ผลของยาสีฟันและน้ำยาบ้วนปากลดอาการเสียวฟันผสมโปรอาร์จินและโนวามิน ต่อค่าความแข็งแรงยึดติดแบบดึงระดับจุลภาค ของสารยึดติดกับเนื้อฟัน

Effect of Desensitizing Toothpaste and Mouthwash Containing Pro-Argin and Novamin on the Microtensile Bond Strength of Dental Adhesives to Dentin

ศศิกานต์ สิริยศธำรง[1], สิทธิกร คุณวโรตม์[2]
[1]โรงพยาบาลคลองท่อม จังหวัดกระบี่
[2]ภาควิชาทันตกรรมบูรณะและปริทันตวิทยา คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Sasikarn Siriyotthamrong[1], Sitthikorn Kunawarote[2]
[1]Klongthom Hospital, Krabi
[2]Department of Restorative Dentistry and Periodontology, Faculty of Dentistry, Chiang Mai University

ชม. ทันตสาร 2561; 39(3) : 43-57
CM Dent J 2018; 39(3) : 43-57

Received : June 14, 2017
Revised : August 10, 2017
Accepted : September 29, 2017

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์: เพื่อศึกษาผลของการใช้ยาสีฟันและ/หรือน้ำยาบ้วนปากผสมโปรอาร์จินและโนวามินต่อค่าความแข็งแรงยึดติดแบบดึงระดับจุลภาคของสารยึดติดระบบเอตช์แอนด์รินส์หรือเซลฟ์เอตช์กับเนื้อฟัน

วิธีการวิจัย: ใช้ฟันกรามแท้ 50 ซี่ ตัดใต้รอยต่อเนื้อฟันเคลือบฟัน 1 มม. ขนานด้านบดเคี้ยว สุ่มแบ่งฟันเป็น 5 กลุ่มใหญ่ (n=10) กลุ่มใหญ่แรกแปรงด้วยน้ำกลั่น

Abstract

Objective: To evaluate the effect of desensitizing toothpaste and/or mouthwash, which contains Pro-Argin or Novamin on the microtensile bond strength of etch-and-rinse or self-etch adhesive to dentin.

Material and methods: Fifty extracted human molars were used in this study. A flat dentin surface was prepared by slicing horizontally parallel to the

Corresponding Author:

สิทธิกร คุณวโรตม์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ภาควิชาทันตกรรมบูรณะและปริทันตวิทยา คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Sitthikorn Kunawarote
Assistant Professor, Dr., Department of Restorative Dentistry and Periodontology, Faculty of Dentistry, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand
E-mail: ***korn_ope@hotmail.com***

(กลุ่มควบคุมผลลบ) กลุ่มใหญ่ที่ 2-5 แช่ฟันในกรดซิตริกความเข้มข้นร้อยละ 6 นาน 1 นาที โดยกลุ่มใหญ่ที่ 2 แปรงด้วยน้ำกลั่น (กลุ่มควบคุมผลบวก) กลุ่มใหญ่ที่ 3 และ 5 แปรงด้วยยาสีฟันผสมโปรอาร์จินและโนวามินตามลำดับ กลุ่มใหญ่ที่ 4 หลังแปรงด้วยยาสีฟันผสมโปรอาร์จินเช่นเดียวกับกลุ่มใหญ่ที่ 3 แล้วแช่ฟันในน้ำยาบ้วนปากผสมโปรอาร์จินนาน 30 วินาที โดยการแปรงแต่ละครั้งใช้เวลา 1 นาที วันละ 2 ครั้งติดต่อกัน 14 วัน ภายหลังการเตรียมผิวฟัน เก็บฟันในน้ำลายเทียมที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส แต่ละกลุ่มใหญ่ถูกสุ่มแบ่งเป็น 2 กลุ่มย่อย เพื่ออุดด้วยเรซินคอมโพสิต ร่วมกับสารยึดติดออพติบอนด์เอฟแอลหรือเคลียร์ฟิลเอสอีบอนด์ ตามคำแนะนำของบริษัท เก็บฟันที่อุดแล้วในน้ำกลั่นที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ตัดแต่งชิ้นงานเป็นรูปนาฬิกาทรายพื้นที่หน้าตัดส่วนคอด 1 ตารางมิลลิเมตร ทดสอบความแข็งแรงยึดติดแบบดึงระดับจุลภาคด้วยเครื่องทดสอบสากลที่ความเร็วในการทดสอบ 1 มม./นาที นำค่าที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวโดยใช้การเปรียบเทียบเชิงซ้อนชนิดดันเนตที 3 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความแข็งแรงยึดติดแบบดึงระดับจุลภาคระหว่างการใช้สารยึดติดทั้งสองในการเตรียมผิวเนื้อฟันแต่ละชนิดด้วยการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยแบบจับคู่ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (p<0.05)

ผลการศึกษา: ความแข็งแรงยึดติดแบบดึงระดับจุลภาคของสารยึดติดทั้งสองชนิดกับเนื้อฟันที่เตรียมผิวด้วยยาสีฟันและ/หรือน้ำยาบ้วนปากผสมโปรอาร์จินและโนวามินมีค่าต่ำกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ยกเว้นกลุ่มที่ใช้สารยึดติดเคลียร์ฟิลเอสอีบอนด์กับเนื้อฟันที่เตรียมผิวด้วยยาสีฟันผสมโปรอาร์จินมีค่าความแข็งแรงยึดติดต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ เนื้อฟันที่เตรียมผิวด้วยยาสีฟันผสมโปรอาร์จินและโนวามินเมื่อใช้สารยึดติดเคลียร์ฟิลเอสอีบอนด์มีค่าความแข็งแรงยึดติดสูงกว่าสารยึดติดออพติบอนด์เอฟแอลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สรุปผลการศึกษา: การใช้ยาสีฟันและ/หรือน้ำยาบ้วนปากผสมโปรอาร์จินและโนวามิน ส่งผลกระทบต่อความแข็งแรงยึดติดแบบดึงระดับจุลภาคของสารยึดติดกับเนื้อฟัน การใช้สารยึดติดเคลียร์ฟิลเอสอีบอนด์กับเนื้อฟัน

occlusal surface at 1 mm. below the DEJ. The samples were randomly divided into five main groups (n=10). Group1, samples were brushed with distilled water (negative control group). The samples in four other main groups were immersed in 6% citric acid solution for 1 minute and then treated as follows; Group2 - samples were brushed with distilled water (positive control group), Group3 and Group5 - brushed with toothpaste containing Pro-Argin and Novamin respectively, Group4 - brushed with toothpaste containing Pro-Argin as Group3 and immersed in Pro-Argin contained mouthwash for 30 sec. Toothbrushing was performed for 1 minute twice a day. All procedures were repeated for 14 days. The samples were stored in artificial saliva at 37˚C after treatment cycles. In each main group, samples were split into two subgroups for composite build-up bonded with Optibond™ FL or Clearfil™ SE Bond. After stored in distilled water at 37˚C for 24 hours, all samples were trimmed into hourglass shape with 1 mm^2 bonding area approximately. The microtensile bond strength test was performed using a universal testing machine at cross-head speed of 1 mm/min. Data were analyzed by one-way ANOVA with Dunnett's T3 test and independent sample t-test (p<0.05).

Results: The microtensile bond strengths of both dental adhesive systems to dentin treated by desensitizing toothpaste and/or mouthwash containing Pro-Argin and Novamin were significantly lower compared with control groups, with the exception of Clearfil™ SE Bond, which had no significant difference between the dentin treated by toothpaste containing Pro-Argin to the control groups. For the dentin treated by toothpaste containing Pro-Argin and Novamin, the bond strength obtained with Clearfil™ SE Bond was significantly higher compared

ที่ผ่านการใช้ยาสีฟันผสมโปรอาร์จินและโนวามินให้ค่าการยึดติดสูงกว่าสารยึดติดออพติบอนด์เอฟ-แอล อาจเนื่องมาจากผลึกแร่ธาตุที่เกิดขึ้นในท่อเนื้อฟันมีความต้านทานต่อกรดฟอสฟอริก จึงขัดขวางการยึดติดกับเนื้อฟัน อีกทั้งสารยึดติดเคลียร์ฟิลเอสอีบอนด์ยังมีฟังก์ชันนอลมอนอเมอร์ที่ช่วยเพิ่มการยึดติดโดยเกิดพันธะเคมีกับผลึกในท่อเนื้อฟันได้

คำสำคัญ: โปรอาร์จิน โนวามิน ยาสีฟัน น้ำยาบ้วนปาก ความแข็งแรงยึดติดแบบดึงระดับจุลภาค

with Optibond™ FL.

Conclusions: The use of desensitizing toothpaste and/or mouthwash containing Pro-Argin or Novamin resulted in the mineral depositions on dentin surface and showed the negative effect on bond strength of dental adhesives. Clearfil™ SE Bond exhibited higher bond strength to dentin treated by toothpaste containing Pro-Argin and Novamin compared with Optibond™ FL. This might be due to the mineral depositions that occur on dentin surface would be able to resist the phosphoric acid etchant, which has a possibility to interfere the resin adhesion. Moreover, Clearfil™ SE Bond promoted the bond strength regarding chemical interaction between the functional monomer and inorganic ions within the mineral depositions.

Keywords: Pro-Argin, Novamin, toothpaste, mouthwash, microtensile bond strength

บทนำ

อาการเสียวฟันจากภาวะเนื้อฟันไวเกิน (dentin hypersensitivity) เป็นปัญหาช่องปากที่พบได้มากถึงร้อยละ 30 ของประชากร[1] เกี่ยวเนื่องกับการมีคอฟันสึกและเหงือกร่นอันเป็นสาเหตุให้ท่อเนื้อฟัน (dentinal tubule) เกิดการเผยผึ่ง สามารถอธิบายโดยทฤษฎีไฮโดรไดนามิกส์ (hydrodynamics theory) ของ Brannstrom ในปี 1964[2] ที่กล่าวว่าการเคลื่อนที่เข้าออกของของเหลวภายในท่อเนื้อฟันระหว่างเนื้อเยื่อใน (dental pulp) ถึงชั้นเคลือบฟัน (enamel) หรือเคลือบรากฟัน (cementum) จะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วเมื่อได้รับการกระตุ้น เช่น การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิร้อนหรือเย็นจัด ความกดอากาศ การเสียดสีจากการแปรงฟัน เป็นต้น ส่งผลกระตุ้นตัวรับความรู้สึก (mechanoreceptor) และแปรผลเป็นอาการเสียวฟัน ดังนั้นการรักษาอาการเสียวฟันจึงเน้นป้องกันการเคลื่อนที่ของของเหลวภายในท่อเนื้อฟันหลังการกระตุ้นจากสิ่งแวดล้อมโดยอาศัยกลไก 2 ชนิด คือ การใช้โพแทสเซียมอิออนยับยั้งการสื่อประสาท ส่งผลลดการรับความรู้สึกของเนื้อเยื่อใน[3] แต่อาจกล่าวได้ว่าเป็นการรักษาอาการเพียงชั่วคราว เนื่องจากเมื่อความเข้มข้นของโพแทสเซียมอิออน ลดลง จะเกิดการส่งกระแสประสาทและสามารถรับความรู้สึกได้อีกครั้ง และอีกแนวทางหนึ่งเป็นการใช้สารปิดท่อเนื้อฟันเพื่อป้องกันการเคลื่อนที่ของของเหลวในท่อเนื้อฟันและลดอาการเสียวฟันได้[4] ซึ่งปัจจุบันได้มุ่งพัฒนากลไกการปิดท่อเนื้อฟันเป็นหลัก[5] โดยเฉพาะอย่างยิ่งมีการพัฒนาส่วนประกอบและสารออกฤทธิ์ (active ingredients) ที่ผสมในยาสีฟันหรือน้ำยาบ้วนปาก ที่สามารถเหนี่ยวนำให้ผลึกแคลเซียมฟอสเฟตตกตะกอนปิดท่อเนื้อฟันได้ไวขึ้น เช่น โปรอาร์จิน (pro-argin) และโนวามิน (novamin) โดยมีการทดสอบในกลุ่มตัวอย่างที่มีอาการเสียวฟัน พบว่าสารทั้งสองมีประสิทธิภาพลดอาการเสียวฟันในผู้ป่วยได้[6-10]

โปรอาร์จินประกอบด้วยกรดอะมิโนอาร์จีนีน (arginine) ไบคาร์บอเนต (bicarbonate) และแคลเซียมคาร์บอเนต (calcium carbonate) กรดอะมิโนอาร์จีนีนมีสภาพขั้วบวกเข้ายึดเนื้อฟันที่สภาพขั้วลบ และมีการยึดกันระหว่าง

แคลเซียมคาร์บอเนตกับเส้นใยคอลลาเจนในเนื้อฟัน ส่งผลให้เนื้อฟันบริเวณนั้นเกิดสภาพความเป็นด่าง เหนี่ยวนำให้แคลเซียมและฟอสเฟตในน้ำลายตกตะกอนเป็นผลึกแคลเซียมฟอสเฟตในท่อเนื้อฟัน ลดการเคลื่อนที่ของของเหลวในท่อเนื้อฟันได้[11] การศึกษานี้เลือกใช้ยาสีฟันคอลเกตเซนซิทีฟโปรรีลีฟ (Colgate® Sensitive Pro-Relief™ toothpaste) และน้ำยาบ้วนปากคอลเกตเซนซิทีฟโปรรีลีฟ (Colgate® Sensitive Pro-Relief™ mouthwash) เป็นตัวแทนผลิตภัณฑ์ผสมโปรอาร์จิน ส่วนโนวามินนั้นประกอบด้วยแคลเซียมโซเดียมฟอสโฟซิลิเกต (calcium sodium phosphosilicate) เมื่อทำปฏิกิริยากับน้ำหรือน้ำลายจะส่งผลให้โซเดียมอิออนแตกตัวอย่างรวดเร็ว ทั้งยังแตกตัวให้แคลเซียมและฟอสเฟตอิออนทำให้ค่าความเป็นกรดด่าง (pH) สูงขึ้นชั่วคราว จึงเกิดการตกตะกอนแคลเซียมและฟอสเฟตอิออนทั้งจากองค์ประกอบของโนวามินและจากน้ำลายเกิดเป็นชั้นแคลเซียมฟอสเฟตเคลือบผิวเนื้อฟันและอุดตันภายในท่อเนื้อฟันด้วย[12] โดยการศึกษานี้เลือกใช้ยาสีฟันเซนโซดายน์รีแพร์แอนด์โพรเท็ก (Sensodyne® Repair and Protect toothpaste) เป็นตัวแทนผลิตภัณฑ์ผสมโนวามิน

อย่างไรก็ตามการใช้ผลิตภัณฑ์ดังกล่าวอาจให้ผลการรักษาที่ไม่แน่นอน เนื่องจากชั้นที่ปกคลุมผิวเนื้อฟันเนื่องจากการใช้สารลดอาการเสียว อาจถูกละลายได้ด้วยความเป็นกรดจากอาหาร[13] ในระยะยาวอาจจำเป็นต้องได้รับการบูรณะฟันร่วมด้วย หากการใช้ยาสีฟันหรือน้ำยาบ้วนปากลดอาการเสียวฟันไม่สามารถรักษาอาการให้หายขาดแต่การใช้ยาสีฟันและน้ำยาบ้วนปากลดอาการเสียวฟันก่อนบูรณะอาจมีผลต่อการยึดติดระหว่างผิวฟันกับวัสดุบูรณะ เนื่องจากการบูรณะนั้นจำเป็นต้องใช้สารยึดติดซึ่งอาศัยการยึดเชิงกลระดับจุลภาค (micro-mechanical interlocking) กับท่อเนื้อฟัน

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาค่าความแข็งแรงยึดติดแบบดึงระดับจุลภาค (microtensile bond strength; μTBS) ระหว่างเนื้อฟันที่ผ่านการเตรียมผิวด้วยยาสีฟันและ/หรือน้ำยาบ้วนปากลดอาการเสียวฟันที่มีส่วนผสมของโปรอาร์จินและโนวามินกับวัสดุบูรณะเรซินคอมโพสิต ร่วมกับการใช้สารยึดติดระบบเอตช์-แอนด์รินส์ชนิด 3 ขั้นตอน และระบบเซลฟ์เอตช์ชนิด 2 ขั้นตอน

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

การเตรียมตัวอย่างฟัน

เก็บฟันกรามแท้ 50 ซี่ที่ไม่มีรอยผุในสารละลายไทมอล (thymol solution) ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 ที่อุณหภูมิห้องและใช้ฟันภายในเวลา 3 เดือนหลังถอน[14] ตัดฟันด้านใกล้แก้ม-ใกล้ลิ้นห่างแนวกึ่งกลางฟัน 3 มม. ด้วยเครื่องตัดใบเลื่อยเพชร (low-speed diamond saw, IsoMet® 1000 precision saw, Buehler, U.S.A.) โดยมีน้ำลดความร้อนตลอดการตัด จากนั้นตัดด้านบดเคี้ยวตั้งฉากแนวแกนฟันให้ต่ำกว่ารอยต่อเคลือบฟันเนื้อฟัน (dentinoenamel junction) 1 มม. เพื่อให้หน้าตัดเป็นเนื้อฟันทั้งหมด ขัดพื้นผิวด้านบดเคี้ยวด้วยกระดาษทรายน้ำซิลิกอนคาร์ไบด์ 600 กริต (grit) ร่วมกับน้ำไหลผ่าน 1 นาที จะได้เนื้อฟันเรียบและเกิดชั้นสเมียร์มาตรฐาน โดยยาสีฟันและน้ำยาบ้วนปากที่ใช้ในการศึกษามีส่วนประกอบและวิธีการใช้งาน ดังแสดงในตารางที่ 1 แบ่งฟันเป็น 5 กลุ่มใหญ่ กลุ่มใหญ่ละ 10 ซี่ ตามชนิดการเตรียมผิวเนื้อฟันดังนี้

กลุ่มใหญ่ที่ 1: กลุ่มควบคุมผลลบ (negative control) แปรงด้วยน้ำกลั่น

กลุ่มใหญ่ที่ 2: กลุ่มควบคุมผลบวก (positive control) แช่ฟันในกรดซิตริกความเข้มข้นร้อยละ 6 นาน 1 นาที ล้างน้ำ 1 นาที เพื่อจำลองสภาวะเนื้อฟันไวเกิน[15] แล้วแปรงด้วยน้ำกลั่น

กลุ่มใหญ่ที่ 3: กลุ่มที่เตรียมผิวเนื้อฟันด้วยยาสีฟันผสมโปรอาร์จิน คอลเกตเซนซิทีฟโปรรีลีฟ (Pro-Argin) แช่ฟันในกรดซิตริกความเข้มข้นร้อยละ 6 นาน 1 นาที ล้างน้ำ 1 นาที แปรงด้วยยาสีฟันผสมโปรอาร์จิน

กลุ่มใหญ่ที่ 4: กลุ่มที่เตรียมผิวฟันด้วยยาสีฟันผสมโปรอาร์จิน คอลเกตเซนซิทีฟโปรรีลีฟ ร่วมกับน้ำยาบ้วนปากผสมโปรอาร์จิน คอลเกตเซนซิทีฟโปรรีลีฟ (Pro-Argin + MW) เตรียมผิวเนื้อฟันเช่นเดียวกับกลุ่มที่ 3 แล้วแช่ฟันในน้ำยาบ้วนปากผสมโปรอาร์จิน

กลุ่มใหญ่ที่ 5: กลุ่มที่เตรียมผิวฟันด้วยยาสีฟันผสมโนวามิน เซนโซดายน์รีแพร์แอนด์โพรเท็ก (Novamin) แช่ฟันในกรดซิตริกความเข้มข้นร้อยละ 6 นาน 1 นาที ล้างน้ำ 1 นาที แปรงด้วยยาสีฟันผสมโนวามิน

การแปรงฟันใช้เครื่องแปรงฟันไฟฟ้า แปรงนาน 1 นาที วันละ 2 ครั้ง คือช่วงเช้าเวลา 8 นาฬิกา และช่วงเย็นเวลา 20 นาฬิกา ติดต่อกัน 14 วัน โดยวางขนแปรงตั้งฉากกับระนาบฟัน แปรงด้วยแรงประมาณ 200 กรัม[16] ในกลุ่มใหญ่ที่ 4 หลังแปรงฟันจะแช่ฟันในน้ำยาบ้วนปากปริมาตร 20 มล. นาน 30 วินาที ตามคำแนะนำของบริษัท เก็บฟันในน้ำลายเทียมที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียสหลังเตรียมผิวฟันทุกครั้ง

การอุดด้วยเรซินคอมโพสิต

สุ่มแบ่งชิ้นงานแต่ละกลุ่มใหญ่เป็น 2 กลุ่มย่อย กลุ่มย่อยละ 5 ซี่ โดยใช้สารยึดติดออพติบอนด์เอฟแอล (Optibond™ FL; KERR Co, CA, USA) และเคลียร์ฟิลเอสอีบอนด์ (Clearfil™ SE Bond; Kuraray Noritake Dental Inc., Japan) ดังตารางที่ 2 จากนั้นอุดเรซินคอมโพสิตพรีไมส์ (Premise®, Kerr, Orange, CA, USA) บอดี้ สี A3 ให้ได้ความหนารวม 4 มม. โดยอุดเป็น 2 ชั้น ๆ ละ 2 มม. ฉายแสงด้วยเครื่องฉายแสงชนิดแอลอีดี (Bluephase® LED curing light, Ivoclar Vivadent, Liechtenstein) นานชั้นละ 20 วินาที แช่ชิ้นงานทั้งหมดในน้ำกลั่นที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียสนาน 24 ชั่วโมง สรุปการแบ่งกลุ่มการทดลองในการศึกษานี้ดังตารางที่ 3

การทดสอบความแข็งแรงยึดติดแบบดึงระดับจุลภาค

ตัดฟันที่อุดด้วยเรซินคอมโพสิตในแนวใกล้กลาง-ไกลกลางให้ได้ชิ้นงานหนา 0.7 มม. ซี่ละ 4 ชิ้นงาน รวมได้ 20 ชิ้นงานต่อกลุ่มการทดลอง ตัดแต่งชิ้นงานเป็นรูปนาฬิกาทรายขนาดความกว้าง 1.5 มม. ด้วยหัวกรอกากเพชรความละเอียดสูงรูปทรงกระบอกให้มีพื้นที่หน้าตัดในการยึดติดประมาณ 1 ตารางมิลลิเมตร ยึดชิ้นงานเข้ากับแท่นทดสอบด้วยกาวไซยาโนอะคริเลตโมเดลรีแพร์ทูบลู (Model repair II Blue; Dentsply-Sankin, Tochigi, Japan) และทดสอบความแข็งแรงยึดติดแบบดึงระดับจุลภาคด้วยเครื่อง

ตารางที่ 1 *แสดงส่วนประกอบ และวิธีการใช้งานของยาสีฟันและน้ำยาบ้วนปากลดอาการเสียวฟัน*

Tabel 1 *Compositions and applications of toothpastes and mouthwash*

Product names and manufacturers	Compositions	Applications
Colgate® Sensitive Pro-Relief™ toothpaste	Arginine 8%, Calcium carbonate, Aqua, Sorbital, Bicarbonate, Sodium Lauryl Sulphate, Sodium Monofluorophosphate (1450 ppmF-)	Brush twice daily.
Colgate® Sensitive Pro-Relief™ mouthwash	Arginine 0.8%, Water, Glycerine, Sorbitol, Propylene Glycol, Tetrapotassium Pyrophosphate, PEG-40, Hydrogenated Castor Oil, L-Arginine, Aroma, PVM/MA Copolymer, Polysorbate 20, Menthol, Tetrasodium Pyrophosphate, Benzyl Alcohol, Sodium Fluoride (225 ppm F^-), Sodium Saccharin, Citric Acid, Methylisothiazolinone	Use 20 ml. of mouthwash; rinse for 30 s twice a day. Recommended to use after brushing with Colgate® Sensitive Pro-relief™ toothpaste and a gentle toothbrush.
Sensodyne® Repair and Protect toothpaste	Glycerin, PEG 8, Silica, Calcium Sodium Phosphosilicate (NOVAMIN), Aroma, Cocamidopropyl Betaine, Sodium Monofluorophosphate, Titanium Dioxide, Carbomer, Limonene, Sodium Saccharin, Sodium Monofluorophosphate 1.08% w/w (1450 ppmF-)	Brush twice daily.

ตารางที่ 2 *ชื่อทางการค้า บริษัทผู้ผลิต ส่วนประกอบและวิธีใช้งานของสารยึดติด*

Table 2 *Trade names, manufacturers, compositions and application techniques of bonding agents*

Product names and manufacturers	Compositions	Application techniques
Optibond™ FL (KERR Co, CA, USA) Batch No. 5372636	Etchant: 37.5% phosphoric acid Primer: 2-Hydroxyethyl methacrylate (HEMA), Glycero-phosphate dimethacrylate (GPDM), Mono-2-methacryloyloxyethyl phthalate (MMEP), ethanol, water, initiators Bonding agent: Bisphenol A Glycidyl Methacrylate (Bis-GMA), HEMA, GPDM, Barium-aluminum borosilicate glass, Disodium hexafluorosilicate, Fumed silica (48% filler)	Etch dentin for 15 s; rinse for 15 s; apply primer with light scrubbing motion for 15 s; gently air dry for 5 s; apply adhesive for 15 s; air thin for 3 s; light cure for 20 s
Clearfil™ SE Bond (Kuraray Noritake Dental Inc., Japan) Batch No. 000001	Primer: 10-Methacryloyloxydecyl dihydrogen phosphate (MDP), HEMA, dl-Camphorquinone, Hydrophilic dimethacrylate, 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; dry with mild air flow; apply adhesive; light cure for 10 s.

ตารางที่ 3 *แสดงชื่อกลุ่มการทดลองทั้งหมด*

Table 3 *A name of each experimental group*

Group	Dentin Treatment	Adhesive
1	Brushed with distilled water (Negative Control)	Optibond™ FL
2		Clearfil™ SE Bond
3	Citric acid Brushed with distilled water (Positive Control)	Optibond™ FL
4		Clearfil™ SE Bond
5	Citric acid Brushed with toothpaste containing Pro-Argin (Pro-Argin)	Optibond™ FL
6		Clearfil™ SE Bond
7	Citric acid Brushed with toothpaste containing Pro-Argin Immersed in mouthwash containing Pro-Argin (Pro-Argin + MW)	Optibond™ FL
8		Clearfil™ SE Bond
9	Citric acid Brushing with toothpaste containing Novamin (Novamin)	Optibond™ FL
10		Clearfil™ SE Bond

ทดสอบสากลอินสตรอน (Universal testing machine; Instron® 5566, Instron Limited, Thailand) น้ำหนักหัวกด 100 นิวตัน ความเร็วหัวกด 1 มม./นาที บันทึกค่าแรงเป็นนิวตัน (N) ที่ทำให้เนื้อฟันและเรซินคอมโพสิตขาดออกจากกัน วัดพื้นที่หน้าตัดในการยึดติดแต่ละชิ้นด้วยเครื่องวัดดิจิทัล (digital vernier caliper, Keiba, Japan) เพื่อแปลงหน่วยเป็นเมกะปาสคาล (MPa)

การวิเคราะห์ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning electron microscope, SEM)

นำชิ้นงานที่ผ่านการทดสอบความแข็งแรงยึดติดแบบดึงทั้งหมดผ่านกระบวนการทำให้ปราศจากน้ำ (serial dehydration) ด้วยหลักการเดียวกับการศึกษาของ Montes และคณะ[17] จากนั้นนำชิ้นงานไปเคลือบทองด้วยเครื่องเคลือบทอง (Gold sputtering unit, JFC-1100E, JOEL Ltd., Japan) แล้วจึงวิเคราะห์ลักษณะความล้มเหลวบริเวณรอยแตก (mode of failures) ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (JSM-5910LV SEM, JOEL Ltd., Japan) โดยแบ่งลักษณะออกเป็น 4 ชนิด ได้แก่ 1. ความล้มเหลวระหว่างชั้น (adhesive failure) โดยพบการแตกทั้งหมดอยู่ระหว่างชั้นเรซินคอมโพสิตกับเนื้อฟัน 2. ความล้มเหลวในเนื้อฟัน (cohesive failure in dentin) โดยพบการแตกทั้งหมดอยู่ภายในเนื้อฟัน 3. ความล้มเหลวในเนื้อเรซิน (cohesive failure in resin) โดยพบการแตกทั้งหมดอยู่ภายในเนื้อเรซินคอมโพสิต 4. ความล้มเหลวแบบผสม (mixed failure) ที่พบการแตกระหว่างเรซินคอมโพสิตกับเนื้อฟันหรือภายในเนื้อสารยึดติด ร่วมกับการแตกภายในเนื้อฟันหรือในเนื้อเรซินคอมโพสิต

นอกจากนี้ยังได้พิจารณาลักษณะเนื้อฟันหลังได้รับการเตรียมผิวทั้ง 5 กลุ่มใหญ่ รวมถึงลักษณะการกัดกร่อนผิวเนื้อฟัน (etching pattern) เมื่อใช้สารยึดติดแต่ละชนิดบนเนื้อฟันทุกกลุ่มย่อย โดยกลุ่มที่ใช้กรดฟอสฟอริกจะทากรดบนผิวเนื้อฟันนาน 15 วินาทีแล้วล้างออก ในขณะที่กลุ่มที่ใช้มอนอเมอร์ที่มีความเป็นกรด ทำโดยการทาไพรเมอร์ของสารยึดติดเคลียร์ฟิลเอสอีบอนด์นาน 20 วินาทีแล้วเป่าลมให้แห้ง แช่ฟันในสารละลายแอซิโทน (acetone) ความเข้มข้นร้อยละ 50 นาน 5 นาที เพื่อละลายมอนอเมอร์บนผิวเนื้อฟันออก อ้างอิงจากการศึกษาของ Prasansuttiporn และคณะ[18] นำเนื้อฟันทุกกลุ่มผ่านกระบวนการทำให้ปราศจากน้ำและเคลือบทองก่อนนำมาวิเคราะห์ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดเช่นกัน

การวิเคราะห์ผลการทดลองทางสถิติ

นำค่าเฉลี่ยความแข็งแรงยึดติดแบบดึงมาวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (one-way ANOVA) โดยเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มด้วยการเปรียบเทียบเชิงซ้อนชนิดดันเนตที 3 (Dunnett's T3 multiple comparison) และเปรียบเทียบการใช้สารยึดติดสองชนิดในการเตรียมผิวเนื้อฟันแต่ละแบบด้วยการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยแบบจับคู่ (independent sample t-tests) โดยใช้โปรแกรม SPSS V21.0 (SPSS Inc., USA) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p<0.05$)

ผลการศึกษา

1. ผลทดสอบค่าความแข็งแรงยึดติดแบบดึงระดับจุลภาค

ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงยึดติดแบบดึงระดับจุลภาคและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแต่ละกลุ่มการทดลอง แสดงดังตารางที่ 4 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความแข็งแรงยึดติดแบบดึงระดับจุลภาคของการเตรียมผิวเนื้อฟันแต่ละชนิดแยกตามสารยึดติดออพติบอนด์เอฟแอลและเคลียร์ฟิลเอสอีบอนด์ โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว พบว่าความแข็งแรงยึดติดแบบดึงของสารยึดติดทั้งสองชนิดกับเนื้อฟันที่เตรียมผิวด้วยยาสีฟันและ/หรือน้ำยาบ้วนปากผสมโปรอาร์จินและโนวามินมีค่าต่ำกว่ากลุ่มควบคุมทั้งสองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ยกเว้นกลุ่มที่ใช้สารยึดติดเคลียร์ฟิลเอสอีบอนด์กับเนื้อฟันที่เตรียมผิวด้วยยาสีฟันผสมโปรอาร์จินมีค่าความแข็งแรงยึดติดต่างจากกลุ่มควบคุมทั้งสองอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความแข็งแรงยึดติดระหว่างการใช้สารยึดติดออพติบอนด์เอฟแอลกับเคลียร์-ฟิลเอสอี-บอนด์ในการเตรียมผิวเนื้อฟันแต่ละชนิด ด้วยการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยแบบจับคู่ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 พบว่าเนื้อฟันที่เตรียมผิวด้วยยาสีฟันผสมโปรอาร์จินและโนวามินเมื่อใช้สารยึดติดเคลียร์ฟิลเอสอีบอนด์จะให้ค่าความแข็งแรง

ยึดติดสูงกว่าสารยึดติดออพติบอนด์เอฟแอลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่พบว่าเนื้อฟันที่เตรียมผิวด้วยยาสีฟันผสมโปรอาร์จินร่วมกับน้ำยาบ้วนปากผสมโปรอาร์จินให้ค่าความแข็งแรงยึดติดสูงกว่าเมื่อใช้สารยึดติดออพติบอนด์เอฟแอล

2. ผลการวิเคราะห์ลักษณะความล้มเหลวบริเวณรอยแตก

จากการวิเคราะห์ลักษณะความล้มเหลวบริเวณรอยแตกของทุกชิ้นงานจะได้จำนวนและร้อยละความล้มเหลว ดังรูปที่ 1 โดยเกิดพบความล้มเหลวแบบผสมมากที่สุด (ร้อยละ 78) รองลงมาคือความล้มเหลวระหว่างชั้น (ร้อยละ 21) และพบความล้มเหลวในเนื้อฟันน้อยที่สุด (ร้อยละ 1) ทั้งนี้ไม่พบความล้มเหลวในเนื้อเรซินในการทดลองนี้

3. ผลการศึกษาลักษณะเนื้อฟันหลังได้รับการเตรียมผิวชนิดต่าง ๆ

เนื้อฟันกลุ่ม negative control พบชั้นสเมียร์คลุมผิวเนื้อฟันโดยปิดท่อเนื้อฟันทั้งหมด รวมทั้งมี สเมียร์พลัก (smear plug) ในท่อเนื้อฟันส่วนต้นด้วย ส่วนกลุ่ม positive control พบชั้นสเมียร์ที่บางและมี สเมียร์พลักปิดท่อเนื้อฟันบางส่วนเท่านั้น เนื้อฟันกลุ่ม pro-argin และ pro-argin + mw พบชั้นสเมียร์ปกคลุมผิวเนื้อฟันและพบผลึกในท่อเนื้อฟันส่วนต้นด้วย เมื่อใช้เครื่องวิเคราะห์ธาตุเชิงคุณภาพและปริมาณ (energy dispersive x-ray spectrometer, EDS) พบว่าผลึกนั้นประกอบด้วยธาตุแคลเซียมและฟอสฟอรัส ส่วนเนื้อฟันกลุ่ม novamin พบชั้นสเมียร์และผลึกในท่อเนื้อฟันส่วนต้นที่ประกอบด้วยธาตุแคลเซียม ฟอสฟอรัส และซิลิกา ทั้งยังพบผลึกขนาดประมาณ 5 ไมครอนบนเนื้อฟันบางตำแหน่งอีกด้วย ดังรูปที่ 2

4. ผลการวิเคราะห์ลักษณะการกัดกร่อนผิวเนื้อฟันเมื่อใช้สารยึดติดแต่ละชนิด (etching pattern) บนเนื้อฟันทุกกลุ่มย่อย

เมื่อทากรดฟอสฟอริกบนเนื้อฟันกลุ่ม negative และ positive control จะมีการกำจัดชั้นสเมียร์ออกทั้งหมดโดยพบรูเปิดท่อเนื้อฟันชัดเจน ส่วนเนื้อฟันกลุ่ม pro-argin, pro-argin + mw และ novamin ยังคงพบผลึกหลงเหลือบนผิวเนื้อฟันและอุดตันท่อเนื้อฟันบางส่วนอยู่ เมื่อทาไพรเมอร์ของสารยึดติดเคลียร์ฟิลเอสอีบอนด์บนเนื้อฟันกลุ่ม negative และ positive control จะพบเศษสเมียร์ตกค้างบนผิวเนื้อฟันเล็กน้อย ในขณะที่เนื้อฟันกลุ่ม pro-argin, pro-argin + mw และ novamin จะพบผลึกหลงเหลือบนผิวเนื้อฟัน ดังรูปที่ 3

บทวิจารณ์

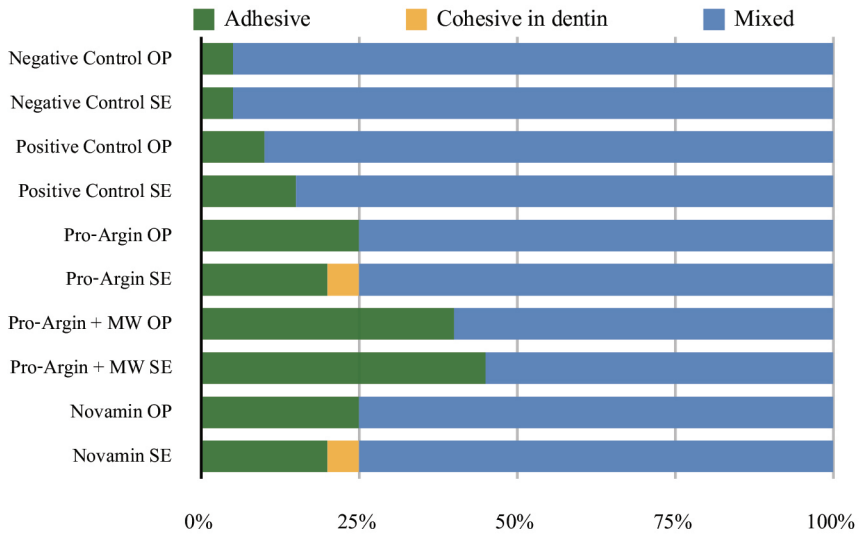
โดยปกติแล้วในน้ำลายมนุษย์มีกลไกการลดอาการเสียวฟันตามธรรมชาติ ปริมาณแคลเซียมอิออน ฟอสเฟตอิออน และค่าความเป็นด่างในน้ำลายจะกระตุ้นให้เกิดการตกตะกอนของผลึกแคลเซียมฟอสเฟตบนผิวเนื้อฟันและท่อเนื้อฟัน[19] และให้ผลเช่นเดียวกับในน้ำลายเทียมที่มีฤทธิ์เป็นด่าง[20] ดังนั้นการศึกษานี้จึงพิจารณาใช้ยาสีฟันและ/หรือน้ำยา

ตารางที่ 4 *แสดงค่าเฉลี่ยความแข็งแรงยึดติดแบบดึงระดับจุลภาคและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน*

Table 4 *Mean and standard deviation of microtensile bond strength*

Adhesive / Dentin Treatment	Microtensile Bond Strength (MPa)	
	Optibond™ FL (OP)	Clearfil™ SE Bond (SE)
Negative Control	48.64 ± 4.77 ^{b,1}	43.93 ± 3.23 ^{B,2}
Positive Control	52.78 ± 3.71 ^{a,1}	51.14 ± 5.56 ^{A,1}
Pro-Argin	41.58 ± 3.86 ^{c,2}	45.79 ± 5.87 A, ^{B,1}
Pro-Argin + MW	31.38 ± 3.85 ^{d,1}	23.96 ± 3.69 ^{D,2}
Novamin	33.77 ± 2.86 ^{d,2}	36.13 ± 3.84 ^{C,1}

Significant difference is represented by different letters within column and numbers within row (p<0.05)
ตัวอักษรที่แตกต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของค่าในคอลัมน์ ตัวเลขที่แตกต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในแถว



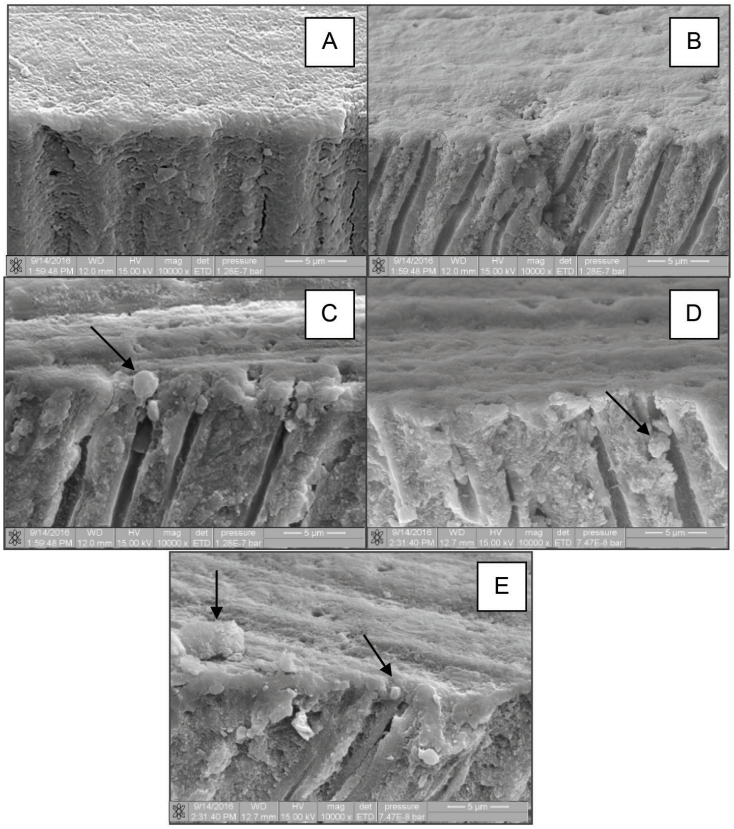
รูปที่ 1 *แผนภูมิแสดงจำนวนและร้อยละของความล้มเหลวบริเวณรอยแตกของกลุ่มการทดลองทั้งหมด*

Figure 1 *Diagram showes the number and percentage of failure modes in each group.*

บ้วนปากผสมโปรอาร์จินและโนวามิน ร่วมกับการแช่ในน้ำลายเทียมที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียสเพื่อจำลองสภาวะให้ใกล้เคียงกับในช่องปาก และส่งเสริมให้เกิดการตกตะกอนของแคลเซียมและฟอสเฟตมากที่สุด

ในการศึกษานี้ได้ขัดเนื้อฟันด้วยกระดาษทรายน้ำซิลิกอนคาร์ไบด์ 600 กริตเพื่อให้เกิดชั้นสเมียร์มาตรฐาน หลังจากนั้นแช่เนื้อฟันในสารละลายกรดซิตริกความเข้มข้นร้อยละ 6 ซึ่งมีค่าความเป็นกรดด่างเท่ากับ 1.5 นาน 1 นาที เพื่อกำจัดชั้นสเมียร์จากการขัดด้วยกระดาษทรายน้ำ โดยหวังผลให้ยาสีฟันและน้ำยาบ้วนปากลดอาการเสียวฟันแพร่ผ่านได้มากที่สุด ทั้งยังเป็นการจำลองการเกิดอาการเสียวฟันด้วย[15] โดยพบว่ากรดซิตริกสามารถละลายชั้นสเมียร์บนเนื้อฟันให้บางลง เผยให้เห็นรูเปิดท่อเนื้อฟันอย่างชัดเจน ดังรูปที่ 4 โดยกรดซิตริกจะละลายแร่ธาตุแคลเซียมและฟอสเฟตรอบท่อเนื้อฟัน (peritubular dentin) และระหว่างท่อเนื้อฟัน (intertubular dentin) ความลึกไม่เกิน 1 และ 0.7 ไมครอนตามลำดับ[21] ส่งผลทำให้เกิดรูพรุนขนาดเล็กบนผิวเนื้อฟัน[21,22] สอดคล้องกับการทดลองที่พบว่ากลุ่ม positive control มีค่าความแข็งแรงยึดติดสูงกว่ากลุ่ม negative control อย่างมีนัยสำคัญเมื่อใช้สารยึดติดทั้งสองชนิด เนื่องจากการยึดติดเชิงกลของเนื้อฟันกับสารยึดติดเพิ่มมากขึ้น อีกทั้งมอนอเมอร์ที่มีความเป็นกรดจากสารยึดติดเคลียร์ฟิลเอสอีบอนด์มีประสิทธิภาพการทำงานสูงขึ้นเมื่อมีการกำจัดชั้นสเมียร์บนผิวฟัน เนื่องจากลดปฏิกิริยาสะเทินกับแร่ธาตุในชั้นสเมียร์ลง[23]

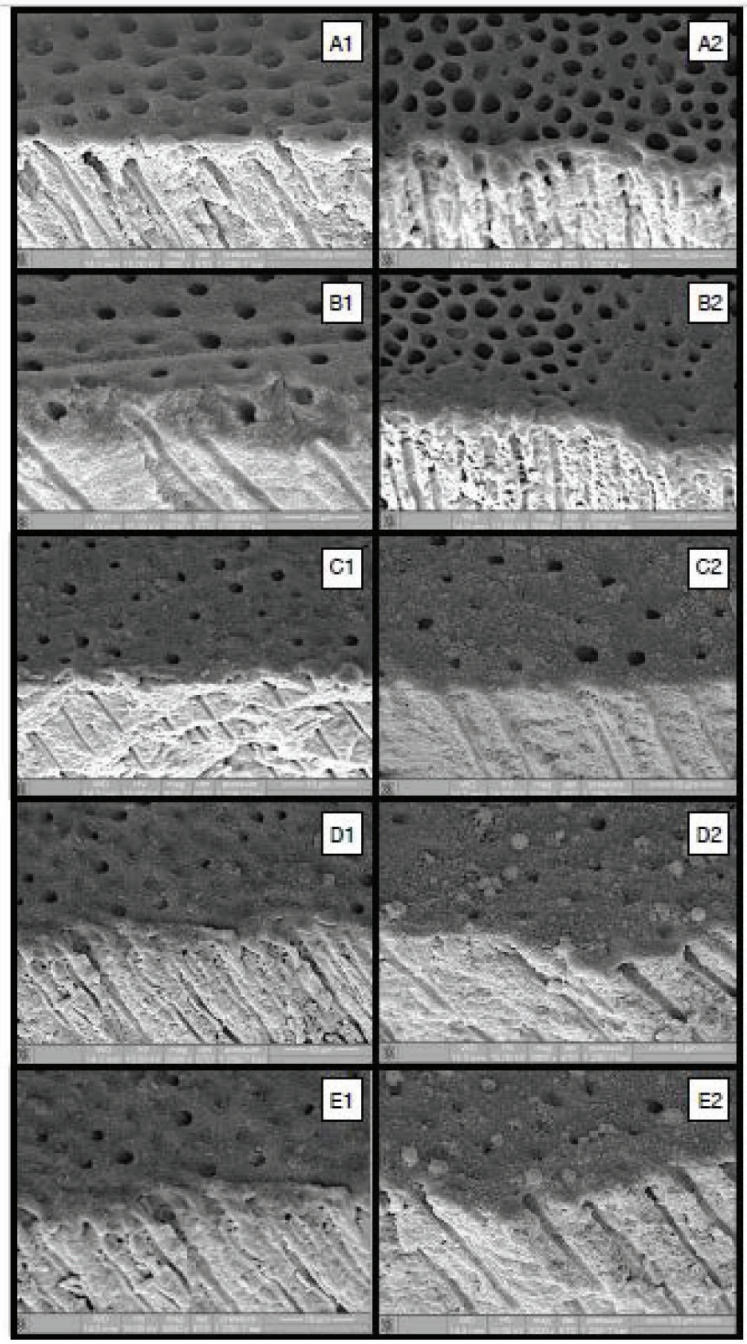
ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดของเนื้อฟันกลุ่ม pro-argin, pro-argin + mw และ novamin พบผลึกมุมมน ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 0.5-2 ไมครอน โดยมีแคลเซียมและฟอสเฟตเป็นส่วนประกอบ ปิดท่อเนื้อฟันและกระจายทั่วไปในท่อเนื้อฟันส่วนต้น ซึ่งสันนิษฐานว่าเกิดจากการเหนี่ยวนำแคลเซียมและฟอสเฟตในยาสีฟันและน้ำยาบ้วนปากร่วมกับในน้ำลายเทียม ทำให้เกิดการตกตะกอนเป็นผลึก โดยในกลุ่ม novamin ยังพบผลึกขนาดใหญ่ประมาณ 5 ไมครอนบนผิวเนื้อฟันบางตำแหน่งซึ่งมีธาตุ ซิลิกาในปริมาณเล็กน้อยด้วย สอดคล้องกับ Wang และคณะ[10] ที่ได้วิเคราะห์ชนิดและปริมาณธาตุในชั้นสเมียร์บนผิวเนื้อฟัน 3 กลุ่มคือกลุ่มที่แช่น้ำลายเทียม กลุ่มที่แปรงด้วยน้ำกลั่น และกลุ่มที่แปรงด้วยยาสีฟันผสมโนวามิน ผลพบว่าผิวเนื้อฟันของกลุ่มหลังมีปริมาณแคลเซียมและฟอสเฟตมากกว่ากลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญ อีกทั้งยังพบซิลิกาซึ่งไม่พบในชั้นสเมียร์ของกลุ่มอื่นอีกด้วย



รูปที่ 2 *ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดแสดงลักษณะของผิวเนื้อฟันภายหลังการเตรียมพื้นผิวชนิดต่าง ๆ (x10,000 เท่า); ลูกศรชี้ = ผลึก (A: กลุ่ม Negative control, B: กลุ่ม Positive control, C: กลุ่ม Pro-Argin, D: กลุ่ม Pro-Argin + MW, E: กลุ่ม Novamin)*

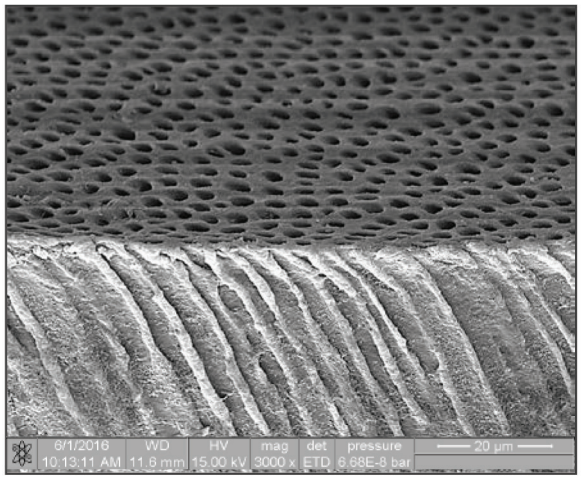
Figure 2 *Scanning electron micrographs of each surface treatment (x10,000); arrow = mineral deposits (A: Negative control, B: Positive control, C: Pro-Argin, D: Pro-Argin + MW, E: Novamin)*

ในปัจจุบันมีการศึกษาเกี่ยวกับสารที่ช่วยเหนี่ยวนำให้ผลึกแคลเซียมฟอสเฟตเกิดการตกตะกอนและส่งเสริมแร่ธาตุกลับคืนสู่ผิวฟัน เช่น โปรอาร์จิน โนวามิน และเคซีนฟอสโฟเปปไทด์อะมอร์ฟัสแคลเซียมฟอสเฟต (casien phosphopeptide-amorphous calcium phosphate; CPP-ACP) ส่วนใหญ่พบว่าฟันมีความแข็งผิวสูงขึ้นและมีความต้านทานต่อกรดมากขึ้น[12,24-26] Sattanabanasuk และคณะ[27] พบว่าผลึกแคลเซียมฟอสเฟตบนเนื้อฟันที่เตรียมผิวด้วยทูธมูส (Tooth Mousse, GC Corp, Tokyo, Japan) ซึ่งมีเคซีนฟอสโฟเปปไทด์อะมอร์ฟัสแคลเซียมฟอสเฟตเป็นส่วนประกอบมีความต้านทานต่อกรดฟอสฟอริก ส่งผลให้การแทรกซึมของเรซินจากสารยึดติดออพติบอนด์เอฟแอลเกิดได้ยากขึ้น ความแข็งแรงยึดติดจึงต่ำกว่าเนื้อฟันปกติ เช่นเดียวกับการศึกษาของ Cavalcanti และคณะ[28] ที่ใช้สารยึดติดระบบเอตช์แอนด์รินส์ชนิด 2 ขั้นตอน แอดเปอร์ซิงเกิลบอนด์ทู (Adper™ SingleBond2, 3M ESPE, USA) กับเนื้อฟันที่เตรียมผิวด้วยยาสีฟันผสมโปรอาร์จิน คอลเกตเซนซิทีฟโปรรีลีฟ นาน 12 วัน พบว่าความแข็งแรงยึดติดมีค่าต่ำ



รูปที่ 3 *ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดแสดงลักษณะการกัดกร่อนผิวเนื้อฟันทุกกลุ่ม (x10,000 เท่า) (A: กลุ่ม Negative control, B: กลุ่ม Positive control, C: กลุ่ม Pro-Argin, D: กลุ่ม Pro-Argin + MW, E: กลุ่ม Novamin, 1 = กรดฟอสฟอริก, 2 = มอนอเมอร์ที่มีความเป็นกรด)*

Figure 3 *Scanning electron micrographs of etching pattern of each surface treatment at (x10,000) (A: Negative control, B: Positive control, C: Pro-Argin, D: Pro-Argin + MW, E: Novamin, 1 = phosphoric acid, 2 = acidic primer)*



รูปที่ 4 *ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด แสดงรูเปิดท่อเนื้อฟันหลังแช่กรดซิตริกความเข้มข้นร้อยละ 6 นาน 1 นาที (x3,000 เท่า)*

Figure 4 *Scanning electron micrographs of opening dentinal tubules after an immersion in 6% citric acid solution for 1 minute (x3,000)*

กว่าเนื้อฟันปกติอย่างมีนัยสำคัญเช่นกัน สอดคล้องกับการศึกษานี้ที่พบว่าเมื่อใช้สารยึดติดออพติบอนด์เอฟแอลกับเนื้อฟันที่เตรียมผิวด้วยยาสีฟันและ/หรือน้ำยาบ้วนปากผสมโปรอาร์จินและโนวามิน มีค่าความแข็งแรงยึดติดต่ำกว่ากลุ่มควบคุมทั้งสองอย่างมีนัยสำคัญ อีกทั้งเมื่อพิจารณาลักษณะเนื้อฟันดังกล่าวหลังทากรดฟอสฟอริกพบว่ายังมีผลึกหลงเหลือบนผิวเนื้อฟัน จึงเป็นไปได้ว่าผลึกแคลเซียมฟอสเฟตบนเนื้อฟันที่ผ่านการจำลองการตกผลึกดังกล่าวมีความต้านทานต่อการกัดด้วยกรดฟอสฟอริกและทำให้การยึดติดมีค่าต่ำกว่าปกติ

การศึกษานี้พบว่ากลุ่ม pro-argin + mw มีค่าความแข็งแรงยึดติดต่ำที่สุดเมื่อเทียบระหว่างการเตรียมผิวฟันแต่ละชนิด ไม่ว่าจะใช้สารยึดติดทั้งออพติบอนด์เอฟแอลหรือเคลียร์ฟิลเอสอีบอนด์ อาจเนื่องมาจากในผลิตภัณฑ์น้ำยาบ้วนปากผสมโปรอาร์จินมีน้ำมันไฮโดรจีเนตแคสเตอร์ (hydrogenated castor oil) เป็นส่วนประกอบซึ่งอาจขัดขวางการทำงานของสารยึดติด จากการสังเกตระหว่างทำการทดลองพบว่าผิวเนื้อฟันกลุ่มดังกล่าวยังคงเหลือความมันบนผิวเนื้อฟันขณะทาสารยึดติด อย่างไรก็ตามเมื่อวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยแบบจับคู่เปรียบเทียบความแข็งแรงยึดติดระหว่างสารยึดติดทั้งสองกับเนื้อฟันกลุ่ม pro-argin + mw พบว่าการใช้สารยึดติดเคลียร์ฟิลเอสอีบอนด์มีค่าการยึดติดต่ำกว่าออพติบอนด์เอฟแอลอย่างมีนัยสำคัญ สามารถอธิบายได้ว่าสารปรับสภาพ (primer) ของเคลียร์ฟิลเอสอีบอนด์มีน้ำเป็นตัวทำละลาย (water-based primer) จึงเกิดความไม่เข้ากันกับน้ำมันบนผิวเนื้อฟันและส่งผลให้การใช้สารยึดเคลียร์ฟิลเอสอีบอนด์กับเนื้อฟันที่เตรียมผิวชนิดนี้มีค่าต่ำที่สุดด้วย

สารยึดติดเคลียร์ฟิลเอสอีบอนด์จัดเป็นสารยึดติดระบบเซลฟ์เอตช์ชนิดกรดอ่อนปรับสภาพชั้นสเมียร์โดยมอนอเมอร์ที่มีความเป็นกรด (acidic monomer) มีกลุ่มทำงานคือเท็นเอ็มดีพี (10-methacryloyloxy-decyldihydrogen phosphate; 10-MDP) จะละลายแร่ธาตุในเนื้อฟันบางส่วนพร้อมกับมีการแทรกซึมของมอนอเมอร์ไปพร้อมกัน[29] อีกทั้งยังเกิดพันธะเคมีกับแคลเซียมบนเนื้อฟันด้วย ดังนั้นสารยึดติดนี้จึงอาศัยการยึดติดกับเนื้อฟันทั้งการยึดเชิงกลระดับอนุภาคและเชิงเคมีร่วมกัน[30] ซึ่งจากการทดลองนี้พบว่าความแข็งแรงยึดติดของสารยึดติดเคลียร์ฟิลเอสอีบอนด์กับเนื้อฟันกลุ่ม pro-argin มีค่าไม่ต่างจากกลุ่มควบคุมทั้งสอง คล้ายคลึงกับการศึกษาของ Pei และคณะ[31] ที่ทดสอบความแข็งแรงยึดติดระหว่างเนื้อฟันที่ผ่านการใช้สารลดอาการเสียวฟันผสมโปรอาร์จิน คอลเกตเซนซิทีฟโปรรีลีฟกับสารยึดติดระบบเซลฟ์เอตช์เคลียร์ฟิลไตรเอสบอนด์ (Clearfil S3 Bond, Kuraray Medical, Okayama, Japan) ที่มีกลุ่มทำงานเท็นเอ็มดีพี พบว่ามีค่าไม่ต่างจากเนื้อฟันที่กำจัดชั้นสเมียร์ อย่างไรก็ตามปริมาณแร่ธาตุบนเนื้อฟันที่เพิ่มมากขึ้นอาจส่งผลต่อประสิทธิภาพการทำงานของกลุ่มทำงานในมอนอเมอร์ โดยแร่ธาตุบนผิวฟันสามารถเกิดปฏิกิริยาสะเทินทำให้ลดความเป็นกรดของมอนอเมอร์ซึ่งเป็นกรดอ่อนได้[23] เป็นผลให้เกิดการละลายแร่ธาตุในเนื้อฟันได้น้อยลง โดยพบว่าเนื้อฟันกลุ่ม novamin พบผลึกประกอบด้วยแร่ธาตุ แคลเซียม ฟอสฟอรัส และซิลิกาซึ่งไม่พบในเนื้อฟันกลุ่มอื่น เกิดการสะเทินกับความเป็นกรดในมอนอเมอร์ และส่งผลให้เนื้อฟันกลุ่มดังกล่าวมีค่าความแข็งแรงยึดติดต่ำกว่ากลุ่มควบคุมทั้งสอง รวมทั้งเนื้อฟันกลุ่ม pro-argin ด้วย เป็นที่น่าสังเกตว่าเมื่อวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยแบบจับคู่ เนื้อฟันกลุ่ม pro-argin และ novamin ที่ใช้สารยึดติดเคลียร์ฟิลเอสอีบอนด์

กลับให้ค่าความแข็งแรงยึดติดสูงกว่าสารยึดติดออพติบอนด์เอฟแอลอย่างมีนัยสำคัญ อาจเนื่องมาจากการเกิดพันธะเคมีระหว่างผลึกแคลเซียมฟอสเฟตบนเนื้อฟันกับเท็นเอ็มดีพีในสารยึดติดเคลียร์ฟิลเอสอีบอนด์ ซึ่งไม่พบพันธะเคมีดังกล่าวในสารยึดติดออพติบอนด์เอฟแอล

จากการพิจารณาลักษณะความล้มเหลวพบว่ามีแนวโน้มเกิดบริเวณระหว่างชั้นเพิ่มมากขึ้นในกลุ่ม pro-argin และ novamin อาจเป็นผลจากการยึดติดระหว่างผลึกแคลเซียมฟอสเฟตกับเนื้อฟันนั้นมีความแข็งแรงน้อยกว่าแคลเซียมฟอสเฟตในเนื้อฟันธรรมชาติ จึงเกิดการแตกหักภายในชั้นสารยึดติดหรือระหว่างชั้นเรซินคอมโพสิตกับเนื้อฟันได้มาก ทั้งนี้ในกลุ่ม pro-argin + mw จะพบความล้มเหลวระหว่างชั้นมากกว่ากลุ่มอื่นซึ่งอาจมีสาเหตุมาจากการมีน้ำมันเป็นส่วนประกอบในน้ำยาบ้วนปากผสมโปรอาร์จิน

บทสรุป

ภายใต้ขอบเขตการศึกษานี้สรุปได้ว่า การใช้ยาสีฟันและ/หรือน้ำยาบ้วนปากผสมโปรอาร์จินและโนวามินส่งผลต่อค่าความแข็งแรงยึดติดแบบดึงระดับจุลภาคของสารยึดติดกับเนื้อฟัน การใช้สารยึดติดเคลียร์-ฟิลเอสอีบอนด์กับเนื้อฟันที่ผ่านการใช้ยาสีฟันผสมโปรอาร์จินและโนวามินให้ค่าการยึดติดสูงกว่าการใช้สารยึดติดออพติบอนด์เอฟแอล อาจเนื่องมาจากผลึกแร่ธาตุที่เกิดขึ้นบนผิวเนื้อฟันและภายในท่อเนื้อฟันมีความต้านทานต่อกรดฟอสฟอริก จึงขัดขวางการยึดติดกับเนื้อฟัน อีกทั้งสารยึดติดเคลียร์ฟิลเอสอีบอนด์ยังมีกลุ่มทำงานในมอนอเมอร์ซึ่งจะช่วยเพิ่มการยึดติดโดยเกิดพันธะเคมีกับผลึกในท่อเนื้อฟันได้ นอกจากนี้ยังพบว่าเมื่อใช้น้ำยาบ้วนปากผสมโปรอาร์จินร่วมกับการใช้ยาสีฟันผสมโปรอาร์จิน มีผลทำให้ความแข็งแรงยึดติดของเนื้อฟันกับสารยึดติดทั้งสองชนิดลดลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับเนื้อฟันปกติ

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษานี้ได้รับทุนสนับสนุนจากคณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ขอขอบคุณบริษัท แอ๊คเตออน (ประเทศไทย) จำกัด และบริษัท เอสดีเอส เคอร์ จำกัด ที่ให้ความอนุเคราะห์วัสดุเพื่อทำการศึกษา ขอบพระคุณ ผศ.ทพญ.สุพัตรา แสงอินทร์ ที่ให้ความอนุเคราะห์เครื่องแปรงฟันไฟฟ้า ขอบคุณดร.ธนพัฒน์ ศาสตระรุจิ ที่ให้คำปรึกษาเรื่องการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ และขอขอบคุณศูนย์วิจัยทันตวัสดุศาสตร์ คณะทันตแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่สนับสนุนเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

1. Tengrungsun T, Jamornnium Y, Tengrungsun S. Prevalence of dentine hypersensitivity among Thai dental patients at the faculty of dentistry, Mahidol University. *Southeast Asian J Trop Med Public Health* 2012; 43: 1059-1064.
2. Brännström M, Åström A. A study on the mechanism of pain elicited from the dentin. *J Dent Res* 1964; 43: 619-625.
3. Hodosh M. A superior desensitizer–potassium nitrate. *J Am Dent Assoc* 1974; 88: 831-832.
4. Markowitz K, Kim S. Hypersensitive teeth. Experimental studies of dentinal desensitizing agents. *Dent Clin North Am* 1990; 34: 491-501.
5. Bartold P. Dentinal hypersensitivity: a review. *Aust Dent J* 2006; 51: 212-218.
6. Que K, Fu Y, Lin L, *et al*. Dentin hypersensitivity reduction of a new toothpaste containing 8.0% arginine and 1450 ppm fluoride: an 8-week clinical study on Chinese adults. *Am J Dent* 2010; 23: 28A-35A.
7. Fu Y, Li X, Que K, et al. Instant dentin hypersensitivity relief of a new desensitizing dentifrice containing 8.0% arginine, a high cleaning calcium carbonate system and 1450 ppm fluoride: a 3-day clinical study in Chengdu, China. *Am J Dent* 2010; 23: 20A-27A.
8. Boneta A, Salas R, Mateo L, *et al.* Efficacy of a mouthwash containing 0.8% arginine, PVM/MA copolymer, pyrophosphates, and 0.05% sodium fluoride compared to a commercial mouthwash

containing 2.4% potassium nitrate and 0.022% sodium fluoride and a control mouthwash containing 0.05% sodium fluoride on dentin hypersensitivity: a six-week randomized clinical study. *J Dent* 2013; 41: S34-41.

9. Wang Z, Sa Y, Chen H, *et al.* Effect of desensitising toothpastes on dentinal tubule occlusion: a dentine permeability measurement and SEM in vitro study. *J Dent* 2010; 38: 400-410.
10. Wang Z, Jiang T, Sauro S, et al. The dentin remineralization activity of a desensitizing bioactive glass-containing toothpaste: in vitro study. *Aust Dent J* 2011; 56: 372-381.
11. Kleinberg I. A new saliva–based composition for simple and effective treatment of dentinal sensitivity pain. *Dent Today* 2002; 21: 42-47.
12. Burwell A, Litkowski L, Greenspan D. Calcium sodium phosphosilicate (Novamin®): remineralization potential. *Adv Dent Res* 2009; 21: 35-39.
13. Arnold W, Prange M, Naumova E. Effectiveness of various toothpaste on dentin tubule occlusion. *J Dent* 2015; 43: 440-449.
14. Salz U, Bock T. Testing adhesion of direct restoratives to dental hard tissue-a review. *J Adhes Dent* 2010; 12: 343-371.
15. Vajrabhaya L, Korsuwannawong S, Harnirattisai C, Teinchai C. Changes in the permeability and morphology of dentine surfaces after brushing with a thai herbal toothpaste: A preliminary study. *Eur J Dent* 2016; 10: 239-244.
16. Hunter M, Addy M, Pickles M, Joiner A. The role of toothpaste and toothbrushes in the aetiology of tooth wear. *Int Dent J* 2002; 52: 399-405.
17. Montes M, De Goes M, Sinhoreti M. The in vitro morphological effects of some current pre-treatments on dentin surface: a SEM evaluation. *Oper Dent* 2005; 30: 201-212.
18. Prasansuttiporn T, Nakajima M, Foxton RM, Tagami J. Scrubbing effect of self-etching adhesives on bond strength to NaOCl-treated dentin. *J Adhes Dent* 2012; 14: 121-127.
19. Kleinberg I, Kaufman H, Wolff M. Measurement of tooth hypersensitivity and oral factors involved in its development. *Arch Oral Biol* 1994; 39: 63S-71S.
20. Mukherjee S. Effect of various factors on the rate of phosphate precipitation in an inorganic solution and in saliva. *J Periodontal Res* 1968; 3: 146-162.
21. Marshall GW, Wu-Magidi IC, Watanabe LG, *et al.* Effect of citric acid concentration on dentin demineralization, dehydration, and rehydration: atomic force microscopy study. *J Biomed Mater Res* 1998; 42: 500-507.
22. Habelitz S, Balooch M, Marshall SJ, Balooch G, Marshall GW. In situ atomic force microscopy of partially demineralized human dentin collagen fibrils. *J Struct Biol* 2002; 138: 227-236.
23. Suyama Y, Luhrs A, De Munck J, *et al*. Potential smear layer interference with bonding of self-etching adhesives to dentin. *J Adhes Dent* 2013; 15: 317-324.
24. Reynolds EC. Calcium phosphate-based remineralization systems: scientific evidence? *Aust Dent J* 2008; 53: 268-273.
25. Wefel JS. Novamin: likely clinical success. *Adv Dent Res* 2009; 21: 40-43.
26. Sullivan R, Rege A, Corby P, et al. Evaluation of a dentrifice containing 8% arginine, calcium carbonate, and sodium monofluorophosphosilicate to repair acid-softened enamel using an intra-oral remineralisation model. *J Clin Dent* 2014; 25: A14-19.
27. Sattanabanasuk V, Burrow MF, Shinada Y, Tagami J. Resin bonding to dentine after casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate (CPP-ACP) treatments. *J Adhes Sci Tech* 2009; 23: 1149-1161.

28. Cavalcanti A, Souza E, Lopes G, Freitas A, Araujo R, Mathias P. Effect of desensitizing dentifrice on the bond strength of different adhesive systems. *Bra J Oral Sci* 2013; 12: 148-152.
29. Van Meerbeek B, Yoshihara K, Yoshida Y, Mine A, De Munck J, Van Landuyt KL. State of art of self-etch adhesives. *Dent Mater* 2011; 27: 17-28.
30. Van Meerbeek B, De Munck J, Yoshida Y, et al. Adhesion to enamel and dentin: current status and future challenges. *Oper Dent* 2003; 28: 215-235.
31. Pei D, Liu S, Huang C, et al. Effect of pretreatment with calcium-containing desensitizer on the dentine bonding of mild self-etch adhesives. *Eur J Oral Sci* 2013; 121: 204-210.