงขึ้น เช่นเดียวกับกับการใช้สารยึดติดวิธีที่ 3 ที่ใช้สารยึดติดระบบเอชแอนดรินซ์ โดยไม่ใช้กรดกัดผิวซีเมนต์ก่อนทาสารยึดติด

บทสรุป

การยึดติดระหว่างซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ ชนิดดัดแปลงด้วยเรซินกับเรซินคอมโพสิตให้ค่ากำลังแรงยึดที่สูงกว่าการยึดติดระหว่างซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ชนิดความหนืดสูงกับเรซินคอมโพสิตเมื่อใช้สารยึดติดระบบเอชแอนดรินซ์ ส่วนการใช้สารยึดติดระบบเซลฟ์เอชให้ค่าไม่แตกต่างกัน การยึดด้วยวิธีของระบบเอชแอนดรินซ์ โดยไม่ใช้กรดกัดทั้งในวัสดุซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ชนิดดัดแปลงเรซินและชนิดความหนืดสูงให้การยึดติดที่ดีที่สุด

Funding: None

Competing interests: None

Ethical approval: None

References

- McLean JW. Glass ionomer cements. *Br Dent J* 1988; 164(9): 293.
- Sidhu SK, Watson TF. Resin-modified glass ionomer materials. A status report for the American Journal of Dentistry. *Am J Dent* 1995; 8(1): 59-67.
- Mathis RS, Ferracane JL. Properties of glass ionomer/resin-composite hybrid material. *Dent Mater* 1989; 5(5): 355-8.
- Attin T, Vataschki M, Hellwig E. Properties of resin-modified glass ionomer restorative materials and two polyacid-modified resin composite materials. *Quintessence Int* 1996; 27(3): 203-9.
- McLean JW, Prosser HJ, Wilson AD. The use of glass ionomer cements in bonding composite resins to dentin. *Br Dent J* 1985; 158(11): 410-4.
- Tolidis K, Nobecourt A, Randell RC. Effect of a resin-modified glass ionomer liner on volumetric polymerization shrinkage of various composites. *Dent Mater* 1998; 14(6): 417-23.
- Andersson-Wenckert IE, van Dijken JWV, Horstedt P. Modified class II open sandwich restorations: evaluation of interfacial adaptation and influence of different restorative techniques. *Eur J Oral Sci* 2002; 110(3): 270-5.
- Loguercio AD, Alessandra R, Mazzocco KC, Dias AL, Busato AL, Singer Jda M, Rosa P. Microleakage in class II composite resin restoration: total bonding and open sandwich technique. *J Adhes Dent* 2002; 4(2): 137-44.
- Van Dijken JWV, Kieri C, Carlen M. Longevity of extensive class II open-sandwich restorations with a resin-modified glass-ionomer cement. *J Dent Res* 1999; 78(7): 1319-25.
- Van Dijken JWV. A 6-year evaluation of direct composite resin inlay/onlay system and glass ionomer cement-composite resin sandwich restorations. *Acta Odontol Scand* 1994; 52(6): 368-76.
- Tate WH, Friedl KH, Powers JM. Bond strength of composites to hybrid ionomers. *Oper Dent* 1996; 21(4): 147-52.
- Rusz JE, Antonucci JM, Eichmiller F, Anderson MH. Adhesive properties of modified glass-ionomer cements. *Dent Mater* 1992; 8(1): 31-6.
- Sheth JJ, Jensen M.E, Sheth PJ, Versteeg J. Effect of etching glass ionomer cements on bond strength to composite resin. *J Dent Res* 1989; 68(6): 1082-87.
- Subrata G, Davidson CL. The effect of various surface treatments on the shear strength between composite resin and glass-ionomer cement. *J Dent* 1989; 17(1): 28-32.
- Taggart SE, Pearson GJ. The effect of etching on glass poly alkenoate cements, *J Oral Rehabil* 1991; 18(1): 31-42.
- Guggenberger R, May R, Stefan KP. New trends in glass-ionomer chemistry. *Biomaterials* 1998; 19(6): 479-83.
- Leirskar J, Nordbø H, Mount GJ, Ngo H. The influence of resin coating on the shear punch strength of a high strength auto-cure glass ionomer. *Dent Mater* 2003; 19(2): 87-91.

18. Kerby RE, Knobloch L. The relative micro-shear bond strength of visible light-curing and chemically curing glass-ionomer cement to composite resin. *Quintessence Int* 1992; 23(9): 641-4.
19. Farah CS, Orton VG, Collard SM. Micro-shear bond strength of chemical and light-cured glass ionomer cements bonded to resin composites. *Aust Dent J* 1998; 43(2): 81-6.
20. Hinoura K, Moore BK, Phillips RW. Tensile bond strength between glass ionomer cements and composite resins. *J Am Dent Assoc* 1987; 114(2): 167-72.
21. Zhang Y, Burrow MF, Palamara JE, Thomas CD. Bonding to glass ionomer cements using resin-based adhesives. *Oper Dent* 2011; 36(6): 618-25.
22. Sneed WD, Loper SW. Micro-shear bond strength of a composite resin to an etched glass ionomer. *Dent Mater* 1985; 1(4): 127-8.
23. Tanumiharja M, Burrow MF, Tyas MJ. Microtensile bond strengths of glass ionomer (polyalkenoate) cements to dentine using four conditioners. *J Dent* 2000; 28(5): 361-6.
24. Mount GJ. The wettability of bonding resins used in the composite resin/glass ionomer sandwich technique. *Aust Dent J* 1989; 34(1): 32-5.
25. Mount GJ. The tensile strength of the union between various glass ionomer cements and various composite resins. *Aust Dent J* 1989; 34(2): 136-46.
26. Irie M, Maruo Y, Nishigawa G, Suzuki K, Watts DC. Class I gap-formation in highly-viscous glass-ionomer restorations: delayed vs immediate polishing. *Oper Dent* 2008; 33(2):196-202.

