รอยรั่วระดับจุลภาคระหว่างเรซินซีเมนต์และขอบโพรงฟันที่ปนเปื้อนยูจีนอล ภายหลังจากการล้างด้วยสารชะล้างชนิดต่างๆ

Microleakage Between Resin Cement and Eugenol Contaminated Cavosurface Margin After Using Various Irrigants

ธีรชัย ลิมป์ลาวัณย์[1], เกษมพงศ์ ศรีปานนาค[2], พัฒนฤกษ์ ทินกร ณ อยุธยา[2], ศศิมาส อ่ำครองธรรม[2]
[1]ภาควิชาทันตกรรมอนุรักษ์และทันตกรรมประดิษฐ์ คณะทันตแพทยศาสตร์เชียงใหม่ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
[2]นิสิตทันตแพทย์ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
Teerachai Limlawan[1], Kasempong Sripannak[2], Pattanalerk Thinnakorn na ayuthaya[2], Sasimas Umkrongtum[2]
[1]Department of Conservative Dentistry and Prosthodontics, Faculty of Dentistry, Srinakharinwirot University
[2]Dental Student, Faculty of Dentistry, Srinakharinwirot University

ชม. ทันตสาร 2557; 35(2) : 91-103
CM Dent J 2014; 35(2) : 91-103

บทคัดย่อ

จุดประสงค์ของงานวิจัยเพื่อศึกษารอยรั่วระดับจุลภาคบริเวณขอบโพรงฟันที่ปนเปื้อนยูจีนอลหลังการล้างด้วยสารชะล้างชนิดต่าง ๆ โดยนำฟันตัดหน้าบนของวัวจำนวน 70 ซี่ มาเตรียมโพรงฟันสำหรับอุด ชนิดที่ 5 (Class V) ซึ่งมีความลึก 1.5 มิลลิเมตร ความกว้างและความยาวด้านละ 3 มิลลิเมตร ขอบเขตของโพรงฟันทางด้านบดเคี้ยวและด้านเหงือกอยู่ห่างรอยต่อเคลือบฟันกับเคลือบรากฟัน 1.5 มิลลิเมตร หลังจากนั้นนำฟันทุกซี่มาอุดโพรงฟันด้วยวัสดุอุดเรซินคอมโพสิตโดยใช้น้ำกลั่นเป็นสารคั่นกลางแล้วดึงออก จากนั้นอุดโพรงฟันด้วยวัสดุอุดชั่วคราวซิงค์ออกไซด์ยูจีนอลเป็นเวลา 7 วันและรื้อวัสดุอุดชั่วคราวออกด้วยเครื่องอัลตราโซนิกส์ ทำการสุ่มเลือกฟันออกเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 (กลุ่มควบคุม) เป็นกลุ่มที่มีการล้างโพรงฟันด้วยน้ำเกลือ 2 มิลลิลิตร กลุ่มที่ 2 ล้างโพรงฟันด้วยโซเดียมไฮโปคลอไรต์

Abstract

The purpose of this research was to study microleakage between resin cement and eugenol contaminated cavosurface margin after using various irrigants. Cavities Class V (3×3×1.5 mm) of 70 bovine teeth were prepared on the labial surface parallel to the cement-enamel junction, 1.5 mm above and below the CEJ. The indirect resin composite inlays were prepared, and water was used as a separating media and removed from the cavity. After that, cavities Class V were restored with temporary filling (zinc oxide eugenol) for 7 days. Then temporary fillings were removed by using ultrasonic scaler. The teeth were randomly divided into 4 groups, group 1(control): irrigated

Corresponding Author:

ธีรชัย ลิมป์ลาวัณย์
อาจารย์ ภาควิชาทันตกรรมอนุรักษ์และทันตกรรมประดิษฐ์
คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กรุงเทพฯ 10110

Teerachai Limlawan
Lecturer, Department of Conservative Dentistry and Prosthodontics, Faculty of Dentistry,
Srinakharinwirot University, Bangkok 10110, Thailand.
E-mail: ***ingot_030@hotmail.com***

ความเข้มข้นร้อยละ 2.5 ปริมาตร 5 มิลลิลิตรและน้ำเกลือ 2 มิลลิลิตร กลุ่มที่ 3 ล้างด้วยอีดีทีเอความเข้มข้นร้อยละ 17 ปริมาตร 5 มิลลิลิตรและน้ำเกลือ 2 มิลลิลิตร และกลุ่มที่ 4 ล้างด้วยอีดีทีเอความเข้มข้นร้อยละ 17 ปริมาตร 5 มิลลิลิตร โซเดียมไฮโปคลอไรต์ความเข้มข้นร้อยละ 2.5 ปริมาตร 5 มิลลิลิตรและน้ำเกลือ 2 มิลลิลิตร หลังจากนั้นยึดชิ้นงานคอมโพสิตอินเลย์กับโพรงฟันที่เตรียมไว้ด้วยเรซินซีเมนต์ซุปเปอร์บอนด์ซีแอนด์บีและปิดปลายรากด้วยอะคริลิกเรซินชนิดบ่มเอง ทาน้ำยาทาเล็บที่ขี่ฟันโดยเว้นที่บริเวณขอบโพรงฟันและวัสดุบูรณะ เก็บชิ้นงานในน้ำกลั่นที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วแช่ชิ้นงานในสีย้อม เบสิคฟุชซินร้อยละ 0.5 ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นตัดฟันในแนวตรงผ่านจุดศูนย์กลางของวัสดุบูรณะแล้วนำไปดูรอยรั่วค่าการซึมผ่านของสีย้อมภายใต้กล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ (กำลังขยาย 100 เท่า) บริเวณรอยต่อของเรซินซีเมนต์กับเคลือบฟันและเนื้อฟัน ผลการศึกษาพบการรั่วซึมทั้งสองด้านของทุกกลุ่มการทดลอง ในกลุ่มของชั้นเคลือบฟันพบค่าการรั่วซึมต่ำกว่าในชั้นเนื้อฟัน แต่ไม่พบความแตกต่างระหว่างกลุ่มของชั้นเคลือบฟัน ในชั้นเนื้อฟันกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 มีรอยรั่วซึมมากกว่ากลุ่มที่ 3 และกลุ่มที่ 4 โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) สรุปผลการศึกษาพบว่าการใช้อีดีทีเอความเข้มข้นร้อยละ17 ร่วมกับน้ำเกลือ หรืออีดีทีเอความเข้มข้นร้อยละ 17 ร่วมกับโซเดียมไฮโปคลอไรต์ความเข้มข้นร้อยละ 2.5 และน้ำเกลือ เป็นสารชะล้างที่สามารถกำจัดยูจีนอลที่ตกค้างในชั้นเนื้อฟันได้ดี

คำสำคัญ: การรั่วซึมระดับจุลภาค สารชะล้าง เรซินซีเมนต์ ยูจีนอล

cavities with NSS 2 ml, group 2: irrigated cavities with 2.5% NaOCl 5 ml and NSS 2 ml, group 3: irrigated cavities with 17%EDTA 5 ml and NSS 2 ml, group 4: irrigated cavities with 17%EDTA 5 ml, 2.5% NaOCl 5 ml and NSS 2 ml. After that, indirect composite inlays were cemented in the cavities with superbond C&B. The apices of bovine roots were sealed with self-cured acrylic resin. The teeth surface were coated with nail vanish except cavosurface margin of restoration. All specimens were stored in distilled water for 24 hours at 37°C and immersion in 0.5% basic fuchsin for 24 hours at room temperature. The dye penetration was measured on the sectioned specimen at the tooth-cement interface of enamel and dentin margin and recorded with graded criteria under stereomicroscope (100x).The results showed that all groups had microleakage at both sides of cavity (enamel and dentin margin), and enamel margins had microleakage lower than dentin margins. The microleakage of dentin margins (gingival margins) of group1 and 2 was significantly different greater than those of group 3 and 4 ($p<0.05$). In conclusion, 17% EDTA followed by NSS or 17% EDTA followed by 2.5% NaOCl and NSS are effective irrigants for cleaning contaminated eugenol margin.

Keywords: Microleakage, Irrigant, Resin cement, Eugenol

บทนำ (Introduction)

การบูรณะโพรงฟันด้วยเรซินคอมโพสิตหลังการอุดชั่วคราวด้วยวัสดุที่มีส่วนประกอบของยูจีนอลมีรายงานถึงความล้มเหลวในหลายรูปแบบ เช่นค่าความแข็งแรงของการยึดติดลดน้อยลง หรือเกิดรอยรั่วซึมระดับจุลภาค ซึ่งมักเกิดขึ้นบนผนังโพรงฟันบริเวณที่สัมผัสยูจีนอลมาก่อน การรั่วซึมดังกล่าวทำให้เกิดผลตามมาคือเกิดการแทรกซึมของแบคทีเรียทำให้เกิดการผุซ้ำ (secondary caries) ใต้วัสดุบูรณะ อาการเสียวฟันหลังการรักษา เกิดการเปลี่ยนสีบริเวณขอบของวัสดุบูรณะ ถึงแม้มีรายงานความล้มเหลวในหลาย

รูปแบบ ยูจีนอลยังเป็นที่นิยมใช้เพราะมีประสิทธิภาพฆ่าเชื้อ (germicidal activity) และลดความรู้สึกเจ็บ[1,2] วัสดุอุดฟันชั่วคราวส่วนใหญ่มีส่วนประกอบของสารจำพวกฟีนอล (phenolic compound) เช่น ยูจีนอล (eugenol) ฟีนอล (phenol) ครีซอล (cresol) และไทมอล (thymol) ซึ่งมีความสามารถยับยั้งและชะลอการเกิดปฏิกิริยาพอลิเมอร์แบบรวมตัวได้ เป็นผลทำให้เกิดปฏิกิริยาพอลิเมอร์ของเรซินคอมโพสิตไม่สมบูรณ์ เกิดความแข็งแรงของการยึดติดน้อยลง และเกิดการรั่วซึมที่ขอบมากขึ้น เพื่อป้องกันปัญหาดังกล่าว จึงจำเป็นต้องล้างพื้นผิวเนื้อฟันด้วยสารชะล้าง (irrigant) ชนิดต่าง ๆ ที่ช่วยลดการตกค้างของยูจีนอล เช่นแอลกอฮอล์ความเข้มข้นร้อยละ 37 และกรดฟอสฟอริกความเข้มข้นร้อยละ 37[3] หรือใช้สารที่มีผลในการกำจัดชั้นเสมียร์[4]

ยูจีนอล เป็นอนุพันธ์ของฟีนอลและเป็นสารที่พบในน้ำมันกานพลู (oil of clove) มีฤทธิ์ของแอลกอฮอล์ที่เป็นกรดอ่อน สารประกอบฟีนอลที่นำมาใช้ในทางทันตกรรมในรูปแบบของยูจีนอล ไทมอล และครีซอล ซึ่งเป็นส่วนประกอบของสารฆ่าเชื้อในเนื้อฟัน สารอุดคลองรากฟัน วัสดุอุดชั่วคราวและซีเมนต์ที่ใช้ยึดครอบฟันชั่วคราว ทั้งนี้เพราะฟีนอลมีฤทธิ์ฆ่าเชื้อและลดความรู้สึกเจ็บเฉพาะที่[1,2] ซีเมนต์หลายชนิดที่ใช้ทางทันตกรรมมียูจีนอลเป็นองค์ประกอบ เช่น ซิงค์ออกไซด์ยูจีนอลซีเมนต์ (zinc oxide–eugenol cement) ซิงค์ออกไซด์ยูจีนอลซีเมนต์เสริมแรงอัด (reinforced zinc oxide-eugenol cement) เช่น ไออาร์เอ็ม (IRM) อีบีเอ (EBA) หรือซิงค์ออกไซด์ยูจีนอลสำหรับอุดคลองรากฟัน โดยซิงค์ออกไซด์และยูจีนอลทำปฏิกิริยาแบบคีเลชัน (chelation) ได้ซิงค์ยูจีโนเลตกับน้ำ ซึ่งซิงค์ยูจีโนเลตที่ได้มีลักษณะเป็นการรวมตัวกันของสารประกอบที่มีอะตอมและอนุมูลอิสระล้อมรอบไอออนของสังกะสี โดยปฏิกิริยาการก่อตัวสามารถอธิบายได้ดังสมการ

$$ZnO + H2O \rightarrow Zn(OH)_2 \quad (1)$$

$$Zn(OH)2 + 2E \leftrightarrow \ldots.E..Zn..O..E + H_2O \quad (2)$$

ซิงค์ออกไซด์รวมกับน้ำปริมาณเล็กน้อยได้ซิงค์ไฮดรอกไซด์ เมื่อซิงค์ไฮดรอกไซด์รวมตัวกับยูจีนอลได้ซิงค์ยูจีโนเลตและน้ำ และน้ำส่วนที่เกิดขึ้นกลับไปเป็นตัวกระตุ้นปฏิกิริยาต่อ ทำให้ได้สารประกอบสุดท้ายคือซิงค์ยูจีโนเลตเมทริกกับผงของซิงค์ออกไซด์ ดังแสดงในสมการที่ (2) ปฏิกิริยาเกิดไปด้านขวาเมื่อมีปริมาณยูจีนอลมากและน้ำปริมาณน้อย ขณะเดียวกันสามารถย้อนกลับไปด้านซ้ายได้เมื่อซิงค์ยูจีโนเลตสัมผัสกับของเหลว เช่น น้ำลาย หรือน้ำในท่อเนื้อฟัน ทำให้เกิดการละลายได้ยูจีนอลกับซิงค์ไฮดรอกไซด์และซิงค์ออกไซด์ โดยยูจีนอลที่เกิดขึ้นนี้สามารถแทรกซึมเข้าเนื้อฟันและผ่านไปยังน้ำลายได้ จากการศึกษาของ Hume[5] พบว่าซิงค์ออกไซด์ยูจีนอลที่ใช้อุดโพรงฟันด้านบดเคี้ยวที่มีความหนาของเนื้อฟันเหนือโพรงเนื้อเยื่อใน 2 มิลลิเมตร โดยใช้ยูจีนอลที่ผสมกับสารทรีเทียม (tritium-labelled eugenol) พบว่ายูจีนอลถูกปล่อยเข้าเนื้อฟันและโพรงเนื้อเยื่อในอย่างช้า ๆ และมีความเข้มข้นของยูจีนอล 10^{-2} โมลต่อลิตรที่เนื้อฟันบริเวณใต้ต่อซิงค์ออกไซด์ยูจีนอล 10^{-3} โมลต่อลิตรที่บริเวณกลางเนื้อฟันและ 10^{-4} โมลต่อลิตรที่ของเหลวในโพรงเนื้อเยื่อใน โดยความเข้มข้นนี้คงอยู่เป็นเวลา 3 10 และ 14 วัน ที่ทำการทดลอง และพบว่ายูจีนอลถูกปล่อยมากขึ้น และมีอัตราการซึมผ่านมากขึ้นตามสัดส่วนของการละลายน้ำของยูจีโนเลต ดังนั้นจะพบได้ว่าเมื่อใช้ซีเมนต์ที่มีส่วนประกอบของซิงค์ออกไซด์ยูจีนอล เกิดการซึมผ่านของยูจีนอลเข้าไปในเนื้อฟัน ในขณะเดียวกันเกิดการรวมตัวแบบคีเลชันของยูจีนอลกับแคลเซียมในเนื้อฟัน[6] และเกิดการยึดจับกับสารประกอบอินทรีย์ในเนื้อฟันเช่น ไขมัน ซีรัม อัลบูมิน และคอลลาเจน[1] โดยพบว่าปริมาณการตกค้างของยูจีนอลมากหรือน้อยระดับใดนั้นขึ้นกับการมียูจีนอลอิสระที่เกิดขึ้น การแทรกซึมของของเหลว หรือการตกค้างของน้ำที่ก่อให้เกิดการละลายของซิงค์ยูจีโนเลต Fujisawa และ Kadoma[1] ศึกษาผลของสารประกอบฟีนอล 6 ชนิด ซึ่งเป็นตัวยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาพอลิเมอร์ของเมทิล-เมทาไครเลต (metyl metracrylate) ที่มีสารตั้งต้นปฏิกิริยาด้วยเบนโซอิลเปอร์ออกไซด์ (benzoyl peroxide) และอะโซบิสไอโซบิวทีไนเทรต (azobisisobutynitrate) ด้วยการตรวจสอบช่วงระยะเวลาการเหนี่ยวนำปฏิกิริยา (induction period) และอัตราการเกิดพอลิเมอร์ช่วงต้น พบว่าช่วงระยะเวลาการเหนี่ยวนำปฏิกิริยามีค่ามากไปน้อยตามลำดับคือ ยูจีนอล ไทมอล ไฮโดรควินโนน (hydroquinone) ครีซอล ฟีนอล และเมทอล (methol) นอกจากนี้ยังพบว่าการเพิ่มความเข้มข้นของยูจีนอลทำให้ช่วงระยะเวลาการเหนี่ยวนำปฏิกิริยาเพิ่มขึ้นและลดอัตราการเกิดพอลิเมอร์ช่วงต้น

ยูจีนอลที่ผสมอยู่ในซีเมนต์รองพื้น ทำให้กระบวนการการเกิดพอลิเมอร์ไม่สมบูรณ์ และลดคุณสมบัติทางกายภาพ

ของพอลิเมอร์ ยูจีนอลเป็นตัวยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาพอลิเมอร์ในลักษณะการเป็นสารกำจัดอนุมูลอิสระ โดยยูจีนอลแย่งจับกับอนุมูลอิสระที่เกิดขึ้นในระบบที่เกิดปฏิกิริยาพอลิเมอร์แบบรวมตัวโดยอนุมูลอิสระ[11]

ปัจจุบันระบบสารยึดติดมีการพัฒนามากขึ้น และเป็นที่นิยมใช้ในทางทันตกรรม เช่นการอุดฟันด้วยวัสดุอุดสีเหมือนฟัน หรือระบบการยึดติดด้วยเรซินซีเมนต์ซึ่งมีปฏิกิริยาการบ่มตัวด้วยการเกิดอนุมูลอิสระทั้งระบบบ่มด้วยแสง ระบบบ่มเองและระบบบ่มเองร่วมกับบ่มด้วยแสง Paige และคณะ[12] ศึกษาบริเวณพื้นผิวของแกนฟันเรซินคอมโพสิตสัมผัสกับซีเมนต์ยึดชั่วคราวผสมยูจินอล พบว่าผิวของเรซินคอมโพสิตมีลักษณะอ่อนนุ่ม Hansen และ Asmussen[13] ศึกษาผลของวัสดุอุดชั่วคราวซิงค์ออกไซด์ยูจีนอลต่อสารยึดติดกับเนื้อฟัน (dentin bonding agent) พบว่าช่องที่เกิดจากการหดตัวบริเวณขอบโพรงฟัน (marginal contraction gap) มีขนาดกว้างที่สุดในกลุ่มการทดลองที่ใช้ซิงค์ออกไซด์ยูจีนอลซีเมนต์อุดในโพรงฟัน จากการทดลองสรุปได้ว่าการใช้วัสดุอุดชั่วคราวซิงค์ออกไซด์ยูจีนอลซีเมนต์ก่อนการใช้สารยึดติดกับเนื้อฟันร่วมกับวัสดุอุดเรซินคอมโพสิต ก่อให้เกิดการรั่วซึมในระดับไมโครเมตร และจากการศึกษาของ Macchi และคณะ[14] พบว่ายูจีนอลอิสระสามารถแทรกซึมเข้าไปในชั้นสเมียร์ (smear layer) และท่อเนื้อฟัน ซึ่งการทำความสะอาดด้วยทางกลไม่สามารถกำจัดยูจีนอลอิสระที่ตกค้างออกได้หมด อย่างไรก็ตามการศึกษาของ Peters และคณะ[15] ได้ทดลองวัดความแนบสนิทที่บริเวณขอบระหว่างวัสดุอุดฟันคอมโพสิตกับเนื้อฟัน โดยให้เกิดการปนเปื้อนของยูจีนอลในโพรงฟันที่เตรียมสำหรับอุดด้วยซีเมนต์อุดรากฟันที่มียูจีนอลเปรียบเทียบกับซีเมนต์ที่ไม่มียูจีนอลคือ คีแทก (KETAC®) เป็นระยะเวลา 15 นาที พบว่าการปนเปื้อนของซีเมนต์ทั้งสองชนิดให้ค่าความแนบสนิทของวัสดุกับเนื้อฟันไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จากผลการทดลองที่ผ่านมาพบว่าการทำความสะอาดผิวฟันและการกำจัดยูจีนอล เป็นขั้นตอนสำคัญก่อนยึดด้วยเรซินซีเมนต์ สารที่ใช้ทำความสะอาดอาจมีฤทธิ์การละลายและล้างยูจีนอล หรือมีกลไกการกำจัดชั้นสเมียร์ที่มียูจีนอลอิสระตกค้างอยู่ ถ้าสารดังกล่าวทำหน้าที่ได้ดีจะทำให้ปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์ของเรซินคอมโพสิตสมบูรณ์และไม่เกิดการรั่วซึมระหว่างเรซินคอมโพสิตกับเนื้อฟัน

โซเดียมไฮโปคลอไรต์ (sodium hypochlorite, NaOCl) คือน้ำยาล้างคลองรากฟันที่นิยมใช้อย่างแพร่หลายในปัจจุบัน มีหลายความเข้มข้น ได้แก่ สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ความเข้มข้นร้อยละ 0.5 1.25 2.5 5.25 มีฤทธิ์ต้านจุลชีพตามความเข้มข้นที่เพิ่มมากขึ้น มีคุณสมบัติในการละลายเนื้อเยื่อและอินทรีย์สารที่ดีและมีประสิทธิภาพมากขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ข้อด้อยคือไม่สามารถกำจัดชั้นเสมียร์ได้ หากหวังผลสูงสุดแนะนำให้ใช้ร่วมกับอีดีทีเอ[16] และข้อด้อยที่สำคัญ คือความเป็นพิษต่อเนื้อเยื่อที่มีชีวิต

เอ็ดทีลีนไดเอมีนเททราอะซีติก (Ethylenediaminetetraacetric acid) หรืออีดีทีเอ (EDTA) ความเข้มข้นร้อยละ 17 มีค่าความเป็นกรดด่างเท่ากับ 7.5 มีคุณสมบัติเป็นสารคีเลตที่นิยมใช้[21] และมีความสามารถกำจัดเศษเนื้อฟันและชั้นเสมียร์บนพื้นผิวเนื้อฟันได้ดี และสามารถจับกับแคลเซียมเกิดสารประกอบอีดีทีเอ-แคลเซียมที่คงตัวอยู่ในสภาวะเป็นกลาง[17]

วิธีการวัดการรั่วซึมของสารในทางทันตกรรมแบ่งเป็น 2 ระดับคือ ระดับไมโครเมตร และระดับนาโนเมตร เมื่อส่องด้วยกล้องอิเล็กตรอนแบบทรานสมิชชันพบการรั่วซึมระดับไมโครเมตร พบช่องว่างระหว่างฟันและวัสดุบูรณะซึ่งเกิดจากการหดตัวขณะเกิดพอลิเมอร์ หรือมีความแตกต่างของค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเมื่อได้รับความร้อนของวัสดุบูรณะและฟันเป็นต้น วิธีที่นิยมวัดการรั่วซึมมากที่สุดคือวัดการรั่วซึมระดับไมโครเมตรและเป็นวิธีที่ใช้มาเป็นเวลานาน มีประสิทธิภาพดี เตรียมง่าย ประหยัดค่าใช้จ่าย ได้แก่ การแช่ชิ้นตัวอย่างด้วยสารละลายสีย้อม (dyes penetration) มีหลายชนิด โดยอนุภาคของสีย้อมมีขนาดเล็กประมาณ 120 นาโนเมตรเข้าไปจับกับโครงสร้างของฟันบริเวณช่องว่างระหว่างวัสดุบูรณะและโพรงฟัน ความเข้มข้นและระยะเวลาในการย้อมสีมีผลต่อการแทรกซึมของสี พบว่าการใช้สารละลายเบสิคฟุชชิน (basic fuchsin) ความเข้มข้นร้อยละ 0.5 หรือสารละลายบูลเมทิลีน (blue methylene) ความเข้มข้นร้อยละ 2 และมีค่าความเป็นกรดด่างเท่ากับ 7.0 เป็นสารที่มีประสิทธิภาพในการศึกษาการรั่วซึมที่ดี สามารถเห็นชัดเจนเนื่องจากสารเข้าไปทำปฏิกิริยากับคอลลาเจนที่เปลี่ยนแปลงสภาพอย่างถาวร[18]

การเตรียมเนื้อฟันเพื่อให้เกิดการยึดติดด้วยระบบกรดกัดรวม (total etch) ชนิดยึดติดแบบชื้น (moist bonding)

เป็นระบบที่ใช้กันมานานโดยใช้ไพร์เมอร์และสารยึดทาหลังจากการใช้กรดปรับสภาพเนื้อฟันและล้างด้วยน้ำ เป่าลมพอพื้นผิวหมาด ส่วนชนิดเป่าเนื้อฟันให้แห้ง (dry bonding) ได้แก่ ซุปเปอร์บอนด์ซีแอนด์บี[19] ประกอบด้วยกรดสีแดงใช้ปรับสภาพผิวเคลือบฟันคือกรดฟอสฟอริกความเข้มข้นร้อยละ 60-65 เป็นกรดแก่เข้าไปละลายส่วนของไฮดรอกซีอะปาไทท์เป็นเวลา 30 วินาที ล้างน้ำให้สะอาด 10 วินาที เป่าลมจนผิวฟันแห้ง ส่วนเนื้อฟันใช้กรดสีเขียวประกอบด้วยกรดซิตริกความเข้มข้นร้อยละ 10 และเฟอริกคลอไรด์ร้อยละ3 กรดซิตริกละลายไฮดรอกซีอะปาไทท์และเฟอริกคลอไรด์ทำหน้าที่พยุงคอลลาเจนไม่ให้ยุบตัว เป็นเวลา 10 วินาที ล้างด้วยน้ำ 10 วินาที เป่าผิวฟันให้แห้ง 10 วินาที ทาผิวฟันที่แห้งด้วยส่วนผสมของโมโนเมอร์ชนิดโฟว์เมตา เอ็มเอ็มเอ (4-META, MMA) และตัวเร่งปฏิกิริยาทีบีบี (TBB) ทำหน้าที่แทรกซึมเข้าไปบริเวณช่องว่างที่เคยเป็นที่อยู่ของไฮดรอกซีอะปาไทท์ เกิดชั้นไฮบริดที่สมบูรณ์ และให้แรงยึดอยู่ประมาณ 18-23 เมกกะปาสคาล[20]

การทดลองนี้ศึกษารอยรั่วระดับจุลภาคระหว่างซุปเปอร์บอนด์ซีแอนด์บีเรซินซีเมนต์และขอบโพรงฟันที่ปนเปื้อนยูจีนอล ภายหลังจากการล้างด้วยสารชะล้าง 2 ชนิดคือ อีดีทีเอความเข้มข้นร้อยละ 17 ซึ่งเป็นสารคีเลตที่นิยมใช้[21] และสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ (sodium hypochlorite) ความเข้มข้นร้อยละ 2.5 เป็นกลุ่มทดลอง โดยให้น้ำเกลือเป็นกลุ่มควบคุมในการกำจัดชั้นสเมียร์และยูจินอลที่ตกค้าง เนื่องจากน้ำยาเหล่านี้เป็นที่นิยมใช้ในคลินิกทันตกรรมของงานรักษาคลองรากฟัน หรือใช้ล้างเนื้อเยื่อ แผลผ่าตัดหลังศัลยกรรม โดยมีสมมุติฐานการวิจัยที่ 1 คือรอยรั่วซึมระดับจุลภาคบนผิวเคลือบฟันบริเวณขอบโพรงฟันหลังล้างโพรงฟันที่ปนเปื้อนยูจีนอลด้วยสารชะล้างชนิดต่าง ๆ มีค่าไม่แตกต่างกัน และสมมุติฐานการวิจัยที่ 2 คือรอยรั่วซึมระดับจุลภาคบนผิวเนื้อฟันบริเวณขอบโพรงฟันหลังล้างโพรงฟันที่ปนเปื้อนยูจีนอลด้วยสารชะล้างชนิดต่าง ๆ มีค่าไม่แตกต่างกัน

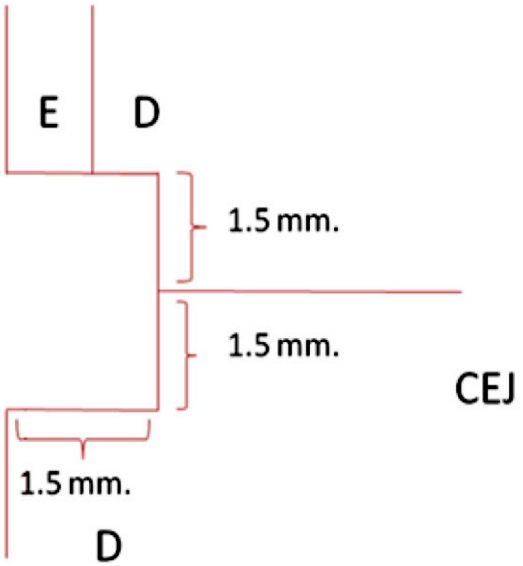
วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ (Materials and Methods)

งานวิจัยนี้ใช้ฟันตัดหน้าบนของวัวที่ไม่มีรอยผุจำนวน 70 ซี่ นำมาเก็บไว้ในน้ำเกลืออุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส นำมาเตรียมโพรงฟันชนิดที่ 5 (Class V) ลึก 1.5 มิลลิเมตร กว้างและยาวด้านละ 3 มิลลิเมตร บริเวณด้านริมฝีปากของฟันวัว ดังแสดงในรูปที่ 1 โดยขอบล่างมีขอบเขตขนานกับพื้นผิวรอยต่อระหว่างเคลือบฟันกับเคลือบรากฟัน ซึ่งขอบเขตของโพรงฟันทางด้านบดเคี้ยวอยู่เหนือรอยต่อระหว่างเคลือบฟันกับเคลือบรากฟัน 1.5 มิลลิเมตร และขอบเขตของโพรงฟันทางด้านเหงือกอยู่ใต้รอยต่อเคลือบฟันกับเคลือบรากฟัน 1.5 มิลลิเมตร ดังแสดงในรูปที่ 2 การเตรียมโพรงฟันชนิดที่ 5 ด้วยหัวกรอกากเพชรทรงกระบอก (Intensiv, Intensiv SA, Montagrolo, Switzerland) พร้อมทั้งด้ามกรอแบบความเร็วสูง ภายใต้ละอองน้ำ การเตรียมโพรงฟันให้มีรอยต่อระหว่างผิวภายนอกตั้งฉากกับโพรงฟันเป็นแบบบัทท์จอยท์ (butt-joint)

นำฟันทุกซี่อุดโพรงฟันที่เตรียมไว้ด้วยวัสดุอุดเรซินคอมโพสิต (Z250, 3M-ESPE, St Pual, MN, USA) โดยใช้ผู้ทดลองคนเดียวกันตลอดการวิจัย และใช้น้ำกลั่นเป็นตัวคั่นกลาง (separating media) โดยจะซับให้หมาดก่อนอุดเรซินคอมโพสิต ฝังลวดไว้ในเรซินคอมโพสิตที่ตำแหน่งกึ่งกลางโพรงฟันค่อนไปทางใกล้กลาง เพื่อง่ายต่อการดึงชิ้นงานเรซินคอมโพสิตออกจากโพรงฟัน อุดเรซินคอมโพสิตเป็นชั้น ๆ ละ 2.0 มิลลิเมตรบ่มตัวด้วยแสงด้วยเครื่องฉายแสงหลอดไฟฮาโลเจน (Pekalux®, 3M-ESPE, St Pual, MN, USA) เป็นเวลา 40 วินาที ดังแสดงในรูปที่ 3 หลังจากนำออกมาจากโพรงฟันแล้วเรซินคอมโพสิตอินเลย์ (composite inlay)

รูปที่ 1 *การเตรียมโพรงฟันชนิดที่ 5 (3x3x1.5 มิลลิเมตร) บนฟันวัว*

Figure 1 *Cavity Class V preparation (3x3x1.5 mm.) on bovine tooth.*



รูปที่ 2 *แสดงขอบเขตของโพรงฟันทางด้านบดเคี้ยวอยู่เหนือรอยต่อระหว่างเคลือบฟันกับเคลือบรากฟัน 1.5 มิลลิเมตร และขอบเขตของโพรงฟันทางด้านเหงือกอยู่ใต้รอยต่อเคลือบฟันกับเคลือบรากฟัน 1.5 มิลลิเมตร (E คือเคลือบฟัน D คือเนื้อฟัน CEJ คือรอยต่อเคลือบฟันกับเคลือบรากฟัน)*

Figure 2 *Demonstrated occlusal margin 1.5 mm. above CEJ and gingival margin 1.5 mm. under CEJ (E = Enamel, D = Dentin, CEJ = Cementoenamel Junction).*

รูปที่ 3 *คอมโพสิตอินเลย์ที่อยู่ในโพรงฟันแบบที่ 5 (ภาพด้านแก้ม)*

Figure 3 *Composite inlay in cavity Class V. (Buccal view)*

ทำให้แข็งตัวด้วยแสงต่ออีก 40 วินาทีทุกด้าน โดยเครื่องฉายแสงจะถูกวัดค่าความเข้มแสงให้คงที่ก่อนใช้งานทุกครั้งด้วยอุปกรณ์วัดความเข้มแสงชนิดพกพา (light intensity meter, Dentamerica®, CA, USA) จากนั้นอุดโพรงฟันด้วยวัสดุอุดชั่วคราวด้วยซิงค์ออกไซด์ยูจีนอล (คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาฯ, กรุงเทพฯ, ประเทศไทย) ตามอัตราส่วนที่ผู้ผลิตแนะนำ และอุดให้เต็มโพรงฟัน เก็บฟันทุกซี่ไว้ในตู้อบที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 7 วัน เมื่อครบ 7 วันรื้อวัสดุอุดชั่วคราวซิงค์ออกไซด์-ยูจีนอลด้วยเครื่องขูดหินน้ำลายอัลตราโซนิกส์ชนิดเพียโซอิเล็คทริก (P5 Newtron, Acteon Inc., Mount Laurel, NJ, USA) จนหมดทุกโพรงฟัน

ทำการสุ่มเลือกฟันทั้ง 70 ซี่ โดยฟันที่เกิดรอยร้าวให้คัดออกภายใต้กล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ และแบ่งกลุ่มการทดลองออกเป็น 4 กลุ่ม เป็นกลุ่มควบคุมจำนวน 10 ซี่ และกลุ่มทดลอง 3 กลุ่ม กลุ่มละ 20 ซี่ กลุ่มที่1 (กลุ่มควบคุม) เป็นกลุ่มที่มีการล้างโพรงฟันที่ปนเปื้อนยูจีนอลด้วยน้ำเกลือปริมาตร 2 มิลลิลิตร กลุ่มที่ 2 เป็นกลุ่มที่มีการล้างโพรงฟันที่ปนเปื้อนยูจีนอลด้วยโซเดียมไฮโปคลอไรต์ความเข้มข้นร้อยละ 2.5 ปริมาตร 5 มิลลิลิตรและล้างตามด้วยน้ำเกลือปริมาตร 2 มิลลิลิตร กลุ่มที่ 3 เป็นกลุ่มที่มีการล้างโพรงฟันที่ปนเปื้อนยูจีนอลด้วย อีดีทีเอความเข้มข้นร้อยละ 17 ปริมาตร 5 มิลลิลิตรและล้างตามด้วยน้ำเกลือปริมาตร 2 มิลลิลิตร กลุ่มที่ 4 เป็นกลุ่มที่มีการล้างโพรงฟันที่ปนเปื้อนยูจีนอลด้วยอีดีทีเอความเข้มข้นร้อยละ 17 ปริมาตร 5 มิลลิลิตรและล้างตามด้วยโซเดียมไฮโปคลอไรต์ความเข้มข้นร้อยละ 2.5 ปริมาตร 5 มิลลิลิตรและล้างสุดท้ายด้วยน้ำเกลือปริมาตร 2 มิลลิลิตร หลังจากทำการล้างโพรงฟันตามกลุ่มการทดลองทั้งหมดแล้ว จึงทำการผสมเรซินซีเมนต์ซุปเปอร์บอนด์ซีแอนด์บีตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิตและยึดชิ้นงานคอมโพสิตอินเลย์กับโพรงฟันที่เตรียมไว้โดยใช้แรงกดจากนิ้วมือ ชิ้นงานทุกชิ้นหลังจากกำจัดเรซินซีเมนต์ส่วนเกินออกหมดแล้ว จึงทำการปิดปลายรากด้วยอะคริลิกเรซินชนิดบ่มเอง (self-cured acrylic resin) และทาด้วยน้ำยาทาเล็บ 2 ชั้นที่ตัวฟัน ยกเว้นที่บริเวณขอบโพรงฟันและวัสดุบูรณะ เก็บชิ้นงานทุกกลุ่มในน้ำกลั่นที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เมื่อครบ 24 ชั่วโมงจึงนำมาแช่ชิ้นงานในสารละลายสีย้อมเบสิคฟุชชินความเข้มข้นร้อยละ 0.5 ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 24 ชั่วโมง โดยให้ปลายรากฟันอยู่เหนือสารละลายเบสิคฟุชชิน ดังนั้นขอบบนและล่างของโพรง

ฟันที่ยึดชิ้นงานคอมโพสิตด้วยเรซินซีเมนต์ชุปเปอร์บอนด์ ซีแอนด์บีจะแช่อยู่ในสารละลายสีย้อมเบสิคฟุชชิน จากนั้นนำมาทำความสะอาดโดยการผ่านน้ำและตัดฟันในแนวตั้งฉากกับพื้นราบผ่านจุดศูนย์กลางของวัสดุบูรณะโดยใช้เลื่อยที่มีความเร็วต่ำชนิดไอโซเมท (Isomet, Buehler, Lake Bluff, IL, USA) และนำไปส่องดูรอยรั่วภายใต้กล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ กำลังขยาย 100 เท่า กำหนดการรั่วซึมของสีย้อมเป็นระดับค่าการรั่วซึมของสี (dye penetration score)[22] 0 คือ ไม่มีการรั่วซึม 1 คือ พบการแทรกซึมของสารละลายเบสิคฟุชชินความเข้มข้นร้อยละ 0.5 ตั้งแต่รอยต่อของวัสดุบูรณะถึงครึ่งหนึ่งของผนังโพรงฟันที่ตั้งฉากกับแนวแกนของฟัน (axial wall) 2 คือการแทรกซึมของสารละลายเบสิคฟุชชินความเข้มข้นร้อยละ 0.5 ตั้งแต่รอยต่อของวัสดุบูรณะถึงผนังโพรงฟันที่ตั้งฉากกับแนวแกนของฟันแต่ไม่ถึงผนังโพรงฟันที่ขนานกับแนวแกนของฟัน 3 คือ การแทรกซึมของสารละลายเบสิคฟุชชินความเข้มข้นร้อยละ 0.5 ตั้งแต่รอยต่อของวัสดุบูรณะถึงผนังโพรงฟันที่ขนานกับแนวแกนของฟัน ดังแสดงในรูปที่ 4

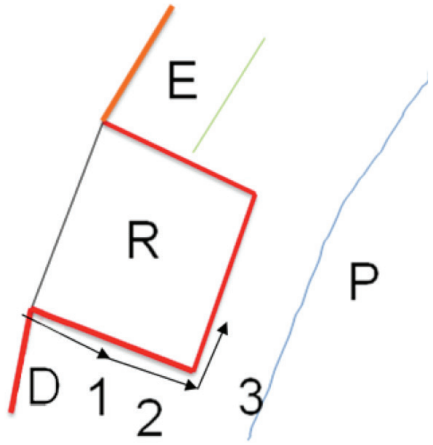
นำค่าระดับการรั่วซึมที่บันทึกได้มาทำการทดสอบวิลค็อกสันซายน์แรงค์ (Wilcoxon signed ranks test) การทดสอบแมน วิทนีย์ (Mann-Whitney test) และการทดสอบคลูซคัลวาลลิส (Kluskal-Wallis test) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ผลการศึกษา (Results)

เมื่อเปรียบเทียบรอยรั่วระดับจุลภาคระหว่างเรซินซีเมนต์กับขอบโพรงฟันด้านบดเคี้ยว (เคลือบฟัน) และระหว่างเรซินซีเมนต์กับขอบโพรงฟันด้านเหงือก (เนื้อฟัน) ที่ปนเปื้อนยูจีนอลและกำจัดยูจีนอลด้วยวิธีการต่าง ๆ พบว่ามีรอยรั่วซึมระดับจุลภาคของสีย้อมทุกกลุ่มการทดลอง ดังแสดงในตารางที่ 1 และ 2

เมื่อใช้การทดสอบวิลค็อกสันซายน์แรงค์เปรียบเทียบรอยรั่วระดับจุลภาคที่ขอบโพรงฟันด้านบดเคี้ยวกับขอบโพรงฟันด้านเหงือก พบว่าทั้ง 4 กลุ่มมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ตารางที่ 1 เมื่อใช้การทดสอบคลูซคัลวาลลิสร่วมกับเปรียบเทียบแบบพหุคูณระหว่างกลุ่ม พบว่าขอบโพรงฟันด้านบดเคี้ยวของกลุ่มทดลองทั้ง 4 กลุ่มมีการรั่วซึมระดับจุลภาค



รูปที่ 4 *ระดับของค่าการรั่วซึม (R คือ คอมโพสิตอินเลย์ E คือเคลือบฟัน D คือเนื้อฟัน P คือ โพรงเนื้อเยื่อใน) (ภาพตัดด้านข้าง)*

Figure 4 *Dye penetration score (R= composite inlay, E=enamel, D=dentin, P=Dental pulp). (Proximal view)*

1 = การแทรกซึมของสารละลายเบสิคฟุชชินความเข้มข้นร้อยละ 0.5 ตั้งแต่รอยต่อของวัสดุบูรณะถึงครึ่งหนึ่งของผนังโพรงฟันที่ตั้งฉากกับแนวแกนของฟัน

2 = การแทรกซึมของสารละลายเบสิคฟุชชินความเข้มข้นร้อยละ 0.5 ตั้งแต่รอยต่อของวัสดุบูรณะถึงผนังโพรงฟันที่ตั้งฉากกับแนวแกนของฟันแต่ไม่ถึงผนังโพรงฟันที่ขนานกับแนวแกนของฟัน

3 = การแทรกซึมของสารละลาย เบสิคฟุชชินความเข้มข้นร้อยละ 0.5 ตั้งแต่รอยต่อของวัสดุบูรณะถึงผนังโพรงฟันที่ขนานกับแนวแกนของฟัน

ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

ตารางที่ 2 เมื่อใช้การทดสอบคลูซคัลวาลลิส ร่วมกับการเปรียบเทียบพหุคูณระหว่างกลุ่มการทดลองพบว่า กลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 มีรอยรั่วซึมระดับจุลภาคของสีย้อมมากกว่ากลุ่มที่ 3 และกลุ่มที่ 4 โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) เมื่อเปรียบเทียบการทดลองรอยรั่วซึมระดับจุลภาคของสีย้อมของกลุ่มที่ 1 เปรียบเทียบกับกลุ่มที่ 2 และกลุ่มที่ 3 เปรียบเทียบกับกลุ่มที่ 4 พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ตารางที่ 1 *จำนวนของตัวอย่าง (ร้อยละ) ของการรั่วซึมระดับจุลภาคที่ขอบโพรงฟันด้านบดเคี้ยว (ขอบเคลือบฟัน)*

Table 1 *Number of specimen (percentage) of microleakage at occlusal margin (enamel margin).*

Group ©	Dye penetration score on occlusal margin (enamel margin)			
	0	1	2	3
1[a]	0(0)	4(40)	6(60)	0(0)
2[a]	0(0)	9(45)	11(55)	0(0)
3[a]	0(0)	8(40)	12(60)	0(0)
4[a]	0(0)	9(45)	10(50)	1(5)

The same letters in group are not significantly different ($p>0.05$).

0 = ไม่มีการรั่วซึม

1 = การแทรกซึมของสารละลายเบสิคฟุชซินความเข้มข้นร้อยละ 0.5 ตั้งแต่รอยต่อของวัสดุบูรณะถึงครึ่งหนึ่งของผนังโพรงฟันที่ตั้งฉากกับแนวแกนของฟัน

2 = การแทรกซึมของสารละลายเบสิคฟุชซินความเข้มข้นร้อยละ 0.5 ตั้งแต่รอยต่อของวัสดุบูรณะถึงผนังโพรงฟันที่ตั้งฉากกับแนวแกนของฟันแต่ไม่ถึงผนังโพรงฟันที่ขนานกับแนวแกนของฟัน

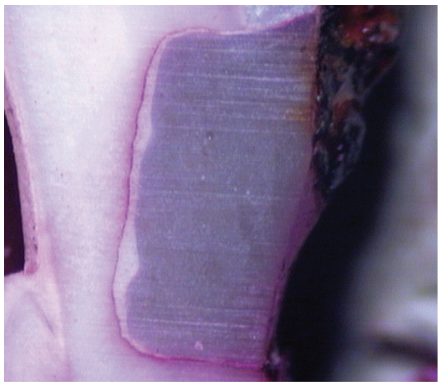
3 = การแทรกซึมของสารละลาย เบสิคฟุชซินความเข้มข้นร้อยละ 0.5 ตั้งแต่รอยต่อของวัสดุบูรณะถึงผนังโพรงฟันที่ขนานกับแนวแกนของฟัน

© 1[a] คือ กลุ่มควบคุมเป็นกลุ่มที่มีการล้างโพรงฟันด้วยน้ำเกลือ 2 มิลลิลิตร

2[a] คือ กลุ่มที่ 2 ล้างโพรงฟันด้วยโซเดียมไฮโปคลอไรต์ความเข้มข้นร้อยละ 2.5 ปริมาตร 5 มิลลิลิตรและน้ำเกลือ 2 มิลลิลิตร

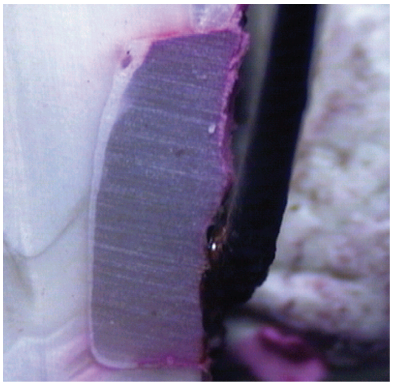
3[a] คือ กลุ่มที่ 3 ล้างด้วยอีดีทีเอความเข้มข้นร้อยละ 17 ปริมาตร 5 มิลลิลิตรและน้ำเกลือ 2 มิลลิลิตร

4[a] คือ กลุ่มที่ 4 ล้างด้วยอีดีทีเอความเข้มข้นร้อยละ17 ปริมาตร 5 มิลลิลิตร โซเดียมไฮโปคลอไรต์ความเข้มข้นร้อยละ 2.5 ปริมาตร 5 มิลลิลิตรและน้ำเกลือ 2 มิลลิลิตร



รูปที่ 5 *การรั่วซึมระดับจุลภาคเมื่อดูด้วยกล้องจุลทรรศน์สเตอริโอกำลังขยาย 100 เท่าของกลุ่มทดลองที่ 1 (R คือ คอมโพสิตอินเลย์ E คือเคลือบฟัน D คือเนื้อฟัน)*

Figure 5 *Microleakage from stereomicroscope (100x) of group 1(R = composite inlay, E = enamel, D = dentin).*



รูปที่ 6 *การรั่วซึมระดับจุลภาคเมื่อดูด้วยกล้องจุลทรรศน์สเตอริโอกำลังขยาย 100 เท่าของกลุ่มทดลองที่ 3 (R คือ คอมโพสิตอินเลย์ E คือเคลือบฟัน D คือเนื้อฟัน)*

Figure 6 *Microleakage from stereomicroscope (100x) of group 3 (R = composite inlay, E =enamel, D = dentin).*

ตารางที่ 2 *จำนวนของตัวอย่าง (ร้อยละ) ของการรั่วซึมระดับจุลภาคที่ขอบโพรงฟันด้านเหงือก (ขอบเนื้อฟัน)*

Table 2 *Number of specimen (percentage) of microleakage at gingival margin (dentin margin).*

Group ©	Dye penetration score (dentin margin)			
	0	1	2	3
1[b]	0(0)	0(0)	1(10)	9(90)
2[b]	0(0)	0(0)	5(25)	15(75)
3[c]	0(0)	0(0)	13(65)	7(35)
4[c]	0(0)	0(0)	11(55)	9(45)

The same letters in group are not significantly different ($p>0.05$).

0 = ไม่มีการรั่วซึม

1 = การแทรกซึมของสารละลายเบสิคฟุชซินความเข้มข้นร้อยละ 0.5 ตั้งแต่รอยต่อของวัสดุบูรณะถึงครึ่งหนึ่งของผนังโพรงฟันที่ตั้งฉากกับแนวแกนของฟัน

2 = การแทรกซึมของสารละลายเบสิคฟุชซินความเข้มข้นร้อยละ 0.5 ตั้งแต่รอยต่อของวัสดุบูรณะถึงผนังโพรงฟันที่ตั้งฉากกับแนวแกนของฟันแต่ไม่ถึงผนังโพรงฟันที่ขนานกับแนวแกนของฟัน

3 = การแทรกซึมของสารละลาย เบสิคฟุชซินความเข้มข้นร้อยละ 0.5 ตั้งแต่รอยต่อของวัสดุบูรณะถึงผนังโพรงฟันที่ขนานกับแนวแกนของฟัน

© 1[b] คือ กลุ่มควบคุมเป็นกลุ่มที่มีการล้างโพรงฟันด้วยน้ำเกลือ 2 มิลลิลิตร

2[b] คือ กลุ่มที่ 2 ล้างโพรงฟันด้วยโซเดียมไฮโปคลอไรต์ความเข้มข้นร้อยละ 2.5 ปริมาตร 5 มิลลิลิตรและน้ำเกลือ 2 มิลลิลิตร

3[c] คือ กลุ่มที่ 3 ล้างด้วยอีดีทีเอความเข้มข้นร้อยละ 17 ปริมาตร 5 มิลลิลิตรและน้ำเกลือ 2 มิลลิลิตร

4[c] คือ กลุ่มที่ 4 ล้างด้วยอีดีทีเอความเข้มข้นร้อยละ17 ปริมาตร 5 มิลลิลิตร โซเดียมไฮโปคลอไรต์ความเข้มข้นร้อยละ 2.5 ปริมาตร 5 มิลลิลิตรและน้ำเกลือ 2 มิลลิลิตร

บทวิจารณ์ (Discussion)

จากการวิเคราะห์ผลการทดลองทางสถิติ ทำให้ยอมรับสมมุติฐานการวิจัยที่ 1 คือ รอยรั่วซึมระดับจุลภาคหลังการล้างโพรงฟันที่ปนเปื้อนยูจีนอลบนผิวเคลือบฟันด้วยสารชะล้างชนิดต่าง ๆ มีค่ารอยรั่วไม่แตกต่างกันและปฏิเสธสมมุติฐานการวิจัยที่ 2 คือรอยรั่วซึมระดับจุลภาคภายหลังการล้างโพรงฟันที่ปนเปื้อนยูจีนอลบนผิวเนื้อฟันด้วยสารชะล้างชนิดต่าง ๆ มีค่ารอยรั่วไม่แตกต่างกัน

การทดลองในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์หลักในการวัดการรั่วซึมระดับจุลภาคที่เกิดขึ้นระหว่างโพรงฟันที่ปนเปื้อนยูจีนอลและเรซินซีเมนต์ซุปเปอร์บอนด์ซีแอนด์บีภายหลังการล้างโพรงฟันที่ปนเปื้อนยูจีนอลด้วยสารชะล้างชนิดต่าง ๆ ซึ่งการรั่วซึมเหล่านี้เป็นสาเหตุทำให้เกิดความล้มเหลวของการบูรณะฟัน เช่นการเปลี่ยนสีบริเวณขอบวัสดุบูรณะและการเกิดรอยผุกลับซ้ำ ทั้งนี้เพราะเมื่อเกิดการรั่วซึมระดับจุลภาคจะทำให้เกิดการแพร่ผ่านของเชื้อจุลินทรีย์และสารพิษเข้าไปตามรอยต่อระหว่างเรซินซีเมนต์กับผนังโพรงฟัน ทำให้เกิดรอยผุกลับซ้ำได้ และอาจเกิดอาการเสียวฟันภายหลังการรักษาหรือทำให้ค่าแรงยึดอยู่ของวัสดุที่ใช้ในทางทันตกรรมลดน้อยลง[23-25]

จากการศึกษาของ Macchi และคณะ[14] พบว่า ยูจีนอลมีคุณสมบัติยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาพอลิเมอร์ของเรซินคอมพอสิตได้ ซึ่งยูจีนอลสามารถแทรกซึมเข้าไปในชั้นเสมียร์และท่อเนื้อฟันได้โดยการทำความสะอาดทางกลไม่สามารถกำจัดยูจีนอลออกได้หมด ดังนั้นการใช้สารเคมีล้างทำความสะอาดจึงมีความจำเป็น เพื่อหวังผลในการกำจัดชั้นสเมียร์และยูจีนอลตกค้าง

จากผลการทดลอง เมื่อเปรียบเทียบรอยรั่วระดับจุลภาคระหว่างเรซินซีเมนต์ซุปเปอร์บอนด์ซีแอนด์บีและขอบโพรงฟันด้านบดเคี้ยวที่ปนเปื้อนยูจีนอลและขอบโพรงฟันด้านเหงือกที่ปนเปื้อนยูจีนอล พบว่ามีรอยรั่วซึมระดับจุลภาคของสีย้อม

ทางด้านเหงือกมากกว่าด้านบดเคี้ยวทุกกลุ่มการทดลอง ซึ่งอาจเป็นผลมาจากการหลงเหลือของสารยูจีนอลในชั้นเนื้อฟันและในชั้นเสมียร์ สารชะล้างทุกชนิดไม่สามารถกำจัดออกได้หมด และเนื่องมาจากโครงสร้างของเคลือบฟันมีร้อยละของสารอนินทรีย์มากกว่าชั้นเนื้อฟัน ในขณะที่ชั้นเนื้อฟันมีโครงสร้างเป็นท่อและเครือข่ายเส้นใยคอลลาเจนที่เรียงตัวซับซ้อน การกำจัดสารยูจีนอลที่แทรกซึมในชั้นเนื้อฟันและชั้นเสมียร์จึงทำได้ยากกว่า ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Hansen และ Asmussen[13] ซึ่งพบรอยแยกระหว่างเนื้อฟันกับเรซินคอมโพสิตเกิดกว้างขึ้นในโพรงฟันที่ปนเปื้อนสารยูจีนอลมาก่อน นอกจากนี้ยังพบการศึกษาที่ยืนยันว่ายูจีนอลมีผลต่อการรั่วซึมระดับจุลภาคในชั้นเนื้อฟัน โดยการบูรณะเรซินคอมโพสิตในโพรงฟันชนิดที่ 5 (ความลึก 1.5 มิลลิเมตรและใส่วัสดุอุดแบบเป็นชั้นโดยวิธีตรง) ทำในโพรงฟันที่ปนเปื้อนสารยูจีนอลเป็นเวลา 1 สัปดาห์ เมื่อตรวจวัดการรั่วซึมพบว่าเกิดการรั่วซึมในชั้นเนื้อฟันมากกว่าชั้นเคลือบฟันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ความเข้มข้นของยูจีนอลมีผลต่ออัตราการแพร่ของยูจีนอลเข้าสู่ชั้นเนื้อฟัน โดยอัตราส่วนเหลวต่อส่วนผงที่มากกว่าจะเกิดการแพร่เข้าสู่เนื้อฟันได้มากกว่าซึ่งทำให้การกำจัดยูจีนอลทำได้ยากขึ้น[26]

จากผลการทดลองเมื่อเปรียบเทียบร้อยละของการรั่วซึมของสีที่ผนังโพรงฟันด้านบดเคี้ยวของกลุ่มทดลองทั้ง 4 กลุ่ม พบว่ารอยรั่วซึมระดับจุลภาคของสีย้อมทั้ง 4 กลุ่มไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) อาจเป็นผลมาจากการใช้กรดฟอสฟอริกความเข้มข้นสูง สามารถกำจัดชั้นเสมียร์ที่มีส่วนของยูจีนอลปนเปื้อนออกได้ ทำให้ผลการใช้สารชะล้างให้ผลการศึกษาที่ไม่แตกต่างกัน

จากผลการทดลองเมื่อเปรียบเทียบร้อยละของการรั่วซึมของสีที่ผนังโพรงฟันด้านเหงือกพบว่า กลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 มีรอยรั่วซึมระดับจุลภาคของสีย้อมมากกว่ากลุ่มที่ 3 และกลุ่มที่ 4 โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าสารชะล้างแต่ละชนิดมีประสิทธิภาพในการกำจัดชั้นเสมียร์ในชั้นเนื้อฟันแตกต่างกัน เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการทำความสะอาดโพรงฟันที่ปนเปื้อนสารยูจีนอลพบว่าการใช้อีดีทีเอความเข้มข้นร้อยละ 17 (กลุ่มที่ 3) หรือการใช้อีดีทีเอความเข้มข้นร้อยละ 17 ร่วมกับโซเดียมไฮโปคลอไรต์ความเข้มข้นร้อยละ 2.5 (กลุ่มที่ 4) มีประสิทธิภาพในการทำความสะอาดโพรงฟันไม่แตกต่างกัน แต่ทั้งสองกลุ่มมีประสิทธิภาพดีกว่าการใช้โซเดียมไฮโปคลอไรต์ความเข้มข้นร้อยละ 2.5 (กลุ่มที่ 2) หรือน้ำเกลือ (กลุ่มที่ 1)

สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ความเข้มข้นร้อยละ 2.5 เป็นความเข้มข้นที่นิยมนำมาใช้ทำความสะอาดคลองรากฟัน ทั้งนี้เพราะกลิ่นไม่รุนแรง และมีประสิทธิภาพในการละลายเนื้อเยื่อโพรงประสาทฟันที่ตาย และทำลายแบคทีเรียได้ค่อนข้างดี[27] อย่างไรก็ตามการใช้โซเดียมไฮโปคลอไรต์ควรใช้ด้วยความระมัดระวัง เนื่องจากอาจเกิดอันตรายต่อเนื้อเยื่ออ่อนในบริเวณช่องปากหรือผิวหนังที่สัมผัสถูกน้ำยา ก่อให้เกิดอาการปวดแสบร้อน อาการบวม และอักเสบได้[28,29] ในการทดลองนี้ในกลุ่มที่ 2 เลือกใช้โซเดียมไฮโปคลอไรต์ความเข้มข้นร้อยละ 2.5 ปริมาตร 5 มิลลิลิตรจากนั้นจึงล้างด้วยน้ำเกลือปริมาตร 2 มิลลิลิตร ซึ่งพบว่าการเกิดค่าการรั่วซึมที่ไม่แตกต่างจากการใช้น้ำเกลือล้างโพรงฟัน แต่มีค่าการรั่วซึมมากกว่ากลุ่มที่ 3 และ 4 ซึ่งกลุ่มที่ 2 แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ความเข้มข้นร้อยละ 2.5 ซึ่งมีคุณสมบัติกำจัดเนื้อเยื่อโพรงประสาทฟัน และเนื้อเยื่ออ่อนแต่ไม่สามารถกำจัดชั้นสารยูจีนอลที่ตกค้างรวมถึงชั้นเสมียร์ออก ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ McComb และคณะ[30] และ Mader และคณะ[31] ที่ได้ศึกษาประสิทธิภาพของสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์และสรุปว่าสารดังกล่าวไม่มีประสิทธิภาพในการกำจัดชั้นเสมียร์

สารละลายอีดีทีเอความเข้มข้นร้อยละ 17 มีค่าความเป็นกรดด่างเท่ากับ 7.5 นำมาใช้เป็นสารคีเลต มีความสามารถทำความสะอาดพื้นผิวเนื้อฟันได้ดี โดยสามารถจำกัดเศษตกค้างของเนื้อฟันและชั้นสเมียร์ โดยสารอีดีทีเอจับกับแคลเซียม เกิดเป็นสารประกอบ อีดีทีเอแคลเซียมที่คงตัวโดยหลักการจะทำงานได้ในสภาวะที่เป็นกลาง และปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นจะหยุดเมื่อถึงจุดสมดุล[17] จึงนำอีดีทีเอมาใช้กำจัดชั้นสเมียร์ Scelza และคณะ[32] พบว่าสารคีเลตละลายแร่ธาตุในเนื้อฟันได้ลึก 20-30 ไมครอนในเวลา 5 นาที ในการทดลองนี้เลือกใช้อีดีทีเอความเข้มข้นร้อยละ 17 ปริมาตร 5 มิลลิลิตร กลุ่มที่ 3 ใช้ร่วมกับน้ำเกลือ และกลุ่มที่ 4 ใช้ร่วมกับโซเดียมไฮโปคลอไรต์ความเข้มข้นร้อยละ 2.5 และน้ำเกลือ ซึ่งทั้ง 2 กลุ่มให้ค่าการรั่วซึมที่ต่ำกว่ากลุ่มการใช้น้ำเกลือ และโซเดียมไฮโปคลอไรต์ความเข้มข้นร้อยละ 2.5 ร่วมกับน้ำเกลือ เป็นผลมาจากความสามารถของอีดีทีเอที่สามารถกำจัดชั้นเสมียร์และ

ยูจีนอลที่ตกค้างในชั้นเสมียร์ได้ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองของ Yamada และคณะ[16] สรุปว่าการใช้อีดีทีเอความเข้มข้นร้อยละ 17 มีความสามารถในการกำจัดชั้นเสมียร์ได้ดีแต่ยังคงมีการตกค้างของเศษเนื้อเยื่อเล็กน้อย

การใช้สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ความเข้มข้นร้อยละ 2.5 ร่วมกับอีดีทีเอความเข้มข้นร้อยละ 17 และน้ำเกลือมีความเหมาะสมใช้เป็นน้ำยาล้างคลองรากฟัน จากการศึกษาของ Goldman และคณะ[33] ทดลองใช้สารชะล้างร่วมกัน พบว่าการใช้อีดีทีเอความเข้มข้นร้อยละ17 ปริมาตร 10 มิลลิลิตร ตามด้วย โซเดียมไฮโปคลอไรต์ความเข้มข้นร้อยละ 2.5 ปริมาตร 10 มิลลิลิตร มีประสิทธิภาพสูงสุดในการล้างคลองรากฟัน ทำความสะอาดได้ดีในชั้นผิวนอกที่มีการตกค้างของเศษเนื้อเยื่อ และมีการกำจัดสเมียร์ในชั้นสเมียร์และในท่อเนื้อฟัน แต่เนื่องจากโพรงฟันที่ใช้ในการทดลองนี้ไม่มีส่วนของเนื้อเยื่ออ่อน การใช้สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ความเข้มข้นร้อยละ 2.5 จึงไม่ได้สนับสนุนประสิทธิภาพในการกำจัดชั้นเสมียร์หรือสารยูจีนอลที่ตกค้างแต่อย่างใด ทำให้ไม่พบความแตกต่างของประสิทธิภาพในการล้างโพรงฟันระหว่างสารในกลุ่มที่ 3 และ 4

จากการทดลองนี้จะพบว่าเมื่อมีการล้างด้วยสารชะล้างชนิดต่าง ๆ ก่อนใช้ระบบสารยึดติด ผลที่ได้จากการทดลองในชั้นเนื้อฟันเป็นผลที่เกิดจากการกำจัดชั้นสเมียร์ โดยการล้างสารยูจีนอลที่ตกค้างภายในท่อเนื้อฟันซึ่งการปราศจากยูจีนอลส่งผลต่อการเกิดพอลิเมอร์ของเรซินซีเมนต์ได้อย่างสมบูรณ์เป็นผลจากความสามารถของระบบสารยึดติดที่ใช้ทำให้เกิดเนื้อฟันมีสภาวะที่เหมาะสมกับการใช้ระบบสารยึดติด โดยคุณภาพของระบบสารยึดเรซินที่ดี จะต้องมีเรซินแทรกซึมเข้าในท่อเนื้อฟันเกิดชั้นไฮบริดในชั้นเนื้อฟันที่สมบูรณ์ รวมถึงการเกิดเรซินแทก (resin tag) ซึ่งควรมีรูปแบบเป็นเนื้อเดียวกัน (uniformity) และเกิดตลอดแนวความยาวของรอยต่อระหว่างเนื้อฟันกับสารยึดติด โดยไม่เกิดช่องว่างหรือฟองอากาศขนาดเล็กและใหญ่ ทั้งในเนื้อสารยึดติดและรอยต่อระหว่างสารยึดติดกับโพรงฟันด้วย[34] โดยปัจจัยที่มีผลต่อความล้มเหลวของข้อพิจารณาดังกล่าวอาจเป็นผลมาจากการแทรกซึมและการเกิดปฏิกิริยาพอลิเมอร์ของเรซินไม่สมบูรณ์[35]

อย่างไรก็ตาม การทดลองนี้เป็นการทดลองภายในห้องปฏิบัติการที่นำผลการทดลองมาใช้อ้างอิงในสิ่งมีชีวิต ดังนั้นจึงมีข้อจำกัดในเรื่องของการควบคุมอุณหภูมิที่ใช้ให้คงที่ตลอดการทดลอง นอกจากนี้ยังไม่สามารถลอกเลียนให้เหมือนสภาวะจริงในช่องปากได้ทุกประการ ในการศึกษานี้เลือกใช้เรซินคอมโพสิตเป็นชนิดไมโครไฮบริด ผู้ผลิตรายงานว่าเรซินคอมโพสิตชนิดนี้มีปริมาณของฟิลเลอร์สูง ช่วยลดค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเนื่องจากความร้อนทำให้เกิดการรั่วซึมตามขอบลดลง[36,37] การเตรียมชิ้นงานทำโดยก่อเรซินคอมโพสิตขึ้นในโพรงฟันแต่ละซี่ที่เตรียมไว้ในความลึก 1.5 มิลลิลิตร เพื่อให้เกิดความแนบสนิทของชิ้นงานในโพรงฟันนั้น ๆ และนำชิ้นงานออกมาฉายแสงเพิ่มอีกครั้ง เพื่อให้เกิดปฏิกิริยาพอลิเมอร์ที่สมบูรณ์ ในส่วนของเรซินซีเมนต์เลือกใช้ซูเปอร์บอนด์ซีแอนด์บีซึ่งเป็นเรซินซีเมนต์ที่มีการรายงานถึงประสิทธิภาพในการใช้งานร่วมกับระบบการปรับสภาพผิวฟันแบบใช้กรดกัดรวม โดยแยกใช้กรดฟอสฟอริกความเข้มข้นร้อยละ 60-65 สำหรับชั้นเคลือบฟัน และสารละลาย 10-3 (กรดซิตริกความเข้มข้นร้อยละ 10 และเฟอร์ริกคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 3) สำหรับชั้นเนื้อฟัน พบว่าเมื่อผิวฟันผ่านการปรับสภาพแล้วชั้นเสมียร์จะถูกกำจัดออกได้หมด ดังนั้นจึงเกิดพันธะทางกลยึดระหว่างเรซินซีเมนต์กับผิวฟันได้อย่างสมบูรณ์[38]

ข้อแนะนำในการใช้อีดีทีเอร้อยละ 17 ล้างโพรงฟันที่ปนเปื้อนสารยูจีนอล ควรใช้โดยการป้องกันเนื้อเยื่อช่องปากด้วยแผ่นยางกันน้ำลาย โดยล้างโพรงฟันโดยฉีดวนรอบโพรงฟันที่ปนเปื้อนสารยูจีนอลเป็นเวลา 1 นาที แล้วล้างด้วยน้ำเกลือเพื่อหยุดการทำงานของ อีดีทีเอ ในการกัดกร่อนผลึกไฮดรอกซีอะพาไทต์ และจับกับแคลเซียมก่อนการใช้สารยึดติดและยึดชิ้นงานต่อไป

บทสรุป (Conclusion)

การรั่วซึมระดับจุลภาคที่เกิดขึ้นระหว่างเรซินซีเมนต์ซุปเปอร์บอนด์ซีแอนด์บีกับโพรงฟันซึ่งปนเปื้อนสารยูจีนอลที่ล้างด้วยสารชะล้างชนิดต่าง ๆ ในชั้นของเคลือบฟันตรวจพบการรั่วซึมน้อยกว่าชั้นเนื้อฟัน แต่ไม่พบความแตกต่างของการรั่วซึมระหว่างกลุ่มในชั้นเคลือบฟัน ในชั้นเนื้อฟันพบการรั่วซึมทุกกลุ่มการทดลอง โดยพบว่าทั้ง 2 กลุ่มที่ล้างโพรงฟันด้วยอีดีทีเอ และอีดีทีเอร่วมกับโซเดียมไฮโปคลอไรต์ พบการรั่วซึมไม่แตกต่างกันและมีการรั่วซึมน้อยกว่า 2 กลุ่มแรก

จากผลการทดลองนี้สามารถสรุปได้ว่าการใช้อีดีทีเอ

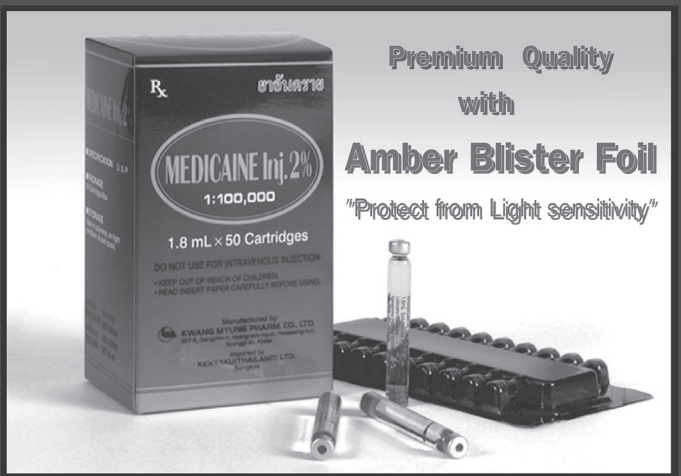
ความเข้มข้นร้อยละ 17 ร่วมกับน้ำเกลือ และอีดีทีเอความเข้มข้นร้อยละ 17 ร่วมกับโซเดียมไฮโปคลอไรต์ความเข้มข้นร้อยละ 2.5 และน้ำเกลือเป็นสารชะล้างสามารถกำจัดยูจีนอลที่ตกค้างในชั้นเนื้อฟันได้ดี

เอกสารอ้างอิง (References)

1. Fujisawa S, Kadoma Y. Effect of phenolic compounds on the polymerization of metyl methacrylate. *Dent Mater* 1992; 8: 324-326.
2. Markowitz K, Moynihan M, Liu M, Kim S. Biologic properties of eugenol and zinc oxide-eugenol. A clinically oriented review. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1992; 73: 729-737.
3. Tjan AH, Nemetz H. Effect of eugenol-containing endodontic sealer on retention of prefabricated posts luted with adhesive composite resin cement. *Quintessence Int* 1992; 23: 839-844.
4. Di Lenarda R, Cadenaro M, Sbaizero O. Effectiveness of 1 mol L-1 citric acid and 15% EDTA irrigation on smear layer removal. *Int Endod J* 2000; 33: 46-52.
5. Hume WR. An analysis of the release and the diffusion through dentin of eugenol from zinc-oxide eugenol mixtures. *J Dent Res* 1984; 63: 881-884.
6. Rotberg SJ, De Shazer DO. The complexing action of eugenol on sound dentin. *J Dent Res* 1966; 45: 307-310.
7. Marshall SJ, Marshall GW Jr, Harcourt JK. The influence of various cavity bases on the micro-hardness of composites. *Aust Dent J* 1982; 27: 291-295.
8. Millstein PL, Nathanson D. Effect of eugenol and eugenol cements on cured composite resin. *J Prosthet Dent* 1983; 50: 211-215.
9. Millstein PL, Nathanson D. Effects of temporary cementation on permanent cement retention to composite resin cores. *J Prosthet Dent* 1992; 67: 856-859.
10. Reisbick MH, Brodsky JF. Strength parameters of composite resins. *J Prosthet Dent* 1971; 26: 178-185.
11. Anusavice KJ. *Phillips' science of Dental Materials*. 10th ed. Pensylvania: Elsevier; 1996: 211-213.
12. Paige H, Hirsch SM, Gelb MN. Effects of temporary cements on crown-to-composite resin core bond strength. *J Prosthet Dent* 1986; 55: 49-52.
13. Hansen EK, Asmussen E. Influence of temporary filling materials on effect of dentin-bonding agents. *Scan J Dent Res* 1987; 95: 516-520.
14. Macchi RL, Capurro MA, Herrera CL, Cebada FR, Kohen S. Influence of endodontic materials on the bonding of composite resin to dentin. *Endod Dent Traumatol* 1992; 8: 26-29.
15. Peters O, Gohring TN, Lutz F. Effect of eugenol-containing sealer on marginal adaptation of dentine-bonded resin fillings. *Int Endod J* 2000; 33: 53-59.
16. Yamada RS, Armas A, Goldman M, Lin PS. A scanning electron microscopic comparison of a high volume final flush with several irrigating solutions: part 3. *J Endod* 1983; 9: 137-142.
17. Gatewood RS. Endodontic Materials. *Dent Clin North Am* 2007; 51: 695-712.
18. Peimjai M, Miyasaka K, Iwasaki Y, Nakabayashi N. Comparison of microleakage of three acid-base luting cements versus one resin-bonded cement for Class V direct composite inlays. *J Prosthet Dent* 2002; 88: 598-603.
19. Pashley DH. The effects of acid etching on the pulpodentin complex. *Oper Dent* 1992; 17: 229-242.
20. Wang T, Nakabayashi N. Effect of 2-(methacryloxy)ethy phenyl hydrogen phosphate on adhesion to dentin. *J Dent Res* 1991; 70: 59-66.

21. O'Connell MS, Morgan LA, Beeler WJ, Baumgartner JC. A comparative study of smear layer removal using different salts of EDTA. *J Endod* 2000; 26: 739-743.
22. Jodaikin A, Austin JC. The effects of cavity smear layer removal on experimental marginal leakage around amalgam restorations. *J Dent Res* 1981; 60: 1861-1866.
23. Alani AH, Toh CG. Detection of microleakage around dental restorations: a review. *Oper Dent* 1997; 22: 173-185.
24. Alavi AA, Kianimanesh N. Microleakage of direct and indirect composite restorations with three dentin bonding agents. *Oper Dent* 2002; 27: 19-24.
25. Saboia Vde P, Pimenta LA, Ambrosano GM. Effect of collagen removal on microleakage of resin composite restorations. *Oper Dent* 2002; 27: 38-43.
26. Kielbassa AM, Attin T, Hellwig E. Diffusion behavior of eugenol form zinc oxide eugenal mixtures through human and bovine dentin in vitro. *Oper Dent* 1997; 22: 15-20.
27. Gomes BP, Ferraz CC, Vianna ME, Berber VB, Teixeira FB, Souza-Filho FJ. In vitro antimicrobial activity of several concentrations of sodium hypochlorite and chlorhexidine gluconate in the elimination of Enterococcus faecalis. *Int Endod J* 2001; 34: 424-428.
28. Sabala CL, Powell SE. Sodium hypochlorite injection into periapical tissues. *J Endod* 1989; 15: 490-492.
29. Becking AG. Complications in the use of sodium hypochlorite during endodontic treatment. Report of three cases. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1991; 71: 346-348.
30. McComb D, Smith DC. A preliminary scanning electron microscopic study of the root canals after endodontic procedures. *J Endod* 1975; 1: 238-242.
31. Mader CL, Baumgartner JC, Peter DD. Scanning electron microscopic investigation of the smeared layer on root canal walls. *J Endod* 1984; 10: 477-483.
32. Scelza MF, Teixeira AM, Scelza P. Decalcifying effect of EDTA-T, 10% citric acid, and 17% EDTA on root canal dentin. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2003; 95: 234-236.
33. Goldman M, Goldman LB, Cavaleri R, Bogis J, Lin PS. The efficacy of several endodontic irrigating solutions: a scanning electron microscopic study: part 2. *J Endod* 1982; 8: 487-492.
34. Ferrari M, Vichi A, Grandini S. Efficacy of different adhesive techniques on bonding to root canal walls: an SEM investigation. *Dent Mater* 2001; 17: 422-429.
35. Eick JD, Gwinnett AJ, Pashley DH, Robinson SJ. Current concepts on adhesion to dentin. *Crit Rev Oral Biol Med* 1997; 8: 306-335.
36. Versluis A, Douglas WH, Sakaguchi RL. Thermal expansion coefficient of dental composites measured with strain gauges. *Dent Mater* 1996; 12: 290-294.
37. Tung FF, Hsieh WW, Estafan D. In vitro microleakage study of a condensable and flowable composite resin. *Gen Dent* 2000; 48: 711-715.
38. Cao L, Geerts S, Gueders A, Albert A, Seidel L, Charpentier J. Experimental comparison of cavity sealing ability of five dental adhesive systems after thermocycling. *J Adhes Dent* 2003; 5: 139-144

บริษัท ชูมิตร 1967 จำกัด
13 ลาดพร้าว 91 วังทองหลาง กทม. 10310
โทร. 0 2542 1791 - 5, E-mail : schumit1967@schumit.com



Huons

Medicaine 2%

Premium Quality Lidocaine 2% 1:100,000

Willmann & Pein GmbH
MADE IN GERMANY

WP Dental

- Additional Silicone
- Glass-Ionomer Cement
- Bonding System
- Pit & Fissure Sealant
- Fluoride Varnish

CAVEX Cavex Holland BV.

Cavex Holland BV.

- Amalgam Alloy
- Composite & Bonding
- Cement
- Outline Impression Paste
- Condensation Silicone

Helmut Zepf GmbH.

Dental Hand Instruments
Made in Germany

HELMUT ZEPF
MADE IN GERMANY

Schumit 1967 Co.,Ltd.
Distributor and Importer of Premium Quality Products for Dental and Pharmaceutical

Huons · HELMUT ZEPF · CAVEX · WP Dental · north bel · VAN STRATEN · Edenta · KENYAKU (THAILAND) LTD.