

ผลของสารสกัดจากเมล็ดองุ่นต่อความแข็งแรงยึดติดแบบดึงระดับ จุลภาคของเนื้อฟันที่ได้รับการปรับสภาพด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ Effect of Grape Seed Extract on The Microtensile Bond Strength of NaOCl-Treated Dentin

ไหมแพรว นีการักษ์¹, ธนพัฒน์ ศาสตร์จริ², สิทธิกร คุณวโรตม์³, สุธมา จิตติเดชารักษ์³

¹ทันตแพทย์ชำนาญการ โรงพยาบาลจอมทอง อำเภอจอมทอง เชียงใหม่ 50160

²ปฏิบัติการวิจัยทางทันตแพทยศาสตร์ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

³ภาควิชาทันตกรรมบูรณะและปริทันตวิทยา คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Mhaiprair Niparugs¹, Thanapat Sastraruji², Sitthikorn Kunawarote³, Sumana Jittidecharaks³

¹Dentist, Professional Level, Chom Thong Hospital, Chiang Mai, 50160

²Dentistry Research Center, Faculty of Dentistry, Chiang Mai University

³Department of Restorative Dentistry and Periodontology, Faculty of Dentistry, Chiang Mai University

ชม. ทันตสาร 2557; 35(1) : 63-75

CM Dent J 2014; 35(1) : 63-75

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์: เพื่อศึกษาผลของโปรแอนโธไซยานิดินในสารสกัดจากเมล็ดองุ่นต่อค่าความแข็งแรงยึดติดระหว่างสารยึดติดระบบเซลฟเอทซ์สองขั้นตอนกับเนื้อฟันที่ได้รับการปรับสภาพด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์

ระเบียบและวิธีการวิจัย: ใช้ฟันกรามแท้จำนวน 25 ซี่ ตัดด้านบดเคี้ยวจนถึงชั้นเนื้อฟัน แบ่งเป็น 5 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 ล้างผิวเนื้อฟันด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 5.25 เป็นเวลา 30 วินาที กลุ่มที่ 2-4 ล้างด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 5.25 เป็นเวลา 30 วินาที แล้วทาด้วยโปรแอนโธไซยานิดินความเข้มข้นร้อยละ 5 10 หรือ 15 เป็นเวลา 30 วินาที ตามลำดับ และ กลุ่มที่ 5 เป็นกลุ่มควบคุม ล้างด้วยน้ำกลั่น 10 วินาที จากนั้นฟันทั้งหมดจะถูกล้างน้ำ เป่าลม และอุดเรซินคอมโพสิตด้วย

Abstract

Objective: To evaluate the effect of proanthocyanidin (PA) in grape seed extract on the microtensile bond strength between a two-step self-etch adhesive and sodium hypochlorite-treated dentin.

Methods: Twenty-five flat, ground, coronal dentin specimens were divided into five groups. The dentin surfaces were treated as follows: Group 1, treated with 5.25% NaOCl for 30 seconds; Groups 2-5, treated with 5.25% NaOCl for 30 seconds followed by 5, 10 or 15% PA for 30 seconds, respectively; and Group 5, no treatment (control group). After rinsing with distilled water

Corresponding Author:

สุธมา จิตติเดชารักษ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทันตแพทย์หญิง ดร., ภาควิชาทันตกรรมบูรณะและปริทันตวิทยา คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Sumana Jittidecharaks

Assist. Prof. Dr., Department of Restorative Dentistry and Periodontology, Faculty of Dentistry, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand

E-mail: besumana@yahoo.com

สารยึดติดเคลียร์ฟิลเอสอีบอนด์ (Clearfil™ SE bond) ตามคำแนะนำของบริษัท นำฟันที่อุดแล้วไปแช่ในน้ำกลั่น อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้น ตัดแต่งชิ้นงานเป็นรูปนาฬิกาทรายที่มีพื้นที่หน้าตัดการยึดติดประมาณ 1 ตารางมิลลิเมตร ได้ชิ้นงานกลุ่มละ 20 ชิ้น (n=20) ทดสอบความแข็งแรงยึดติดแบบดึงระดับจุลภาค ด้วยความเร็วหัวกดเท่ากับ 1 มิลลิเมตร/นาที นำค่าที่ได้มา วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวน แบบทางเดียว (One-way ANOVA) และการเปรียบเทียบ เชิงซ้อนชนิดทูกีย์ (Tukey's multiple comparisons) ที่ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P < 0.05$) ตรวจสอบความ ล้มเหลวของการยึดติดบริเวณรอยแตกของชิ้นงานด้วย กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด

ผลการศึกษา: เนื้อฟันที่ได้รับการปรับสภาพด้วยไฮ-เดียมไฮโปคลอไรท์ให้ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงยึดติดแบบดึง ระดับจุลภาคต่ำกว่าเนื้อฟันในกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติ เมื่อล้างเนื้อฟันที่ได้รับการปรับสภาพด้วยไฮเดียมไฮโปคลอไรท์ ด้วยสารละลายโปรแอนโธไซยานิดินจากสารสกัดจากเมล็ดองุ่น พบว่าในทุกกลุ่มการทดลองให้ความ ความแข็งแรงยึดติดแบบดึงระดับจุลภาคสูงกว่าเนื้อฟันที่ได้รับการปรับสภาพด้วยไฮเดียมไฮโปคลอไรท์เพียงอย่างเดียว อย่างมีนัยสำคัญ โดยโปรแอนโธไซยานิดินความเข้มข้น ร้อยละ 15 เมื่อใช้เป็นเวลา 30 วินาทีให้ค่าการยึดติดที่ไม่ แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดย ลักษณะความล้มเหลวของการยึดติดที่พบส่วนใหญ่เป็น แบบผสม

สรุปผลการศึกษา: โปรแอนโธไซยานิดินความเข้มข้น ร้อยละ 15 เมื่อใช้เป็นเวลา 30 วินาที สามารถเพิ่มความแข็งแรงยึดติดให้แก่เนื้อฟันที่ได้รับการปรับสภาพด้วยไฮเดียมไฮโปคลอไรท์ซึ่งมีความแข็งแรงยึดติดลดลงให้คืนกลับมา ได้

คำสำคัญ: โปรแอนโธไซยานิดิน ความแข็งแรงยึดติดแบบดึงระดับจุลภาค ไฮเดียมไฮโปคลอไรท์ การยึดติดที่เนื้อฟัน

for 10 seconds and air-drying, all dentin surfaces were bonded with Clearfil SE Bond according to the manufacturer's instructions, and built up with resin composite. After water storage at 37°C for 24 hours, the bonded dentin specimens were prepared to an hourglass configuration with a cross-sectional area of approximately 1 mm². Twenty specimens in each group (n=20) were subjected to a microtensile bond strength test at a crosshead speed of 1.0 mm/min. Data were statistically analyzed using One-way ANOVA and Tukey's multiple comparisons test ($P < 0.05$). The failure mode of fractured specimens was observed using scanning electron microscope.

Results: The specimens in the group treated with NaOCl alone had significantly lower bond strength than those in the control group. All specimens in the groups treated with PA on NaOCl-treated dentin had significantly higher microtensile bond strength than the specimens in the group treated with NaOCl alone. There were no significant differences in bond strengths between the control group and the group treated with 15% PA for 30 seconds. The failure modes were mainly mixed failure.

Conclusions: The 30-second applications of 15% PA from grape seed extract improved the strength of the bond between a two-step self-etch adhesive and NaOCl-treated dentin.

Keywords: proanthocyanidin, microtensile bond strength, sodium hypochlorite, bonding to dentin

บทนำ

โซเดียมไฮโปคลอไรท์ (sodium hypochlorite, NaOCl) เป็นสารละลายที่นิยมใช้อย่างแพร่หลายในงานทันตกรรม เนื่องจากมีคุณสมบัติในการทำมาสะอาด สามารถละลายเนื้อเยื่อและองค์ประกอบที่เป็นโปรตีน (deproteinizing agent) และมีฤทธิ์ในการต้านจุลชีพ^(1,2) โดยถูกนำมาใช้ในการล้างคลองรากฟัน เป็นสารฆ่าเชื้อในโพรงฟัน ก่อนการอุดฟัน (cavity disinfectant) ใช้ในการกำจัดรอยโรคฟันผุโดยวิธีเคมีร่วมกับเชิงกล (chemomechanical caries removal) และใช้ในกระบวนการยึดติดเรซินคอมโพสิต (resin composite)^(3,4) โดยโซเดียมไฮโปคลอไรท์สามารถละลายองค์ประกอบที่เป็นสารอินทรีย์ในเนื้อฟัน ซึ่งช่วยเพิ่มการแทรกซึมของสารยึดติด (bonding agent) ส่งผลในการปรับปรุงความแข็งแรงยึดติด (bond strength) ของเรซินคอมโพสิตกับเนื้อฟันได้^(5,6) โดยเฉพาะในสารยึดติดระบบเชลฟเอทซ์ (self-etch adhesive system) ซึ่งไม่ได้กำจัดชั้นสเมียร์ (smear layer) ออกทั้งหมด แต่ปรับปรุงชั้นสเมียร์โดยละลายองค์ประกอบที่เป็นสารอินทรีย์และให้การยึดติดโดยการแทรกซึมของเรซินผ่านชั้นสเมียร์ไปสู่เนื้อฟันข้างใต้⁽⁷⁾ โซเดียมไฮโปคลอไรท์มีผลในการละลายชั้นสเมียร์บางส่วน ด้วยการสลายสารอินทรีย์และทำให้ความหนาของชั้นสเมียร์บางลง ซึ่งส่งผลต่อการยึดติด⁽⁸⁾ มีการศึกษาพบว่าการใช้โซเดียมไฮโปคลอไรท์ปรับปรุงสภาพเนื้อฟันที่ได้รับผลกระทบจากรอยผุ (caries-affected dentin) ก่อนการยึดติดด้วยสารยึดติดระบบเชลฟเอทซ์ สามารถเพิ่มความแข็งแรงยึดติดได้⁽⁹⁾

อย่างไรก็ตามโซเดียมไฮโปคลอไรท์ มีคุณสมบัติเป็นตัวออกซิไดซ์ (oxidizing agent) ที่รุนแรง จึงแตกตัวและทิ้งสิ่งตกค้างเป็นอนุมูลอิสระ (free-radicals) ไว้ในเนื้อฟัน ซึ่งจะไปยับยั้งการเกิดโพลิเมอร์ (polymerization) ของเรซิน⁽¹⁰⁾ หลายการศึกษาพบว่าโซเดียมไฮโปคลอไรท์มีผลลดค่าความแข็งแรงยึดติดของเรซินคอมโพสิตกับเนื้อฟัน⁽¹¹⁻¹³⁾ และเพิ่มการรั่วซึมตามขอบระดับไมครอน (marginal microleakage)⁽¹⁴⁾ จึงมีการนำสารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant) มาใช้ปรับปรุงสภาพเนื้อฟันที่สัมผัสโซเดียมไฮโปคลอไรท์ เพื่อลดผลของอนุมูลอิสระที่ตกค้างอยู่ในเนื้อฟัน โซเดียมแอสคอร์เบต (sodium ascorbate) เป็นตัวอย่างสารต้านอนุมูลอิสระที่นิยมนำมาใช้ทางทันตกรรม พบว่าการใช้สารละลาย

โซเดียมแอสคอร์เบต ความเข้มข้นร้อยละ 10 เป็นเวลา 1 หรือ 10 นาที ล้างเนื้อฟันที่ได้รับการปรับปรุงสภาพด้วยโซเดียมไฮโปคลอไรท์ ก่อนการทาสารยึดติด สามารถเพิ่มความแข็งแรงยึดติดให้กลับมาเท่าเนื้อฟันปกติได้^(10,15-17) แต่มีบางการศึกษาพบว่าเมื่อใช้โซเดียมแอสคอร์เบตล้างเพื่อปรับปรุงการยึดติดเป็นระยะเวลาสั้นๆ คือ 5 หรือ 10 วินาที ไม่สามารถเพิ่มความแข็งแรงยึดติดได้อย่างมีนัยสำคัญ⁽¹⁸⁾

โปรแอนโธไซยานิดิน (proanthocyanidin, PA) เป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่มีประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าวิตามินซี วิตามินอี และเบต้าแคโรทีน (beta carotene)⁽¹⁹⁾ โปรแอนโธไซยานิดินสามารถละลายน้ำได้ สกัดได้จากผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติหลายชนิด โดยพบมากในสารสกัดจากเมล็ดองุ่น (grape seed extract: vitis vinifera) ซึ่งมีโปรแอนโธไซยานิดินเข้มข้นถึงร้อยละ 92 นอกจากนี้โปรแอนโธไซยานิดินยังมีฤทธิ์อื่นๆ เช่น ด้านแบคทีเรีย (bacteria) ด้านไวรัส (virus) ด้านมะเร็ง ด้านการอักเสบ ยับยั้งการทำลายเนื้อเยื่อ⁽²⁰⁾ ด้วยเหตุนี้โปรแอนโธไซยานิดินจึงกำลังเป็นที่น่าสนใจในอุตสาหกรรมยา นำมาใช้ในการรักษาโรคต่างๆ และผลิตออกมาเป็นผลิตภัณฑ์เสริมอาหารในรูปแบบแคปซูลหลายยี่ห้อ สามารถหาซื้อได้ง่ายในท้องตลาด ในทางทันตกรรมมีการศึกษาถึงผลของโปรแอนโธไซยานิดินในสารสกัดจากเมล็ดองุ่นเกี่ยวกับความสามารถในการคงสภาพของเส้นใยคอลลาเจน (collagen fiber) ในเนื้อฟัน โดยทำหน้าที่เป็นสารเชื่อมต่อ (cross-linker) ช่วยยับยั้งการเกิดรอยผุที่รากฟัน⁽²¹⁾ ปรับปรุงคุณสมบัติเชิงกลของเนื้อฟัน⁽²²⁻²⁴⁾ และช่วยเพิ่มความแข็งแรงยึดติดของเรซินคอมโพสิตกับเนื้อฟัน⁽²⁴⁻²⁸⁾ นอกจากนี้ยังมีการนำโปรแอนโธไซยานิดินมาใช้เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ เพื่อกำจัดออกซิเจนที่คงค้างที่เคลือบฟันหลังการฟอกสีฟันด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (hydrogen-peroxide) ความเข้มข้นร้อยละ 38 พบว่าโปรแอนโธไซยานิดินความเข้มข้นร้อยละ 5 สามารถเพิ่มความแข็งแรงยึดติดได้อย่างมีนัยสำคัญ⁽²⁹⁾ และการล้างด้วยโปรแอนโธไซยานิดินนี้ที่ความเข้มข้นร้อยละ 5 เป็นเวลา 10 นาที หลังการล้างด้วยโซเดียมไฮโปคลอไรท์ ยังสามารถเพิ่มความแข็งแรงยึดติดของเรซินซีเมนต์ต่อเนื้อฟันที่ลดลงให้กลับมาเท่าเดิมได้⁽³⁰⁾ จึงเป็นที่น่าสนใจว่าสารดังกล่าวซึ่งเป็นสารต้านอนุมูลอิสระจะสามารถเพิ่มความแข็งแรงยึดติดระหว่างเรซินคอมโพสิตกับเนื้อฟันหลังการปรับปรุงสภาพด้วยโซเดียมไฮโปคลอไรท์ได้หรือไม่

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาผลของสารสกัดจากเมล็ดองุ่น (โพรแอนโทไซยานิน) ต่อค่าความแข็งแรงยึดติดแบบดึงระดับจุลภาค (microtensile bond strength, μ TBS) ระหว่างระบบยึดติดเซลฟอเทซกับเนื้อฟันที่ถูกปรับสภาพด้วยไฮเดียมไฮโปคลอไรท์ โดยมีสมมติฐานหลักคือ สารสกัดจากเมล็ดองุ่นสามารถเพิ่มค่าความแข็งแรงยึดติดแบบดึงระดับจุลภาคให้กับเนื้อฟันที่ผ่านการปรับสภาพด้วยไฮเดียมไฮโปคลอไรท์ได้

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

การเตรียมตัวอย่างฟัน

ใช้ฟันกรามแท้ที่ไม่มีรอยผุ รอยสึก และไม่มีการบูรณะใดๆ จำนวน 25 ซี่ ซึ่งได้รับเอกสารรับรองโครงการศึกษาวิจัยในมนุษย์ โดยคณะกรรมการพิทักษ์สิทธิสวัสดิภาพและป้องกันอันตรายของผู้ถูกวิจัย คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เก็บในสารละลายไทมอล (thymol solution) ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 ที่อุณหภูมิห้อง โดยทดลองหลังจากถอนฟันไม่เกิน 3 เดือน นำฟันมายึดด้วยอีพอกซีเรซิน (epoxy resin) ให้แนวแกนฟันตั้งฉากกับพื้น ตัดฟันด้านแก้มและด้านหลังออกให้ห่างจากร่องกลางฟัน 3 มิลลิเมตร ด้วยเครื่องตัดใบเลื่อยเพชร (low-speed diamond saw, IsoMet® 1000 precision saw, Buehler, U.S.A.) โดยมีน้ำลดความร้อน เพื่อให้เห็นแนวรอยต่อระหว่างเคลือบฟันและเนื้อฟัน (dentinoenamel junction, DEJ) ด้านบดเคี้ยว จากนั้นจึงตัดฟันด้านบดเคี้ยวตั้งฉากกับแนวแกนฟัน ต่ำกว่าระดับแนวรอยต่อระหว่างเคลือบฟันและเนื้อฟันด้านบดเคี้ยว 1 มิลลิเมตร ด้วยเครื่องตัดใบเลื่อยเพชรโดยมีน้ำลดความร้อน แล้วนำผิวเนื้อฟันด้านบดเคี้ยวที่ได้ไปขัดด้วยกระดาษทรายน้ำ (Silicon carbide abrasive paper) ความละเอียด 600 กริต (grit) ด้วยเครื่องขัด (MOPAO 160E, MEGA Advance Co. Ltd., China) โดยขัดผ่านน้ำ เป็นเวลา 1 นาที เพื่อให้เกิดชั้นสเมียร์ สุ่มแบ่งฟันเป็น 5 กลุ่ม กลุ่มละ 5 ซี่ เตรียมผิวเนื้อฟันด้วยสารต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

กลุ่มที่ 1: ล้างผิวเนื้อฟันด้วยสารละลายไฮเดียมไฮโปคลอไรท์ (Instrument Lab Limited Partnership, Thailand, pH 13.7) ความเข้มข้นร้อยละ 5.25 เป็นเวลา 30 วินาที ล้างด้วยน้ำกลั่น 10 วินาที และเป่าลมเป็นเวลา 10 วินาที

กลุ่มที่ 2-4: ล้างผิวเนื้อฟันด้วยสารละลายไฮเดียมไฮโป

คลอไรท์ความเข้มข้นร้อยละ 5.25 เป็นเวลา 30 วินาที ล้างน้ำ 10 วินาที แล้วจึงทาสารสกัดจากเมล็ดองุ่น (MegaNatural® gold, Madera, USA) ที่ละลายในน้ำกลั่นให้ได้ความเข้มข้นร้อยละ 5 10 และ 15 (pH = 5.16 5.12 และ 5.06) ตามลำดับ โดยวางสำลีที่ชุ่มด้วยสารละลายบนผิวเนื้อฟันที่เตรียมไว้ เป็นเวลา 30 วินาที ล้างด้วยน้ำกลั่น 10 วินาที และเป่าลมเป็นเวลา 10 วินาที

กลุ่มที่ 5: ล้างผิวเนื้อฟันด้วยน้ำกลั่น 10 วินาที และเป่าลมเป็นเวลา 10 วินาที เป็นกลุ่มควบคุม

การอุดเรซินคอมโพสิต

ใช้ตัวอย่างฟันที่เตรียมผิวแล้ว 5 กลุ่ม กลุ่มละ 5 ซี่ ทาด้วยสารยึดติดระบบเซลฟอเทซแบบสองชั้นตอน ยี่ห้อมเคลียร์ฟิลเอสอีบอนด์ (Clearfil™ SE bond, Kuraray Noritake Dental Inc., Japan) ตามคำแนะนำของบริษัท ดังแสดงในตารางที่ 1 โดยใช้แบบซิลิโคนที่มีช่องว่างขนาดกว้าง 4x8 มิลลิเมตร สูง 5 มิลลิเมตร ในการอุดด้วยเรซินคอมโพสิตเคลียร์ฟิลเอพีเอ็กซ์ เอสเทติกส์ (Clearfil™ AP-X Esthetics, Kuraray Noritake Dental Inc., Japan) สี A2 โดยอุดเป็นชั้น ชั้นละไม่เกิน 1.5 มิลลิเมตร ฉายแสงด้วยเครื่องฉายแสงชนิดแอลอีดี (Bluephase® LED curing light, Ivoclar Vivadent, Liechtenstein) ชั้นละ 20 วินาที จนหนารวมประมาณ 5 มิลลิเมตร จึงถอดแบบซิลิโคนออก แขนงตัวอย่างทั้งหมดในน้ำกลั่นอุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

การทดสอบความแข็งแรงยึดติดแบบดึงระดับจุลภาค

นำตัวอย่างมาตัดในแนวด้านแก้ม-ด้านหลัง ขนานกับแนวแกนฟัน ด้วยเครื่องตัดใบเลื่อยเพชร โดยตัดด้วยความเร็วต่ำ และมีน้ำหล่อลื่น ให้ได้ชิ้นงานหนา 0.7 มิลลิเมตร จำนวน 4-6 ชิ้นต่อฟัน 1 ซี่ จึงจะได้ชิ้นงานกลุ่มละ 20 ชิ้น (n=20) ตัดชิ้นงานออกมาด้วยเครื่องตัดใบเลื่อยเพชร แล้วตัดแต่งชิ้นงานโดยกรอบริเวณรอยต่อด้วยหัวกรอกรากเพชรละเอียดรูปทรงกระบอก ด้วยเครื่องกรอความเร็วสูงร่วมกับน้ำ ให้ชิ้นงานเป็นรูปนาฬิกาทรายที่มีส่วนแคบที่สุดอยู่ที่รอยต่อยึดติดระหว่างเรซินคอมโพสิตกับเนื้อฟัน กว้าง 1.5 มิลลิเมตร ซึ่งทำให้มีพื้นที่หน้าตัดในการยึดติดประมาณ 1 ตารางมิลลิเมตร ดังรูปที่ 1 ยึดชิ้นงานลงบนแท่นทดสอบความแข็งแรงยึดติดแบบ

ตารางที่ 1 แสดงส่วนประกอบ และวิธีใช้งานของผลิตภัณฑ์

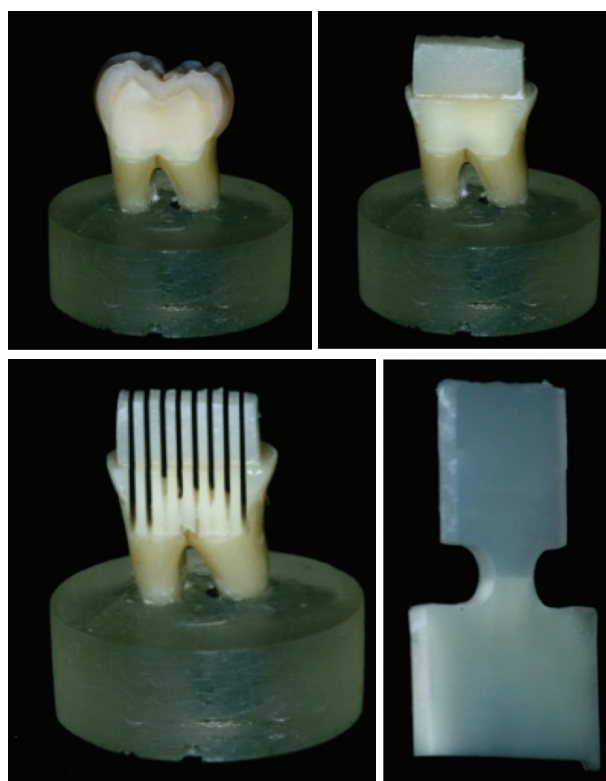
Table 1 Adhesive and restorative materials

Material	Batch No.	Composition	Procedures
Clearfil™ SE bond (Kuraray Noritake Dental Inc., Japan)	081171	Primer: MDP, HEMA, hydrophilic dimethacrylate, DL-Camphorquinone, N,N-Diethanol-p-toluidine, water Bonding agent: MDP, Bis-GMA, HEMA, hydrophobic dimethacrylate, DL-Camphorquinone, N,N-Diethanol-p-toluidine, Silanated colloidal silica	Apply primer for 20 s; gently air dry; Apply bonding agent; light cure for 10 s
Clearfil™ AP-X Esthetics (Kuraray Noritake Dental Inc., Japan)	0039AA	Resin: Bis-GMA, TEGMA, DL-Camphorquinone, photoinitiators, accelerators, pigments Filler: silanated barium glass, silanated silica, silanated colloidal silica	Depth of cure (shade A2) 1.5 mm; light curing time (LED) 20 s
Abbreviations: MDP: 10-methacryloyloxydecyl dihydrogenphosphate; HEMA: 2-hydroxyethyl methacrylate; Bis-GMA: bisphenol A diglycidyl methacrylate; TEGDMA: triethyleneglycol dimethacrylate.			

ดิงระดับจุลภาค ด้วยกาวไฮยาโนอะคริเลต (Model repair II blue, Dentsply, USA) ทำการทดสอบความแข็งแรงยึดติดแบบดิงระดับจุลภาคด้วยเครื่องทดสอบวัสดุเอนกประสงค์ (Universal Testing Machine (UTM), Instron 5566, Instron (Thailand) Limited, Thailand) ด้วยความเร็วของหัวกด 1 มม./นาทึ หลังจากขึ้นเรซินคอมโพสิตหลุดจากเนื้อฟัน วัดพื้นที่หน้าตัดในการยึดติดแต่ละชิ้นด้วยเครื่องวัดดิจิตอล (digital vernier caliper, Keiba, Japan) เพื่อหาค่าความแข็งแรงยึดติดแบบดิงระดับจุลภาค เป็นหน่วยเมกะปาสกาล (MPa) โดยใช้เฉพาะชิ้นงานที่มีพื้นที่หน้าตัด 1.0 ± 0.2 ตารางมิลลิเมตร

การวิเคราะห์ลักษณะความล้มเหลวการยึดติด (failure mode)

นำชิ้นงานทุกชิ้นที่ผ่านการทดสอบค่าความแข็งแรงการยึดติดแล้วมาทำให้แห้ง โดยแช่ในเอทานอลที่มีความเข้มข้นตามลำดับดังนี้ ความเข้มข้นร้อยละ 25 เป็นเวลา 20 นาที ความเข้มข้นร้อยละ 50 เป็นเวลา 20 นาที ความเข้มข้นร้อยละ 95 เป็นเวลา 30 นาที และความเข้มข้นร้อยละ 100 เป็นเวลา 60 นาที จากนั้นนำไปแช่ในสารละลายเฮกซะเมทิลไดซิลาเซน (hexamethyldisilazane, HMDS) 10 นาที แล้ววางบนกระดาษกรอง (filter paper) ในหลอดแก้วปิดสนิทที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 24 ชั่วโมง จึงนำไปเคลือบทองด้วยเครื่องเคลือบทอง (Gold sputtering unit, JFC-1100E,



รูปที่ 1 การเตรียมชิ้นงานเพื่อทดสอบความแข็งแรงยึดติดแบบดิงระดับจุลภาค

Figure 1 Specimens preparation for microtensile bond strength test

JOEL Ltd., Japan) และนำมาส่องบริเวณรอยแตกด้วย กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด (Scanning Electron Microscope, SEM, JSM-6610LV SEM, JOEL Ltd., Japan) เพื่อศึกษาและบันทึกชนิดของความล้มเหลว โดยแบ่งชนิดของความล้มเหลวเป็น 4 ชนิด ดังนี้ (1) ความล้มเหลวระหว่างชั้น (Adhesive failure) คือ การแตกทั้งหมดอยู่ระหว่างชั้นเรซินคอมโพสิตกับเนื้อฟัน หรือภายในเนื้อสารยึดติด (2) ความล้มเหลวในเนื้อฟัน (Cohesive failure in dentin) คือ การแตกทั้งหมดอยู่ในเนื้อฟัน (3) ความล้มเหลวในเนื้อเรซิน (Cohesive failure in resin) คือ การแตกทั้งหมดอยู่ในเนื้อเรซินคอมโพสิต และ (4) ความล้มเหลวแบบผสม (Mixed failure) คือ มีการแตกระหว่างชั้นเรซินคอมโพสิตกับเนื้อฟันหรือภายในเนื้อสารยึดติด ร่วมกับการแตกภายในเนื้อฟันหรือในเนื้อเรซินคอมโพสิต

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำค่าเฉลี่ยความแข็งแรงยึดติดแบบดึงระดับจุลภาคที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์ทางสถิติ โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One-way ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่ม ด้วยการเปรียบเทียบเชิงซ้อนชนิดทุกคู่ (Tukey's multiple comparisons) และวิเคราะห์ผลร้อยละของความล้มเหลวการยึดติดแต่ละชนิดด้วยการทดสอบไคสแควร์ (Chi-square) โดยใช้โปรแกรม SPSS V17.0 (SPSS Inc., USA) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P < 0.05$)

ตารางที่ 2 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความแข็งแรงยึดติดแบบดึงระดับจุลภาค

Table 2 Means and standard deviations of microtensile bond strength

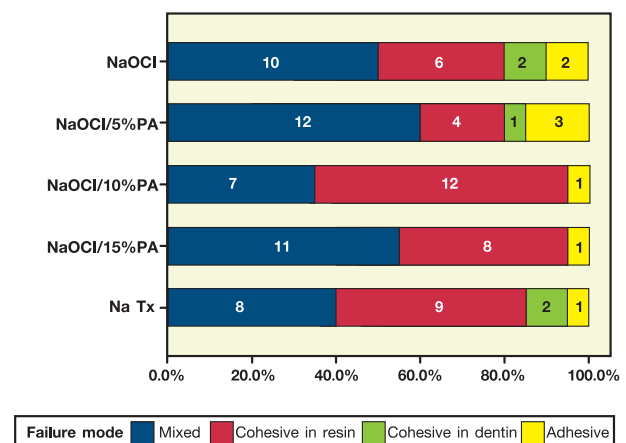
Group	Dentin pretreatment		Microtensile bond strength (MPa)
	NaOCl	PA	
1	5.25% NaOCl 30 s	No	24.84 a $\pm$ 3.26
2	5.25% NaOCl 30 s	5% PA 30 s	32.28 b $\pm$ 4.56
3	5.25% NaOCl 30 s	10% PA 30 s	34.82 b,c $\pm$ 4.98
4	5.25% NaOCl 30 s	15% PA 30 s	37.24 c,d $\pm$ 4.86
5	No (control)	No	38.93 d $\pm$ 5.08

Values are mean $\pm$ standard deviations. Groups with the same upper case superscripts are not significantly different ($P < 0.05$).

ผลการศึกษา

การทดสอบความแข็งแรงยึดติดแบบดึงระดับจุลภาค

ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงยึดติดแบบดึงระดับจุลภาค และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มการทดลองทั้ง 5 กลุ่ม แสดงในตารางที่ 2 ผิวเนื้อฟันที่ถูกปรับสภาพด้วยโซเดียมไฮโปคลอไรท์ ให้ค่าความแข็งแรงยึดติดแบบดึงระดับจุลภาคต่ำที่สุด (24.84 MPa) และต่ำกว่ากลุ่มควบคุม (38.93 MPa) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และเมื่อปรับปรุงผิวหลังการล้างโซเดียมไฮโปคลอไรท์ด้วยโปรแอนโธไซยานินในสารสกัดจากเมล็ดองุ่นความเข้มข้นร้อยละ 5 10 และ 15 ให้ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงยึดติดแบบดึงระดับจุลภาค (32.28, 34.82 และ 37.24 MPa ตามลำดับ) สูงกว่าเนื้อฟันที่ถูกปรับสภาพด้วยโซเดียมไฮโปคลอไรท์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยกลุ่มที่ปรับปรุงผิวด้วยโปรแอนโธไซยานินในสารสกัดจากเมล็ดองุ่นความเข้มข้นร้อยละ 15 มีค่าเฉลี่ยความแข็งแรงยึดติดแบบดึงระดับจุลภาคไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95



รูปที่ 2 แผนภูมิแสดงร้อยละของความล้มเหลวการยึดติด ตัวเลขบนแท่งแผนภูมิแสดงจำนวนความล้มเหลวการยึดติดในแต่ละกลุ่ม

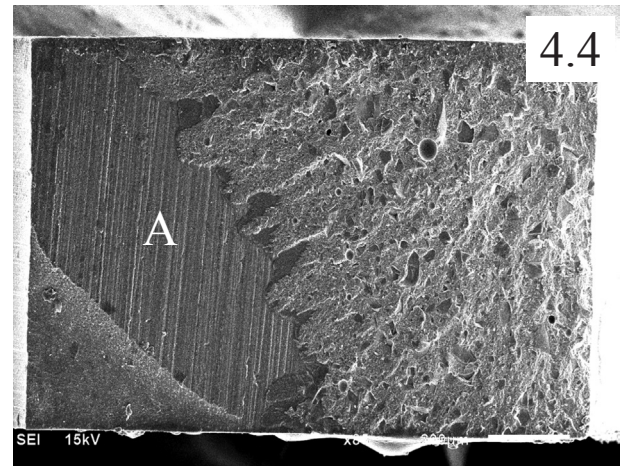
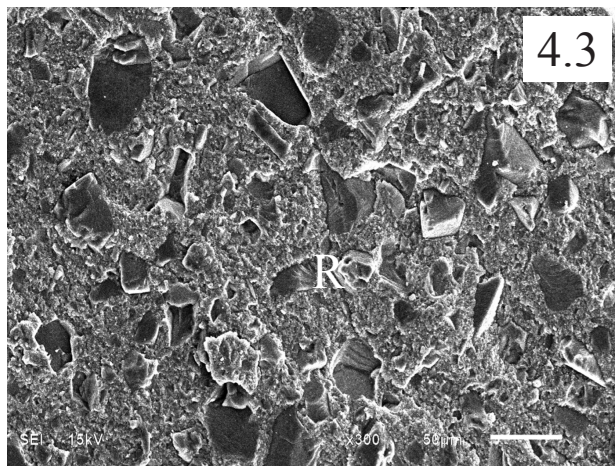
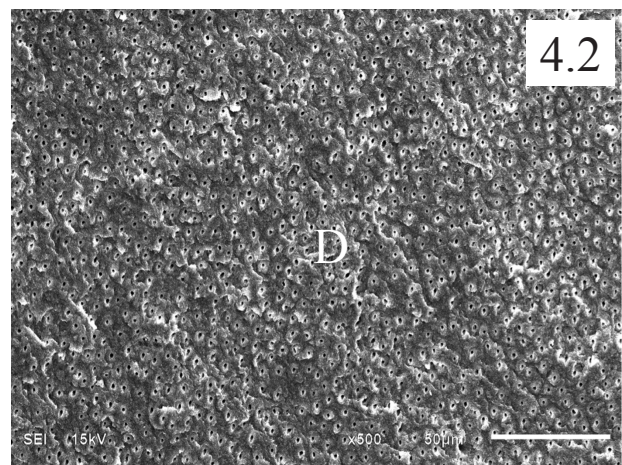
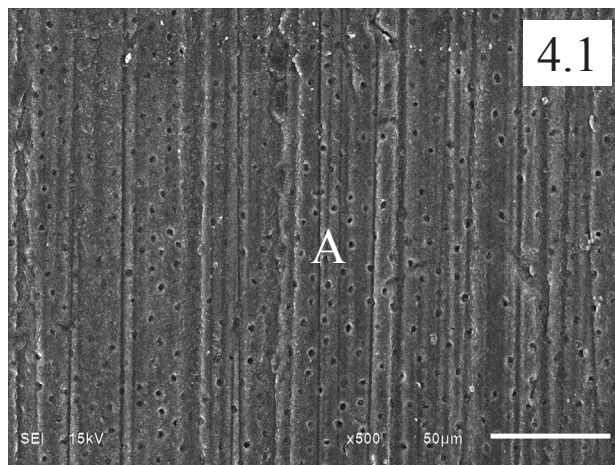
Figure 2 Diagram shows percentage of failure mode. The numbers in each bar are the number of failure specimens according to the failure modes in each group.

การวิเคราะห์ลักษณะความล้มเหลวการยึดติด

จำนวนและร้อยละความล้มเหลวของการยึดติดได้ผลดังรูป 2 จากชิ้นงานทั้งหมดพบว่าความล้มเหลวของการยึดติดส่วนใหญ่เป็นแบบผสม (ร้อยละ 48) และความล้มเหลวในเนื้อเรซิน (ร้อยละ 39) โดยเมื่อพิจารณาแต่ละกลุ่มการทดลองพบว่าสัดส่วนชนิดของความล้มเหลวในการยึดติดไม่มีความสัมพันธ์กับวิธีปรับสภาพผิวในแต่ละกลุ่มการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 รูปที่ 3 แสดงตัวอย่างความล้มเหลวการยึดติดชนิดต่างๆ

บทวิจารณ์

จากการศึกษานี้พบว่าโซเดียมไฮโปคลอไรท์ความเข้มข้นร้อยละ 5.25 เป็นเวลา 30 วินาที มีผลลดค่าความแข็งแรงยึดติดแบบดึงระดับจุลภาคลงอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้รับการปรับสภาพผิวใดๆ ก่อนการยึดติดเรซินคอมโพสิต ซึ่งสอดคล้องกับหลายการศึกษา ที่พบว่า การปรับผิวเนื้อฟันด้วยโซเดียมไฮโปคลอไรท์เป็นเวลา 30 วินาทีหรือมากกว่า จะมีผลลดการยึดติดระหว่างเรซินคอมโพสิตกับเนื้อฟัน^(9,10,13,18,31-34) ทั้งนี้เนื่องมาจากผลของการ



รูปที่ 3 ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราดแสดงความล้มเหลวชนิดต่างๆ (4.1) ความล้มเหลวระหว่างชั้น: A (x500 เท่า) (4.2) ความล้มเหลวในเนื้อฟัน: D (x500 เท่า) (4.3) ความล้มเหลวในเนื้อเรซิน: R (x500 เท่า) (4.4) ความล้มเหลวแบบผสม (x200 เท่า)

Figure 3 Scanning electron micrographs of failure modes of fractured specimens. (4.1) Adhesive failure: A (x500) (4.2) Cohesive failure in dentin: D (x500) (4.3) Cohesive failure in resin: R (x500) (4.4) Mixed failure (x200)

เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันจากโซเดียมไฮโปคลอไรท์ที่เป็นตัวออกซิไดซ์ที่รุนแรง ทำให้เกิดอนุมูลอิสระ ที่จะเข้าไปแย่งจับกับอนุมูลอิสระไวโนล ซึ่งเป็นโมโนเมอร์ของเรซินในสารยึดติดระหว่างทำการกระตุ้นด้วยแสง จึงขัดขวางปฏิกิริยาชั้นแผ่ขยาย (propagation) ของการเกิดโพลิเมอร์ เกิดการยุติของปฏิกิริยาก่อนกำหนด ทำให้การเกิดโพลิเมอร์ไม่สมบูรณ์ ส่งผลให้ความแข็งแรงของการยึดติดลดลง⁽¹⁰⁾ และการที่ค่าความแข็งแรงยึดติดลดลง ยังอาจเป็นผลมาจากการที่มีโซเดียมไฮโปคลอไรท์ตกค้างถูกกักอยู่ในโครงสร้างที่เป็นรูพรุนของเนื้อฟัน ทำให้ขัดขวางการยึดติดได้⁽³⁵⁾

นอกจากนี้จากการที่โซเดียมไฮโปคลอไรท์มีความเป็นเบสสูง คือมีค่าพีเอชมากกว่า 11^(3,36) การศึกษาของ Kunawarote และคณะ⁽³³⁾ ในปี ค.ศ. 2010 จึงพบว่าการใช้โซเดียมไฮโปคลอไรท์ 15 และ 30 วินาที จะเพิ่มค่าพีเอชที่ผิวเนื้อฟัน จากการปลดปล่อยอนุมูลอิสระไฮดรอกซิลไอออนของโซเดียม ไฮโปคลอไรท์ โดยกลุ่มควบคุมที่ไม่มีการปรับสภาพผิวเนื้อฟันจะมีค่าพีเอชที่ผิวเนื้อฟัน 7.29 และมีค่าพีเอชเพิ่มขึ้นหลังจากล้างด้วยโซเดียมไฮโปคลอไรท์ความเข้มข้นร้อยละ 6 ซึ่งมีพีเอช 12.2 เป็นเวลา 15 และ 30 วินาที โดยค่าพีเอชที่ผิวเนื้อฟันเพิ่มขึ้นเป็น 7.55 และ 7.73 ตามลำดับ โซเดียมไฮโปคลอไรท์ความเข้มข้นร้อยละ 5.25 ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้มีค่าพีเอช 13.7 ซึ่งมีความเป็นเบสแก่เช่นเดียวกัน จึงน่าจะมีการเพิ่มพีเอชที่ผิวเนื้อฟันหลังการล้างใกล้เคียงกับการศึกษาข้างต้น ความเป็นเบสของผิวเนื้อฟันที่ถูกปรับสภาพด้วยโซเดียมไฮโปคลอไรท์นี้จะส่งผลต่อการยึดติดในระบบเซฟ-เอทซ์ เนื่องจากระบบเซฟเอทซ์ต้องอาศัยความเป็นกรดของโมโนเมอร์หมู่ทำงาน (functional monomer) ที่อยู่ในสารไพรเมอร์ในการปรับสภาพชั้นสเมียร์บนเนื้อฟันให้พร้อมต่อการยึดติด⁽³⁷⁾ ซึ่งสารยึดติดที่ใช้ในการศึกษานี้คือเคลียร์ฟิล-เอสอีบอนด์ ซึ่งไพรเมอร์มีค่าพีเอชเป็น 2.0⁽³⁸⁾ มีโมโนเมอร์ที่มีความเป็นกรด คือ 10-เอ็มดีพี (10-MDP, 10-methacryloyloxydecyl dihydrogen phosphate) ทำหน้าที่หลักเป็นกรดในการละลายแร่ธาตุ⁽³⁹⁾ และยังทำให้เกิดการยึดติดทางเคมีที่ดีกับไฮดรอกซีอะพาไทต์ (hydroxyapatite) ของเคลือบฟันและเนื้อฟันอีกด้วย⁽⁴⁰⁾ แต่เมื่อผิวฟันที่ต้องทำการยึดติดมีสภาพเป็นเบส จะเกิดการสะเทินความเป็นกรดของโมโนเมอร์สารยึดติด ส่งผลให้การละลายของชั้นสเมียร์เกิดขึ้นได้ไม่เต็มที่ การแทรกซึมของเรซินน้อยลง และยังลดการ

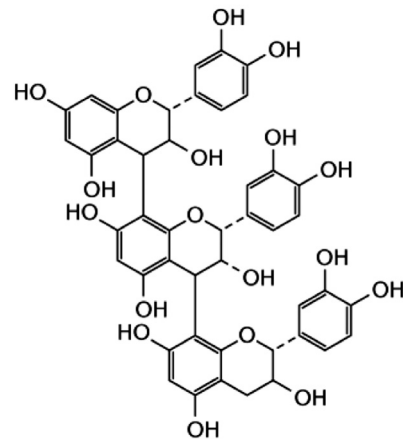
ยึดติดทางเคมีกับเนื้อฟัน จึงทำให้ค่าความแข็งแรงยึดติดแบบดึงระดับจุลภาคลดลงได้⁽³³⁾

การศึกษาในครั้งนี้และการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าโซเดียมไฮโปคลอไรท์ส่งผลเสียต่อการยึดติดของเรซินคอมโพสิตกับเนื้อฟันจากการทิ้งอนุมูลอิสระ^(9,10,13,31,32) จึงมีการนำสารต้านอนุมูลอิสระหรือตัวรีดิวซ์มาใช้กำจัดอนุมูลอิสระเหล่านั้นเพื่อเพิ่มการยึดติดให้แก่เนื้อฟันที่ได้รับการปรับสภาพด้วยโซเดียมไฮโปคลอไรท์^(10,15,16) โปรแอนโธไซยานินดิน มีคุณสมบัติเด่นในการต้านอนุมูลอิสระ และเป็นตัวผสมผสานต่อเส้นใยคอลลาเจน (collagen cross-linker) ที่สกัดได้จากธรรมชาติ จึงมีความปลอดภัยสูงในการนำใช้ทางคลินิกในรูปแบบต่าง ๆ^(20,41,42) ในทางทันตกรรมมีหลายการศึกษาที่นำสารสกัดจากเมล็ดองุ่นมาใช้ปรับสภาพเนื้อฟันในแง่ของการเชื่อมต่อเส้นใยคอลลาเจน แต่ยังมีการศึกษาในแง่ผลของการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่นำมาใช้กับฟันไม่มากนัก มีการศึกษาพบว่าสารโปร-แอนโธไซยานินดินที่ความเข้มข้นร้อยละ 5 เป็นเวลา 10 นาที สามารถเพิ่มค่าความแข็งแรงยึดติดเมื่อนำมาล้างก่อนการบูรณะด้วยเรซินคอมโพสิตกับเคลือบฟันที่ผ่านการฟอกสีฟัน⁽²⁹⁾ และเนื้อฟันที่มีค่าการยึดติดลดลงหลังได้รับการปรับสภาพด้วยโซเดียมไฮโปคลอไรท์⁽³⁰⁾ อย่างไรก็ตามระยะเวลาการใช้สารที่นานถึง 10 นาที อาจไม่เหมาะกับการใช้งานจริงทางคลินิก การศึกษาในครั้งนี้จึงทำการทดสอบโดยใช้โปรแอนโธไซยานินดินที่หลายความเข้มข้น ร่วมกับการลดระยะเวลาที่ใช้ในการปรับปรุงการยึดติดของเนื้อฟันที่ได้รับการปรับสภาพด้วยโซเดียมไฮโปคลอไรท์ลง เพื่อนำผลที่ได้มาประยุกต์ใช้ในทางคลินิกได้เหมาะสมมากขึ้น

จากการศึกษานี้พบว่าโปรแอนโธไซยานินดินซึ่งอยู่ในสารสกัดจากเมล็ดองุ่นสามารถปรับปรุงการยึดติดของเนื้อฟันที่ได้รับการปรับสภาพด้วยโซเดียมไฮโปคลอไรท์ที่ลดลงได้ โดยเพิ่มค่าความแข็งแรงการยึดติดแบบดึงระดับจุลภาคอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเทียบกับเนื้อฟันที่ถูกการปรับสภาพด้วยโซเดียมไฮโปคลอไรท์ ไม่ว่าจะเป็นที่ความเข้มข้นร้อยละ 5 10 หรือ 15 เมื่อใช้เป็นเวลา 30 วินาที จึงยอมรับสมมติฐานหลักที่ว่า สารสกัดจากเมล็ดองุ่นสามารถเพิ่มค่าความแข็งแรงยึดติดแบบดึงระดับจุลภาคให้กับเนื้อฟันที่ผ่านการปรับสภาพด้วยโซเดียมไฮโปคลอไรท์ได้ ทั้งนี้เนื่องมาจากผลของความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระที่ดีของโปรแอนโธไซยานินดินที่สกัดจากเมล็ดองุ่น โดยโปรแอนโธไซยานินดินจะเข้าไปจับกับอนุมูลอิสระที่

เกิดจากการล้างผิวเนื้อฟันด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์บนเนื้อฟัน เป็นการหยุดปฏิกิริยาออกซิเดชันที่เกิดขึ้น⁽¹⁹⁾ ทำให้มีการเกิดโพลีเมอร์ของเรซินสารยึดติดได้อย่างสมบูรณ์ ความแข็งแรงยึดติดจึงมีค่ากลับคืนมาเท่าปกติได้ โปรแอนโธไซยานิดินเป็นโพลีฟีนอลิกโพลีเมอร์ (polyphenolic polymer) ดังรูป 4 อยู่ในกลุ่มของฟลาโวนอยด์ เกิดจากโมโนเมอร์คือฟลาโวนอล (flava-3-ol) ซึ่งประกอบด้วยแคทีชิน (catechin) และอีพิกะทีชิน (epicatechin)⁽²⁰⁾ จากการที่โปรแอนโธไซยานิดินมีการเชื่อมต่อเป็นโพลีเมอร์ขนาดใหญ่ (high degree of polymerization) และมีหมู่ไฮดรอกซิลที่มีความจำเพาะ จึงทำให้สารสกัดจากเมล็ดองุ่นมีประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระได้อย่างดีเยี่ยม⁽⁴³⁾ โดยโปรแอนโธไซยานิดินมีฤทธิ์ในการต้านและกำจัดอนุมูลอิสระได้มากกว่าวิตามินซีหรือไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์^(19,44) จึงมีการศึกษาพบว่าการปรับปรุงการยึดติดของเนื้อฟันที่ได้รับการปรับสภาพด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ โดยใช้โปรแอนโธไซยานิดินความเข้มข้นร้อยละ 5 เป็นเวลา 10 นาที จะให้ค่าการยึดติดที่มากกว่าการปรับปรุงการยึดติดด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 10 ที่ระยะเวลา 10 นาทีเท่ากัน^(29,30) และยังมีบางการศึกษาที่พบว่าการใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 10 ที่ระยะเวลานี้คือ 5 และ 10 วินาที ไม่สามารถเพิ่มการยึดติดให้กับเนื้อฟันที่ได้รับการปรับสภาพด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ได้⁽¹⁸⁾ แต่ต้องใช้ล้างเนื้อฟันเป็นเวลา 1 นาทีหรือมากกว่า จึงจะสามารถปรับปรุงการยึดติดนี้ได้^(10,15,16) ซึ่งแตกต่างจากการใช้โปรแอนโธไซยานิดินในการศึกษาครั้งนี้ที่มีผลเพิ่มกำลังแรงยึดติดในฟันที่ได้รับการปรับสภาพด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ให้กลับคืนมาเท่าเนื้อฟันปกติได้ แม้จะใช้ในระยะเวลาสั้นๆ คือ 30 วินาที อย่างไรก็ตามในกรณีที่ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์สัมผัสกับเนื้อฟันเป็นเวลานาน เช่นในการรักษาคอลงรากฟัน การปรับสภาพด้วยโปรแอนโธไซยานิดินเพียง 30 วินาทีดังในการศึกษานี้ อาจไม่เพียงพอในการเพิ่มความแข็งแรงยึดติดของเนื้อฟัน จึงต้องมีการศึกษาเพื่อปรับระยะเวลาในการใช้สารละลายต่อไป

จากการที่โปรแอนโธไซยานิดินมีฤทธิ์เป็นกรด เมื่อวัดค่าความเป็นกรดเบสจากการศึกษานี้พบว่ามีความเข้มข้นประมาณ 5 อาจมีข้อดีในแง่ของการลดค่าพีเอชที่ผิวเนื้อฟันที่เป็นเบสจากการปรับสภาพด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ โดยความเป็นกรดของสารสกัดจากเมล็ดองุ่นเข้าไปสะเทินความเป็นเบสของผิวเนื้อฟันให้มีความเป็นกลางมากขึ้น พร้อมทั้งจะรับการปรับ



รูปที่ 4 แสดงโครงสร้างโมเลกุลของโปรแอนโธไซยานิดิน⁽²⁰⁾
Figure 4 Molecular structure of proanthocyanidin⁽²⁰⁾

สภาพจากสารโพรเมอร์ของเคลียร์ฟิลเอสอีบอนด์ โมโนเมอร์ที่มีความเป็นกรดหรือเอมิตีฟจึงทำงานได้อย่างเต็มที่ เป็นการเพิ่มการยึดติดอีกทางหนึ่ง โดยเพิ่มการแทรกซึมของเรซินสารยึดติด และเพิ่มการยึดติดทางเคมีได้มากกว่าเมื่อเทียบกับเนื้อฟันที่ได้รับการปรับสภาพด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ นอกจากนี้ค่าพีเอชของสารสกัดจากเมล็ดองุ่น ยังต่ำกว่าค่าพีเอชวิกฤต (critical pH) ของเนื้อฟัน ที่มีค่า 6.5-6.7⁽⁴⁵⁾ ดังนั้นสารสกัดจากเมล็ดองุ่นจึงมีความเป็นไปได้ที่จะทำให้เกิดการละลายแร่ธาตุบางส่วนของเนื้อฟัน ซึ่งน่าจะส่งผลต่อการแทรกซึมผ่านของเรซินในสารยึดติด⁽⁸⁾

นอกจากคุณสมบัติในการกำจัดอนุมูลอิสระแล้ว สารสกัดจากเมล็ดองุ่นยังมีคุณสมบัติในการเป็นตัวเชื่อมต่อกอลลาเจน ซึ่งกำลังเป็นที่สนใจและมีการศึกษาใหม่ๆ มากมายในทางทันตกรรม โดยเฉพาะในเนื้อฟันที่มีการสูญเสียแร่ธาตุจนเกิดการผุพังของคอลลาเจน ซึ่งเชื่อว่าการเพิ่มความแข็งแรงของคอลลาเจนส่วนนี้จะช่วยเพิ่มความแข็งแรงในการยึดติด และยังเป็นการป้องกันการถูกทำลายด้วยเอนไซม์เมทริกซ์-เมทัลโลโปรตีนเอส (matrix metalloproteinase, MMPs) ซึ่งจะส่งผลให้เกิดการเสื่อม (degradation) ของชั้นไฮบริดและส่งผลต่อการยึดติดของเรซินคอมโพสิตในระยะยาวได้⁽⁴⁶⁾ มีการศึกษาพบว่าโปรแอนโธไซยานิดินในสารสกัดจากเมล็ดองุ่นสามารถเพิ่มความแข็งแรงยึดติดของสารยึดติดระบบเอทซ์-แอนดริวส์กับเนื้อฟันที่ถูกละลายแร่ธาตุได้^(25,26,28) และยังเพิ่มคุณสมบัติเชิงกลของเนื้อฟันในระยะยาว^(22,24,47) โดยเพิ่ม

ความคงตัวของคอลลาเจน และความต้านทานต่อการย่อยสลายของเอนไซม์คอลลาจีเนส^(24,28,48) ซึ่งการศึกษาในแง่การเป็นตัวเชื่อมต่อกอลลาเจนในเนื้อฟันของสารสกัดจากเมล็ดองุ่นที่กล่าวมานั้น จะใช้สารละลายความเข้มข้นร้อยละ 6.5 เป็นระยะเวลา 1 นาที ถึง 1 ชั่วโมง ในการปรับสภาพเนื้อฟันที่มีการสูญเสียแร่ธาตุก่อนการใช้สารยิดติระบบเอทซ์-แอนดรินส์ ต่างจากในการศึกษาที่ใช้สารสกัดจากเมล็ดองุ่นเป็นระยะเวลาสั้นๆ เท่านั้น และยังใช้ในการปรับสภาพเนื้อฟันที่มีชั้นสเมียร์ปกคลุมร่วมกับการใช้สารยิดติระบบเซลฟ-เอทซ์ ซึ่งทำให้เกิดชั้นไฮบริดที่บางกว่าระบบเอทซ์แอนดรินส์ คือ เพียงประมาณ 1 ไมครอน⁽³⁷⁾ ดังนั้นผลของโปรแอนโธไซยานิดินในการเพิ่มความคงตัวของคอลลาเจนต่อการยิดติที่เนื้อฟันในการศึกษานี้อาจยังไม่ชัดเจน อย่างไรก็ตามควรมีการศึกษาต่อเพื่อให้เห็นผลที่ชัดเจนในอนาคต โดยศึกษาถึงผลของโปรแอนโธไซยานิดินในสารสกัดจากเมล็ดองุ่นต่อความคงทน (durability) ของการยิดติระยะยาว ทั้งในเนื้อฟันปกติและเนื้อฟันที่ถูกปรับสภาพด้วยไฮเดียมไฮโปคลอไรท์ หรืออาจมีการศึกษาโดยปรับระยะเวลาและความเข้มข้นในการใช้โปรแอนโธไซยานิดินในสารสกัดจากเมล็ดองุ่นในการปรับปรุงการยิดติของเนื้อฟัน ซึ่งอาจส่งผลให้เพิ่มค่าความแข็งแรงยิดติได้ ทั้งในระบบเซลฟเอทซ์ และระบบเอทซ์แอนดรินส์ต่อไป

บทสรุป

จากผลการทดลองภายใต้ขอบเขตการศึกษาในครั้งนี้สรุปได้ว่าโปรแอนโธไซยานิดินในสารสกัดจากเมล็ดองุ่นความเข้มข้นร้อยละ 15 เป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่มีประสิทธิภาพในการเพิ่มการยิดติของระบบยิดติเซลฟเอทซ์ ให้แก่เนื้อฟันที่ถูกปรับสภาพด้วยไฮเดียมไฮโปคลอไรท์ที่ลดลงให้กลับมาได้เมื่อใช้เป็นเวลา 30 วินาที

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษานี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากคณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ขอขอบคุณบริษัทแอ็คเตออน (ประเทศไทย) จำกัดและบริษัทเดนทิสพลาย (ประเทศไทย) จำกัดที่ให้การอนุเคราะห์วัสดุเพื่อทำการศึกษา ขอขอบคุณคณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิด

ส่องกราด และขอขอบคุณศูนย์วิจัยทันตวัสดุศาสตร์คณะทันตแพทยศาสตร์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ที่สนับสนุนเครื่องมือและอุปกรณ์ในงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

1. Zehnder M. Root canal irrigants. *J Endod* 2006; 32: 389-398.
2. Mohammadi Z. Sodium hypochlorite in endodontics: an update review. *Int Dent J* 2008; 58: 329-341.
3. Clarkson RM, Moule AJ. Sodium hypochlorite and its use as an endodontic irrigant. *Aust Dent J* 1998; 43: 250-256.
4. de Almeida Neves A, Coutinho E, Cardoso MV, Lambrechts P, Van Meerbeek B. Current concepts and techniques for caries excavation and adhesion to residual dentin. *J Adhes Dent* 2011; 13: 7-22.
5. Prati C, Chersoni S, Pashley DH. Effect of removal of surface collagen fibrils on resin-dentin bonding. *Dent Mater* 1999; 15: 323-331.
6. Vargas MA, Cobb DS, Armstrong SR. Resin-dentin shear bond strength and interfacial ultrastructure with and without a hybrid layer. *Oper Dent* 1997; 22: 159-166.
7. Lopes GC, Baratieri LN, de Andrada MA, Vieira LC. Dental adhesion: present state of the art and future perspectives. *Quintessence Int* 2002; 33: 213-224.
8. Montes MA, de Goes MF, Sinhoreti MA. The in vitro morphological effects of some current pre-treatments on dentin surface: a SEM evaluation. *Oper Dent* 2005; 30: 201-212.
9. Taniguchi G, Nakajima M, Hosaka K, et al. Improving the effect of NaOCl pretreatment on bonding to caries-affected dentin using self-etch adhesives. *J Dent* 2009; 37: 769-775.

10. Lai SC, Mak YF, Cheung GS, et al. Reversal of compromised bonding to oxidized etched dentin. *J Dent Res* 2001; 80: 1919-1924.
11. Santos JN, Carrilho MR, De Goes MF, et al. Effect of chemical irrigants on the bond strength of a self-etching adhesive to pulp chamber dentin. *J Endod* 2006; 32: 1088-1090.
12. Morris MD, Lee KW, Agee KA, Bouillaguet S, Pashley DH. Effects of sodium hypochlorite and RC-prep on bond strengths of resin cement to endodontic surfaces. *J Endod* 2001; 27: 753-757.
13. Nikaido T, Takano Y, Sasafuchi Y, Burrow MF, Tagami J. Bond strengths to endodontically-treated teeth. *Am J Dent* 1999; 12: 177-180.
14. Yiu CK, Garcia-Godoy F, Tay FR, et al. A nanoleakage perspective on bonding to oxidized dentin. *J Dent Res* 2002; 81: 628-632.
15. Weston CH, Ito S, Wadgaonkar B, Pashley DH. Effects of time and concentration of sodium ascorbate on reversal of NaOCl-induced reduction in bond strengths. *J Endod* 2007; 33: 879-881.
16. Vongphan N, Senawongse P, Somsiri W, Harnirattisai C. Effects of sodium ascorbate on microtensile bond strength of total-etching adhesive system to NaOCl treated dentine. *J Dent* 2005; 33: 689-695.
17. Celik C, Erkut S, Gulsahi K, Yamanel K, Kucukesmen C. Effect of sodium ascorbate on bond strength of different adhesive systems to NaOCl-treated dentin. *Aust Endod J* 2010; 36: 12-18.
18. Prasansuttiorn T, Nakajima M, Kunawarote S, Foxton RM, Tagami J. Effect of reducing agents on bond strength to NaOCl-treated dentin. *Dent Mater* 2010; 27: 229-234.
19. Bagchi D, Garg A, Krohn RL, Bagchi M, Tran MX, Stohs SJ. Oxygen free radical scavenging abilities of vitamins C and E, and a grape seed proanthocyanidin extract in vitro. *Res Commun Mol Pathol Pharmacol* 1997; 95: 179-189.
20. Fine AM. Oligomeric proanthocyanidin complexes: history, structure, and phytopharmaceutical applications. *Altern Med Rev* 2000; 5: 144-151.
21. Walter R, Miguez PA, Arnold RR, Pereira PN, Duarte WR, Yamauchi M. Effects of natural cross-linkers on the stability of dentin collagen and the inhibition of root caries in vitro. *Caries Res* 2008; 42: 263-268.
22. Bedran-Russo AK, Pereira PN, Duarte WR, Drummond JL, Yamauchi M. Application of crosslinkers to dentin collagen enhances the ultimate tensile strength. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater* 2007; 80: 268-272.
23. Bedran-Russo AK, Pashley DH, Agee K, Drummond JL, Miescke KJ. Changes in stiffness of demineralized dentin following application of collagen crosslinkers. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater* 2008; 86: 330-334.
24. Castellan CS, Pereira PN, Grande RH, Bedran-Russo AK. Mechanical characterization of proanthocyanidin-dentin matrix interaction. *Dent Mater* 2010; 26: 968-973.
25. Al-Ammar A, Drummond JL, Bedran-Russo AK. The use of collagen cross-linking agents to enhance dentin bond strength. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater* 2009; 91: 419-424.
26. Fang M, Liu R, Xiao Y, et al. Biomodification to dentin by a natural crosslinker improved the resin-dentin bonds. *J Dent* 2012; 40: 458-466.

27. Srinivasulu S, Vidhya S, Sujatha M, Mahalaxmi S. Shear Bond Strength of Composite to Deep Dentin After Treatment With Two Different Collagen Cross-linking Agents at Varying Time Intervals. *Oper Dent* 2012; 37: 485-491.
28. Macedo GV, Yamauchi M, Bedran-Russo AK. Effects of chemical cross-linkers on caries-affected dentin bonding. *J Dent Res* 2009; 88: 1096-1100.
29. Vidhya S, Srinivasulu S, Sujatha M, Mahalaxmi S. Effect of grape seed extract on the bond strength of bleached enamel. *Oper Dent* 2011; 36: 433-438.
30. Manimaran VS, Srinivasulu S, Rajesh Ebenezer A, Mahalaxmi S, Srinivasan N. Application of a proanthocyanidin agent to improve the bond strength of root dentin treated with sodium hypochlorite. *J Conserv Dent* 2011; 14: 306-308.
31. Perdigao J, Lopes M, Geraldini S, Lopes GC, Garcia-Godoy F. Effect of a sodium hypochlorite gel on dentin bonding. *Dent Mater* 2000; 16: 311-323.
32. Kunawarote S, Nakajima M, Foxton RM, Tagami J. Effect of pretreatment with mildly acidic hypochlorous acid on adhesion to caries-affected dentin using a self-etch adhesive. *Eur J Oral Sci* 2011; 119: 86-92.
33. Kunawarote S, Nakajima M, Shida K, Kitasako Y, Foxton RM, Tagami J. Effect of dentin pretreatment with mild acidic HOCl solution on microtensile bond strength and surface pH. *J Dent* 2010; 38: 261-268.
34. Prasansuttiporn T, Nakajima M, Foxton RM, Tagami J. Scrubbing Effect of Self-etching Adhesives on Bond Strength to NaOCl-treated Dentin. *J Adhes Dent* 2011; 14: 121-127.
35. Mountouris G, Silikas N, Eliades G. Effect of sodium hypochlorite treatment on the molecular composition and morphology of human coronal dentin. *J Adhes Dent* 2004; 6: 175-182.
36. Estrela C, Estrela CR, Barbin EL, Spano JC, Marchesan MA, Pecora JD. Mechanism of action of sodium hypochlorite. *Braz Dent J* 2002; 13: 113-117.
37. Van Meerbeek B, De Munck J, Yoshida Y, et al. Buonocore memorial lecture. Adhesion to enamel and dentin: current status and future challenges. *Oper Dent* 2003; 28: 215-235.
38. Van Landuyt KL, Snauwaert J, De Munck J, et al. Systematic review of the chemical composition of contemporary dental adhesives. *Biomaterials* 2007; 28: 3757-3785.
39. Hayakawa T, Kikutake K, Nemoto K. Influence of self-etching primer treatment on the adhesion of resin composite to polished dentin and enamel. *Dent Mater* 1998; 14: 99-105.
40. Yoshida Y, Nagakane K, Fukuda R, et al. Comparative study on adhesive performance of functional monomers. *J Dent Res* 2004; 83: 454-458.
41. Yamakoshi J, Saito M, Kataoka S, Kikuchi M. Safety evaluation of proanthocyanidin-rich extract from grape seeds. *Food Chem Toxicol* 2002; 40: 599-607.
42. Bagchi D, Bagchi M, Stohs SJ, et al. Free radicals and grape seed proanthocyanidin extract: importance in human health and disease prevention. *Toxicology* 2000; 148: 187-197.
43. Heim KE, Tagliaferro AR, Bobilya DJ. Flavonoid antioxidants: chemistry, metabolism and structure-activity relationships. *J Nutr Biochem* 2002; 13: 572-584.

44. Spranger I, Sun B, Mateus AM, Freitas Vd, Ricardo-da-Silva JM. Chemical characterization and antioxidant activities of oligomeric and polymeric procyanidin fractions from grape seeds. *Food Chemistry* 2008; 108: 519-532.
45. Mishra P, Palamara JE, Tyas MJ, Burrow MF. Effect of static loading of dentin beams at various pH levels. *Calcif Tissue Int* 2006; 79: 416-421.
46. Zhang SC, Kern M. The role of host-derived dentinal matrix metalloproteinases in reducing dentin bonding of resin adhesives. *Int J Oral Sci* 2009; 1: 163-176.
47. Castellan CS, Bedran-Russo AK, Karol S, Pereira PN. Long-term stability of dentin matrix following treatment with various natural collagen cross-linkers. *J Mech Behav Biomed Mater* 2011; 4: 1343-1350.
48. Green B, Yao X, Ganguly A, et al. Grape seed proanthocyanidins increase collagen biodegradation resistance in the dentin/adhesive interface when included in an adhesive. *J Dent* 2010; 38: 908-915.

HEINE Binocular Loupes and Illumination

Comfort, Performance, Flexibility.



HIGH MAGNIFICATION AND SHARP, CRISP IMAGES WITH
POWERFUL LED ILLUMINATION

HEINE binocular loupes set a benchmark for design, hightech materials and precise manufacturing methods. They provide exceptional image quality and edge-to-edge definition and a large field of view.

Various magnifications (from 2X to 6X), working distances, wearing modes (unique S-Frame, Lightweight Headband and Headband Professional L) and LED Loupe Light illumination systems are available. They provide homogenous, reflex-free illumination even in deep cavities. State-of-the-art LED technology and design!

HEINE Binocular Loupes are used in many disciplines: e.g. General Medicine, Dermatology, Surgery, Cosmetic Surgery, Neurosurgery, ENT, Ophthalmology, Veterinary Medicine, Dentistry etc.



บริษัท แอคคอร์ด คอร์ปอเรชั่น จำกัด
33/2-8 ซ.รองเมือง 4 แขวงรองเมือง
เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330
โทร. 0 2613 8081-90 แฟกซ์: 0 2216 3235
www.accorddental.com