

ผลของการปนเปื้อนสารห้ามเลือดชนิดอลูมินัมคลอไรด์ต่อกำลังยึดติดแบบเงื่อนของกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์กับเนื้อฟัน

Effect of Aluminum Chloride Hemostatic Agent Contamination on Shear Bond Strength of Glass-Ionomer Cements to Dentin

ณัฐพงษ์ นันโท¹, สุมนา จิตติเดชารักษ์², ยุทธนา ขวัญยากร²

¹ทันตแพทย์ชำนาญการ โรงพยาบาลแม่ข่าย เชียงใหม่ 50280

²ภาควิชาทันตกรรมบูรณะและปริทันตวิทยา คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Nattapong Nunto¹, Sumana Jittidecharaks², Yuttana Khuwattayakorn²

¹Dentist, Professional Level, Mae-ai Hospital, Chiang Mai 50280

²Department of Restorative Dentistry and Periodontology, Faculty of Dentistry, Chiang Mai University

ชม. ทันตสาร 2557; 35(1) : 87-98

CM Dent J 2014; 35(1) : 87-98

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบค่ากำลังยึดติดแบบเงื่อนของกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ 4 ผลิตภัณฑ์กับเนื้อฟันที่ปนเปื้อนและไม่ปนเปื้อนสารห้ามเลือดชนิดอลูมินัมคลอไรด์ โดยใช้ฟันกรามแท้มนุษย์ซี่ที่สามตัดผิวฟันด้านแก้มและด้านลิ้นออกถึงชั้นเนื้อฟัน เพื่อใช้สำหรับการยึดจำนวน 120 ซี่ แบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 60 ซี่ กลุ่มที่ 1 (กลุ่มควบคุม) ไม่ทาสารห้ามเลือด กลุ่มที่ 2 กลุ่มทดลองทาสารห้ามเลือดชนิดอลูมินัมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 25 นาน 2 นาที ล้างน้ำ 30 วินาที และเป่าลม 3 วินาที แต่ละกลุ่มแบ่งออกเป็น 4 กลุ่มย่อย นำมายึดด้วยกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ 4 ผลิตภัณฑ์ ได้แก่ คีแทคฟิลพลัส คีแทคโมลาร์วิทริเมอร์และคีแทคเอนหนึ่งร้อย กำหนดขนาดพื้นที่ผิวในการยึดติดของกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ด้วยแม่พิมพ์

Abstract

The purpose of this study was to compare the shear strength of the bonds between glass-ionomer cements and dentin contaminated with a hemostatic agent containing aluminum chloride, and uncontaminated. Human third molars were sectioned mesiodistally and ground to obtain flat dentin surfaces. One hundred and twenty dentin specimens were randomly divided into two main groups of 60 specimens each: Group 1 (control group) was uncontaminated; Group 2 was contaminated for two minutes with 25% aluminum chloride hemostatic agent. The specimens in both groups were rinsed with distilled water and air-dried. Subgroups were

Corresponding Author:

สุมนา จิตติเดชารักษ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทันตแพทย์หญิง ดร., ภาควิชาทันตกรรมบูรณะและปริทันตวิทยา คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Sumana Jittidecharaks

Assistant Professor Dr., Department of Restorative Dentistry and Periodontology, Faculty of Dentistry, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand

E-mail: besumana@yahoo.com

พลาสติกเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 มิลลิเมตร เก็บชิ้นงานในน้ำกลั่นอุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง นำทุกชิ้นงานไปทดสอบค่ากำลังยึดติดแบบเฉือน จากนั้นนำชิ้นงานมาส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์สเตอริโอกำลังขยาย 100 เท่า เพื่อแบ่งลักษณะการแตกหัก นำผลการทดสอบค่ากำลังยึดติดแบบเฉือนมาวิเคราะห์ทางสถิติเปรียบเทียบโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทาง (two-way ANOVA) วิเคราะห์เชิงซ้อนด้วยวิธีทูกีย์ (Tukey multiple comparison test) ทำการเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มที่ไม่ปนเปื้อนและปนเปื้อนสารห้ามเลือดที่ยึดติดด้วยวัสดุผลิตภัณฑ์เดียวกัน ด้วยการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยสองค่าที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างสองกลุ่มที่เป็นอิสระจากกันที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p < 0.05$) ศึกษารอยต่อที่เกิดขึ้นระหว่างกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์กับเนื้อฟันด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดกำลังขยาย 3000 เท่า จากผลการทดลองการปนเปื้อนของสารห้ามเลือดส่งผลให้ค่ากำลังยึดติดแบบเฉือนของคิแทคฟิลพลัสเพิ่มขึ้น (5.31 ± 1.45 เมกะปาสคาล) เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ไม่ปนเปื้อนสารห้ามเลือด แต่สำหรับคิแทคเอนหนึ่งร้อยพบว่ค่ากำลังยึดติดแบบเฉือนลดลง (2.80 ± 1.80 เมกะปาสคาล) เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ไม่ปนเปื้อนสารห้ามเลือด ส่วนกลุ่มคิแทคโมลาร์และวิทรีเมอร์ไม่พบความแตกต่างระหว่างกลุ่มที่ปนเปื้อนและไม่ปนเปื้อนสารห้ามเลือดชนิดอลูมินัมคลอไรด์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สำหรับผลจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดพบว่าชั้นไอออนเอนริชที่เกิดขึ้นมีความแตกต่างกันตามผลิตภัณฑ์ของกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ สรุปผลการศึกษาพบว่าสารห้ามเลือดชนิดอลูมินัมคลอไรด์ส่งผลต่อกำลังยึดติดแบบเฉือนของกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์แต่ละชนิดแตกต่างกันขึ้นอยู่กับวิธีการเตรียมผิวฟันและส่วนประกอบของกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์

formed according to the four glass-ionomer cements used in the study (Ketac™Fil Plus, Ketac™ Molar Aplicap, Vitremer™ and Ketac™ N100). Dentin surfaces were restored with glass-ionomer cement (diameter 3 mm.). All specimens were stored in distilled water at 37°C for 24 hours before the shear bond strength was evaluated in a universal testing machine. The types of failure were also assessed using a stereomicroscope with 100X magnification. The data was statistically analyzed by two-way ANOVA followed by Tukey's multiple comparison test and the average shear bond strength values were compared by the Independent Sample t-test at a 95% confident level ($p < 0.05$). The interfaces between dentin and glass-ionomer cement were evaluated using scanning electron microscopy operated at 3000 X magnification. The shear strength of bonds between Ketac™Fil Plus and contaminated dentin was significantly higher (5.31 ± 1.45 MPa), and the shear strength of bonds between Ketac™ N100 and contaminated dentin was lower (2.80 ± 1.80 MPa) than those of bonds to uncontaminated dentin. The shear strength of bonds between Ketac™ Molar Aplicap and Vitremer™ and contaminated dentin were not significantly different from those of bonds to uncontaminated dentin. At glass-ionomer cement-dentin interface, different ion-enriched layers were presented by different glass-ionomer cements. In conclusion, the shear strength of bonds between glass-ionomer cements and dentin contaminated with a hemostatic agent containing aluminum chloride might depend on the surface preparations and compositions of glass-ionomer cements.

คำสำคัญ: กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ กำลังการยึดติดแบบเฉือน สารห้ามเลือด

Keywords: Glass-ionomer cement, Shear bond strength, Hemostatic agent

บทนำ

เมื่อปี ค.ศ.1972 Wilson และ Kent⁽¹⁾ ได้คิดค้นกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ (glass-ionomer cement) เพื่อใช้เป็นวัสดุบูรณะฟัน วัสดุชนิดนี้ได้รับความนิยมอย่างรวดเร็วเนื่องจากสามารถปลดปล่อยและดูดกลืนฟลูออไรด์ สามารถยึดติดฟันด้วยพันธะเคมี⁽²⁾ กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์เป็นวัสดุที่ใช้น้ำเป็นองค์ประกอบ (water-based material) หลังจากผสมวัสดุเข้าด้วยกันจะเกิดปฏิกิริยาที่มีความเป็นกรดมากขึ้น ทำให้กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์มีความสามารถในการกำจัดชั้นสเมียร์ (smear layer) ได้บางส่วน การยึดติดของกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์กับเนื้อฟันเกิดจากปฏิกิริยาระหว่างหมู่แคลเซียม (calcium) และฟอสเฟต (phosphate) ในเนื้อฟันกับหมู่คาร์บอกซิลิก (carboxylic group) ในซีเมนต์⁽³⁾ เกิดเป็นชั้นอูมิเนียมและแคลเซียมฟอสเฟต⁽⁴⁾ ทำให้วัสดุกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์เกิดพันธะทางเคมีกับผิวฟันได้ แต่วัสดุชนิดนี้มีข้อด้อย คือมีความแข็งแรงน้อยอัตราการสึกสูงและมีความไวต่อการรับและสูญเสียน้ำในขณะวัสดุบ่มตัวในระยะแรก⁽⁵⁾ จึงมีการปรับปรุงคุณสมบัติของกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ในหลาย ๆ รูปแบบ เช่น เพิ่มเรซินลงในส่วนผงและส่วนเหลวการปรับปรุงส่วนของกรดโพลีอะคริลิก (polyacrylic acid) การลดขนาดและการกระจายตัวของส่วนผงแก้ว (glass particle) การเติมโลหะบางชนิดในส่วนผงของกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ เป็นต้น

การบูรณะฟันด้วยกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ในบริเวณใกล้เหงือกหรือใต้เหงือก โดยเฉพาะการอุดบริเวณคอฟันมักประสบปัญหาการปนเปื้อนจากเลือด น้ำเหลืองเหงือก (gingival fluid) และน้ำลายซึ่งการปนเปื้อนในขณะทำการบูรณะส่งผลด้านลบต่อคุณสมบัติเชิงกลของวัสดุและทำให้กำลังยึดติดระหว่างวัสดุกับผิวฟันลดลง⁽⁶⁾ รวมถึงมีผลต่อการรั่วซึมตามขอบ (leakage) มากขึ้น⁽⁷⁾ การควบคุมความชื้นบริเวณดังกล่าวทำได้หลากหลายวิธี ที่นิยมใช้อย่างมากคือการใช้ด้ายแยกเหงือกพร้อมกับสารห้ามเลือดสารห้ามเลือดสามารถควบคุมเลือดและลดน้ำเหลืองเหงือกได้ ซึ่งสารห้ามเลือดนั้นมีหลายประเภท เช่นอีพิเนฟริน (epinephrine) อลูมิเนียมโพแทสเซียมซัลเฟต (aluminum potassium sulfate) อลูมิเนียมซัลเฟต (aluminum sulfate) ซิงค์คลอไรด์ (zinc chloride) เฟอริกซับซัลเฟต (ferric subsulfate) กรดแทนนิก (tannic acid) เฟอริกซัลเฟต (ferric sulfate) และ

อลูมิเนียมคลอไรด์ (aluminum chloride) เป็นต้น⁽⁸⁾ อลูมิเนียมคลอไรด์เป็นสารห้ามเลือดที่นิยมใช้กันมากเนื่องจากมีความปลอดภัยและมีประสิทธิภาพในการห้ามเลือด^(9,10,11) สารห้ามเลือดส่วนใหญ่จะมีความเป็นกรดที่ค่อนข้างสูง คือมีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ประมาณ 0.7-2.0⁽¹²⁾ เมื่อสารห้ามเลือดที่มีความเป็นกรดสัมผัสกับเนื้อฟันส่งผลให้เกิดการละลายของชั้นสเมียร์ที่ปกคลุมผิวฟันและส่วนอนินทรีย์ (inorganic) ของเนื้อฟันโดยปริมาณของการละลายขึ้นอยู่กับระยะเวลาที่สัมผัสกับสารห้ามเลือด^(11,12) ดังนั้นการปนเปื้อนสารห้ามเลือดที่เนื้อฟันอาจส่งผลกระทบต่อความยึดติดของกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ แต่ในปัจจุบันยังไม่มีการศึกษาถึงผลของการปนเปื้อนสารห้ามเลือดต่อการยึดติดระหว่างกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์กับเนื้อฟัน การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบกำลังยึดติดแบบเฉือนของกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ กับเนื้อฟันในภาวะปนเปื้อนและไม่ปนเปื้อนสารห้ามเลือดชนิดอลูมิเนียมคลอไรด์

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

นำฟันกรามแท้ซี่ที่ 3 ของมนุษย์ ที่ปราศจากรอยผุและไม่มีวัสดุบูรณะจำนวน 64 ซี่ ที่เก็บในสารละลายไทมอล (thymol) ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 ที่อุณหภูมิห้อง (ประมาณ 25 องศาเซลเซียส) เป็นระยะเวลาไม่เกิน 3 เดือนหลังจากถอนฟัน นำฟันมาทำความสะอาดและกำจัดเนื้อเยื่อ แล้วเก็บในน้ำกลั่นที่อุณหภูมิห้องก่อนการทดลอง 24 ชั่วโมง

ตัดฟันในแนวตั้งฉากกับแนวแกนฟัน (long axis) กำหนดให้เหนือรอยต่อระหว่างเคลือบฟันกับเคลือบรากฟัน (cemento-enamel junction) 2.5 มิลลิเมตรแล้วตัดฟันอีกแนวตัดต่อรอยต่อเคลือบฟันกับเคลือบรากฟันประมาณ 2.5 มิลลิเมตร ด้วยเครื่องตัดความเร็วต่ำ (slow speed cutting machine, Isomet™, U.S.A.) โดยมีน้ำลดความร้อนขณะทำการตัด

นำชิ้นฟันที่ได้มาตัดแบ่งครึ่งตามแนวใกล้แก้ม-ใกล้ลิ้น (bucco-lingual line) ด้วยแผ่นกรอกากเพชร (diamond disc) ความละเอียด 180 ร่วมกับน้ำขณะทำการตัดได้ชิ้นตัวอย่างจำนวน 128 ชิ้น และทำการตัดเนื้อฟันบริเวณที่จะทดสอบโดยตัดฟันห่างจากรอยต่อระหว่างเนื้อฟันและเคลือบฟัน (Dento-enamel junction) 1 มิลลิเมตร เข้าไปในเนื้อฟัน ในแนวนานกับผิวด้านนอกของฟัน จากนั้นนำชิ้น

ตัวอย่างไปยึดในท่อโลหะเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 นิ้ว ด้วยอีพอกซีเรซิน (epoxy resin) โดยเอียงให้ผิวฟันด้านประชิดของชั้นตัวอย่างขนานกับพื้นราบและทำการเตรียมผิวฟันให้พร้อมกับการยึดติดโดยการขัดเนื้อฟันที่จะทำการทดสอบด้วยกระดาษทรายน้ำ (silicon carbide abrasive paper) ความละเอียด 600 ร่วมกับน้ำ 1 นาที⁽¹³⁾ จากนั้นใช้น้ำกลั่นล้างผิวฟันที่จะทำการยึดติดเป็นเวลา 10 วินาที และเป่าลมเป็นเวลา 10 วินาที แบ่งชั้นตัวอย่างจำนวน 128 ชิ้น ด้วยการสุ่มเป็น 2 กลุ่มเท่าๆ กันโดย

กลุ่ม I เป็นกลุ่มควบคุมไม่ทำสารห้ามเลือด

กลุ่ม II เป็นกลุ่มทดลองนำไปหาสารห้ามเลือด (Racetyptine™, Septodont, Cedex, France) เป็นเวลา 2 นาที และล้างน้ำ 30 วินาที เป่าแห้ง 3 วินาที

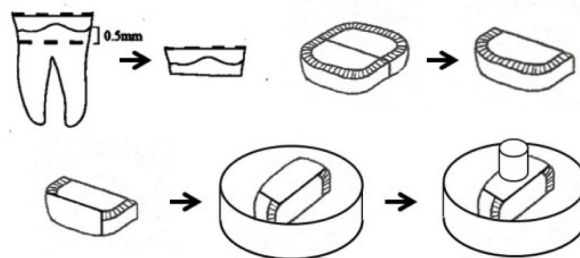
จากนั้นนำกลุ่ม I และ II มายึดด้วยกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ 4 ผลิตภัณฑ์ ดังนี้

กลุ่ม A ยึดติดด้วยกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดดั้งเดิม ผลิตภัณฑ์คีแทคฟิลพลัส (Ketac™Fil plus, 3M ESPE, St Paul, MN, U.S.A.) กลุ่ม I 16 ชิ้น และ กลุ่ม II 16 ชิ้น
กลุ่ม B ยึดติดด้วยกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดชนิดสูงผลิตภัณฑ์คีแทคโมลาร์ (Ketac™molar Aplicap, 3M ESPE, St Paul, MN, U.S.A.) กลุ่ม I 16 ชิ้น และ กลุ่ม II 16 ชิ้น

กลุ่ม C ยึดติดด้วยกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดดัดแปลงด้วยเรซินผลิตภัณฑ์วีเทอเมอร์ (Vitermer™, 3M ESPE, St Paul, MN, U.S.A.) กลุ่ม I 16 ชิ้น และ กลุ่ม II 16 ชิ้น

กลุ่ม D ยึดติดด้วยนาโนกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ผลิตภัณฑ์คีแทคเอ็นหนึ่งร้อย (Ketac™ N100, 3M ESPE, St Paul, MN, U.S.A.) กลุ่ม I 16 ชิ้น และ กลุ่ม II 16 ชิ้น

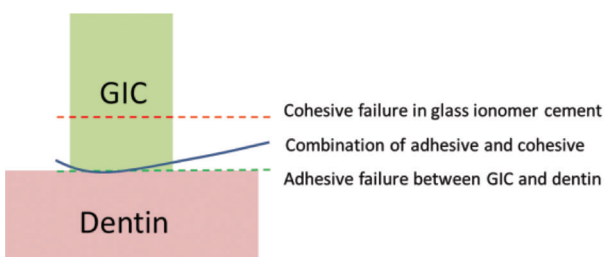
แต่ละกลุ่มย่อยทำการผสมซีเมนต์ตามคำแนะนำที่บริษัทผู้ผลิตกำหนด (ตารางที่ 1) และฉีดซีเมนต์ที่ทำการผสมบริเวณกึ่งกลางพื้นผิวที่ต้องการยึดติดด้วยแม่พิมพ์พลาสติก (plastic mold) เส้นผ่าศูนย์กลาง 3 มิลลิเมตร สูง 3 มิลลิเมตร เพื่อเป็นแบบพิมพ์กำหนดขนาดของกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ที่ทำการยึดติด



รูปที่ 1 แสดงแผนผังการเตรียมชิ้นทดสอบ
Figure 1 specimen preparation

เก็บชิ้นทดสอบที่ยึดติดแล้วไว้ที่อุณหภูมิห้อง 10 นาที เพื่อให้เกิดการก่อตัวระยะเริ่มแรกจากนั้นเก็บชิ้นทดสอบไว้ในน้ำกลั่นที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมง นำชิ้นทดสอบกลุ่มละ 15 ชิ้นมายึดกับเครื่องยึดชิ้นงานแล้วทดสอบด้วยเครื่องทดสอบสากลชนิดอิน-สตรอน (universal testing machine, Instron®, Norwood, MA, U.S.A.) นำหนักหัวกด 500 นิวตัน ด้วยความเร็ว 0.5 มิลลิเมตรต่อวินาที (มาตรฐาน ISO/TS 11405:2003) วัดค่าแรงเฉือนที่ทำให้กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์หลุดออกบันทึกค่าแรงสูงสุด (Max. load; N) แล้วนำไปหารด้วยพื้นที่หน้าตัดของแท่งกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์เพื่อคำนวณค่ากำลังยึดติดแบบเฉือน (MPa)

นำชิ้นทดสอบส่วนที่แตกมาตรวจด้วยกล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ กำลังขยาย 100 เท่า เพื่อดูลักษณะความล้มเหลวบริเวณรอยแตกที่เกิดขึ้นจากการทดสอบกำลังยึดติดแบบเฉือนดังรูป 2



รูปที่ 2 แสดงลักษณะการแตกหัก
Figure 2 failure mode

ตารางที่ 1 ชื่อทางการค้า บริษัทผู้ผลิต ส่วนประกอบ และวิธีใช้งานของสารห้ามเลือดและกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์

Table 1 Trade names, manufactures, compositions and application techniques of hemostatic agent and glass-ionomer cements

ผลิตภัณฑ์	เลขที่ผลิต	ส่วนประกอบ	วิธีใช้
Racestyptine™ (Septodont-58, Cedex, France)	44845AE	25% m/V hexahydrate aluminum chloride, oxyquinol, hydroalcoholic excipient (pH = 0.8)	• หยดสารละลาย 1 หยดลงบนเนื้อฟันที่จะทดสอบโดยใช้ปิเปต จากนั้นทิ้งไว้ 2 นาที แล้วทำการล้างออกด้วยน้ำกลั่นและเป่าหมาด
Ketac™Fil Plus (3M ESPE, St Paul, MN, U.S.A.)	300933 362864	Ketac Conditioner: 25% polyacrylic acid (pH = 1.73) Powder: 100% Strontium fluorosilicate glass, aluminium and lanthanum Liquid: 50-65% water, 30-45% copolymer of acrylic acid-maleic acid, 5-10% tartaric acid (powder/liquid ratio: 3.0/1.0 wt)	• ทากรดโพลิอะคริลิกความเข้มข้นร้อยละ 25 เป็นเวลา 10 วินาที จากนั้นล้างด้วยน้ำแล้วซับให้พอหมาด • ผสมซีเมนต์ด้วยเครื่องผสม (3M ESPE RotoMix™ Capsule Mixing Unit) 10 วินาที แล้วฉีดเป็นชั้นเดียวในบริเวณที่ต้องการ • ทาซีแทคเกลซ (Ketac glaze) แล้วบ่มด้วยเครื่องฉายแสง (Blue-phase® LED curing light) 10 วินาที โหมดซอฟต์ สตาร์ท (soft start) เพื่อให้ ซีแทคเกลซ บ่มตัว
Ketac™molar Aplicap (3M ESPE, St Paul, MN, U.S.A.)	300933 344845	Ketac Conditioner: 25% polyacrylic acid (pH = 1.73) Powder: 93-98% calcium aluminium lanthanum - fluorosilicate glass, 1-5% Acrylic acid include maleic acid, 0-1% dichloro-dimethylsilane reaction product with silica Liquid: 60-65% water, 30-40% copolymer of acrylic acid-maleic acid, 5-10% tartaric acid (powder/liquid ratio: 3.4/1.0 wt)	• ทากรดโพลิอะคริลิกความเข้มข้นร้อยละ 25 เป็นเวลา 10 วินาที จากนั้นล้างด้วยน้ำแล้วซับให้แห้ง • ผสมซีเมนต์ด้วยเครื่องผสม 10 วินาที แล้วฉีดเป็นชั้นเดียวในบริเวณที่ต้องการ • ทาซีแทคเกลซแล้วบ่มด้วยเครื่องฉายแสง 10 วินาที โหมดซอฟต์สตาร์ทเพื่อให้ซีแทคเกลซบ่มตัว
Vitremer™ (3M ESPE, St Paul, MN, U.S.A.)	20090630	Primer: 46% HEMA (Hydroxyethylmethacrylate), 39% ethyl alcohol, 15% Vitre-bond copolymer Powder: fluoroaluminosilicate glass, potassium persulphate and ascorbic acid (patented catalyst system), benzoyl peroxide Liquid: 50% polyacrylic acid copolymer, 20% HEMA, 13% carboxylic acid copolymer, water (powder/liquid ratio: 2.5/1.0 wt)	• ทาไพรเมอร์ 30 วินาที จากนั้นเป่าลมให้แห้ง 15 วินาที แล้วบ่มด้วยเครื่องฉายแสง 20 วินาที โหมดซอฟต์สตาร์ท • ผสมซีเมนต์ด้วยมือตามที่บริษัทแนะนำแล้วฉีดเป็นชั้นเดียวในบริเวณที่ต้องการ • บ่มด้วยเครื่องฉายแสงห่างจากวัสดุ 3 มิลลิเมตรโดยใช้แท่งพลาสติกใสหนา 3 มิลลิเมตรควบคุมระยะห่าง เป็นเวลา 40 วินาที ด้วยโหมดซอฟต์สตาร์ท • ทาฟิnishซึ่งกลอส (finishing gloss) แล้วบ่มด้วยเครื่องฉายแสง 20 วินาที ด้วยโหมดซอฟต์สตาร์ท
Ketac™ N 100 (3M ESPE, St Paul, MN, U.S.A.)	9BC 35277A3	Primer: 40-50% water, 35-45% Hydroxyethylmethacrylate, 10-15% Polyalkenoic acid, Photoinitiators Resinous paste: 40-50% Fluoroaluminosilicate glass, 25-45% silane treated silica and zirconia silica nanofillers, 5-15% Methacrylate and dimethacrylate resins, Photoinitiators Aqueous paste: 10-20% water based, 20-30% silane treated silica nanofiller, 20-30% silane treated zirconia silica nanoclusters, 20-30% Polyalkenoic acid, 10-20% water, 1-10% HEMA (Hydroxyethylmethacrylate) (Dispense 2 clicks: 1.3/1.0 wt)	• ทาไพรเมอร์ 15 วินาที จากนั้นเป่าลมให้แห้ง 10 วินาที แล้วบ่มด้วยเครื่องฉายแสง 10 วินาที ด้วยโหมดซอฟต์สตาร์ท • ผสมซีเมนต์ด้วยมือแล้วฉีดเป็นชั้นเดียวในบริเวณที่ต้องการ • บ่มด้วยเครื่องฉายแสงห่างจากวัสดุ 3 มิลลิเมตรโดยใช้แท่งพลาสติกใสหนา 3 มิลลิเมตรควบคุมระยะห่าง เป็นเวลา 20-30 วินาที ด้วยโหมดซอฟต์สตาร์ท • ทาฟิnishซึ่งกลอสแล้วบ่มด้วยเครื่องฉายแสง 20 วินาที ด้วยโหมดซอฟต์สตาร์ท

นำชิ้นทดสอบที่เหลือจากแต่ละกลุ่ม กลุ่มละ 1 ตัวอย่าง มาตัดผ่ากลาง (cross sectioned) บริเวณพื้นผิวการยึดติด (glass-ionomer cement-dentin interface) นำไปส่องดูพื้นผิวการยึดติดด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning Electron Microscope; SEM) (JEOL JSM-5910LV SEM, Tokyo, Japan) ที่กำลังขยาย 3000 เท่า

วิเคราะห์ค่าแรงยึดติดแบบเฉือนของกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์กับเนื้อฟันด้วยโปรแกรมวิเคราะห์สถิติเอสพีเอสเวอร์ชัน 16.0 (SPSS version 16 Inc. Ltd, IBM, California, USA) โดยเปรียบเทียบความแตกต่างค่าแรงยึดติดของกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดต่าง ๆ กับเนื้อฟันที่ปนเปื้อนหรือไม่ปนเปื้อนสารห้ามเลือดด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทาง (two-way ANOVA) และการทดสอบแบบทูกีย์ (Tukey multiple comparison test) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P < 0.05$) ทำการเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มที่ไม่ปนเปื้อนและปนเปื้อนสารห้ามเลือดที่ยึดติดด้วยวัสดุผลิตภัณฑ์เดียวกันด้วยการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยสองค่าที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างสองกลุ่มที่เป็นอิสระจากกัน (Independent sample t-test) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P < 0.05$) และวิเคราะห์ลักษณะความล้มเหลวของการยึดติดด้วยสถิติไคสแควร์ (Chi-square)

ผลการวิจัย

1. การทดสอบค่ากำลังแรงเฉือน

แสดงค่ากำลังแรงเฉือนและส่วนเบี่ยงเบนในหน่วยเมกะปาสกาลในตารางที่ 2 จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทาง ไม่พบปัจจัยร่วมระหว่างกลาสไอโอโนเมอร์และการปนเปื้อนสารห้ามเลือด จากนั้นจึงทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวโดยการจับคู่ทีละกลุ่ม โดยแบ่งเป็นกลุ่มที่ปนเปื้อนสารห้ามเลือดและกลุ่มที่ไม่ปนเปื้อนสารห้ามเลือดแสดงตาราง 2 โดยการปนเปื้อนของสารห้ามเลือดส่งผลให้ค่าแรงยึดติดของซีเมนต์ฟิลพลัสเพิ่มขึ้น ส่วนซีแทค-เอนหนึ่งร้อยให้ค่าแรงยึดติดลดลง ในกลุ่มวิทรีเมอร์และซีแทค-โมลาร์ไม่พบความแตกต่างระหว่างกลุ่มที่ไม่มีการปนเปื้อนและมีการปนเปื้อนของสารห้ามเลือดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

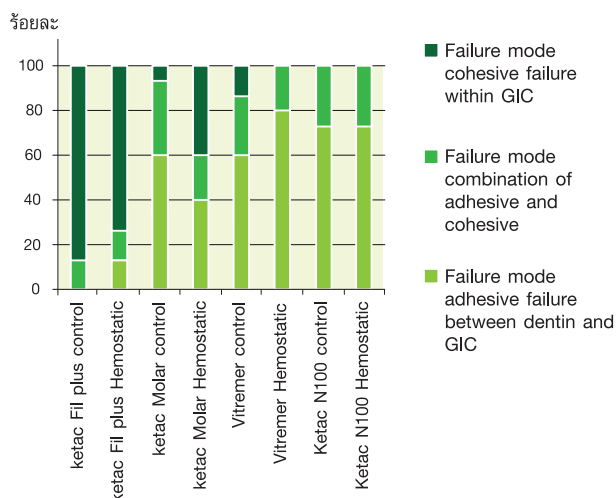
2. ศึกษาลักษณะความล้มเหลวของการยึดติดของชิ้นทดสอบ

เมื่อนำชิ้นทดสอบที่แตกหักมาส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอสามารถแบ่งลักษณะการแตกหักได้ 3 แบบ (ดังรูป 2) วิทรีเมอร์ ซีแทคโมลาร์และซีแทคเอนหนึ่งร้อย ส่วนใหญ่พบการแตกหักระหว่างเนื้อฟันกับกลาสไอโอโนเมอร์-ซีเมนต์ส่วนซีแทคฟิลพลัสพบการแตกหักภายในกลาสไอโอโนเมอร์ ซีเมนต์เป็นส่วนใหญ่ (แสดงในแผนภูมิ 1)

ตารางที่ 2 แสดงค่าเฉลี่ยกำลังแรงยึดเฉือนและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแต่ละกลุ่มทดลอง

Table 2 Means and standard deviation of shear bond strength from each experimental group

Glass ionomer cement	Group	Shear bond strength	
		Mean (MPa)	SD
Ketacfil-plus	กลุ่มที่ไม่ปนเปื้อนสารห้ามเลือด	4.07	1.02
	กลุ่มที่ปนเปื้อนสารห้ามเลือด	5.31	1.45
Ketac Molar	กลุ่มที่ไม่ปนเปื้อนสารห้ามเลือด	4.56	2.95
	กลุ่มที่ปนเปื้อนสารห้ามเลือด	5.88	2.88
Vitremmer	กลุ่มที่ไม่ปนเปื้อนสารห้ามเลือด	6.69	1.18
	กลุ่มที่ปนเปื้อนสารห้ามเลือด	5.45	3.49
Ketac N100	กลุ่มที่ไม่ปนเปื้อนสารห้ามเลือด	4.67	2.73
	กลุ่มที่ปนเปื้อนสารห้ามเลือด	2.80	1.80
แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p < 0.05$)			



แผนภูมิ 1 แสดงร้อยละของลักษณะความล้มเหลวภายหลังการทดสอบกำลังแรงยึด

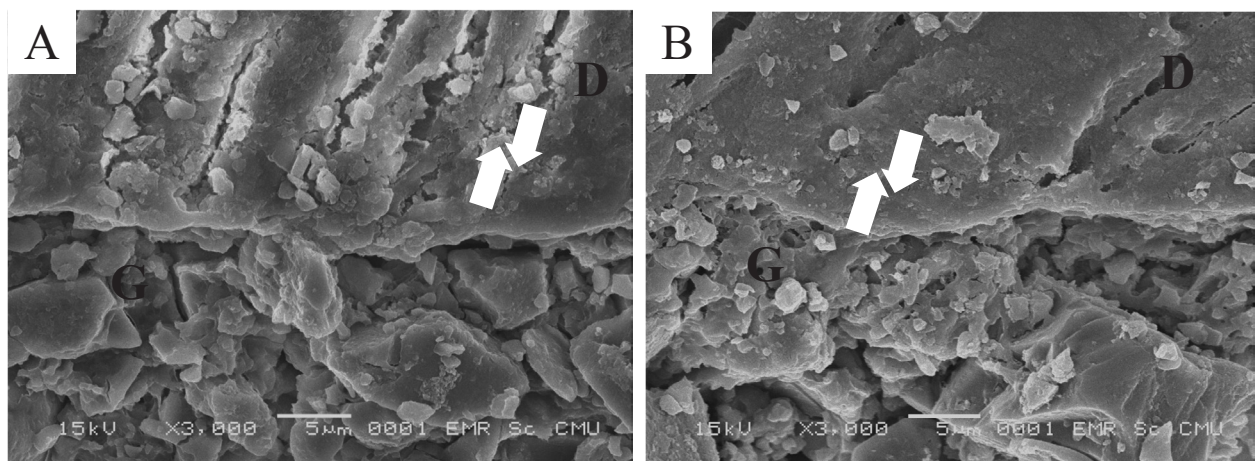
Chart 1 failure mode after shear testing

3. ผลการส่องกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดดั้งเดิมผลิตภัณฑ์คิแทค ฟิลพลัส

เมื่อส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดที่กำลังขยาย 3000 เท่าพบว่าความหนาของชั้นไอออนเอนริชที่เกิดขึ้นระหว่างเนื้อฟันที่ไม่ปนเปื้อนและปนเปื้อนสารห้ามเลือดกับกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ผลิตภัณฑ์คิแทคฟิลพลัสนั้น ประมาณ 3 ถึง 3.5 ไมโครเมตร และมีสเมียร์พลัคบางส่วนเหลืออยู่ตามท่อเนื้อฟันแต่ไม่พบการแทรกซึมของวัสดุเข้าไปในท่อเนื้อฟัน บางบริเวณพบมีช่องว่างเกิดขึ้นระหว่างชั้นไอออนเอนริชกับกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ นอกจากนี้กลุ่มที่ปนเปื้อนสารห้ามเลือดจะพบว่าเนื้อฟันบริเวณรอยต่อมีความขรุขระเพิ่มขึ้นและมีช่องว่างเหนือต่อชั้นไอออนเอนริชซึ่งอาจเกิดจากการแทรกซึมของกรดโพลีอะคริลิกเข้าไปไม่ถึงบริเวณที่มีการละลายแร่ธาตุ ดังรูป 3

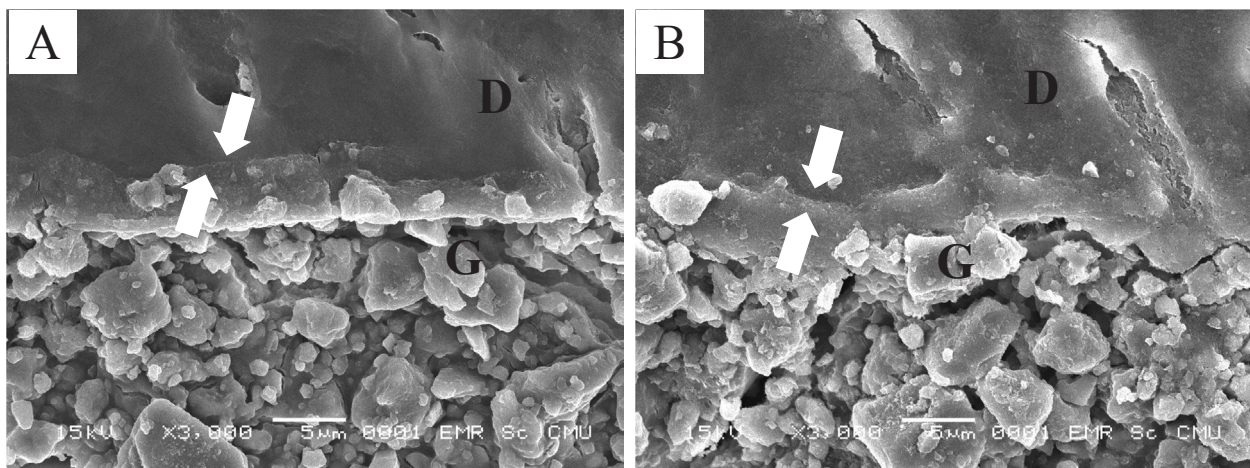
กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดชั้นหนืดสูงผลิตภัณฑ์คิแทคโมลาร์

เมื่อส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดที่กำลังขยาย 3000 เท่าพบว่าชั้นไอออนเอนริชที่เกิดขึ้นบริเวณรอยต่อระหว่างเนื้อฟันที่ไม่ปนเปื้อนและปนเปื้อนสารห้ามเลือดกับกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ผลิตภัณฑ์คิแทคโมลาร์นั้น เกิดชั้นไอออนเอนริชที่สมบูรณ์และมีความหนาของชั้นไอออนเอนริชประมาณ 3 ถึง 5 ไมโครเมตร พบสเมียร์พลัคในส่วนต้นของท่อเนื้อฟันและไม่พบการแทรกซึมเข้าไปในท่อเนื้อฟัน นอกจากนี้กลุ่มที่ปนเปื้อนสารห้ามเลือดจะพบว่าเนื้อฟันบริเวณรอยต่อมีความขรุขระเพิ่มขึ้นดังรูป 4



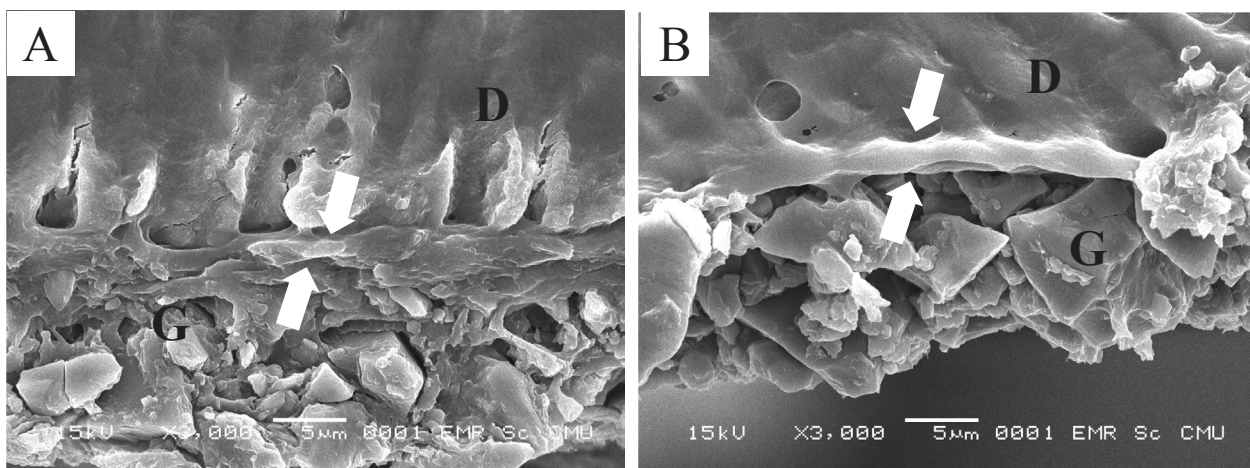
รูปที่ 3 ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดแสดงชั้นไอออนเอนริชระหว่างเนื้อฟันที่ไม่ปนเปื้อน (A) และปนเปื้อน (B) สารห้ามเลือดกับกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ผลิตภัณฑ์คิแทคฟิลพลัส (ลูกศรชี้ความหนาของชั้นไอออนเอนริชที่เกิดขึ้น เนื้อฟัน (D) และกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ผลิตภัณฑ์คิแทคฟิลพลัส (G)) (กำลังขยาย 3000 เท่า)

Figure 3 SEM images of ion-enriched layer between Ketac™Fil plus and dentin, uncontaminated (A) and contaminated (B) with hemostatic agent (arrow: ion-enriched layer; D: dentin, G: glass-ionomer cement) (3000X magnification)



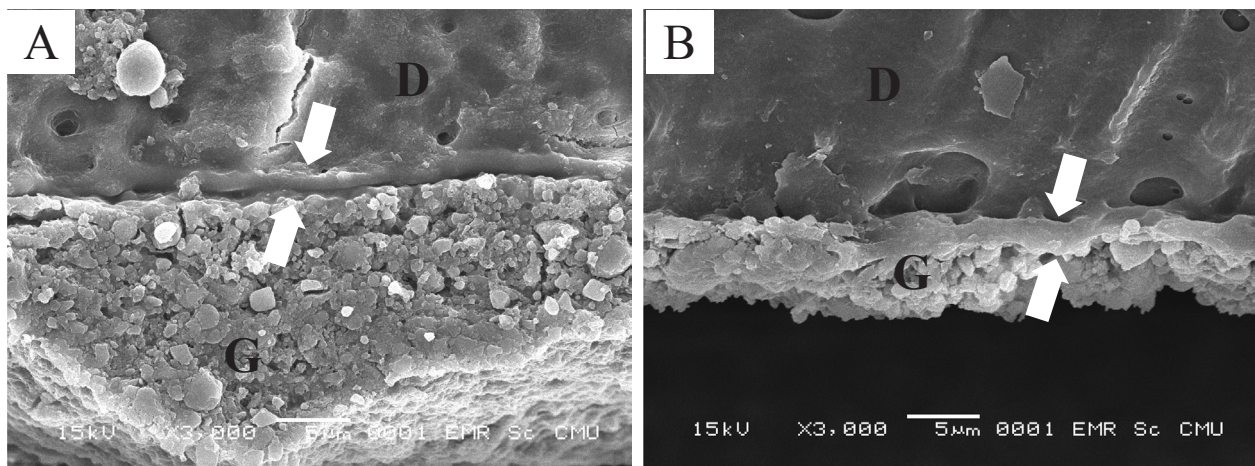
รูปที่ 4 ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดแสดงชั้นไอออนเอนริชระหว่างเนื้อฟันที่ไม่ปนเปื้อน (A) และปนเปื้อน (B) สารห้ามเลือดกับกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ผลิตภัณท์คิแทคโมลาร์ (ลูกศรชี้ความหนาของชั้นไอออนเอนริชที่เกิดขึ้น เนื้อฟัน (D) และกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ผลิตภัณท์คิแทคโมลาร์ (G)) (กำลังขยาย 3000 เท่า)

Figure 4 SEM images of ion-enriched layer between Ketac™ Molar and dentin, uncontaminated (A) and contaminated (B) with hemostatic agent (arrow: ion-enriched layer, D: dentin, G: glass-ionomer cement) (3000X magnification)



รูปที่ 5 ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดแสดงชั้นไอออนเอนริชระหว่างเนื้อฟันที่ไม่ปนเปื้อน (A) และปนเปื้อน (B) สารห้ามเลือดกับกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ผลิตภัณท์วิทรีเมอร์ (ลูกศรชี้ความหนาของชั้นไอออนเอนริชที่เกิดขึ้น เนื้อฟัน (D) และกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ผลิตภัณท์คิแทคโมลาร์ (G)) (กำลังขยาย 3000 เท่า)

Figure 5 SEM images of ion-enriched layer between Vitremer™ and dentin, uncontaminated (A) and contaminated (B) with hemostatic agent (arrow: ion-enriched layer, D: dentin, G: glass-ionomer cement) (3000X magnification)



รูปที่ 6 ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดแสดงชั้นไอออนเอนริชระหว่างเนื้อฟันที่ไม่ปนเปื้อน (A) และปนเปื้อน (B) สารห้ามเลือดกับกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ผลิตภัณท์คิแทเคน-หนึ่งร้อย (ลูกศรชี้ความหนาของชั้นไอออนเอนริชที่เกิดขึ้น เนื้อฟัน (D) และกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ผลิตภัณท์คิแทเคนโมลาร์ (G)) (กำลังขยาย 3000 เท่า)

Figure 6 SEM images of ion-enriched layer between KetacTM N100 and dentin, uncontaminated (A) and contaminated (B) with hemostatic agent (arrow: ion-enriched layer; D: dentin, G: glass-ionomer cement) (3000X magnification)

กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดดัดแปลงด้วยเรซิน ผลิตภัณท์วิทริเมอร์

เมื่อส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดที่กำลังขยาย 3000 เท่าพบว่าชั้นไอออนเอนริชที่เกิดขึ้นระหว่างเนื้อฟันที่ไม่ปนเปื้อนสารห้ามเลือดกับกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ผลิตภัณท์วิทริเมอร์พบว่าสเมียร์พลัคชั้นไอออนเอนริชและชั้นไพรเมอร์รวมกันมีความหนาประมาณ 4 ถึง 7 ไมโครเมตร ส่วนชั้นไอออนเอนริชที่เกิดขึ้นระหว่างเนื้อฟันที่ปนเปื้อนสารห้ามเลือดและกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ผลิตภัณท์วิทริเมอร์มีความหนาประมาณ 2 ถึง 2.5 ไมโครเมตร ซึ่งชั้นไอออนเอนริชที่เกิดขึ้นอาจประกอบด้วยชั้นสเมียร์พลัคและชั้นไพรเมอร์ที่ทำและฉายแสงก่อนยัดติดด้วยกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์แต่ไม่พบการแทรกซึมเข้าไปในท่อเนื้อฟัน ดังรูป 5

นาโนกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์

เมื่อส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดที่กำลังขยาย 3000 เท่าพบว่าชั้นไอออนเอนริชที่เกิดขึ้นบริเวณรอยต่อระหว่างเนื้อฟันที่ไม่ปนเปื้อนและปนเปื้อนสารห้ามเลือดกับกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ผลิตภัณท์คิแทเคนหนึ่งร้อย พบมีชั้นไอออนเอนริชเกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์ตลอด

แนวและมีความหนาของชั้นไอออนเอนริชประมาณ 1 ถึง 2 ไมโครเมตร แต่ไม่พบการแทรกซึมเข้าไปในท่อเนื้อฟัน ดังรูปที่ 6

บทวิจารณ์

สารห้ามเลือด (Racestypine) ที่ใช้ในการทดลองนี้มีความเป็นกรด-ด่างประมาณ 0.8 เมื่อสัมผัสกับเนื้อฟันส่งผลให้เกิดการละลายของชั้นสเมียร์ที่ปกคลุมผิวฟันและส่วนอนินทรีย์ (inorganic) ของเนื้อฟัน ทำให้พบการเปิดของท่อเนื้อฟัน^(11,12) ลักษณะคล้ายกับการใช้กรดฟอสฟอริกหรือกรดโพลีอะคริลิก จากการศึกษาของ Di Nicolo และคณะในปี ค.ศ.2007⁽¹⁴⁾ และ El-Askary และ Nassif ในปี ค.ศ.2011⁽¹⁵⁾ ทำการปรับสภาพเนื้อฟันด้วยกรดฟอสฟอริกและกรดโพลีอะคริลิกก่อนการใช้สารไพรเมอร์ร่วมกับวิทริเมอร์และคิแทเคนหนึ่งร้อยพบว่ากำลังแรงยึดติดแบบเฉือนที่ได้มีค่าสูงขึ้นเนื่องจากมอนอเมอร์ในสารไพรเมอร์สามารถแทรกซึมเข้าไปในบริเวณที่ถูกกรดกัด ทำให้เรซินแทรกและชั้นไฮบริดที่มีความหนาเพิ่มขึ้น ซึ่งขัดแย้งกับการศึกษาที่พบว่าค่ากำลังยึดติดแบบเฉือนของวิทริเมอร์และคิแทเคนหนึ่งร้อยกับเนื้อฟัน

ที่มีการปนเปื้อนสารห้ามเลือดมีแนวโน้มลดลง เนื่องจากอาจมีการตกค้างของอลูมิเนียมคลอไรด์สารประกอบแคลเซียมและอลูมิเนียมฟอสเฟตหลังจากการใช้สารห้ามเลือดและรวมตัวเกิดเป็นชั้นอสัณฐาน ซึ่งชั้นอสัณฐานนี้จะทำให้ประจุไฮโดรเจนแทรกซึมได้น้อยลง จึงทำให้กรดกัดผิวเนื้อฟันได้น้อยลง⁽¹⁶⁾ สอดคล้องกับการศึกษาของ Martin ในปีค.ศ.1986 กล่าวว่าอลูมิเนียมจะเข้าไปแทนที่แคลเซียมในไฮดรอกซีอะพาไทต์เกิดเป็นอลูมิเนียมฟอสเฟตซึ่งทำให้เนื้อฟันมีความต้านทานต่อการกร่อนมากขึ้น⁽¹⁷⁾ ในการทดลองนี้วัสดุกลุ่มที่มีการปรับสภาพผิวด้วยไพโรเมอร์โดยไม่ได้ล้างออก ชั้นอสัณฐานนี้จะยังคงอยู่และส่งผลต่อการแทรกซึมของไพโรเมอร์ทำให้ค่ากำลังยึดติดแบบเฉือนลดลงเมื่อเทียบกับกลุ่มที่ไม่ปนเปื้อนสารห้ามเลือด ชนิดอลูมิเนียมคลอไรด์ ซึ่งสอดคล้องกับลักษณะการแตกหักส่วนใหญ่ที่พบระหว่างเนื้อฟันกับกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ แต่ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดกลับพบว่า ชั้นไอออนเออร์ริชของเนื้อฟันที่ปนเปื้อนสารห้ามเลือดและไม่ปนเปื้อนสารห้ามเลือด (รูป 5 และ 6) มีความหนาที่ไม่สอดคล้องกับค่ากำลังยึดติดแบบเฉือน อาจเนื่องจากกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์สองผลิตภัณฑ์มีการหาสารไพโรเมอร์ก่อนการยัดติด ความหนาของชั้นไอออนเออร์ริชจึงอาจเป็นความหนาของไพโรเมอร์ร่วมด้วย อย่างไรก็ตามค่ากำลังยึดติดแบบเฉือนของ วิทรีเมอร์ลดลงอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่ค่ากำลังยึดติดของคิแทคเอนหนึ่งร้อยลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอาจเนื่องจากองค์ประกอบของไพโรเมอร์ที่ต่างกันกล่าวคือไพโรเมอร์ของวิทรีเมอร์นั้นมีส่วนผสมของเอทานอลร้อยละ 39 โดยน้ำหนัก และมีซีมาร้อยละ 46 โดยน้ำหนักซึ่งสามารถแทรกซึมและกำจัดความชื้นได้ดีกว่าไพโรเมอร์ของคิแทคเอนหนึ่งร้อยที่มีองค์ประกอบเป็นน้ำร้อยละ 40-50 โดยน้ำหนัก และมีซีมาร้อยละ 35-45 โดยน้ำหนัก นอกจากนี้ปริมาณกรดโพลีอะคริลิกของกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ทั้งสองผลิตภัณฑ์แตกต่างกัน โดยวิทรีเมอร์มีกรดโพลีอะคริลิกร้อยละ 50 ในส่วนเหลวซึ่งอาจสามารถละลายสารปนเปื้อนได้มากกว่าคิแทคเอนหนึ่งร้อยที่มีกรดโพลีอะคริลิกในอีกร้อยละ 10-15 จึงทำให้แทรกซึมได้น้อย อีกทั้งยังอาจมีน้ำตกค้างส่งผลทำให้ค่ากำลังการยึดติดในการศึกษานี้ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ค่ากำลังแรงยึดติดในกลุ่มคิแทคฟิลพลัสและคิแทคโมลาร์มีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อยัดติดกับเนื้อฟันที่ปนเปื้อนสารห้าม

เลือดชนิดอลูมิเนียมคลอไรด์ซึ่งเป็นผลมาจากความเป็นกรดของสารห้ามเลือดจะเพิ่มการละลายแร่ธาตุได้ลึกขึ้น ทำให้กรดโพลีอะคริลิกในส่วนเหลวของกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์แทรกซึมเข้าไปทำปฏิกิริยาเคมีกับแร่ธาตุและคลอลาเจน เกิดชั้นคั่นกลาง (intermediate layer) ที่เหมาะสมในการยึดติด^(18,19) อีกทั้งกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ทั้งสองผลิตภัณฑ์มีการปรับสภาพผิวด้วยกรดโพลีอะคริลิกแล้วล้างออก ดังนั้นกรดโพลีอะคริลิกเข้มข้นร้อยละ 25 ในสารปรับสภาพผิวฟันอาจสามารถกำจัดสารตกค้างจากสารห้ามเลือดที่ขวางการยึดติดออก โดยมีหลาย ๆ การศึกษาพบว่า การปนเปื้อนต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นซิงก์ออกไซด์ยูจีนอล ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ หรือสารห้ามเลือดนั้นไม่ส่งผลกระทบต่อการยึดติดในระบบที่ใช้กรดกัดและล้าง^(20,21,22,23,24) แต่หากมีการละลายแร่ธาตุของเนื้อฟันมากเกินไปการแทรกซึมของกรดโพลีอะคริลิกเพื่อทำปฏิกิริยากับเนื้อฟันนั้นจะแทรกลงไปได้ไม่สมบูรณ์ทำให้เกิดชั้นที่ไม่มีการแทรกซึมเป็นช่องว่างเกิดขึ้น⁽¹⁸⁾ ซึ่งจะทำให้ค่ากำลังยึดติดลดลงได้^(25,26) ในการทดลองนี้ค่ากำลังยึดติดของคิแทคฟิลพลัสเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อาจเนื่องจากคิแทคฟิลพลัสนั้นมีปริมาณกรดโพลีอะคริลิกเหลือมากพอ (ร้อยละ 30-45 โดยน้ำหนัก) ส่งผลให้เกิดการแทรกซึมของกรดโพลีอะคริลิกได้มากขึ้น ซึ่งการแตกหักของคิแทคฟิลพลัสจะพบการแตกหักภายในกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์เป็นส่วนใหญ่แสดงให้เห็นว่าแรงในการยึดติดระหว่างคิแทคฟิลพลัสกับเนื้อฟันมีค่าสูงกว่าแรงยึดภายในเนื้อวัสดุ ในขณะที่คิแทคโมลาร์มีค่ากำลังยึดติดเพิ่มขึ้นอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติด้วยเหตุผลที่กรดโพลีอะคริลิกที่เป็นองค์ประกอบในส่วนเหลวมีปริมาณไม่มากพอที่จะแทรกซึมลงไปตามเนื้อฟันที่ปนเปื้อนสารห้ามเลือดชนิดอลูมิเนียมคลอไรด์เนื่องจากกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดนี้มีการเพิ่มอัตราส่วนผงต่อส่วนเหลวทำให้ปริมาณกรดโพลีอะคริลิกน้อยลง นอกจากนี้ยังผลิตให้อนุภาคผงมีขนาดเล็กลงเพื่อให้ซีเมนต์เกิดปฏิกิริยาที่เร็วขึ้น⁽²⁷⁾ ดังนั้นเวลาที่เกิดปฏิกิริยากับเนื้อฟันก็จะลดลงจะเห็นได้จากภาพกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนที่พบว่า ความหนาของชั้นไอออนเออร์ริชที่เกิดระหว่างเนื้อฟันกับกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ผลิตภัณฑ์คิแทคโมลาร์ในกลุ่มที่ปนเปื้อนสารห้ามเลือดชนิดอลูมิเนียมคลอไรด์นั้นมีความหนาไม่แตกต่างกับกลุ่มที่ไม่ปนเปื้อนสารห้ามเลือดชนิดอลูมิเนียมคลอไรด์ (รูป 4) สารห้ามเลือดชนิดอลูมิเนียมคลอไรด์ส่งผลต่อเนื้อฟันทั้งด้าน

การละลายแร่ธาตุของฟันผิวเนื้อฟัน^(18,19) และการตกค้างของอลูมิเนียมคลอไรด์^(16,17) ซึ่งทำปฏิกิริยากับไฮดรอกซีอะพาไทต์เกิดเป็นอลูมิเนียมฟอสเฟต จึงส่งผลต่อการยึดติดของกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์แต่ผลการยึดติดจะแตกต่างกันตามผลิตภัณฑ์ของกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ซึ่งขึ้นอยู่กับสารปรับสภาพผิวฟันและองค์ประกอบของกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ผลิตภัณฑ์นั้นๆ

บทสรุป

ภายใต้ข้อจำกัดของการศึกษาครั้งนี้สรุปได้ว่า เนื้อฟันที่ปนเปื้อนสารห้ามเลือดชนิดอลูมิเนียมคลอไรด์ส่งผลให้กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ผลิตภัณฑ์เคทีเคฟิลพลัสมีค่ากำลังการยึดติดแบบเฉือนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ส่งผลให้กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ผลิตภัณฑ์เคทีเคเอนหนึ่งร้อยมีค่ากำลังการยึดติดแบบเฉือนลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้สารห้ามเลือดชนิดอลูมิเนียมคลอไรด์ไม่ส่งผลต่อค่ากำลังการยึดติดแบบเฉือนของกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ผลิตภัณฑ์เคทีเคโมลาร์และวิทริเมอร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

การปนเปื้อนสารห้ามเลือดชนิดอลูมิเนียมคลอไรด์ส่งผลต่อการยึดติดระหว่างเนื้อฟันและกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์แต่ละชนิดแตกต่างกันขึ้นอยู่กับส่วนประกอบของวัสดุและสารปรับสภาพผิวฟัน

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษานี้ได้รับการสนับสนุนการวิจัยจากคณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ขอขอบคุณศูนย์วิจัยทันตวัสดุศาสตร์คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ เครื่องมือและอุปกรณ์ในการวิจัยครั้งนี้ ขอขอบคุณ บริษัท 3M ESPE ที่ให้ความอนุเคราะห์วัสดุบางส่วนเพื่อทำการศึกษา

เอกสารอ้างอิง

1. Wilson AD, Kent BE. A new translucent cement for dentistry. The glass ionomer cement. *Br Dent J* 1972; 132:133-135.
2. Fruits TJ, Coury TL, Miranda FJ, Duncanson MG. Uses and properties of current glass ionomer cements: A review. *Gen Dent* 1996; 44: 410-418.

3. Wilson AD, Prosser HJ, Powis DM. Mechanism of adhesion of polyelectrolyte cements to hydroxyapatite. *J Dent Res* 1983; 62:590-592.
4. Watson TF. *Bonding Glass-Ionomer Cements to Tooth Structure*. Chicago: Quintessence Publishing Co; 1999:121-135.
5. Mount GJ. Glass ionomers: a review of their current status. *Oper Dent* 1999; 24:115-124.
6. Kulczyk KE, Sidhu SK, McCabe JF. Salivary contamination and bond strength of glass-ionomers to dentin. *Oper Dent* 2005; 30:676-683.
7. Iovan G, Stoleriu S, Andrian S, Dia V, Caruntu ID. Effect of saliva contamination on microleakage around class-5 cavities restored with three different types of adhesive materials. *Rev Med Chir Soc Med Nat Iasi* 2004; 108:894-898.
8. Nemetz EH, Seibly W. The use of chemical agents in gingival retraction. *Gen Dent* 1990; 38:104-108.
9. Mokbel AM, Mohammed YR. Local effect of applying aluminum chloride on the dento-gingival unit as a tissue displacement material. *Egypt Dent J* 1973; 19:35-48.
10. Azzi R, Tsao TF, Carranza FA, Jr., Kenney EB. Comparative study of gingival retraction methods. *J Prosthet Dent* 1983; 50:561-565.
11. Land MF, Couri CC, Johnston WM. Smear layer instability caused by hemostatic agents. *J Prosthet Dent* 1996; 76:477-482.
12. Land MF, Rosenstiel SF, Sandrik JL. Disturbance of the dentinal smear layer by acidic hemostatic agents. *J Prosthet Dent* 1994; 72:4-7.
13. Oliveira SS, Pugach MK, Hilton JF, Watanabe LG, Marshall SJ, Marshall GW, Jr. The influence of the dentin smear layer on adhesion: a self-etching primer vs. a total-etch system. *Dent Mater* 2003; 19: 758-767.

14. Di Nicolo R, Shintome LK, Myaki SI, Nagayassu MP. Bond strength of resin modified glass ionomer cement to primary dentin after cutting with different bur types and dentin conditioning. *J Appl Oral Sci* 2007; 15:459-464.
15. El-Askary FS, Nassif MS. The effect of the pre-conditioning step on the shear bond strength of nano-filled resin-modified glass-ionomer to dentin. *Eur J Dent* 2011; 5:150-156.
16. Ayo-Yusuf OA, Driessen CH, Botha AJ. SEM-EDX study of prepared human dentine surfaces exposed to gingival retraction fluids. *J Dent* 2005; 33:731-739.
17. Martin RB. The chemistry of aluminum as related to biology and medicine. *ClinChem* 1986; 32: 1797-1806.
18. Tay FR, Smales RJ, Ngo H, Wei SH, Pashley DH. Effect of different conditioning protocols on adhesion of a GIC to dentin. *J Adhes Dent* 2001; 3:153-167.
19. Hajizadeh H, Ghavamnasiri M, Namazikhah MS, Majidinia S, Bagheri M. Effect of different conditioning protocols on the adhesion of a glass ionomer cement to dentin. *J Contemp Dent Pract* 2009; 10: 9-16.
20. Kuphasuk W, Harnirattisai C, Senawongse P, Tagami J. Bond strengths of two adhesive systems to dentin contaminated with a hemostatic agent. *Oper Dent* 2007; 32:399-405.
21. Kaneshima T, Yatani H, Kasai T, Watanabe EK, Yamashita A. The influence of blood contamination on bond strengths between dentin and an adhesive resin cement. *Oper Dent* 2000; 25:195-201.
22. Abdalla AI, Davidson CL. Bonding efficiency and interfacial morphology of one-bottle adhesives to contaminated dentin surfaces. *Am J Dent* 1998; 11:281-285.
23. Yap AU, Shah KC, Loh ET, Sim SS, Tan CC. Influence of eugenol-containing temporary restorations on bond strength of composite to dentin. *Oper Dent* 2001; 26:556-561.
24. Xie J, Powers JM, McGuckin RS. In vitro bond strength of two adhesives to enamel and dentin under normal and contaminated conditions. *Dent Mater* 1993; 9:295-299.
25. Imbery TA, Swigert R, Janus C, Moon PC. An evaluation of dentin conditioners for resin-modified glass ionomer cements. *Gen Dent* 2009; 57:356-362.
26. Banomyong D, Palamara JE, Burrow MF, Messer HH. Effect of dentin conditioning on dentin permeability and micro-shear bond strength. *Eur J Oral Sci* 2007; 115:502-509.
27. Frencken JE, Taifour D, van 't Hof MA. Survival of ART and amalgam restorations in permanent teeth of children after 6.3 years. *J Dent Res* 2006; 85:622-626.