ว ทันต จุฬาฯ 2558;38:1-10
CU Dent J. 2015;38:1-10

บทวิทยาการ
Original Article

ผลของสารคืนแร่ธาตุต่อการสึกกร่อนจากกรดของผิวเคลือบฟันที่ปกคลุมด้วยแผ่นคราบน้ำลาย

สวัสดิ์ พจน์เลิศอรุณ ท.บ.[1]
รังสิมา สกุลณะมรรคา ท.บ., ป. บัณฑิต (ทันตกรรมหัตถการ), Ph.D.[2]

[1]นิสิตบัณฑิตศึกษา ภาควิชาทันตกรรมหัตถการ คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
[2]ภาควิชาทันตกรรมหัตถการ คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ ศึกษาผลของซีพีพี-เอซีพีและโนวามินต่อการต้านทานการสึกกร่อนจากกรดซิตริกบนผิวเคลือบฟันที่ปกคลุมด้วยแผ่นคราบน้ำลาย

วัสดุและวิธีการ สร้างแผ่นคราบน้ำลายที่ผิวเคลือบฟันขนาด 2 x 2 x 2 มิลลิเมตร จำนวน 36 ชิ้นงาน โดยนำไปยึดติดในช่องปากของอาสาสมัคร 1 คน เป็นเวลา 2 ชั่วโมง นำชิ้นงานออกมาแบ่ง 3 กลุ่ม กลุ่มละ 12 ชิ้นงาน คือ กลุ่มควบคุม กลุ่มซีพีพี-เอซีพี และกลุ่มโนวามิน โดยทาซีพีพี-เอซีพีหรือโนวามินที่ผิวเคลือบฟันของกลุ่มทดลองทิ้งไว้ 3 นาที แล้วล้างออกด้วยน้ำปราศจากอิออน จากนั้นนำชิ้นงานทั้งสามกลุ่มไปแช่ในกรดซิตริกความเข้มข้นร้อยละ 1 เป็นระยะเวลา 60 วินาที วัดปริมาณการละลายออกของแคลเซียมอิออนในสารละลายด้วยเครื่องวิเคราะห์ธาตุ ส่วนชิ้นงานนำไปส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด

ผลการศึกษา ค่าเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) ปริมาณแคลเซียมอิออนที่ละลายออกมา (หน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อลิตร) ของกลุ่มควบคุม กลุ่มซีพีพี-เอซีพี และกลุ่มโนวามิน คือ 23.65 (7.80) 29.76 (6.55) 45.90 (9.61) ตามลำดับกลุ่มโนวามิน มีค่าเฉลี่ยมากกว่ากลุ่มควบคุมและกลุ่มซีพีพี-เอซีพี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ส่วนกลุ่มควบคุมและกลุ่มซีพีพี-เอซีพี มีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

สรุป ปริมาณแคลเซียมอิออนที่ละลายออกมาเมื่อแช่ในกรดซิตริกของกลุ่มโนวามินมีค่ามากกว่ากลุ่มควบคุมและกลุ่มซีพีพี-เอซีพีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยผลจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดยืนยันว่าสารคืนแร่ธาตุทั้งสองชนิดสามารถต้านทานการสึกกร่อนจากกรดซิตริกบนผิวเคลือบฟันที่ปกคลุมด้วยแผ่นคราบน้ำลายได้

(ว ทันต จุฬาฯ 2558;38:1-10)

คำสำคัญ: *กรดซิตริก; การสึกกร่อนของฟัน; เคซีนฟอสโฟเปปไทด์ อะมอร์ฟัสแคลซียมฟอสเฟต; แคลเซียมโซเดียมฟอสโฟซิลิเกต; แผ่นคราบน้ำลาย*

ผู้รับผิดชอบบทความ รังสิมา สกุลณะมรรคา aorrangsima@yahoo.com

บทนำ

ปัจจุบันผู้ป่วยที่มีปัญหาฟันสึกมีเพิ่มมากขึ้นโดยเฉพาะการสึกกร่อนของฟันจากสารเคมี[1] โดยสาเหตุที่พบบ่อยมาจากการรับประทานอาหารและเครื่องดื่มที่มีฤทธิ์เป็นกรด การสึกกร่อนของฟันเกิดจากสารละลายที่มีฤทธิ์เป็นกรดซึมผ่านแผ่นคราบน้ำลายเข้าไปสู่ผิวเคลือบฟัน เกิดการละลายผลึกไฮดรอกซีอะพาไทต์ทำให้ผิวเคลือบฟันสูญเสียไป โดยบริเวณผิวเคลือบฟันจะถูกกรดที่มีไฮโดรเจนอิออนหรือคีเลเตอร์มาละลายผลึกเคลือบฟัน โดยเริ่มที่ปริซึมซีทและไปที่แกนปริซึมเกิดลักษณะรวงผึ้ง ทำให้กรดสามารถแพร่เข้าไปในช่องว่างระหว่างปริซึมของเคลือบฟัน เกิดการละลายของแร่ธาตุออกมาจากผลึกไฮดรอกซีอะพาไทต์ ซึ่งก่อให้เกิดการแลกเปลี่ยนแทนที่ของอิออนต่างๆ เข้าไปในผลึกไฮดรอกซีอะพาไทต์ของชั้นเคลือบฟัน ทำให้ชั้นเคลือบฟันมีความอ่อนแอ[2] คุณสมบัติในการป้องกันทางธรรมชาติของน้ำลายและการเกิดแผ่นคราบน้ำลายจัดเป็นปัจจัยทางชีวภาพที่สำคัญที่สุดต่อการต้านทานการสึกกร่อนของฟัน[3]

น้ำลายสามารถเจือจางและลดความเป็นกรดของอาหารและเครื่องดื่มที่บริโภคเข้าไป ซึ่งน้ำลายจะอิ่มตัวไปด้วยแคลเซียม ฟอสเฟต และฟลูออไรด์ อันมีความสำคัญต่อกระบวนการคืนแร่ธาตุสู่ผิวฟัน[4] นอกจากนี้น้ำลายยังทำให้เกิดแผ่นคราบน้ำลายซึ่งเป็นชั้นของโปรตีนบนผิวเคลือบฟันที่สามารถต้านทานต่อการโดนกรดกัดได้ โดยเกิดเป็นผนังกั้นไม่ให้ไฮโดรเจนอิออนจากกรดเข้ามาสัมผัสผิวฟันได้โดยตรง ป้องกันการละลายออกของไฮดรอกซีอะพาไทต์ ยิ่งไปกว่านั้นโปรตีนต่างๆ ในแผ่นคราบน้ำลายยังมีความสามารถในการบัฟเฟอร์ โดยไปจับกับไฮโดรเจนอิออนไม่ให้เข้าไปทำอันตรายต่อผิวฟันได้ นอกจากนี้แผ่นคราบน้ำลายจะประพฤติตัวเป็นผนังกั้นเลือกผ่าน สามารถชะลอการเคลื่อนที่ออกของอิออนประจุบวก เช่น แคลเซียมอิออน และจำกัดการเข้ามาของไฮโดรเจนอิออนได้[5]

การจัดการกับการสึกกร่อนของฟันได้รับความสนใจเพิ่มขึ้น เนื่องจากฟลูออไรด์ประสบผลสำเร็จในการยับยั้งกระบวนการผุของฟัน จึงได้มีการศึกษาผลของฟลูออไรด์ต่อการต้านทานการสึกกร่อนของฟัน[6-9] แต่ผลที่ได้ยังมีความขัดแย้งเนื่องจากการออกแบบการวิจัยที่แตกต่างกัน นักวิจัยจึงพยายามที่จะค้นคว้าหาผลิตภัณฑ์ใหม่สำหรับการป้องกันหรือซ่อมแซมการสึกกร่อนของฟัน โดยเฉพาะสารทางชีวภาพที่มีความเข้ากันเป็นอย่างดีกับเนื้อเยื่อในร่างกาย

เคซีนฟอสโฟเปปไทด์ อะมอร์ฟัสแคลเซียมฟอสเฟต: ซีพีพี-เอซีพี (casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate: CPP-ACP) เป็นสารที่สกัดจากโปรตีนในนมวัว สามารถป้องกันฟันผุระยะแรกได้จากการส่งเสริมการคืนแร่ธาตุ[10] อย่างไรก็ดีผลของซีพีพี-เอซีพีต่อการต้านทานการสึกกร่อนของฟันยังไม่ชัดเจน หลายการศึกษารายงานว่าการทาซีพีพี-เอซีพีสามารถลดการสูญเสียแร่ธาตุจากการสึกกร่อนได้ทั้งจากกรดซิตริก ไวน์ขาวและเครื่องดื่มน้ำอัดลม[11-14] ยิ่งไปกว่านั้น Srinivasan และคณะ[15] พบว่าหากใช้ซีพีพี-เอซีพีร่วมกับฟลูออไรด์ 900 พีพีเอ็ม จะสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการคืนแร่ธาตุสู่ผิวฟันที่เกิดการสึกกร่อนได้ แต่มีผลที่ขัดแย้งกันของ Wegehaupt และ Attin[16] ที่พบว่าการใช้ซีพีพี-เอซีพีไม่มีผลลดการสึกกร่อนอย่างมีนัยสำคัญ

แคลเซียมโซเดียมฟอสโฟซิลิเกต (calcium sodium phosphosilicate: $CaNaO_6PSi$) หรือชื่อทางการค้า คือ โนวามิน (Novamin) เป็นผลึกแก้วที่มีความเข้ากันได้เป็นอย่างดีกับเนื้อเยื่อในร่างกาย เดิมนำมาใช้เป็นวัสดุในการซ่อมแซมและสร้างกระดูกขึ้นมาใหม่ เมื่อสัมผัสกับตัวกลางที่เป็นน้ำจะแตกตัวให้แคลเซียมและฟอสเฟตอิออน เกิดการสะสมเป็นผลึกไฮดรอกซีคาร์บอเนตอะพาไทต์ (hydroxy-carbonate apatite) ที่มีรูปร่างและโครงสร้างทางเคมีคล้ายคลึงกับกระดูก[17] ผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในช่องปากอยู่ในรูปของยาสีฟัน โดยอนุภาคที่เกิดขึ้นจะไปอุดตันท่อเนื้อฟัน สามารถลดอาการเสียวฟันได้ ซึ่งกระบวนการดังกล่าวอาจมีผลต่อการต้านทานฟันผุและการสึกกร่อนของฟันได้ แต่หลักฐานจากการวิจัยยังมีปริมาณน้อย ไม่เพียงพอต่อการสรุปผลที่ชัดเจน

วัตถุประสงค์ของการศึกษานี้เพื่อศึกษาผลทางห้องปฏิบัติการของซีพีพี-เอซีพีและโนวามินต่อการต้านทานการสึกกร่อนของผิวเคลือบฟันจากกรดซิตริก โดยมีสมมติฐานคือ ซีพีพี-เอซีพีและโนวามินสามารถต้านทานการสึกกร่อนของผิวเคลือบฟันจากกรดซิตริกได้ไม่แตกต่างกัน

วัสดุและวิธีการ

การเตรียมชิ้นงาน

ใช้ฟันกรามน้อยมนุษย์ที่ถอนจากการจัดฟันจำนวน 36 ซี่ เก็บฟันในสารละลายไธมอลความเข้มข้นร้อยละ 0.1 ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลาไม่เกิน 1 เดือนก่อนนำมาทดลอง ทำความสะอาดฟันและกำจัดเนื้อเยื่อรอบฟันออกจากนั้นนำฟันมาตรวจหารอยร้าวด้านใกล้แก้มโดยกล้องจุลทรรศน์สเตอริโอไมโครสโคป (ML 9300, MEIJI, Japan) หากพบรอยร้าวให้คัดออกและหาฟันใหม่ทดแทน

นำฟันที่คัดเลือกมาตัดผิวฟันด้านใกล้แก้มให้ได้ขนาด 2x2x2 มิลลิเมตร[7] ด้วยเครื่องตัดความเร็วต่ำ (ISOMET 1000, BUEHLER, USA) จากนั้นขัดชิ้นงานด้านใกล้แก้มด้วยเครื่องขัดกระดาษทรายขนาด 400-2,000 กริท (DPS 3200, IMTECH, South Africa) เพื่อขจัดชั้นนอกสุดของผิวเคลือบฟันออกให้ได้มาตรฐานเดียวกัน นำมาทำความสะอาดด้วยเครื่องอัลตราโซนิค (5210, BRANSONIC, Germany) ในโซเดียมไฮโปคลอไรต์ความเข้มข้นร้อยละ 3 เป็นเวลา 10 นาที และตามด้วยในเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 70 เป็นเวลา 5 นาทีจากนั้นล้างด้วยน้ำปราศจากอิออน นำไปทำให้ปลอดเชื้อโดยการอบแก๊สเอทธิลีนออกไซด์และนำมาแช่ในน้ำปราศจากอิออนเป็นเวลา 24 ชั่วโมง เพื่อคืนความชุ่มชื้นแก่ชิ้นงานก่อนทำการทดลอง[18]

การสร้างแผ่นคราบน้ำลาย

คัดเลือกอาสาสมัคร 1 คน อายุตั้งแต่ 25-35 ปี ที่ไม่มีฟันผุ โรคปริทันต์และการสึกกร่อนของฟัน วัดอัตราการหลั่งของน้ำลายขณะกระตุ้นอยู่ในเกณฑ์ปกติ คือ มากกว่าหรือเท่ากับ 1 มิลลิลิตรต่อนาที ปฏิเสธโรคประจำตัวและการรับประทานยาใด ๆ ไม่ได้อยู่ระหว่างการจัดฟัน ตั้งครรภ์หรือให้นมบุตร[19] แจ้งข้อมูลการวิจัยให้ทราบและลงชื่อยินยอมเข้าร่วมการวิจัย การออกแบบวิจัยนี้ได้ผ่านการพิจารณาและอนุมัติโดยคณะกรรมการจริยธรรม คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จำลองส่วนของขากรรไกรบนด้วยวัสดุพิมพ์ปากชนิดอัลจิเนต (Jeltrate, Dentsply, USA) เพื่อทำแบบหล่อฟัน สำหรับทำเครื่องมือยึดชิ้นงานเพื่อนำไปใส่ภายในช่องปาก โดยนำแผ่นเมธาคริเลทความหนา 1.5 มิลลิเมตร วางบนแบบหล่อฟันและนำเข้าเครื่องดูดสุญญากาศ (Ultra Vac, Ultradent, USA) จากนั้นตัดบริเวณด้านใกล้แก้มของฟันกรามน้อยถึงฟันกรามซี่แรกเพื่อเป็นช่องว่างสำหรับใส่ชิ้นงานที่เตรียมไว้ โดยสุ่มชิ้นงานใส่ทั้งสองข้าง ข้างละ 6 ชิ้น ยึดด้วยวัสดุพิมพ์ปากชนิดซิลิโคนพุตตี้ (Silagum, DMG, Germany) ดังรูปที่ 1 ให้เฉพาะด้านใกล้แก้มสัมผัสกับสิ่งแวดล้อมในช่องปากเป็นเวลา 2 ชั่วโมง ในช่วงเวลา 9.00-11.00 น. ระหว่างใส่เครื่องมือสามารถทำกิจวัตรประจำวันได้ตามปกติยกเว้นการแปรงฟัน การรับประทานอาหารและเครื่องดื่มใด ๆ เมื่อครบกำหนดนำชิ้นงานออกมาล้างผ่านน้ำปราศจากอิออนเป็นเวลา 10 วินาทีเพื่อกำจัดน้ำลายที่หลงเหลืออยู่[19] อาสาสมัครต้องใส่เครื่องมือดังกล่าวข้างต้นรวม 3 วัน วันละ 2 ชั่วโมง เพื่อให้ได้ชิ้นงาน 36 ชิ้น

การจำลองการกัดกร่อนฟัน

ในแต่ละครั้งของการใส่เครื่องมือจะได้ชิ้นงานทั้งหมด 12 ชิ้นงาน นำมาสุ่มแบ่งโดยการจับฉลากเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มละ 4 ชิ้นงาน (เมื่อทำครบ 3 ครั้ง จะได้กลุ่มละ 12 ชิ้นงาน) ดังนี้

1. **กลุ่มควบคุม** ชิ้นงานที่มีแผ่นคราบน้ำลายปกคลุมอยู่

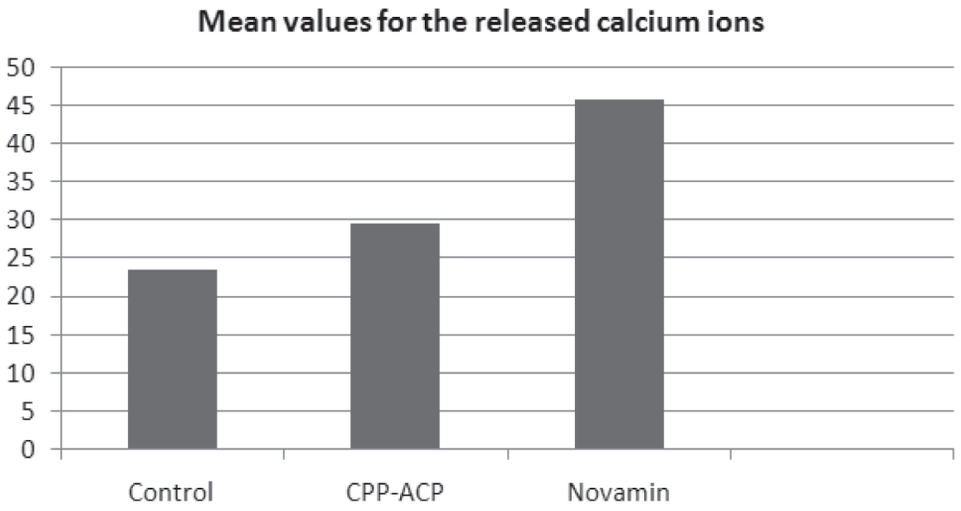
2. **กลุ่มซีพีพี-เอซีพี** ชิ้นงานที่มีแผ่นคราบน้ำลายปกคลุมอยู่และฉีดซีพีพี-เอซีพี (GC Tooth Mousse, GC corporation, Japan) ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร ทิ้งไว้เป็นเวลา 3 นาทีล้างด้วยน้ำปราศจากอิออน 1 มิลลิลิตร[16]

3. **กลุ่มโนวามิน** ชิ้นงานที่มีแผ่นคราบน้ำลายปกคลุมอยู่และฉีดยาสีฟันที่มีส่วนผสมของโนวามิน (ยาสีฟัน Sensodyne Repair & Protect, GSK, USA) ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร ทิ้งไว้เป็นเวลา 3 นาทีล้างด้วยน้ำปราศจากอิออน 1 มิลลิลิตร[20]

นำชิ้นงานมาเคลือบน้ำยาทาเล็บบริเวณด้านข้างและด้านฐานยกเว้นด้านใกล้แก้ม นำไปส่องกล้องจุลทรรศน์สเตอริโอไมโครสโคปเพื่อยืนยันว่าไม่ได้ทาเกินมาบนด้านใกล้แก้ม จากนั้นนำมาแช่ในกรดซิตริกความเข้มข้นร้อยละ 1 ค่าความเป็นกรดด่าง 2.36 ปริมาตร 1 มิลลิลิตรเป็นเวลา 60 วินาที[21] จากนั้นนำกรดภายหลังจากการแช่ชิ้นงานมาทำการวัดแคลเซียมอิออนที่ละลายออกมาด้วยเครื่องวิเคราะห์ธาตุ (Perkin elmericp-oes optima 7300 DV)[22] ส่วนชิ้นงานนำไปส่องดูผิวเคลือบฟันด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (JSM-5410LV, JEOL, Japan) ที่กำลังขยาย 5,000 เท่า

รูปที่ 1 แสดงการติดชิ้นงานจำนวนด้านละ 6 ชิ้นงาน โดยใช้วัสดุพิมพ์ปากซิลิโคนชนิดพุตตี้

Fig. 1 Diagram of fixation 6 specimens with silicone putty impression material.



รูปที่ 2 แผนภูมิแท่งแสดงค่าเฉลี่ยของปริมาณแคลเซียมอิออนที่ละลายออกมาใน 3 กลุ่มทดลอง

Fig. 2 Bar graph illustrated mean values for the released calcium ions from three groups.

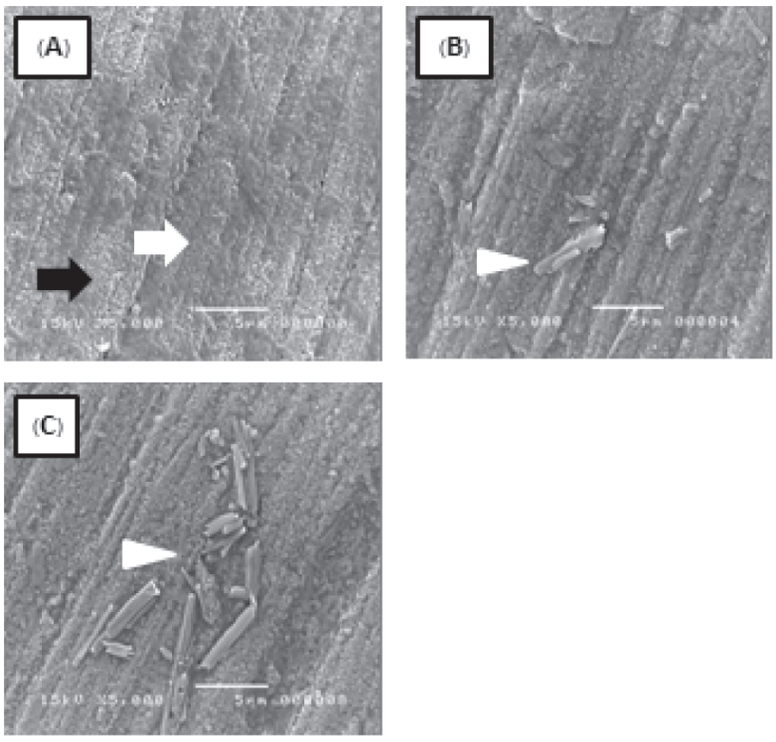
การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

ตรวจสอบการแจกแจงข้อมูลของแต่ละกลุ่มทดลองด้วยการทดสอบโคลโมโกรอฟ-สเมียร์นอฟ (Kolmogorov-Smirnov test) จากนั้นทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแคลเซียมอิออนที่ละลายออกมาระหว่างกลุ่มทดลองด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (one-way ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มทดลองด้วยการทดสอบหลังการวิเคราะห์ (Post-hoc test) ชนิดทูกีย์ (Tukey) การวิเคราะห์ทางสถิติทำที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยใช้โปรแกรมเอสพีเอสเอส (SPSS version 17.0; IBM, USA)

ผลการศึกษา

รูปที่ 2 แสดงค่าเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) ของปริมาณแคลเซียมอิออนที่ละลายออกมา (หน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อลิตร) ของกลุ่มควบคุม กลุ่มซีพีพี-เอซีพี และกลุ่มโนวามิน คือ 23.65 (7.80) 29.76 (6.55) และ 45.90 (9.61) ตามลำดับ จากการทดสอบโคลโมโกรอฟ-สเมียร์นอฟพบว่าข้อมูลทั้งสามกลุ่มมีการแจกแจงแบบปกติ ($p>0.05$)

ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแคลเซียมอิออนที่ละลายออกมาระหว่างกลุ่มทดลองด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวพบว่ามีอย่างน้อย 1 กลุ่มทดลองที่มีค่า



รูปที่ 3 แสดงผิวเคลือบฟันภายหลังแช่ในกรดซิตริกความเข้มข้นร้อยละ 1 เป็นเวลา 60 วินาที ของกลุ่มควบคุม (A) กลุ่มซีพีพี-เอซีพี (B) และกลุ่มโนวามิน (C) ค่ากำลังขยาย 5,000 เท่า (ลูกศรสีขาวชี้บริเวณผิวเคลือบฟันปกติ ลูกศรสีดำชี้บริเวณผิวเคลือบฟันที่เกิดการสึกกร่อน และตัวชี้สีขาวชี้ผลึกคล้ายแร่ธาตุ)

Fig. 3 Enamel surfaces after immersion in 1.0% citric acid 60 seconds in the control group (A), the CPP-ACP group (B) and the Novamin group (C). Magnification 5,000 fold. (white arrow showing sound enamel surface, black arrow showing eroded enamel surface and white pointers showing mineral-like crystals)

เฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มทดลองด้วยการทดสอบหลังการวิเคราะห์ชนิดทูกีย์ พบว่ากลุ่มโนวามิน มีค่าเฉลี่ยมากกว่ากลุ่มควบคุมและกลุ่มซีพีพี-เอซีพี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ส่วนกลุ่มควบคุมและกลุ่มซีพีพี-เอซีพี มีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

การวิเคราะห์ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดในกลุ่มควบคุมบริเวณที่ลูกศรสีดำชี้พบการสึกกร่อนของผิวเคลือบฟันในบางส่วน และบางบริเวณที่ลูกศรสีขาวชี้เป็นลักษณะของผิวเคลือบฟันปกติที่ไม่พบการสึกกร่อนของผิวเคลือบฟัน (รูปที่ 3A) ในกลุ่มซีพีพี-เอซีพี มีการสะสมของตะกอนที่มีรูปร่างไม่แน่นอนปกคลุมทั่วผิวเคลือบฟันและตัวชี้สีขาวพบลักษณะของผลึกคล้ายแร่ธาตุได้ในบางบริเวณโดยไม่พบการสึกกร่อนของผิวเคลือบฟันที่อยู่ข้างใต้ (รูปที่ 3B) ส่วนกลุ่มโนวามิน พบลักษณะเช่นเดียวกันกับกลุ่มซีพีพี-เอซีพี แต่จะมีการสะสมของตะกอนที่หนาแน่นกว่าและพบลักษณะของผลึกคล้ายแร่ธาตุได้มากกว่ากลุ่มซีพีพี-เอซีพี (รูปที่ 3C)

วิจารณ์

การวัดปริมาณแคลเซียมที่ละลายออกมาในสารละลายสามารถใช้ทดสอบการสึกกร่อนของฟันได้ โดยเฉพาะในกรณีที่เกิดการสึกกร่อนเพียงเล็กน้อย ที่มีช่วงระยะเวลาการสึกกร่อนภายใน 1 นาที เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีวัดอื่น ๆ ที่จำเป็นต้องมีการสึกกร่อนปริมาณมากพอถึงจะวัดได้และเกิดความผิดพลาดในขั้นตอนการวัดสูงเช่น เครื่องโปรฟิลโลมิเตอร์ เครื่องวัดค่าความแข็งผิว เป็นต้น[23,24]

จากการศึกษาของ Wiegand และคณะ[25] ที่จำลองการเกิดแผ่นคราบน้ำลายในช่องปากบนผิวเคลือบฟันและเนื้อฟันที่ระยะเวลา 2 ชั่วโมง จากนั้นนำมาแช่ในกรดไฮโดรคลอริก กรดซิตริกและกรดฟอสฟอริกเป็นเวลา 60 วินาที

พบว่าชนิดของกรดไม่มีผลต่อกระบวนการป้องกันของแผ่นคราบน้ำลาย ซึ่งการทดลองนี้ใช้กรดเพียงชนิดเดียว คือ กรดซิตริก ความเข้มข้นร้อยละ 1 ค่าความเป็นกรดด่าง 2.36 ระยะเวลาในการแช่กรด คือ 60 วินาที เพื่อจำลองระยะเวลาของการบริโภคเครื่องดื่มในแต่ละครั้ง โดยกรดซิตริกเป็นกรดที่พบส่วนใหญ่ในเครื่องดื่มน้ำอัดลมและน้ำผลไม้ ซึ่งค่าความเป็นกรดด่างของเครื่องดื่มที่มีฤทธิ์เป็นกรดอยู่ระหว่าง 2 ถึง 3[26] การจำลองการกัดกร่อนฟันในการทดลองนี้ ใช้วิธีการจำลองแบบไม่มีการไหลผ่านของกรด (non-cycling erosive model) โดยแช่ชิ้นงานทิ้งไว้ในกรดซิตริกเป็นเวลา 60 วินาที แทนการใช้การไหลผ่านของกรดซิตริก เพื่อป้องกันไม่ให้การไหลผ่านของกรดซิตริกไปรบกวนชั้นบางๆ ของแผ่นคราบน้ำลายที่ปกคลุมผิวเคลือบฟันอยู่[27]

การสร้างแผ่นคราบน้ำลายที่ระยะเวลา 2 ชั่วโมง พบว่าประสิทธิภาพในการต้านทานการสึกกร่อนของฟันไม่แตกต่างกับที่ระยะเวลา 24 ชั่วโมง[21] โดยพบว่าแผ่นคราบน้ำลายจะเจริญจนถึงภาวะสมดุลระหว่างการดูดซึมและละลายออกของโปรตีนภายในเวลา 2 ชั่วโมงซึ่งจะมีความหนาที่เพียงพอต่อการทำหน้าที่เป็นผนังกั้นที่สามารถแพร่ผ่านได้[28]

ซีพีพีสกัดมาจากโปรตีนเคซีนในนมวัว ช่วยทำให้เอซีพีมีเสถียรภาพสามารถป้องกันฟันผุระยะแรกได้จากการส่งเสริมการคืนแร่ธาตุ[10] โดยไปทำให้แคลเซียมและฟอสเฟตที่อยู่ในรูปของสารประกอบที่ละลายน้ำได้ เกิดการแตกตัวให้แคลเซียมและฟอสเฟตอิออนสู่ผิวฟัน[29] การศึกษาของ Poggio และคณะ[14] พบว่าซีพีพี-เอซีพีสามารถป้องกันการสึกกร่อนจากเครื่องดื่มน้ำอัดลมได้ โดยที่ซีพีพี-เอซีพีไปสนับสนุนการคืนแร่ธาตุสู่ผิวฟันที่ผ่านการสึกกร่อนจากเครื่องดื่มที่มีฤทธิ์เป็นกรด[13] การศึกษาทางห้องปฏิบัติการพบว่า การทาซีพีพี-เอซีพีเป็นเวลา 5 นาที สามารถลดการสึกกร่อนของเคลือบฟันในสภาวะที่มีแรงมากระทำ 100 นิวตัน จำนวน 10,000 รอบ ค่าความเป็นกรดด่าง 1.2 ได้[30] มีการศึกษาพบการสึกกร่อนลดลงทั้งในเคลือบฟันและเนื้อฟันเมื่อทาซีพีพี-เอซีพีเป็นเวลา 5 นาที ก่อนจำลองการแปรงฟันด้วยแรง 2 นิวตัน จำนวน 200 รอบ ภายหลังจากการแช่กรดซิตริก 10 นาที[31] สอดคล้องกับการศึกษาของ Tantbirojn และคณะ[32] ที่ทดลองแช่เคลือบฟันในเครื่องดื่มโคล่า แล้วนำมาทาซีพีพี-เอซีพี พบว่าผิวเคลือบฟันมีความแข็งเพิ่มขึ้นร้อยละ 13 เมื่อเทียบกับกลุ่มที่ไม่ได้ทา

โนวามินจะทำงานเมื่อสัมผัสกับสภาวะแวดล้อมที่เป็นของเหลวในร่างกาย เช่น น้ำลาย เป็นต้น โดยจะปลดปล่อยโซเดียมอิออน ออกมาแลกเปลี่ยนกับไฮโดรเจนอิออน การแลกเปลี่ยนนี้จะทำให้เกิดการปลดปล่อยของแคลเซียมและฟอสเฟตอิออนตามมา เกิดการเพิ่มค่าความเป็นกรดด่างในบริเวณใกล้เคียงแบบชั่วคราว ซึ่งนำไปสู่การตกตะกอนของแคลเซียมและฟอสเฟตที่มาจากทั้งโนวามินและน้ำลาย เกิดเป็นชั้นของแคลเซียมฟอสเฟตบนผิวฟันได้ โนวามินสามารถช่วยฟื้นฟูพื้นผิวฟันที่บกพร่องและหยุดกระบวนการผุและการสึกกร่อนของฟัน เนื่องจากแคลเซียมและฟอสเฟตไปลดการสูญเสียแร่ธาตุและสนับสนุนการคืนแร่ธาตุสู่ผิวฟันที่ผ่านการถูกกัดกร่อนมา[17] อย่างไรก็ตามพบมีการศึกษาที่ให้ผลแตกต่าง คือ เมื่อนำโนวามินและซีพีพี-เอซีพีไปทาทิ้งไว้เป็นเวลา 3 นาที บนผิวฟันที่จำลองการเกิดแผ่นคราบน้ำลายมาแล้วเป็นเวลา 2 ชั่วโมงจากนั้นนำไปแช่ในน้ำส้มเป็นเวลา 3 นาที วันละ 2 ครั้ง เป็นเวลา 4 วัน พบว่าค่าความแข็งผิวของเคลือบฟันลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ไม่สามารถป้องกันหรือซ่อมแซมการสึกกร่อนของฟันได้แม้จะอยู่ในสภาวะที่มีแผ่นคราบน้ำลาย[33] ปัจจุบันมีรายงานการศึกษาเปรียบเทียบผลของสารทั้งสองชนิดต่อการต้านทานการสึกกร่อนปริมาณน้อย ต้องทำการศึกษาเพิ่มเติมต่อไป

โดยทั่วไปการประเมินการสึกกร่อนของฟันจากการแปลผลจากปริมาณแคลเซียมอิออนที่ละลายออกมาในกรด คือ หากมีปริมาณแคลเซียมอิออนละลายออกมาจากองค์ประกอบของฟันในปริมาณที่มากกว่า แสดงว่าเกิดการสึกกร่อนของฟันได้มากกว่า แต่ในการศึกษานี้ได้ทาสารคืนแร่ธาตุที่มีองค์ประกอบเป็นแคลเซียมและฟอสเฟตบนผิวเคลือบฟันก่อนนำไปแช่ในกรด ผลที่ได้จึงแตกต่างออกไปนำไปสู่การแปลผลในทางตรงกันข้าม โดยผลการวัดค่าเฉลี่ยของแคลเซียมอิออนที่ละลายออกมา พบว่ากลุ่มโนวามิน มีค่าเฉลี่ยของแคลเซียมอิออนที่ละลายออกมามากกว่ากลุ่มควบคุมและกลุ่มซีพีพี-เอซีพี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนกลุ่มซีพีพี-เอซีพี มีค่าเฉลี่ยของแคลเซียมอิออนที่ละลายออกมามากกว่ากลุ่มควบคุม แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เป็นผลมาจากแคลเซียมอิออนที่อยู่ในซีพีพี-เอซีพีและโนวามินถูกดูดซึมเข้าไปอยู่ในแผ่นคราบน้ำลาย ซึ่งเป็นที่สะสมของอิออนที่สนับสนุนการคืนแร่ธาตุ ได้แก่ แคลเซียมอิออนฟอสเฟตอิออนและฟลูออไรด์อิออน แผ่นคราบน้ำลายมีองค์ประกอบที่เป็นโปรตีนที่มีความจำเพาะในการจับกับแคลเซียมอิออนและฟอสเฟตอิออนได้เป็นอย่างดี

คือ โปรลีนริชโปรตีนและสแตทเทอริน[34] เมื่อนำชิ้นงานไปแช่ในกรดซิตริกทำให้เกิดการละลายแคลเซียมอิออนออกมาทั้งจากบนผิวเคลือบฟันและที่สะสมอยู่ในแผ่นคราบน้ำลาย เป็นผลให้พบปริมาณแคลเซียมอิออนในกลุ่มซีพีพี-เอซีพีและกลุ่มโนวามินมากกว่ากลุ่มควบคุมที่ไม่ได้มีสารคืนแร่ธาตุ จากผลการทดลองน่าจะแสดงว่าโนวามินจะแตกตัวให้แคลเซียมอิออนได้ในปริมาณที่มากกว่าซีพีพี-เอซีพี ปริมาณแคลเซียมอิออนในสารคืนแร่ธาตุเหล่านี้จะไปต้านทานการสึกกร่อนของผิวเคลือบฟันได้ โดยไปลดการละลายแร่ธาตุและสนับสนุนการคืนแร่ธาตุสู่ผิวเคลือบฟันได้ สอดคล้องกับการศึกษาของ Gjorgievska และคณะ[35] ที่ศึกษาผลของการคืนแร่ธาตุสู่ผิวเคลือบฟันเปรียบเทียบระหว่างซีพีพี-เอซีพีและโนวามิน โดยพบว่าโนวามินให้ผลของการคืนแร่ธาตุที่ดีกว่าซีพีพี-เอซีพี ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดของซีพีพี-เอซีพีพบชั้นแคลเซียมฟอสเฟตเคลือบปิดร่องฟัน โดยบริเวณจุดลึกสุดจะมีช่องว่างไม่ยึดเป็นเนื้อเดียวกับเคลือบฟัน ในขณะที่โนวามินพบชั้นไฮดรอกซีคาร์บอเนตอะพาไทต์เคลือบปิดร่องฟันโดยไม่พบช่องว่างและยึดเป็นเนื้อเดียวกับเคลือบฟัน ซึ่งชั้นที่เชื่อมกันระหว่างเคลือบฟันและอนุภาคแก้วของโนวามินมีลักษณะคล้ายคลึงกับชั้นที่แลกเปลี่ยนอิออนที่สามารถพบได้ในวัสดุกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์

อย่างไรก็ตามจากข้อมูลปริมาณแคลเซียมอิออนที่ละลายออกมาเพียงอย่างเดียวไม่สามารถสรุปได้ว่าสารคืนแร่ธาตุทั้งสองชนิดสามารถป้องกันการสึกกร่อนของฟันจากกรดซิตริกได้ จำเป็นต้องทำการทดสอบอย่างอื่นเพิ่มเติม เช่น การวัดค่าความแข็งผิว การนำชิ้นงานไปส่องกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด เป็นต้น ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Grenby[36] ที่กล่าวว่าการทดสอบประสิทธิภาพการสึกกร่อนของฟันต้องใช้หลายวิธีร่วมกัน เพื่อให้ได้ข้อมูลที่เพียงพอต่อการประเมินผลการเปลี่ยนแปลงจากการสึกกร่อนของฟันที่เกิดขึ้น ในการศึกษานี้จึงนำชิ้นงานไปส่องกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด เพื่อให้ได้ข้อมูลภาพของผิวฟันในการช่วยยืนยันกับผลของปริมาณแคลเซียมอิออนที่ตรวจพบ ซึ่งจากภาพของผิวฟันจากทั้งสามกลุ่มทดลองแสดงว่าสารคืนแร่ธาตุทั้งสองชนิดสามารถต้านทานการสึกกร่อนของผิวเคลือบฟันจากกรดซิตริกได้ โดยสอดคล้องกับปริมาณแคลเซียมอิออนที่ตรวจพบ

ในกลุ่มควบคุมพบลักษณะการสึกกร่อนของผิวเคลือบฟันแบบบางส่วน ตามที่ลูกศรสีดำชี้แสดงลักษณะรวงผึ้งระยะแรก (รูปที่ 3A) เป็นผลมาจากแผ่นคราบน้ำลายที่ปกคลุมผิวเคลือบฟันช่วยต้านทานการสึกกร่อนจากกรดซิตริกได้ สอดคล้องกับการศึกษาที่ผ่านมาที่พบว่าเมื่อนำกรดมากัดผิวเคลือบฟันที่ไม่มีแผ่นคราบน้ำลายปกคลุมจะพบลักษณะของรวงผึ้งที่ชัดเจน ในขณะที่เมื่อนำกรดมากัดผิวเคลือบฟันที่มีแผ่นคราบน้ำลายจะพบว่าบางบริเวณสึกกร่อนไป และบางบริเวณเป็นผิวเคลือบฟันปกติที่ไม่เกิดการสึกกร่อนของฟัน[22,27,37-39] ในกลุ่มซีพีพี-เอซีพี มีการสะสมของตะกอนที่มีรูปร่างไม่แน่นอนปกคลุมทั่วผิวเคลือบฟัน และตัวชี้สีขาวแสดงลักษณะของผลึกคล้ายแร่ธาตุได้ในบางบริเวณ โดยไม่พบการสึกกร่อนของผิวเคลือบฟันที่อยู่ข้างใต้ (รูปที่ 3B) ส่วนกลุ่มโนวามิน พบลักษณะเช่นเดียวกันกับกลุ่มซีพีพี-เอซีพี แต่จะมีการสะสมของตะกอนที่หนาแน่นกว่าและพบลักษณะของผลึกคล้ายแร่ธาตุได้มากกว่ากลุ่มซีพีพี-เอซีพี (รูปที่ 3C) โดยผลึกคล้ายแร่ธาตุดังกล่าวจะพบได้ในกลุ่มซีพีพี-เอซีพีและโนวามินเท่านั้น ไม่ตรวจพบในทุกชิ้นงานของกลุ่มควบคุม มีการศึกษาเปรียบเทียบผลของการคืนแร่ธาตุของซีพีพี-เอซีพีและโนวามินที่ใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดร่วมกับอุปกรณ์วิเคราะห์ธาตุเชิงพลังงาน (energy-dispersive x-ray spectroscopy) พบว่ากลุ่มซีพีพี-เอซีพีมีลักษณะรูปร่างของผลึกที่ไม่แน่นอนมีระดับของแคลเซียมและฟอสฟอรัสสูงขึ้น ส่วนกลุ่มโนวามินมีลักษณะของผลึกขนาดใหญ่กว่าและรูปร่างเป็นเหลี่ยมมุมมากกว่าที่พบในซีพีพี-เอซีพี มีระดับของแคลเซียม ฟอสฟอรัส ซิลิกอนและสังกะสีสูงขึ้น โดยภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดของกลุ่มควบคุมแตกต่างอย่างสิ้นเชิงกับกลุ่มซีพีพี-เอซีพีและโนวามิน[35] อย่างไรก็ตามไม่สามารถระบุได้ว่าผลึกคล้ายแร่ธาตุนี้เป็นผลึกที่มาจากตัวฟันหรือผลิตภัณฑ์ที่นำมาทดลอง ต้องทำการศึกษาเพิ่มเติมต่อไป

ข้อจำกัดของการศึกษานี้ คือ การใช้อาสาสมัครเพียงคนเดียว ทำให้การแปลผลข้อมูลต้องทำด้วยความระมัดระวังเพื่อคำนึงถึงความหลากหลายของประชากร อย่างไรก็ดีการมีอาสาสมัครคนเดียวกันทำให้สามารถควบคุมปัจจัยในตัวบุคคลที่จะมีผลต่อความคลาดเคลื่อนในการทดลองได้

สรุป

ปริมาณแคลเซียมอิออนที่ละลายออกมาเมื่อแช่ในกรดซิตริกของกลุ่มโนวามินมีค่ามากกว่ากลุ่มควบคุมและกลุ่มซีพีพี-เอซีพีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยผลจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดยืนยันว่าสารคืนแร่ธาตุ

ทั้งสองชนิดสามารถต้านทานการสึกกร่อนจากกรดซิตริกบนผิวเคลือบฟันที่ปกคลุมด้วยแผ่นคราบน้ำลายได้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ศูนย์วิจัยทันตวัสดุศาสตร์และศูนย์ชีววิทยาในช่องปาก คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกตลอดการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

1. Lussi A, Hellwig E, Zero D, Jaeggi T. Erosive tooth wear: diagnosis, risk factors and prevention. Am J Dent. 2006;19:319-25.
2. Lussi A, Hellwig E. Erosive potential of oral care products. Caries Res. 2001;35:52-6.
3. Zero DT, Lussi A. Erosion: chemical and biological factors of importance to the dental practitioner. Int Dent J. 2005;55:285-90.
4. Buzalaf MA, Hannas AR, Kato MT. Saliva and dental erosion. J Appl Oral Sci. 2012;20:493-502.
5. White AJ, Gracia LH, Barbour ME. Inhibition of dental erosion by casein and casein-derived proteins. Caries Res. 2011;45:13-20.
6. White AJ, Jones SB, Barbour ME, Churchley DR, Gracia LH, Rees GD. Inhibition of erosive dissolution by sodium fluoride: evidence for a dose-response. J Dent. 2012;40:654-60.
7. Huysmans MC, Jager DH, Ruben JL, Unk DE, Klijn CP, Vieira AM. Reduction of erosive wear in situ by stannous fluoride-containing toothpaste. Caries Res. 2011;45:518-23.
8. Hove LH, Young A, Tveit AB. An in vitro study on the effect of TiF(4) treatment against erosion by hydrochloric acid on pellicle-covered enamel. Caries Res. 2007;41:80-4.
9. Wiegand A, Meier W, Sutter E, Magalhaes AC, Becker K, Roos M, et al. Protective effect of different tetrafluorides on erosion of pellicle-free and pellicle-covered enamel and dentine. Caries Res. 2008;42:247-54.
10. Reynolds EC. Casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate: the scientific evidence. Adv Dent Res. 2009;21:25-9.
11. Rees J, Loyn T, Chadwick B. Pronamel and tooth mousse: an initial assessment of erosion prevention in vitro. J Dent. 2007;35:355-7.
12. Piekarz C, Ranjitkar S, Hunt D, McIntyre J. An in vitro assessment of the role of Tooth Mousse in preventing wine erosion. Aust Dent J. 2008;53:22-5.
13. Panich M, Poolthong S. The effect of casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate and a cola soft drink on in vitro enamel hardness. J Am Dent Assoc. 2009;140:455-60.
14. Poggio C, Lombardini M, Dagna A, Chiesa M, Bianchi S. Protective effect on enamel demineralization of a CPP-ACP paste: an AFM in vitro study. J Dent. 2009;37:949-54.
15. Srinivasan N, Kavitha M, Loganathan SC. Comparison of the remineralization potential of CPP-ACP and CPP-ACP with 900 ppm fluoride on eroded human enamel: an in situ study. Arch Oral Biol. 2010;55:541-4.
16. Wegehaupt FJ, Attin T. The role of fluoride and casein phosphopeptide/amorphous calcium phosphate in the prevention of erosive/abrasive wear in an in vitro model using hydrochloric acid. Caries Res. 2010;44:358-63.
17. Wefel JS. NovaMin: likely clinical success. Adv Dent Res. 2009;21:40-3.
18. Hannig C, Berndt D, Hoth-Hannig W, Hannig M. The effect of acidic beverages on the ultrastructure of the acquired pellicle: an in situ study. Arch Oral Biol. 2009;54:518-26.
19. Hannig C, Becker K, Hausler N, Hoth-Hannig W, Attin T, Hannig M. Protective effect of the in situ pellicle on dentin erosion-an ex vivo pilot study. Arch Oral Biol. 2007;52:444-9.
20. Diamanti I, Koletsi-Kounari H, Mamai-Homata E, Vougiouklakis G. In vitro evaluation of fluoride

and calcium sodium phosphosilicate toothpastes, on root dentine caries lesions. J Dent. 2011;39: 619-28.

21. Hannig M, Hess NJ, Hoth-Hannig W, De Vrese M. Influence of salivary pellicle formation time on enamel demineralization: an in situ pilot study. Clin Oral Investig. 2003;7:158-61.
22. Nekrashevych Y, Stosser L. Protective influence of experimentally formed salivary pellicle on enamel erosion. An in vitro study. Caries Res. 2003;37:225-31.
23. Hannig C, Hamkens A, Becker K, Attin R, Attin T. Erosive effects of different acids on bovine enamel: release of calcium and phosphate in vitro. Arch Oral Biol. 2005;50:541-52.
24. Attin T, Becker K, Hannig C, Buchalla W, Hilgers R. Method to detect minimal amounts of calcium dissolved in acidic solutions. Caries Res. 2005;39: 432-6.
25. Wiegand A, Bliggenstorfer S, Magalhaes AC, Sener B, Attin T. Impact of the in situ formed salivary pellicle on enamel and dentine erosion induced by different acids. Acta Odontol Scand. 2008;66:225-30.
26. Lussi A, Jaeggi T, Zero D. The role of diet in the aetiology of dental erosion. Caries Res. 2004;38:34-44.
27. Brevik SC, Lussi A, Rakhmatullina E. A new optical detection method to assess the erosion inhibition by in vitro salivary pellicle layer. J Dent. 2013;41:428-35.
28. Lendenmann U, Grogan J, Oppenheim FG. Saliva and dental pellicle: a review. Adv Dent Res. 2000;14:22-8.
29. Cochrane NJ, Cai F, Huq NL, Burrow MF, Reynolds EC. New approaches to enhanced remineralization of tooth enamel. J Dent Res. 2010;89:1187-97.
30. Ranjitkar S, Kaidonis JA, Richards LC, Townsend GC. The effect of CPP-ACP on enamel wear under severe erosive conditions. Arch Oral Biol. 2009;54:527-32.
31. Ranjitkar S, Rodriguez JM, Kaidonis JA, Richards LC, Townsend GC, Bartlett DW. The effect of casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate on erosive enamel and dentine wear by toothbrush abrasion. J Dent. 2009;37:250-4.
32. Tantbirojn D, Huang A, Ericson MD, Poolthong S. Change in surface hardness of enamel by a cola drink and a CPP-ACP paste. J Dent. 2008;36: 74-9.
33. Wang X, Megert B, Hellwig E, Neuhaus KW, Lussi A. Preventing erosion with novel agents. J Dent. 2011;39:163-70.
34. Bruvo M, Moe D, Kirkeby S, Vorum H, Bardow A. Individual variations in protective effects of experimentally formed salivary pellicles. Caries Res. 2009;43:163-70.
35. Gjorgievska ES, Nicholson JW. A preliminary study of enamel remineralization by dentifrices based on Recalden (CPP-ACP) and Novamin (calcium-sodium-phosphosilicate). Acta Odontol Latinoam. 2010;23:234-9.
36. Grenby TH. Methods of assessing erosion and erosive potential. Eur J Oral Sci. 1996;104:207-14.
37. Hannig M, Fiebiger M, Guntzer M, Dobert A, Zimehl R, Nekrashevych Y. Protective effect of the in situ formed short-term salivary pellicle. Arch Oral Biol. 2004;49:903-10.
38. Cheung A, Zid Z, Hunt D, McIntyre J. The potential for dental plaque to protect against erosion using an in vivo-in vitro model: a pilot study. Aust Dent J. 2005;50:228-34.
39. Meurman JH, Frank RM. Scanning electron microscopic study of the effect of salivary pellicle on enamel erosion. Caries Res. 1991;25:1-6.

The effect of remineralizing agents on acidic erosion of pellicle-covered enamel

Sawat Pojlerdarun D.D.S.[1]
Rangsima Sakoolnamarka D.D.S., Grad Dip in Oper Dent, Ph.D.[2]

[1]Graduate Student, Department of Operative Dentistry, Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University
[2]Department of Operative Dentistry, Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University

Abstract

Objective To investigate the effect of CPP-ACP and Novamin on citric acid erosion resistance of pellicle-covered enamel.

Materials and methods Thirty-six human enamel samples, 2 x 2 x 2 mm^3 in size, were covered by pellicle from storing in oral cavity of one healthy volunteer for 2 hours. Subsequently, enamel samples were divided into 3 groups (each group $n = 12$); control, CPP-ACP and Novamin groups. CPP-ACP or Novamin was applied on enamel surfaces for 3 minutes then rinsed with de-ionized water. Then, all samples were immersed in 1 ml of citric acid (1%) for 60 s. Calcium ions released into the acid solution were measured using icp-optical emission spectroscopy. The specimens were observed using scanning electron microscopy.

Results Mean values (standard deviations) for the released calcium ions (milligrams per liter) from the control, CPP-ACP and Novamin groups were 23.65 (7.80), 29.76 (6.55), and 45.90 (9.61), respectively. The Novamin group had significantly higher mean value than the control group and the CPP-ACP group ($p < 0.05$). Mean values of the control and CPP-ACP groups were not significantly different ($p > 0.05$).

Conclusion The amount of calcium ions dissolved in citric acid from the Novamin group was significantly higher than the control and the CPP-ACP groups. The results from SEM showed that these remineralizing agents provided resistance to citric acid erosion of pellicle-covered enamel.

(CU Dent J. 2015;38:1-10)

Key words: *calcium sodium phosphosilicate; casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate; citric acid; dental erosion; salivary pellicle*

Correspondence to Rangsima Sakoolnamarka, aorrangsima@yahoo.com