

ผลของยาสีฟันลดเสียวฟันต่อการรั่วซึมระดับจุลภาคของสารยึดติดระบบ ยูนิเวอร์แซลเดนทัลแอตชีซิฟ

Effect of Desensitizing Toothpaste on Microleakage of A Universal Dental Adhesive

อัญญาภรณ์ ทีฆกุล¹ และ ศิริวิมล ศรีสวัสดิ์¹

Anyaporn Teekakul¹ and Sirivimol Srisawasdi¹

¹ภาควิชาทันตกรรมหัตถการ คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ

¹Department of Operative Dentistry, Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University, Bangkok

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของยาสีฟันลดเสียวฟันที่มีส่วนผสมของสตรอนเทียมอะซิเตตและยาสีฟันที่มีส่วนผสมของอาร์จินีนต่อประสิทธิภาพของสารยึดติดสองชนิดต่อเนื่องฟันในโพรงฟันคลาสไฟว์ที่มีการบูรณะด้วยเรซินคอมโพสิต โดยเตรียมโพรงฟันคลาสไฟว์บนผิวรากฟันกรามน้อยทางด้านใกล้แก้มจำนวน 65 ซี่ แบ่งเป็น 6 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ใช้สารยึดติดสก็อตช์บอนด์ยูนิเวอร์แซลภายหลังการแปรงฟันด้วยยาสีฟันเซ็นโซไดน์แรพิดทรีลิฟ ยาสีฟันคอลเกตเซนซิทิฟโปรลิฟ และกลุ่มที่ไม่ได้แปรงฟัน และกลุ่มที่ใช้สารยึดติดสก็อตช์บอนด์มัลติเพอโฟสภายหลังการแปรงฟันด้วยยาสีฟันชนิดเดียวกัน และกลุ่มที่ไม่ได้แปรงฟัน จากนั้นบูรณะด้วยเรซินคอมโพสิต จำลองการใช้งานด้วยการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ แล้วจึงนำฟันแช่ลงในสารละลายซิลเวอร์ไนเตรต นำฟันมาตัดตามแนวแกนฟันแล้วประเมินการรั่วซึมโดยใช้กล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอ แบ่งคะแนนการรั่วซึมเป็น 4 ช่วง ซึ่งผลการศึกษาพบว่า การรั่วซึมระดับจุลภาคในกลุ่มของสารยึดติดสก็อตช์บอนด์มัลติเพอโฟสมีความมากกว่ากลุ่มที่ใช้สารยึดติดสก็อตช์บอนด์ยูนิเวอร์แซลอย่างมีนัยสำคัญ และกลุ่มที่ใช้สารยึดติดสก็อตช์บอนด์ยูนิเวอร์แซล จะพบว่าทุกกลุ่มมีการรั่วซึมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่สำหรับกลุ่มที่ใช้สารยึดติดสก็อตช์บอนด์มัลติเพอโฟส จะพบว่ามีการรั่วซึมของทั้งสามกลุ่มนั้นไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ในการศึกษาครั้งนี้จึงสรุปได้ว่า ยาสีฟันทั้งสองชนิดไม่มีผลต่อการเกิดการรั่วซึมระดับจุลภาคเมื่อใช้สารยึดติดสก็อตช์บอนด์มัลติเพอโฟส แต่ยาสีฟันคอลเกตเซนซิทิฟโปรลิฟ ทำให้เกิดการรั่วซึมระดับจุลภาคมากกว่ายาสีฟันเซ็นโซไดน์แรพิดทรีลิฟ เมื่อใช้กับสารยึดติดสก็อตช์บอนด์ยูนิเวอร์แซล

คำสำคัญ: การรั่วซึมระดับจุลภาค, ยาสีฟันลดเสียวฟัน, ยูนิเวอร์แซลแอตชีซิฟ, สารยึดติด

Abstract

This research aimed to study the effect of desensitizing toothpaste containing strontium acetate and toothpaste containing arginine on the effectiveness of two bonding agents in class V cavities restored with resin composite. Cavity preparations were performed on buccal root surface of 65 permanent premolar teeth. The teeth were divided into 6 groups consisting of the use Scotchbond™ Universal Adhesive after brushing with Sensodyne® Rapid

Relief, Colgate® Sensitive Pro-Relief™ and no brushing, compared to teeth bonded with Scotchbond™ Multi-Purpose Adhesive after brushing with the same toothpastes and no brushing. All teeth were restored with resin composite. After thermocycling and immersion in silver nitrate solution, the teeth were sectioned and evaluated using 4-interval scores under a stereomicroscope. The results showed that leakage score of Scotchbond™ Multi-Purpose Adhesive groups were statistically significantly higher than that of Scotchbond™ Universal Adhesive groups. However, Scotchbond™ Universal Adhesive groups demonstrated significant difference between each group. Meanwhile, for Scotchbond™ Multi-Purpose Adhesive groups, there was no statistical difference among toothpastes and no brushing. In this study, it was concluded that both toothpastes did not have any effect on microleakage of Scotchbond™ Multi-Purpose Adhesive, whereas Colgate® Sensitive Pro-Relief™ showed more microleakage than Sensodyne® Rapid Relief when using with Scotchbond™ Universal Adhesive.

Keywords: Bonding agent, Desensitizing toothpaste, Microleakage, Universal adhesive

Received Date: Sep 5,2016

Accepted Date: Feb 23,2017

doi: 10.14456/jdat.2017.27

ติดต่อเกี่ยวกับบทความ:

อัญญาภรณ์ ทิมกุล ภาควิชาทันตกรรมทันตกรรม คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ 10330 ประเทศไทย โทร: 081-741-8585 E-mail: ayp.t87@gmail.com

Correspondence to:

Anyaporn Teekakul. Department of Operative Dentistry, Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University, Bangkok 10330 Thailand Tel: 081-741-8585 E-mail: ayp.t87@gmail.com

บทนำ

การเกิดภาวะเนื้อฟันไวเกิน (dentin hypersensitivity) หรืออาการเสียวฟัน เป็นปัญหาที่พบได้บ่อยในผู้ป่วยทั่วไปซึ่งมีสาเหตุมาจากการสูญเสียผิวเคลือบฟัน ทำให้เกิดการเปิดเผยของเนื้อฟันและท่อเนื้อฟัน มีหลายการศึกษาได้พบถึงความสัมพันธ์ของรอยโรคบริเวณคอฟันที่ไม่ใช่ฟันผุ (non-carious cervical lesions) กับภาวะเนื้อฟันไวเกิน เนื่องจากการสูญเสียโครงสร้างฟัน^{1,2} กลไกในการเกิดภาวะเนื้อฟันไวเกินนั้นยังไม่แน่ชัด แต่มีการยอมรับอย่างแพร่หลายถึงทฤษฎีไฮโดรไดนามิก (hydrodynamic theory) โดย Brannstrom³ ที่เชื่อว่าการเคลื่อนที่ของเหลวอย่างรวดเร็วในท่อเนื้อฟันจะกระตุ้นปลายเส้นประสาทในเนื้อเยื่อโพรงประสาทฟันทำให้เกิดอาการเสียวฟันขึ้นได้ ซึ่งแนวทางในการ

รักษาคือการยับยั้งการส่งกระแสประสาทหรือลดการเคลื่อนที่ของเหลวโดยทำให้เกิดการอุดปิดท่อเนื้อฟัน ปัจจุบันมียาสีฟันลดเสียวฟันผลิตออกมาจำหน่ายในท้องตลาดอย่างแพร่หลาย ผู้ป่วยสามารถเลือกซื้อมาใช้เองได้ง่ายและราคาไม่แพง แต่ผลิตภัณฑ์เหล่านี้อาจต้องใช้เวลา 2-4 สัปดาห์ในการบรรเทาอาการเสียวฟันที่เกิดขึ้น⁴ อย่างไรก็ตามผลระยะยาวในการคงอยู่ของยาสีฟันลดเสียวฟันในการอุดตันท่อเนื้อฟันเป็นเพียงชั่วคราว ซึ่งขึ้นกับหลายปัจจัย เช่น การละลายของสารลดเสียวฟันจากน้ำลายและสารน้ำในช่องปาก หรือสภาวะที่เป็นกรดในช่องปาก^{5,6} ดังนั้นในบางกรณีอาจมีความจำเป็นต้องทำการบูรณะฟันภายหลังจากที่ผู้ป่วยใช้ยาสีฟันลดเสียวมาแล้ว เช่น อาการเสียวฟันยังคงอยู่ รอยโรคมี

ขนาดใหญ่และลึกขึ้น หรือมีความต้องการด้านความสวยงาม แต่อย่างไรก็ตามพบว่ายาสีฟันลดเสียวฟันที่มีการอุดฟันที่เนื้อฟันอาจต้านทานต่อการยึดติดในขั้นตอนของการใช้สารยึดติดสำหรับการบูรณะฟัน จึงอาจส่งผลต่อค่าความแข็งแรงยึดติดระหว่างผิวฟันกับวัสดุได้ ซึ่งค่าความแข็งแรงที่ลดลงนี้อาจส่งผลทางคลินิก เช่น เกิดการรั่วซึมตามขอบ การหลุดของวัสดุ และการเกิดฟันผุซ้ำ เป็นต้น⁷ หรือหากการแทรกซึมของเรซินเกิดได้ไม่สมบูรณ์อาจทำให้ของเหลวมีการแพร่ผ่านได้ง่าย ก็จะส่งผลต่อคุณภาพบริเวณรอยต่อของสารยึดติดได้⁸

สำหรับการยึดติดกับรอยโรคบริเวณคอฟันที่ไม่ใช่ฟันผุที่มีภาวะเนื้อฟันไวเกินนั้นจะแตกต่างจากปกติ จากทฤษฎีไฮโดรไดนามิกที่เนื้อฟันมีการเปิดออก การใช้กรดก็อาจต้องทำอย่างระมัดระวังเพื่อไม่ให้อาการเสียวฟันเพิ่มมากขึ้น โดยเมื่อพิจารณาถึงระบบของสารยึดติดในปัจจุบัน การเลือกใช้สารยึดติดในระบบเซลล์ฟเธิ์ทน่าจะเป็นทางเลือกที่เหมาะสม⁹⁻¹¹ ในขณะที่สารยึดติดระบบเธิ์ทแอนด์รีนซ์นั้นเป็นระบบที่มีการใช้งานมาอย่างยาวนาน มีผลการศึกษาทางคลินิกระยะยาวเป็นที่น่าพอใจ จัดว่าเป็นมาตรฐานสูงสุด (gold standard) ของสารยึดติด¹²⁻¹⁵ ทำให้สารยึดติดระบบนี้ยังคงมีการใช้งานอย่างต่อเนื่อง แต่เนื่องจากขั้นตอนการใช้งานที่ค่อนข้างยุ่งยากซับซ้อนและอาจเกิดข้อผิดพลาดได้ง่าย สารยึดติดในระบบเซลล์ฟเธิ์ทซึ่งได้ถูกพัฒนาอย่างต่อเนื่องเพื่อให้สามารถใช้งานได้ง่ายขึ้น คาดหวังว่าจะช่วยลดความซับซ้อนและระยะเวลาในการทำงานลง โดยมีการรวมขั้นตอนการใช้กรดกัด การปรับสภาพผิว และการทาสารเรซินแอดฮีซีฟไว้ในขั้นตอนเดียวเรียกว่า สารยึดติดระบบเซลล์ฟเธิ์ทหนึ่งขั้นตอนหรือออลอินวัน (all-in-one) ยิ่งไปกว่านั้นยังมีสารยึดติดที่บริษัทผู้ผลิตเรียกว่า ยูนิเวอร์แซล แอดฮีซีฟ (universal adhesive) ที่อ้างว่าสามารถใช้งานได้ทั้งระบบเธิ์ทแอนด์รีนซ์ (etch and rinse) เซลล์ฟเธิ์ท (self-etch) หรือการแยกปรับสภาพเคลือบฟันและเนื้อฟัน (selective enamel etching) นอกจากนี้ยังสามารถยึดติดได้กับวัสดุบูรณะทางทันตกรรมหลากหลายชนิดโดยไม่ต้องใช้สารปรับสภาพผิวเพิ่มเติม ซึ่งมีการศึกษาที่แสดงให้เห็นว่า ยูนิเวอร์แซล แอดฮีซีฟ ไม่ว่าจะใช้งานด้วยระบบใดก็ให้ค่าความแข็งแรงยึดติดไม่ต่างจากสารยึดติดที่ใช้อยู่ปัจจุบัน ทั้งระบบเธิ์ทแอนด์รีนซ์ 2 หรือ 3 ขั้นตอน หรือระบบเซลล์ฟเธิ์ท 2 ขั้นตอน¹⁶⁻¹⁹

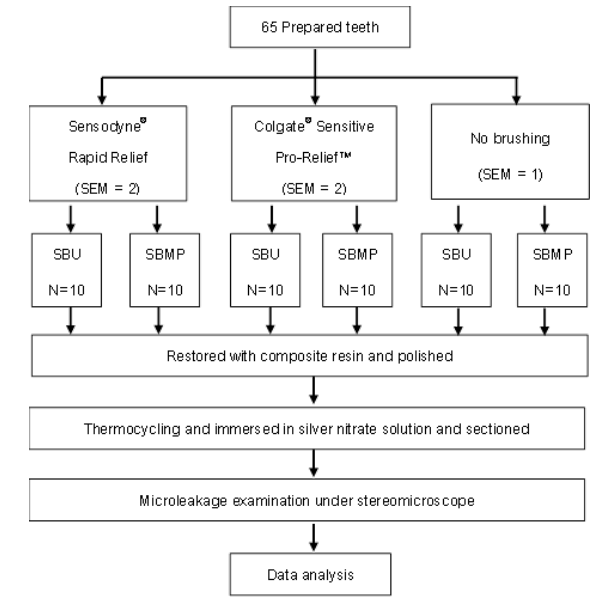
ดังนั้นวัตถุประสงค์ของงานวิจัยคือ เพื่อศึกษาผลของยาสีฟันลดอาการเสียวฟันที่มีส่วนผสมของสตรอนเทียมอะซิเตด ร้อยละ 8 และฟลูออไรด์ 1040 พีพีเอ็ม และยาสีฟันที่มีส่วนผสมของอาร์จินีนร้อยละ 8 แคลเซียมคาร์บอเนต และฟลูออไรด์ 1450 พีพีเอ็ม ต่อประสิทธิภาพของสารยึดติดสองชนิดต่อเนื้อฟันในโพรง

ฟันคลาสไฟว์ที่มีการบูรณะด้วยเรซินคอมโพสิต โดยมีสมมติฐานของงานวิจัยว่า ยาสีฟันลดอาการเสียวฟันแต่ละชนิดมีผลต่อการรั่วซึมระดับจุลภาคของสารยึดติดไม่แตกต่างกันและไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม

วัสดุและวิธีการ

การศึกษานี้ได้รับอนุญาตระเบียบวิธีวิจัยจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ใบอนุญาตเลขที่ 2015-070

แผนผังขั้นตอนการศึกษาแสดงดังรูปที่ 1 ใช้ฟันกรามน้อยแท้ 65 ซี่ โดยปราศจากรอยผุ รอยแตกร้าว และวัสดุบูรณะ นำมาทำความสะอาดโดยการกำจัดเศษเนื้อเยื่อออกจนหมดและขัดฟันด้วยฟั่มมีสผสมน้ำ เก็บฟันในสารละลายไทมอลความเข้มข้นร้อยละ 0.1 ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ไม่เกิน 1 เดือน หลังจากนั้นเปลี่ยนมาแช่น้ำกลั่นก่อนการเตรียมชิ้นงานไม่เกิน 1 สัปดาห์

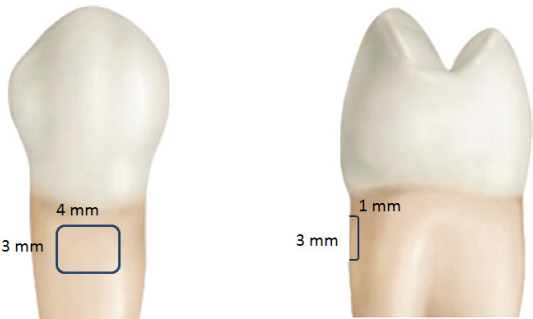


รูปที่ 1 แผนผังขั้นตอนการศึกษา
Figure 1 Diagram of study design

ทำการเตรียมโพรงฟันคลาสไฟว์ด้วยหัวกรอกรากเพชร รูปทรงกระบอกชนิดเร็วขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 มิลลิเมตร ภายใต้ น้ำหล่อเย็น โดยโพรงฟันจะอยู่ต่ำกว่ารอยต่อเคลือบฟันกับเคลือบรากฟัน (cemento-enamel junction) 1 มิลลิเมตร และ

มีขนาดโพรงฟันกว้าง 4 มิลลิเมตร สูง 3 มิลลิเมตร ลึก 1 มิลลิเมตร วัดขนาดโพรงฟันด้วยเครื่องมือตรวจร่องลึกปริทันต์ (periodontal probe) ทั้งนี้ทำการเปลี่ยนหัวกรอเมื่อใช้ทุก ๆ 4 โพรงฟัน โดย

โพรงฟันทุกซี่มีขอบเขตด้านใกล้เหงือกและด้านบดเคี้ยวเป็นเนื้อฟันทั้งหมด ดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 ลักษณะการเตรียมโพรงฟันคลาสไฟว์ที่บริเวณต่ำกว่ารอยต่อเคลือบฟันกับเคลือบรากฟัน 1 มม.
Figure 2 Class V cavity preparation at 1 mm apical to cemento-enamel junction

ฟันที่ได้หลังการกรอเตรียมโพรงฟันแล้วจะนำมาจำลองภาวะเนื้อฟันไวเกินโดยกำจัดชั้นสเมียร์และเปิดท่อเนื้อฟันออกด้วยการใช้กรดพอลิอะคริลิก (polyacrylic acid) ความเข้มข้นร้อยละ 10 ทาให้ทั่วโพรงฟัน 10 วินาที แล้วจึงล้างออกด้วยน้ำเป็นเวลา 20 วินาที จากนั้นทำการแบ่งฟันด้วยการส้อมตัวอย่างแบบง่ายในขั้นตอนแรกออกเป็น 3 กลุ่ม แบ่งเป็นกลุ่มที่ใช้ยาสีฟันลดเสียวฟัน 2 ชนิด กลุ่มละ 22 ซี่ (ในแต่ละกลุ่มที่ใช้ยาสีฟันลดเสียวฟันจะนำฟัน 2 ซี่ไปตรวจดูการอุดตันท่อเนื้อฟันหลังการแปรงฟันด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด) และกลุ่มควบคุม 21 ซี่ (นำฟัน 1 ซี่ไปตรวจดูท่อเนื้อฟันด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด เพื่อเป็นกลุ่มควบคุม) หลังจากนั้นทำการแบ่งฟันด้วยการส้อมอย่างง่ายอีกครั้ง เป็น 6 กลุ่มย่อย กลุ่มละ 10 ซี่ ตามชนิดของยาสีฟันและสารยึดติด

เตรียมยาสีฟันลดเสียวฟัน ดังตารางที่ 1 โดยละลายยาสีฟัน 15 กรัม ในน้ำกลั่น 45 มิลลิตร ใส่ลงในกระบอกที่ใช้เตรียมสำหรับการแปรงฟัน จากนั้นแปรงโดยใช้ขนแปรงนุ่มปานกลาง (AIM, Mykie Co. Ltd., ประเทศไทย) วางแปรงตั้งฉากกับผิวฟันโดยใช้แรงคงที่ (200 กรัม) 250 ครั้งต่อนาที เป็นเวลา 2 นาที ด้วยเครื่องแปรงฟันอัตโนมัติ (V-8 Cross Brushing Machine, SABRI Dental Enterprise, Inc., USA) กำจัดยาสีฟันส่วนเกินออกด้วยการล้างน้ำกลั่นเวลา 10 วินาที ทำการแปรงฟันวันละ 2 ครั้ง เป็นเวลา 3 วัน ในระหว่างขั้นตอนการแปรงฟัน ช่วงเวลาที่ไม่ได้แปรงฟันจะเก็บฟันโดยแช่ไว้ในน้ำลายเทียม จากนั้นนำตัวอย่างฟันในแต่ละกลุ่มที่ใช้ยาสีฟันต่างชนิดกันกลุ่มละ 2 ซี่ ไปตรวจดูการอุดตันท่อเนื้อฟันหลังการแปรงฟันด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด ก่อนจะนำฟันที่เหลือในแต่ละกลุ่มไปทำการบูรณะต่อ

ตารางที่ 1 ส่วนประกอบสำคัญของยาสีฟันที่ใช้ในการศึกษา
Table 1 Major composition of tested toothpaste

Product	Manufacturer	Active Ingredients
Sensodyne® Rapid Relief	GlaxoSmithKline Ltd., UK	Strontium acetate, Sodium fluoride, Silica
Colgate® Sensitive Pro-Relief™	Colgate-Palmolive, Thailand	Arginine, bicarbonate, Calcium carbonate, Sodium silicate, Sodium monofluorophosphate

ทำการบูรณะโพรงฟันโดยใช้สารยึดติดตามกลุ่มทดลอง แบ่งเป็น ยูนิเวอร์แซล แอดฮีซีฟ ที่ใช้ในระบบเซลล์พีเอช ได้แก่ สก๊อตช์บอนด์ยูนิเวอร์แซล (Scotchbond™ Universal) และสาร

ยึดติดระบบเอ็ทซ์แอนดรีนซ์ 3 ขั้นตอน ได้แก่ สก๊อตช์บอนด์มัลติ เพอโพส (Scotchbond™ Multi-Purpose) ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงส่วนประกอบของสารยึดติดที่ใช้ในการวิจัย
Table 2 Major composition of tested dental adhesive

Product (Manufacturer)	Composition
Scotchbond™ Universal Adhesive (3M ESPE, USA)	10-MDP, Dimethacrylate resins, HEMA, Polyalkenoic acid copolymer, Filler, Ethanol, Water, Initiators, Silane
Scotchbond™ Multi-Purpose Adhesive (3M ESPE, USA)	Primer: HEMA, Polyalkenoic acid copolymers, water Adhesive: Bis-GMA, HEMA, EMAB, Polyalkenoic acid co-polymers

10-MDP = (10-methacryloyloxydecyl dihydrogen phosphate : MDP), HEMA = 2-hydroxyethylmethacrylate, Bis-GMA = Bis-phenol-A-bis-(2-hydroxy-3-methacryloxypropyl) ether, EMAB = N-Ethyl-N-methyl-2-aminobutane

สำหรับกลุ่ม SU, CU และ NU จะใช้ยูนิเวอร์แซล แอดฮีซีฟ ในระบบเซลล์พีเอช ได้แก่ สก๊อตช์บอนด์ยูนิเวอร์แซล โดยทาสารยึดติดลงไปทีฟัน (ปริมาตร 10 ไมโครลิตร) และถูไปมาเบา ๆ ประมาณ 25-30 ครั้ง เป็นเวลา 20 วินาที แล้วเป่าลมสะอาด เป็นเวลา 5 วินาที ฉายแสงเป็นเวลา 20 วินาที

สำหรับกลุ่ม SM, CM และ NM จะใช้สารยึดติดระบบเอ็ทซ์แอนดรีนซ์ 3 ขั้นตอน ได้แก่ สก๊อตช์บอนด์มัลติเพอโพส โดยเตรียมผิวฟันด้วยกรดฟอสฟอริกความเข้มข้นร้อยละ 32 ทาให้ทั่วโพรงฟัน 15 วินาที และล้างกรดออกด้วยน้ำ 15 วินาที แล้วใช้ลมเป่าให้หมดเป็นเวลา 5 วินาที ทาสารไพรเมอร์ทิ้งไว้ 10 วินาที แล้วเป่าลมเบา ๆ เป็นเวลา 5 วินาที หลังจากนั้นทาสารยึดติดแล้วเป่าลมให้แห้งยึดติดเป็นชั้นบาง ๆ ฉายแสงเป็นเวลา 20 วินาที

ในทุกกลุ่มการทดลองจะควบคุมแรงลมในการเป่าที่ความดันลม 1 บาร์ โดยวางตำแหน่งปลายแท่งสเปร์ย์ห่างจากโพรงฟัน 1 เซนติเมตรและฉายแสงด้วยเครื่องฉายแสงแอลอีดี (Elipar-Trilight, 3M, USA) ที่ความเข้ม 1,100 มิลลิวัตต์ต่อตารางเซนติเมตร ซึ่งการฉายแสงทุกครั้งจะใช้แผ่นพลาสติกใสวางแนบกับขอบโพรงฟันก่อน แล้วจึงวางปลายกระบอกนำแสงให้ชิดกับแผ่นพลาสติกใสก่อนการฉายแสง เพื่อให้ได้ระยะการฉายแสงที่คงที่ในทุกโพรงฟัน ทั้งนี้จะทำการตรวจสอบความเข้มแสงของเครื่องฉายแสงด้วยเครื่องเรดิโอมิเตอร์ (Optilux Radiometer, Kerr, Orange, CA, USA) ทุก ๆ การฉายแสง 4 โพรงฟัน

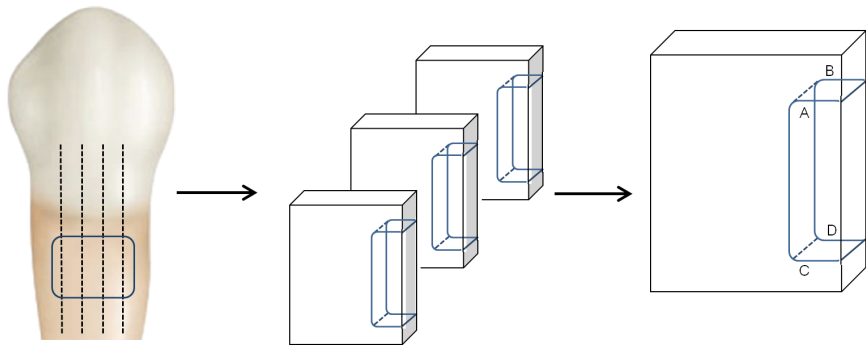
ฟันทุกซี่ได้รับการบูรณะด้วยเรซินคอมโพสิต (Filtek™ Z3 50 shade A3 body, 3M ESPE, USA) เป็นชั้นเดียวหนา 1 มิลลิเมตร

และวางแผ่นพลาสติกใสให้แนบกับวัสดุบูรณะและขอบโพรงฟัน แล้วจึงวางปลายกระบอกนำแสงให้ชิดกับแผ่นพลาสติกใสก่อนฉายแสงเป็นเวลา 40 วินาที หลังจากบูรณะเสร็จจัดแต่งวัสดุด้วยหัวขัดเรซินคอมโพสิตชนิดแผ่นพลาสติกเคลือบอลูมิเนียมออกไซด์สีแดงแดงส้ม ส้ม และเหลือง (Sof-Lex™ XT disc, 3M ESPE, USA) ตามลำดับ โดยผ่านน้ำ แล้วทำการเก็บฟันในน้ำกลั่นอุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำไปจำลองการใช้งานด้วยการทำเทอร์โมไซคลิง จำนวน 1,000 รอบ ระหว่างอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส และ 55 องศาเซลเซียส โดยกำหนดเวลาในการแช่รอบละ 15 วินาที และใช้ระยะเวลาเคลื่อนย้ายระหว่างอุณหภูมิเป็น 10 วินาที

ก่อนการทดสอบการรั่วซึมระดับจุลภาค ฟันตัวอย่างทุกซี่ในแต่ละกลุ่มจะถูกนำมาเคลือบด้วยน้ำยาทาเล็บ 2 ชั้น โดยเว้นช่องห่างจากวัสดุบูรณะ 1 มิลลิเมตรโดยรอบ เพื่อป้องกันการแทรกซึมของสีในตำแหน่งที่ไม่ต้องการ จากนั้นนำฟันตัวอย่างไปแช่ในสารละลายซิลเวอร์ไนเตรด (Ammoniacal AgNO₃) ที่มีความเป็นกรด-ด่าง (pH) เท่ากับ 9.5 และมีความเข้มข้นร้อยละ 50 โดยน้ำหนัก เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นนำฟันมาล้างให้สะอาดและแช่ในสารละลายน้ำยาล้างภาพเป็นเวลา 8 ชั่วโมงในห้องมืดภายใต้แสงฟลูออเรสเซนซ์ หลังแช่ขึ้นฟันตามเวลาที่กำหนดจึงนำไปล้างผ่านน้ำเป็นเวลา 10 นาที แล้วตัดขึ้นฟันตัวอย่างตามแนวใกล้แก้ม-ใกล้ลิ้น ออกเป็น 3 ชิ้น ด้วยเครื่องตัดความเร็วต่ำ (Isomet 1000, Buehler, Lake Bluff, IL, USA) ให้แต่ละชิ้นมีความหนาโดยประมาณ 0.7 มิลลิเมตร จะได้ชิ้นฟันในการประเมินเป็น 12

ตำแหน่งต่อฟัน 1 ซี่ ดังรูปที่ 3 ทำการตรวจสอบการรั่วซึมที่บริเวณรอยต่อของวัสดุบูรณะและฟันภายใต้กล้องจุลทรรศน์ชนิด

สเตอริโอที่กำลังขยาย 20 เท่า โดยประเมินตามเกณฑ์การประเมินการแทรกซึม ดังตารางที่ 3



รูปที่ 3 แสดงวิธีการตัดชิ้นงานและตำแหน่งการประเมินการรั่วซึม โดย A และ B เป็นตำแหน่งผนังโพรงฟันด้านบดเคี้ยว C และ D เป็นตำแหน่งผนังโพรงฟันด้านเหงือก

Figure 3 Cutting of specimen and microleakage assessment position. A and B were the occlusal wall of cavity while C and D were the gingival wall of the cavity.

ตารางที่ 3 แสดงเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินการรั่วซึมระดับจุลภาค

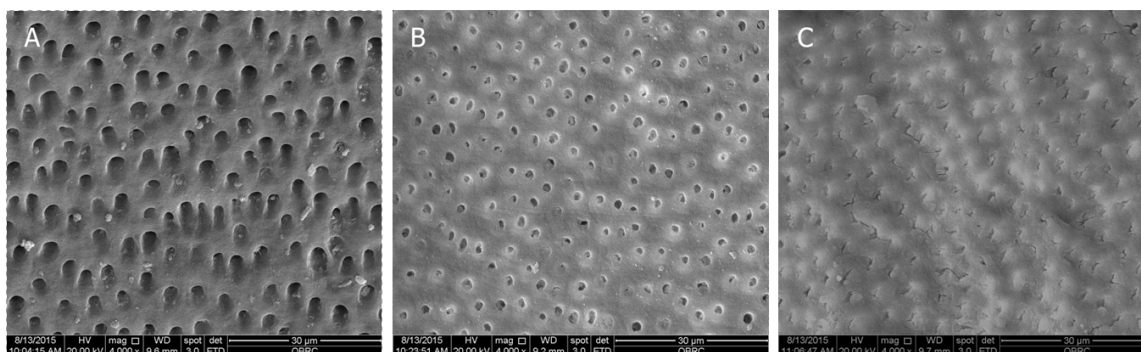
Table 3 Criteria for microleakage assessment

Score	Criteria
0	No dye penetration
1	Dye penetration up to 1/3 of the cavity depth
2	Dye penetration greater than 1/3 of the cavity depth, but less than 2/3 of the cavity depth
3	Dye penetration greater than 2/3 of the cavity depth, but not along the axial wall of the cavity
4	Dye penetration along the axial wall of the cavity

วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมเอสพีเอสเอส (SPSS statistics version 22) โดยใช้การทดสอบสถิติของครัสคาลและวัลลิส (Kruskal-Wallis Test) เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของการใช้ยาสีฟันลดเสียวฟันต่อสารยึดติด และใช้การทดสอบสถิติแมน-วิทนี (Mann-Whitney Test) เปรียบเทียบความแตกต่างของการรั่วซึมระดับจุลภาคของแต่ละกลุ่ม กำหนดระดับนัยสำคัญในการวิเคราะห์ที่ $P<0.05$

ผลการศึกษา

ผลการสั่มชิ้นงานภายหลังการแปรงฟันด้วยยาสีฟันลดเสียวฟันทั้งสองชนิดและกลุ่มควบคุมตรวจด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดแสดงตัวอย่างในรูปที่ 4 โดยจะเห็นว่ากลุ่มควบคุมมีการเปิดออกของท่อเนื้อฟันอย่างชัดเจน ในขณะที่กลุ่มของยาสีฟันคอลเกตเซนซิทีฟโปรรีลีฟและยาสีฟันเซ็นโซดาเยนแรพพิตรีลีฟ มีการอุดตันของท่อเนื้อฟันอยู่ โดยจะพบการอุดตันมากกว่าในชิ้นงานที่ใช้ยาสีฟันเซ็นโซดาเยนแรพพิตรีลีฟ

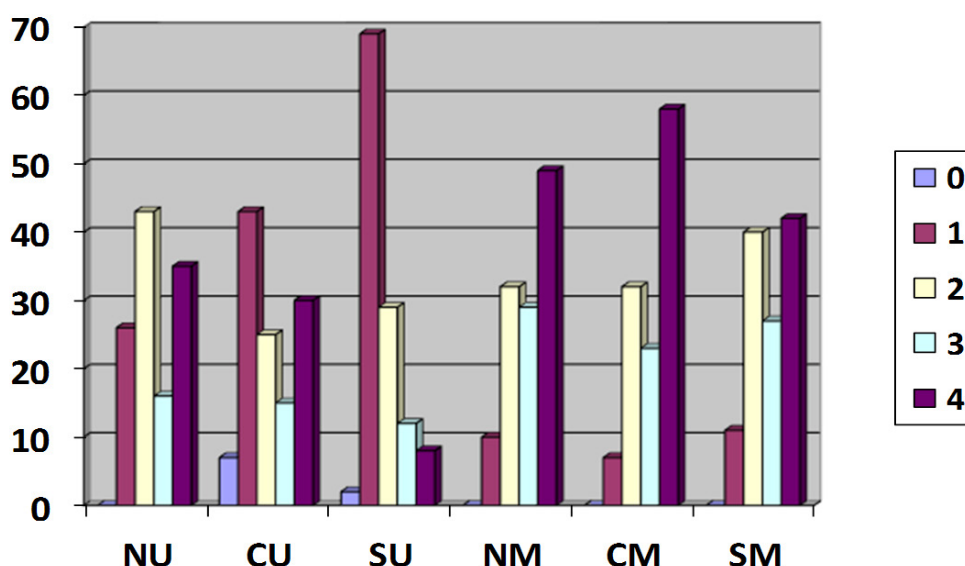


รูปที่ 4 แสดงภาพชิ้นงานตัวอย่างจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด A) แสดงกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้มีการแปรงฟันพบว่า ไม่มีชั้นสเมียร์ปกคลุมอยู่ และมีการเปิดออกของท่อเนื้อฟันอย่างชัดเจน B) แสดงการอุดตันท่อเนื้อฟันของกลุ่มยาสีฟันคอลเกตเซนซิทีฟโปรรีลลิฟ และ C) แสดงการอุดตันท่อเนื้อฟันของกลุ่มยาสีฟันเซ็นโซไดนแรพิดรีลลิฟ

Figure 4 SEM micrographs A) no brushing group as control group showed the smear layer was removed and the dentinal tubules orifices were opened B) showed dentinal tubule obstruction of Colgate® Sensitive Pro-Relief™ group C) showed dentinal tubule obstruction of Sensodyne® Rapid Relief group

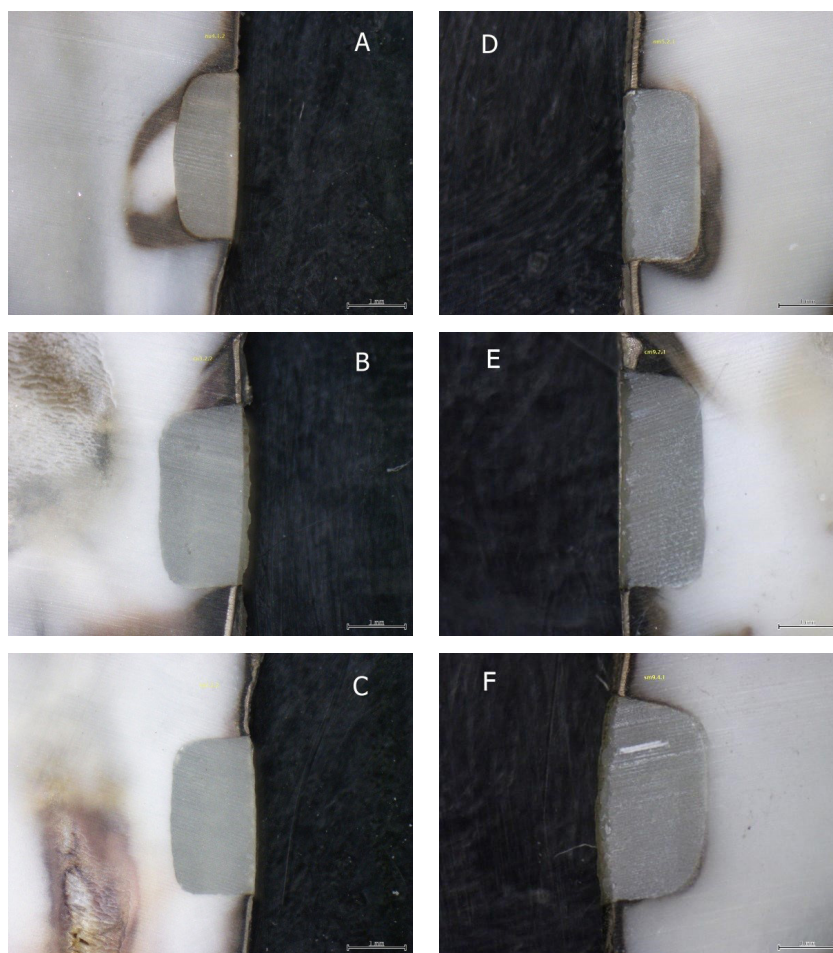
จากผลการศึกษาแสดงความถี่ของระดับการรั่วซึมระดับจุลภาคในชิ้นงานตัวอย่างดังรูปที่ 5 พบว่าทั้งกลุ่มที่มีการแปรงฟันด้วยยาสีฟันคอลเกตเซนซิทีฟโปรรีลลิฟ ยาสีฟันเซ็นโซไดนแรพิดรีลลิฟ และกลุ่มที่ไม่ได้แปรงฟัน เมื่อมีการใช้สารยึดติดสก็อตช์บอนด์มัลติเพอโพล จะพบการรั่วซึมมากกว่ากลุ่มที่ใช้สารยึดติดสก็อตช์บอนด์ยูนิเวอร์แซลอย่างมีนัยสำคัญ รูปตัวอย่างการรั่วซึมดังแสดงในรูปที่ 6 และเมื่อทำการเปรียบเทียบในแต่ละกลุ่มของสารยึดติด กลุ่มที่ใช้สารยึดติดสก็อตช์บอนด์ยูนิเวอร์แซลทั้งสาม

กลุ่มมีการรั่วซึมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยพบว่า กลุ่มที่ไม่ได้แปรงฟันมีการรั่วซึมมากที่สุด รองลงมาคือ กลุ่มที่ใช้ยาสีฟันคอลเกตเซนซิทีฟโปรรีลลิฟ และกลุ่มที่ใช้ยาสีฟันเซ็นโซไดนแรพิดรีลลิฟ ตามลำดับ ในขณะที่กลุ่มที่ใช้สารยึดติดสก็อตช์บอนด์มัลติเพอโพลจะพบว่า กลุ่มยาสีฟันคอลเกตเซนซิทีฟโปรรีลลิฟมีการรั่วซึมมากกว่ากลุ่มไม่แปรงฟันและกลุ่มยาสีฟันเซ็นโซไดนแรพิดรีลลิฟ ตามลำดับ แต่ทั้งสามกลุ่มนั้นไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ



รูปที่ 5 แผนภูมิแท่งแสดงความถี่ของระดับการรั่วซึมระดับจุลภาคในชิ้นงานตัวอย่าง

Figure 5 The frequency of microleakage score of the specimens



รูปที่ 6 ภาพชิ้นงานตัวอย่างจากกล้องจุลทรรศน์สเตอริโอที่กำลังขยาย 20 เท่า แสดงการรั่วซึมบริเวณรอยต่อของวัสดุบูรณะ A) แสดงการรั่วซึมในกลุ่ม NU มีการรั่วซึมระดับ 4 B) แสดงการรั่วซึมในกลุ่ม CU มีการรั่วซึมระดับ 3 ที่ผนังโพรงฟันด้านบดเคี้ยว และการรั่วซึมระดับ 2 ที่ผนังโพรงฟันด้านเหงือก C) แสดงการรั่วซึมในกลุ่ม SU มีการรั่วซึมระดับ 1 D) แสดงการรั่วซึมในกลุ่ม NM มีการรั่วซึมระดับ 4 E) แสดงการรั่วซึมในกลุ่ม CM การรั่วซึมระดับ 4 ที่ผนังโพรงฟันด้านบดเคี้ยว และการรั่วซึมระดับ 3 ที่ผนังโพรงฟันด้านเหงือก และ F) แสดงการรั่วซึมในกลุ่ม SM มีการรั่วซึมระดับ 4

Figure 6 Stereomicroscope of microleakage specimens at x 20 magnification A) showed leakage score = 4 of NU group B) showed leakage score = 3 at occlusal wall and leakage score = 2 at gingival wall of CU group C) showed leakage score = 1 of SU group D) showed leakage score = 4 of NM group E) showed leakage score = 4 at occlusal wall and leakage score = 3 at gingival wall of CM group and F) showed leakage score = 4 of SM group

ในการศึกษาครั้งนี้มีการจำลองรอยโรคที่บริเวณรากฟัน ทำให้การยึดติดที่ได้เป็นการยึดติดกับเนื้อฟันทั้งหมด ผลการศึกษาจึงพบการรั่วซึมได้มาก เพราะการยึดติดกับเนื้อฟันนั้นทำได้ยากกว่าการยึดติดกับเคลือบฟันและมีข้อจำกัดจากหลายสาเหตุ เช่น ลักษณะองค์ประกอบและโครงสร้างของเนื้อฟันที่มีสารอินทรีย์อยู่มาก เมื่อโดนกรดกัดจะมีการกำจัดแร่ธาตุที่อยู่รอบท่อเนื้อฟัน (peritubular dentin) และระหว่างท่อเนื้อฟัน (intertubular dentin) ทำให้คอลลาเจนมีโอกาที่จะหลุดตัวได้ง่าย และเมื่อรวมกับคอลลาเจนที่เหลืออยู่ในชั้นสเมียร์ อาจทำให้เกิดชั้นคอลลาเจน

หนาที่เป็นอุปสรรคต่อการแทรกซึมของสารยึดติด ประกอบกับเรซินที่อยู่ในสารยึดติดมีลักษณะไม่ชอบน้ำ (hydrophobic) ทำให้ไม่สามารถเข้าไปแทนที่ส่วนของท่อเนื้อฟันที่มีของเหลวในท่อเนื้อฟัน (dentinal fluid) อยู่ได้ ยิ่งไปกว่านั้นเมื่อกรดกัดที่บริเวณรอบท่อเนื้อฟันจะทำให้เกิดลักษณะกรวย (funnel shaped) จึงไม่เกิดการยึดติดทางกลอีกด้วย²⁰

ขั้นตอนการจำลองการเสียวฟัน จะมีการใช้กรดฟอสฟอริกเพื่อเปิดท่อเนื้อฟันออก ซึ่งกรดฟอสฟอริกนี้มีค่าความเป็นกรดต่างประมาณ 1.85²¹ ซึ่งสารปรับสภาพผิวฟันที่มีความเป็น

กรดรุนแรงระดับปานกลาง จึงเกิดการละลายชั้นสเมียร์และสเมียร์พลัคออกทั้งหมดในชั้นสเมียร์ที่บาง และอาจจะเหลือบางส่วนในกรณีที่ชั้นสเมียร์หนา ดังนั้นเมื่อมีการปรับสภาพฟันด้วยกรดพอลิอะคริลิกแล้ว ก็จะทำให้การซึมผ่านของเนื้อฟันเพิ่มมากขึ้น เป็นผลให้พื้นผิวของเนื้อฟันมีความชื้นซึ่งส่งผลต่อคุณภาพของการยึดติดตามมา²² ดังนั้นจึงเป็นไปได้ว่า กลุ่มที่ไม่ได้แปรงฟันที่มีการใช้กรดพอลิอะคริลิกเตรียมผิวฟันก่อนขั้นตอนการใช้สารยึดติด ได้มีการกำจัดชั้นสเมียร์ออกไปแล้ว และเมื่อทำขั้นตอนการยึดติดที่จะต้องมีการปรับสภาพผิวฟันซ้ำอีกครั้ง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกลุ่มของสารยึดติดสก็อตช์บอนด์มัลติเพอโพลที่เป็นสารยึดติดระบบเอ็ทซ์แอนด์รินซ์ จึงทำให้เกิดการสูญเสียแร่ธาตุที่เนื้อฟันมากเกินไปจนการแทรกซึมของเรซินโมโนเมอร์อาจเกิดไม่สมบูรณ์²³ เป็นจุดเริ่มต้นของการเสื่อมสลายการยึดติด (bond degradation) จึงอาจทำให้เกิดการรั่วซึมที่มากกว่า ร่วมกับมีการจำลองการใช้งานด้วยการทำเทอร์โมไซคลิก ซึ่งจะทำให้เกิดผลได้ใน 2 ทาง อย่างแรกคือ น้ำที่มีอุณหภูมิสูงอาจจะกระตุ้นการเกิดไฮโดรไลซิสที่บริเวณรอยต่อทำให้มีการเสื่อมสลายของคอลลาเจนที่ไม่ได้ถูกปกป้องและเกิดการหลุดออกของเรซินที่ไม่ได้บ่มตัวอย่างสมบูรณ์หรืออย่างที่สอง จากที่ค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวจากความร้อนของวัสดุบูรณะและฟันแตกต่างกัน เมื่อมีการขยายตัวและหดตัวซ้ำ ๆ จะเกิดความเค้นที่รอยต่อของฟันและวัสดุ ซึ่งความเค้นที่เกิดขึ้นนี้อาจนำไปสู่การรุกรานของรอยแยกไปตามรอยต่อได้¹²

ชั้นสเมียร์ (smear layer) เกิดขึ้นจากขั้นตอนการเตรียมฟัน จะปกคลุมอยู่บนเนื้อฟันและแทรกซึมลงไปในท่อเนื้อฟันเกิดเป็นสเมียร์ปลัค (smear plugs) ในขั้นนี้จะประกอบไปด้วยคอลลาเจนที่เสื่อมสภาพปะปนอยู่กับแร่ธาตุ ซึ่งจะเปลี่ยนแปลงไปตามความลึกของเนื้อฟัน ชั้นสเมียร์นี้เองอาจเป็นจุดอ่อนของการยึดติดกับเนื้อฟันด้านใต้²⁰ ชั้นสเมียร์จะไปอุดตันท่อเนื้อฟัน ลดการซึมผ่านในเนื้อฟัน (dentin permeability) ทำให้การเคลื่อนที่ของของเหลวในท่อเนื้อฟันลดลง²² การศึกษาของ Carlo และคณะ พบว่าการแปรงฟันอาจทำให้เพิ่มความเสียหายในการกำจัดชั้นสเมียร์และเกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างเนื้อฟัน ส่งผลให้มีการซึมผ่านของชั้นเนื้อฟัน และการเสียวฟันมากขึ้น นอกจากนี้ถ้าหากมีการแปรงฟันร่วมกับการใช้ยาสีฟัน จะเกิดการเปลี่ยนแปลงชั้นสเมียร์โดยมียาสีฟันเข้าไปผสมอยู่ในชั้นสเมียร์บนท่อเนื้อฟันและระหว่างท่อเนื้อฟัน โดยยาสีฟันส่วนใหญ่จะไม่ทำให้เกิดชั้นสเมียร์ที่ช่วยอุดตันท่อเนื้อฟันได้²⁴ และอีกการศึกษาของ Absi และคณะ พบว่าการแปรงฟันบนเนื้อฟันที่ผ่านกรดกัดมาแล้วจะช่วยเพิ่มการดูดซึมสารต่าง ๆ เข้าไปยังผิวของเนื้อฟันได้และเพิ่มการอุดตันได้มากขึ้น โดยการแปรงฟันไม่เพียงแค่อุดตันสารที่อยู่ในยาสีฟันหลุดเสียว แต่ยังมี

การขัดสีผิวฟันทำให้เกิดชั้นสเมียร์ขึ้นอีกด้วย แต่ถ้าหากว่ามีการล้างน้ำ สารจากยาสีฟันก็จะหลุดออก คงไว้เพียงแค่ผลของการขัดสีที่เนื้อฟันโดยมีขนาดท่อเนื้อฟันที่เล็กลงและการอุดตันที่ท่อเนื้อฟัน นอกจากนี้ถ้ามีการสัมผัสกับกรดภายหลังก็จะพบว่ายาสีฟันที่อุดตันอยู่ส่วนมากจะถูกกำจัดออกและกำจัดชั้นสเมียร์ที่เกิดจากการแปรงฟันด้วย ทำให้สภาพภายหลังการสัมผัสกรดกลับไปเหมือนลักษณะที่เนื้อฟันสัมผัสกรดครั้งแรกอีกครั้ง²⁵ ซึ่งก็น่าจะเป็นสาเหตุที่ผลการศึกษาในครั้งนี้ที่ เมื่อมีการใช้สารยึดติดสก็อตช์บอนด์มัลติเพอโพลทั้งหลังจากการแปรงฟันด้วยยาสีฟันหลุดเสียวและกลุ่มที่ไม่ได้แปรงฟันนั้นไม่มีความแตกต่างกัน เนื่องมาจากเนื้อฟันมีการสัมผัสกรดซ้ำในขั้นตอนการใช้สารยึดติดที่เป็นระบบเอ็ทซ์แอนด์รินซ์ สอดคล้องกับการศึกษาก่อนหน้าที่พบว่า ชั้นสเมียร์ที่เกิดขึ้นไม่ว่าจากวิธีใดก็ตามไม่มีผลต่อการยึดติดของสารยึดติดระบบเอ็ทซ์แอนด์รินซ์^{26,27}

ยาสีฟันหลุดเสียวฟันที่มีส่วนผสมของสตรอนเทียมจะสร้างชั้นที่ต่อเนื่องกันบนผิวและในท่อเนื้อฟัน ซึ่งน่าจะเกิดมาจากการแลกเปลี่ยนไอออนระหว่างสตรอนเทียมและแคลเซียมในฟันตามด้วยการตกตะกอนและเกิดเป็นไฮดรอกซีอะพาไทต์ที่มีสตรอนเทียมเข้าไปแทนที่แคลเซียม²⁸ ซึ่งการคงอยู่ของสตรอนเทียมนั้นก็ขึ้นอยู่กับกรรมวิธีอย่างเช่น ซิลิกา ปรากรูอยู่ โดยซิลิกาจะถูกรวมเข้าไว้กับสารขัดที่ยาสีฟันและมีคุณสมบัติช่วยปกคลุมพื้นผิวและอุดท่อเนื้อฟันได้อย่างดี นอกจากนี้ยังสามารถต้านทานต่อการกัดได้อีกด้วย²⁹ ในขณะที่ยาสีฟันหลุดเสียวฟันที่มีส่วนผสมของโปร-อาร์จินีน™ (ProArgin™) ซึ่งเป็นอาร์จินีนที่มีความเข้มข้นร้อยละ 8 ร่วมกับไบคาร์บอเนตและแคลเซียมคาร์บอเนต โดยอาร์จินีนนั้นเป็นกรดอะมิโนที่มีประจุบวก ในขณะที่ไบคาร์บอเนตเป็นตัวบัฟเฟอร์ความเป็นกรดต่าง และแคลเซียมคาร์บอเนตนั้นจะเป็นแหล่งของแคลเซียม ส่วนประกอบเหล่านี้จะช่วยคงสภาพความเป็นกรดต่างของน้ำลายและช่วยในการอุดตันท่อเนื้อฟันโดยการสร้างไกลโคโปรตีนบนผิวฟัน³⁰ กลไกในการทำงานของโปร-อาร์จินีน™ เพื่อช่วยลดอาการเสียวฟันนั้นเริ่มจากอาร์จินีนจะเปลี่ยนเป็นอาร์จินีนไบคาร์บอเนตและเกิดการรวมตัวเป็นกลุ่มที่เป็นประจุบวกและจับเข้ากับผิวฟันและท่อเนื้อฟัน จากนั้นความแตกต่างของกลุ่มก่อนนี้จะทำให้แคลเซียมคาร์บอเนตและแคลเซียมฟอสเฟตมาตกตะกอนบนผิวฟันตามมา³¹ Parkinson และคณะ ศึกษาผลของการใช้ยาสีฟันที่มีส่วนผสมของสตรอนเทียมต่อการอุดตันท่อเนื้อฟัน โดยใช้การแปรงฟันวันละ 2 ครั้ง เป็นเวลา 4 วัน และนำไปตรวจดูด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด พบว่ายาสีฟันที่มีส่วนผสมของสตรอนเทียมอะซิเตตทำให้เกิดการอุดตันท่อเนื้อฟันได้อย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมที่มีการแปรงด้วยน้ำ

เปล่า นอกจากนี้ยังพบว่ายาสีฟันที่มีส่วนผสมของสตรอนเทียมอะซิเตดมีการอุดฟันที่เนื้อฟันได้ดีกว่ายาสีฟันที่มีส่วนผสมของอาร์จินีนอีกด้วย²⁹ ในขณะที่การศึกษาของ Salvatore และคณะ ใช้ยาสีฟันคอลเกตเซนซิทีฟโปรรลิฟทดสอบลงไปบนเนื้อฟันภายหลังจากโดนกรัดกัด พบว่าเนื้อฟันมีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาดเล็กลง โดยแสดงลักษณะการอุดฟันเพียงบางส่วนในเนื้อฟันเท่านั้น³² โดยผิวฟันภายหลังการใช้ยาสีฟันจะมีการสะสมของแร่ธาตุแคลเซียมมากขึ้น ซึ่งน่าจะเป็นแร่ธาตุที่มีอยู่ในยาสีฟัน แต่เมื่อนำฟันที่มีการอุดฟันของยาสีฟันลดเสียวฟันไปสัมผัสกรัดอีกครั้ง จะทำให้การอุดฟันที่ผิวด้านบนนั้นหลุดออกไป เหลือเพียงสภาพของเนื้อฟันที่เหมือนกับการโดนกรัดกัด³³ สอดคล้องกับผลการศึกษาครั้งนี้ที่พบว่า กลุ่มที่แปรงฟันด้วยยาสีฟันคอลเกตเซนซิทีฟโปรรลิฟมีการรื้อซึมเกิดขึ้นได้มากกว่ากลุ่มที่แปรงฟันด้วยยาสีฟันเซ็นโซดาวันแรพพิรลิฟ

จากผลการศึกษาที่พบการรื้อซึมในสารยึดติดระบบเซลล์ไธท์น้อยกว่าสารยึดติดในระบบเอ็ทซ์แอนดรีนซ์ อาจเป็นเพราะสารยึดติดที่มีการใช้กรัดกัดเนื้อฟันได้ลึกกว่ามักจะพบว่าเกิดการรื้อซึมระดับนาโนได้มากกว่า³⁴ จากกระบวนการที่ใช้กรัดกัดทำให้แร่ธาตุด้านบนสูญเสียไป และในทางปฏิบัติจริงนั้นเรซินไม่สามารถเข้าไปแทนที่ได้อย่างสมบูรณ์ เกิดเป็นช่องว่างใต้ชั้นไฮบริดและไม่มี การห่อหุ้มส่วนของคอลลาเจนที่เป็ดออก ดังนั้นจึงเป็นจุดที่ง่ายต่อการเสื่อมสลาย ในขณะที่สารยึดติดระบบเซลล์ไธท์จะมีการกำจัดแร่ธาตุที่เนื้อฟันเพียงบางส่วน และหลงเหลือผลึกของไฮดรอกซีอะพาไทต์รอบคอลลาเจน ทำให้การยึดติดอาจเกิดขึ้นได้ 2 กลไก คือ การยึดติดทางเคมีและการยึดติดทางกลระดับจุลภาค³⁵ โดยสารยึดติดระบบเซลล์ไธท์ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้มีส่วนประกอบของ10-เอ็มดีพี (10-methacryloyloxydecyl dihydrogen phosphate : MDP) ซึ่งเป็นที่ทราบกันว่า10-เอ็มดีพีจะเกิดพันธะเคมีกับประจุของแคลเซียมที่อยู่ในฟัน ทำให้ได้เกลือของเอ็มดีพีและแคลเซียม (MDP-Calcium salts) ที่มีความเสถียร ตามหลักการเอ็ดคอนเซ็ปต์ (adhesion-decalcification concept; AD concept) โดยที่เกลือที่เกิดขึ้นเหล่านี้จะไปสะสมอยู่ที่รอยต่อของชั้นแอตฮิซฟ เกิดการรวมตัวเป็นชั้นระดับนาโน (self-assembled nanolayers) ส่งผลให้สารแอตฮิซฟที่มี10-เอ็มดีพีเป็นองค์ประกอบนั้น มีประสิทธิภาพที่ดีในการยึดติดกับเนื้อฟันได้ในระยะยาว³⁶ นอกจากนี้สารยึดติดสก็อตช์บอนด์ยูนิเวอร์แซล ยังมีโคพอลิเมอร์ของกรดพอลิอัลคีนอิก (polyalkenoic acid copolymer) ที่ทำให้เกิดพันธะเคมี โดยหมู่คาร์บอกซิลที่สามารถจับกับไฮดรอกซีอะพาไทต์ได้ด้วยการเกิดพันธะไอออนิกกับแคลเซียม³⁷ แตกต่างจากสารยึดติดสก็อตช์บอนด์มัลติเพอโอสที่มีส่วนผสม

ของ10-เอ็มดีพีในสารยึดติด ส่งผลให้เมื่อผ่านการทำเทอร์โมไซคลิก กลุ่มที่ใช้สารยึดติดสก็อตช์บอนด์ยูนิเวอร์แซลมีเสถียรภาพของการยึดติดมากกว่าและเกิดการรื้อซึมน้อยกว่ากลุ่มที่ใช้สารยึดติดสก็อตช์บอนด์มัลติเพอโอสอย่างมีนัยสำคัญ และจากผลการศึกษาครั้งนี้ที่พบว่าการใช้สารยึดติดสก็อตช์บอนด์ยูนิเวอร์แซลในกลุ่มที่ไม่ได้แปรงฟันมีการรื้อซึมได้มากที่สุด น่าจะสอดคล้องกับข้อมูลข้างต้นที่10-เอ็มดีพีจะเกิดพันธะเคมีกับแคลเซียมที่ฟัน แต่กลุ่มที่ไม่ได้แปรงฟันนั้นมีการเตรียมฟันเพียงแค่อัดครีเอทีฟออกให้ผิวฟันเท่านั้น ทำให้มีการสูญเสียแคลเซียมออกไปจากเนื้อฟันแล้ว จึงเป็นไปได้ว่าไม่มีแคลเซียมเพียงพอที่จะเกิดพันธะเคมีกับ10-เอ็มดีพีได้ ตรงกันข้ามกับการศึกษาของ Saisopa และคณะ ที่พบว่าผลจากการใช้ยาสีฟันลดเสียวฟันอาจลดกำลังแรงยึดแบบดึงระดับจุลภาคของสารยึดติดต่อเนื้อฟันได้³⁸ เมื่อเทียบกับกลุ่มที่ไม่ได้ใช้ยาสีฟันลดเสียวฟัน ซึ่งอาจเกิดจากการใช้สารยึดติดที่ต่างกันและเป็นไปได้ว่าวิธีการทดสอบโดยดูการรื้อซึมระดับจุลภาคอาจไม่สัมพันธ์กับผลการทดสอบกำลังแรงยึดแบบดึงระดับจุลภาค อาจจะต้องทำการศึกษาเพิ่มเติมต่อไป ในขณะที่การยึดติดของสารยึดติดสก็อตช์บอนด์ยูนิเวอร์แซลกับฟันที่ผ่านการแปรงฟันด้วยยาสีฟันคอลเกตเซนซิทีฟโปรรลิฟ อาจเกิดการยึดติดกับแคลเซียมที่พบบนผิวฟันหลังการแปรงฟัน แต่การยึดติดที่ได้ อาจไม่มีประสิทธิภาพที่ดึ้นก เนื่องจากสารที่เกิดการอุดฟันจากยาสีฟันไม่ได้ยึดติดแน่นกับเนื้อฟัน ทำให้การยึดติดเสื่อมสภาพและเกิดการรื้อซึมระดับจุลภาคตามมา

การตรวจจับการรื้อซึมที่เกิดขึ้นโดยใช้ซิลเวอร์ไนเตรดมีความแตกต่างกันในแต่ละบริเวณ เกิดขึ้นได้จากหลายปัจจัย เช่น ความหนาของชั้นสเมียร์ ระดับการใช้กรัดกัดที่แตกต่างกัน ความชื้นของเนื้อฟัน และแรงหดตัวจากการเกิดพอลิเมอร์เรชัน³⁴ นอกจากนี้ความสามารถในการซึมผ่านได้ของเนื้อฟัน ก็เป็นอีกปัจจัยที่ต้องคำนึงถึง ซึ่งเป็นที่ทราบกันว่าเมื่อใกล้โพรงประสาทฟันขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางและจำนวนของเนื้อฟันจะเพิ่มมากขึ้น โดยในทางปฏิบัติแล้วเราไม่ต้องการที่จะใช้สารย้อมที่มีขนาดอนุภาคมากกว่าเส้นผ่านศูนย์กลางของเนื้อฟันซึ่งมีขนาดประมาณ 1-4 ไมโครเมตร ดังนั้นการศึกษารื้อซึมในเนื้อฟันจึงอาจพบการติดสีที่เนื้อฟันได้หรืออาจเกิดปฏิกิริยาระหว่างสีย้อมกับโครงสร้างฟันทำให้แสดงลักษณะการติดสีมากกว่าที่เกิดขึ้นจริง จึงอาจทำให้ประเมินการรื้อซึมผิดพลาดได้^{39,40} Sano และคณะพบว่าสารยึดติดหลายตัวมีการแทรกซึมของซิลเวอร์ไนเตรดไปยังบริเวณขอบที่ไม่มีช่องว่าง (gap-free margin) ซึ่งรื้อย้อมเหล่านี้นี้เกิดจากเส้นใยคอลลาเจนในชั้นไฮบริดมีช่องว่างขนาดเล็กระดับนาโนเมตรอยู่ และเป็นตำแหน่งที่มีน้ำอยู่รอบ ๆ คอลลาเจน ทำให้

เรซินไม่สามารถเข้าแทรกซึมไปได้อย่างสมบูรณ์⁴¹

การศึกษานี้แม้จะพบว่าสารยึดติดในระบบเอ็ทช์แอนด์รินซ์ทำให้เกิดการรั่วซึมได้มากกว่า แต่เนื่องจากการทดสอบที่ทำบนเนื้อฟันเท่านั้น ซึ่งโดยทั่วไปแล้วประสิทธิภาพในการยึดติดของสารยึดติดในระบบเอ็ทช์แอนด์รินซ์นั้นจะยึดติดกับเคลือบฟันได้มีประสิทธิภาพดีกว่าจากกลไกการยึดติดทางกลระดับจุลภาค (micromechanical interaction) ในขณะที่สารยึดติดระบบเซ็ลฟ์เอ็ทช์ (mild self-etch) จะยึดติดกับเนื้อฟันได้ดีกว่า เพราะเกิดการยึดติดทางเคมีกับไฮดรอกซีอะพาไทต์ที่หลงเหลืออยู่³⁵ เพราะฉะนั้นในความเป็นจริงแล้ว การเลือกใช้สารยึดติดให้เหมาะสมกับโพรงฟันว่ามีเคลือบฟันหลงเหลืออยู่หรือไม่นั้นเป็นสิ่งสำคัญที่ควรจะต้องคำนึงอยู่เสมอ จากการทดสอบครั้งนี้ที่ทำภายใต้ห้องปฏิบัติการที่มีการควบคุมปัจจัยต่าง ๆ ไว้โดยมีการใช้สารยึดติดและยาสีฟันที่ทดสอบเพียงแค่สองชนิด และดูประสิทธิภาพการยึดติดจากการรั่วซึมระดับจุลภาคเท่านั้น ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาเพิ่มเติมโดยเปลี่ยนชนิดของยาสีฟันหรือสารยึดติดที่ใช้ในการทดสอบ ซึ่งอาจจะทำให้ได้ผลการศึกษาที่แตกต่างไป หรือทำการทดสอบประสิทธิภาพของการยึดติดด้วยวิธีอื่น เช่น การทดสอบกำลังแรงยึด นอกจากนี้ยังอาจศึกษาเพิ่มเติมโดยเปลี่ยนรูปแบบของโพรงฟันให้มีส่วนของเคลือบฟันอยู่ เพื่อดูผลของยาสีฟันลดอาการเสียวฟันต่อประสิทธิภาพการยึดติดของเคลือบฟันร่วมด้วย จะได้มีข้อมูลที่มีความละเอียดชัดเจนมากยิ่งขึ้น

บทสรุป

ยาสีฟันทั้งสองชนิดที่ใช้ในการศึกษานี้ไม่มีผลต่อการเกิดการรั่วซึมระดับจุลภาคเมื่อใช้สารยึดติดสารยึดติดสก็อตช์บอนด์มัลติเพอโพส แต่ยาสีฟันคอลเกตเซนซิทิฟโปรลิฟทำให้เกิดการรั่วซึมระดับจุลภาคมากกว่ายาสีฟันเซ็นโซดาเยนแรพิดริสลิฟเมื่อใช้สารยึดติดสก็อตช์บอนด์ยูนิเวอร์แซล

เอกสารอ้างอิง

1. Aw TC, Lepe X, Johnson GH, Mancl L. Characteristics of noncarious cervical lesions: a clinical investigation. *J Am Dent Assoc* 2002;133:725-33.
2. Coleman TA, Grippo JO, Kinderknecht KE. Cervical dentin hypersensitivity. Part II: Associations with abfraction lesions. *Quintessence Int* 2000;31:466-73.
3. Brannstrom M. The hydrodynamic theory of dentinal

pain: sensation in preparations, caries, and the dentinal crack syndrome. *J Endod* 1986;12:453-7.

4. Gillam DG, Orchardson R. Advances in the treatment of root dentine sensitivity: mechanisms and treatment principles. *Endod Topics* 2006;13:13-33.
5. Arrais CA, Chan DC, Giannini M. Effects of desensitizing agents on dentinal tubule occlusion. *J Appl Oral Sci* 2004;12:144-8.
6. Davies M, Paice EM, Jones SB, Leary S, Curtis AR, West NX. Efficacy of desensitizing dentifrices to occlude dentinal tubules. *Eur J Oral Sci* 2011;119:497-503.
7. Breschi L, Mazzoni A, Ruggeri A, Cadenaro M, Di Lenarda R, De Stefano Dorigo E. Dental adhesion review: aging and stability of the bonded interface. *Dent Mater* 2008;24:90-101.
8. Amaral FL, Colucci V, Palma-Dibb RG, Corona SA. Assessment of in vitro methods used to promote adhesive interface degradation: a critical review. *J Esthet Restor Dent* 2007;19:340-53.
9. Perez Cdos R, Gonzalez MR, Prado NA, de Miranda MS, Macedo Mde A, Fernandes BM. Restoration of noncarious cervical lesions: when, why, and how. *Int J Dent* 2012;2012:687058.
10. Peumans M, De Munck J, Van Landuyt K, Lambrechts P, Van Meerbeek B. Three-year clinical effectiveness of a two-step self-etch adhesive in cervical lesions. *Eur J Oral Sci* 2005;113:512-8.
11. Peumans M, De Munck J, Van Landuyt K, Lambrechts P, Van Meerbeek B. Five-year clinical effectiveness of a two-step self-etching adhesive. *J Adhes Dent* 2007;9:7-10.
12. De Munck J, Van Landuyt K, Peumans M, Poitevin A, Lambrechts P, Braem M, et al. A critical review of the durability of adhesion to tooth tissue: methods and results. *J Dent Res* 2005;84:118-32.
13. Van Meerbeek B, Van Landuyt K, De Munck J, Hashimoto M, Peumans M, Lambrechts P, et al. Technique-sensitivity of contemporary adhesives. *Dent Mater J* 2005;24:1-13.
14. Peumans M, Kanumilli P, De Munck J, Van Landuyt K, Lambrechts P, Van Meerbeek B. Clinical effectiveness of contemporary adhesives: a systematic review of

current clinical trials. *Dent Mater* 2005;21:864-81.

15. Peumans M, De Munck J, Van Landuyt KL, Poitevin A, Lambrechts P, Van Meerbeek B. A 13-year clinical evaluation of two three-step etch-and-rinse adhesives in non-carious class-V lesions. *Clin Oral Investig* 2012;16:129-37.

16. Pimentel AH, Basso GR, Isolan CP, Valente LL, Münchow EA, Moraes RR. Enamel bond strengths of a multi-mode adhesive compared to other contemporary bonding systems. *Dent Mater* 2013;29:Supplement 1:e82.

17. Wagner A, Wendler M, Petschelt A, Belli R, Lohbauer U. Bonding performance of universal adhesives in different etching modes. *J Dent* 2014;42:800-7.

18. Gré CP, Andrada MAC, Monteiro Júnior S, Lise DP, Deucher C, Ruschel VC. Microtensile bond strength of universal adhesive system to deep dentin. *Dent Mater* 2014;30:Supplement 1:e144.

19. Perdigao J, Dutra-Correa M, Saraceni CH, Ciaramicoli MT, Kiyan VH, Queiroz CS. Randomized clinical trial of four adhesion strategies: 18-month results. *Oper Dent* 2012;37:3-11.

20. Marshall GW Jr, Marshall SJ, Kinney JH, Balooch M. The dentin substrate: structure and properties related to bonding. *J Dent* 1997;25:441-58.

21. Tanumiharja M, Burrow MF, Tyas MJ. Microtensile bond strengths of glass ionomer (polyalkenoate) cements to dentine using four conditioners. *J Dent* 2000;28:361-6.

22. Perdigao J. Dentin bonding-variables related to the clinical situation and the substrate treatment. *Dent Mater* 2010;26:e24-37.

23. Hashimoto M, Ohno H, Kaga M, Sano H, Tay FR, Oguchi H, *et al.* Over-etching effects on micro-tensile bond strength and failure patterns for two dentin bonding systems. *J Dent* 2002;30:99-105.

24. Prati C, Venturi L, Valdre G, Mongiorgi R. Dentin morphology and permeability after brushing with different toothpastes in the presence and absence of smear layer. *J Periodontol* 2002;73:183-90.

25. Absi EG, Addy M, Adams D. Dentine hypersensitivity: uptake of toothpastes onto dentine and effects of

brushing, washing and dietary acid--SEM in vitro study. *J Oral Rehabil* 1995;22:175-82.

26. 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;19:758-67.

27. Kenshima S, Reis A, Uceda-Gomez N, Tancredo Lde L, Filho LE, Nogueira FN, *et al.* Effect of smear layer thickness and pH of self-etching adhesive systems on the bond strength and gap formation to dentin. *J Adhes Dent* 2005;7:117-26.

28. Gedalia I, Brayer L, Kalter N, Richter M, Stabholz A. The effect of fluoride and strontium application on dentin: in vivo and *in vitro* studies. *J Periodontol* 1978;49:269-72.

29. Parkinson CR, Butler A, Willson RJ. Development of an acid challenge-based in vitro dentin disc occlusion model. *J Clin Dent* 2010;21:31-6.

30. Cummins D. Advances in the clinical management of dentin hypersensitivity: a review of recent evidence for the efficacy of dentifrices in providing instant and lasting relief. *J Clin Dent* 2011;22:100-7.

31. Pillai VP, Neelakantan P. Desensitizing Toothpastes for Treatment of Dentin Hypersensitivity. *Int J Pharm Tech Res* 2013;5:1769-73.

32. Sauro S, Watson TF, Thompson I. Ultramorphology and dentine permeability changes induced by prophylactic procedures on exposed dentinal tubules in middle dentine. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2011;16:e1022-30.

33. Eliades G, Mantzourani M, Labella R, Mutti B, Sharma D. Interactions of dentine desensitisers with human dentine: morphology and composition. *J Dent* 2013;41:S28-39.

34. Pashley DH, Carvalho RM. Dentine permeability and dentine adhesion. *J Dent* 1997;25:355-72.

35. Cardoso MV, de Almeida Neves A, Mine A, Coutinho E, Van Landuyt K, De Munck J, *et al.* Current aspects on bonding effectiveness and stability in adhesive dentistry. *Aust Dent J* 2011;1:31-44.

36. Yoshida Y, Yoshihara K, Nagaoka N, Hayakawa S, Torii Y, Ogawa T, *et al.* Self-assembled Nano-layering at

the Adhesive interface. *J Dent Res* 2012;91:376-81.

37. Perdigao J, Sezinando A, Monteiro PC. Laboratory bonding ability of a multi-purpose dentin adhesive. *Am J Dent* 2012;25:153-8.

38. Saisopa K, Srisawasdi S. Effect of desensitizing tooth-paste on microtensile bond strength between resin composite and dentin. *CU Dent J* 2014;37:225-40.

39. Taylor MJ, Lynch E. Microleakage. *J Dent* 1992;20:3-10.

40. Alani AH, Toh CG. Detection of microleakage around dental restorations: a review. *Oper Dent* 1997;22:173-85.

41. Sano H, Takatsu T, Ciucchi B, Horner JA, Matthews WG, Pashley DH. Nanoleakage: leakage within the hybrid layer. *Oper Dent* 1995;20:18-25.