

ผลของไซลิทอลวารนิชต่อการสึกกร่อนของผิวเคลือบฟันในห้องปฏิบัติการ Effect of Xylitol Varnish on Enamel Erosion *In Vitro*

สิริภา กิจานุกุล¹ และ รังสิมา สกุลณะมรรคา¹

Siripa Kijanukul¹ and Rangsim Sakolnamarka¹

¹ภาควิชาทันตกรรมหัตถการ คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ

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

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบสมบัติในการป้องกันการสึกกร่อนของผิวเคลือบฟันจากการกัดกร่อนของกรดจากน้ำอัดลม ของไซลิทอลวารนิชที่ต่างกัน 2 ความเข้มข้น และฟลูออไรด์วารนิช เตรียมขึ้นทดสอบจากฟันกรามน้อยของมนุษย์ 25 ซี่ แบ่งครึ่งฟันในแนวใกล้กลางถึงไกลกลางฟัน นำชิ้นเคลือบฟันด้านใกล้แก้มและใกล้ลิ้นไปขัดเพื่อให้ได้พื้นที่ทดลอง เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 3 มิลลิเมตร ทาน้ำยาเคลือบเล็บบริเวณพื้นผิวที่ขัดยกรวนบริเวณที่จะทำการทดสอบและแบ่งฟันแบบสุ่มออกเป็น 5 กลุ่ม ตามสารวารนิชที่ใช้ในการทดลอง กลุ่มที่ 1 กลุ่มควบคุม กลุ่มที่ 2 กลุ่มฟลูออไรด์วารนิช กลุ่มที่ 3 กลุ่มไซลิทอลวารนิชความเข้มข้นร้อยละ 20 กลุ่มที่ 4 กลุ่มไซลิทอลวารนิชความเข้มข้นร้อยละ 30 และกลุ่มที่ 5 กลุ่มวารนิชที่ไม่มีฟลูออไรด์หรือน้ำตาลไซลิทอลเป็นส่วนประกอบ ทวารนิชก่อนการทำให้เกิดการสูญเสียแร่ธาตุและวันที่ 5 ของการทำให้เกิดการสูญเสียแร่ธาตุ แช่ชิ้นงานด้วยน้ำอัดลมนาน 5 นาที เป็นเวลา 10 วัน นำมาวัดปริมาตรผิวเคลือบฟันที่สูญเสียไปด้วยเครื่องวัดความหยابพื้นผิวแบบสัมผัส วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำแนกทางเดียวและทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแบบจับคู่พหุคูณชนิดทุกคู่ กำหนดระดับนัยสำคัญที่ร้อยละ 95 ผลการทดลองพบว่าปริมาตรเฉลี่ย (ลูกบาศก์มิลลิเมตร) ของผิวเคลือบฟันที่สูญเสียไปของกลุ่มควบคุม (0.0121 ± 0.0019) และกลุ่มวารนิชที่ไม่มีฟลูออไรด์หรือน้ำตาลไซลิทอลเป็นส่วนประกอบ (0.0117 ± 0.0015) ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนกลุ่มไซลิทอลวารนิชความเข้มข้นร้อยละ 20 (0.0084 ± 0.0004) มีปริมาตรผิวเคลือบฟันที่สูญเสียไปมากกว่ากลุ่มฟลูออไรด์วารนิช (0.0070 ± 0.0007) เล็กน้อย แต่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ในขณะที่กลุ่มไซลิทอลวารนิชความเข้มข้นร้อยละ 30 (0.0055 ± 0.0005) มีปริมาตรเฉลี่ยของผิวเคลือบฟันที่สูญเสียไปน้อยที่สุด ซึ่งแตกต่างจากทุกกลุ่มทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จากผลการทดลองสามารถสรุปได้ว่า ไซลิทอลวารนิชความเข้มข้นร้อยละ 20 ช่วยลดการสึกกร่อนของผิวเคลือบฟันได้ไม่แตกต่างจากฟลูออไรด์วารนิช ในขณะที่ไซลิทอลวารนิชความเข้มข้นร้อยละ 30 ช่วยลดการสึกกร่อนของผิวเคลือบฟันจากน้ำอัดลมได้ดีกว่าฟลูออไรด์วารนิชอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

คำสำคัญ: การสูญเสียแร่ธาตุ, ฟันสึกกร่อน, ฟลูออไรด์วารนิช, น้ำอัดลม, ไซลิทอลวารนิช

Abstract

The aim of this study was to compare the property of two different concentrations of xylitol varnish and fluoride varnish on enamel erosion from soft drink. Enamel specimens were prepared from 25 human premolars. The teeth were sectioned mesial-distally to obtain buccal and lingual halves. The buccal and lingual surfaces were polished to obtain flat enamel surfaces 3 millimeters in diameter. Nail varnish was applied to the polished surface except for the test area. The specimens were randomly divided into following treatments (n=10): Group 1 - negative control, Group 2 - fluoride varnish, Group 3 - 20 % xylitol varnish, Group 4 - 30 % xylitol varnish and Group 5 -

placebo varnish. The varnishes were applied to enamel surfaces before demineralization and on the fifth day of demineralization. Then, the specimens were demineralized by immersion in soft drink for five minutes for ten days. Enamel volume loss was measured by contact profilometer. The data were analyzed statistically using One-way ANOVA and Tukey's post-hoc test with the level of significance at $p < 0.05$. The mean enamel volume losses (cubic millimeters) were not significantly different in the negative control group (0.0121 ± 0.0019) and the placebo varnish group (0.0117 ± 0.0015). The mean enamel volume loss of the 20 % xylitol varnish group (0.0084 ± 0.0004) showed more volume loss than the fluoride varnish group (0.0070 ± 0.0007) with no statistically significant difference. The 30 % xylitol varnish group showed the lowest mean enamel volume loss (0.0055 ± 0.0005) with statistically significant when compared to other groups. From the result of this study, 20 % xylitol varnish and fluoride varnish showed no significantly difference in reducing enamel erosion by soft drink. Whereas, 30 % xylitol varnish showed the highest performance among all treatment groups.

Keywords: Demineralization, Dental Erosion, Fluoride varnish, Soft drinks, Xylitol varnish

Received Date:

Revised Date:

Accepted Date:

doi:

ติดต่อเกี่ยวกับบทความ:

สิริภา กิจานุกุล ภาควิชาทันตกรรมทันตกรรม คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 34 ถนนอังรีดูนังต์, ปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330 ประเทศไทย
โทรศัพท์: 02-218-8795 อีเมล: skkae0106@gmail.com

Correspondence to :

Siripa Kijanukul. Department of Operative Dentistry, Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University 34 Henry Dunant Road, Pathumwan Bangkok 10330 Thailand. Tel: 02-218-8795 Email: skkae0106@gmail.com

บทนำ

ฟันสึกกร่อน (Dental erosion) เป็นการสูญเสียโครงสร้างฟันที่มีสาเหตุจากกรดหรือสารเคมีโดยไม่มี ความเกี่ยวข้องกับเชื้อแบคทีเรีย สามารถเกิดได้ทุกบริเวณของตัวฟัน¹ ปัจจุบันพบว่าความชุกและอุบัติการณ์การเกิดฟันสึกกร่อน เพิ่มขึ้นในทุกกลุ่มอายุ² ทั้งนี้เนื่องมาจากช่วง 10 ปีที่ผ่านมาความนิยมในการบริโภคเครื่องดื่มที่มีฤทธิ์เป็นกรด เช่น เครื่องดื่มเกลือแร่ น้ำผลไม้ ไวน์ และน้ำอัดลม เพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 56 และ ยังเพิ่มขึ้นประมาณร้อยละ 2-3 ต่อปี^{3,4}

เครื่องดื่มประเภทน้ำอัดลมมีส่วนประกอบหลัก คือ กรดคาร์บอนิก ทำให้มีค่าความเป็นกรดต่างต่ำ นอกจากนี้ยังมีกรดผสมกรดชนิดอื่น ๆ ลงไปเพื่อให้เครื่องดื่มรสชาติที่ดีขึ้น เช่น การเติมกรดฟอสฟอริกและกรดซิตริก ลงในเครื่องดื่มประเภทโคคาโคลา เป็นต้น ซึ่งกรดซิตริกมีความสามารถในการจับกับแคลเซียมไอออน ทำให้การคืนกลับแร่ธาตุสู่ผิวฟันเกิดได้น้อยลง รวมทั้งมีการใช้สารกันเสีย เช่น กรดแอสคอร์บิก ส่งผลให้น้ำอัดลมมีความเป็นกรดมากขึ้นอีกด้วย^{3,4}

ความเป็นกรดของน้ำอัดลมที่วางขายในท้องตลาดพบว่ามีความต่ำกว่าค่าความเป็นกรดต่างวิกฤต (Critical pH) ของผิวเคลือบฟันซึ่งมีค่าอยู่ที่ประมาณ 5.5 การบริโภคน้ำอัดลมจึงทำให้เกิดการละลายของแร่ธาตุจากผิวเคลือบฟัน และเมื่อการสึกกร่อนลุกลามไปในชั้นเนื้อฟันจะทำให้เกิดอาการเสียวฟันขึ้นได้⁵⁻⁷

นอกจากการแนะนำให้ผู้ป่วยลดปริมาณและความถี่ในการบริโภคน้ำอัดลมเพื่อป้องกันการเกิดฟันสึกกร่อนแล้ว การใช้สารที่มีความสามารถในการคืนกลับแร่ธาตุสู่ผิวฟัน เช่น ฟลูออไรด์ ก็ช่วยลดการเกิดฟันสึกกร่อนจากการสัมผัสกับกรดจากน้ำอัดลมได้^{8,9}

นอกจากฟลูออไรด์แล้ว พบว่าน้ำตาลไซลิทอลมีความสามารถในการคืนกลับแร่ธาตุสู่ผิวฟันได้เช่นกัน โดยไซลิทอลจะจับกับแคลเซียมเกิดเป็นสารประกอบที่มีความซับซ้อนกลายเป็นตัวนำแคลเซียม (calcium carrier) ในการคืนกลับแร่ธาตุและส่งเสริมการดูดซึมของแคลเซียมเข้าสู่ผิวฟัน^{10,11}

อย่างไรก็ตามประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ผสมน้ำตาล

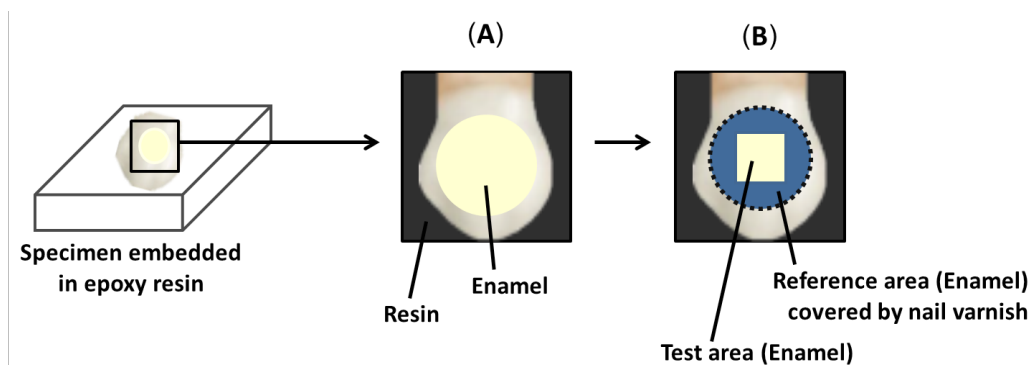
ไซลิทอลขึ้นอยู่กับปริมาณและความถี่ในการบริโภคน้ำตาลไซลิทอลที่เหมาะสม^{12,13} เพราะการชะล้างอาหารในช่องปากทำให้การคงอยู่ของน้ำตาลไซลิทอลในช่องปากมีระยะเวลาสั้นและมีปริมาณน้อย¹⁴ จึงมีแนวคิดในการพัฒนาไซลิทอลวารินิซขึ้น เพื่อช่วยให้น้ำตาลไซลิทอลคงอยู่ในช่องปากได้นานและไม่จำเป็นต้องบริโภคหลายครั้ง แต่ยังมีผู้ทดลองและทำการศึกษาเกี่ยวกับไซลิทอลวารินิซในปริมาณน้อย รวมถึงยังไม่มีการศึกษาทดลองในฟันธรรมชาติของมนุษย์ ดังนั้นจึงเป็นที่น่าสนใจว่าไซลิทอลวารินิซจะมีสมบัติในการลดการสึกกร่อนของผิวเคลือบฟันได้เช่นเดียวกับผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนผสมของน้ำตาลไซลิทอลชนิดอื่นหรือไม่ งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบสมบัติในการป้องกันการสึกกร่อนของผิวเคลือบฟันจากการกัดกร่อนของกรดจากน้ำตาลอัดลมของไซลิทอลวารินิซความเข้มข้นต่าง ๆ กัน โดยมีฟลูออไรด์วารินิซเป็นกลุ่มควบคุม โดยมีสมมติฐานการวิจัย คือ ไซลิทอลวารินิซและฟลูออไรด์วารินิซ ช่วยลดการสึกกร่อนของผิวเคลือบฟันจากการกัดกร่อนของกรดจากน้ำตาลอัดลมได้ไม่แตกต่างกัน และความเข้มข้นต่าง ๆ กันของไซลิทอลวารินิซ มีผลในการลดการสึกกร่อนของผิวเคลือบฟันจากการกัดกร่อนของกรดจากน้ำตาลอัดลมไม่แตกต่างกัน

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษานี้ใช้ฟันกรามน้อยของมนุษย์ที่ถูกถอนจำนวน 25 ซี่ ที่ไม่มีรอยร้าว รอยแตก รอยผุ รอยสึก ไม่มีความผิดปกติของเคลือบฟันและไม่เคยผ่านการบูรณะ ทำการคัดเลือกโดยการตรวจด้วยตาเปล่าและใช้กล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ กำลังขยาย 10

เท่า (Olympus SZ61, Olympus Corp, Japan) ฟันทั้งหมดถูกแช่ในสารละลายไทมอล ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส¹⁵ นำไปใช้ทดสอบในระยะเวลาไม่เกิน 3 เดือนหลังจากถอนฟัน และได้รับอนุญาตจากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรม คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (HREC-DCU 2017-067)

เมื่อทำความสะอาดฟันด้วยเครื่องขูดหินน้ำลายอัลตราโซนิค (Cavitron Bobcat Pro 25k, Dentsply Sirona, USA) นำฟันไปตัดส่วนรากออกที่บริเวณต่ำกว่ารอยต่อเคลือบรากฟันกับเคลือบฟัน 2 มิลลิเมตร และถูกตัดแบ่งครึ่งในแนวใกล้กลางถึงใกล้กลางบริเวณกึ่งกลางฟันด้วยเครื่องตัดความเร็วต่ำ (ISOMET TM 1000, BUEHLER, USA) นำชิ้นทดสอบไปฝังในเรซินใสให้ด้านใกล้แก้มหรือใกล้ลิ้นอยู่เหนือผิวเรซินใสเล็กน้อย นำชิ้นทดสอบไปขัดด้วยเครื่องขัดผิววัสดุ (Minitech 233, Presi, France) โดยใช้แผ่นซิลิกอนคาร์ไบด์ (CarbiMet, BUEHLER, USA) เบอร์ 600 800 และ 1200 ตามลำดับ เพื่อให้ได้พื้นที่ของผิวเคลือบฟันที่เรียบแบนเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 3 มม. แล้วขัดด้วยผงอะลูมิเนียมออกไซด์ ขนาด 0.3 ไมโครเมตร (LECO corp. Sr. Joseph, USA) เป็นเวลา 5 นาที ล้างด้วยน้ำปราศจากประจุ ชุบด้วยกระดาษซับและเป่าให้แห้งสนิท จากนั้นทาน้ำยาเคลือบเล็บบนผิวเคลือบฟันเพื่อกำหนดเป็นจุดอ้างอิงของผิวเคลือบฟันปกติและเหลือพื้นที่ของผิวเคลือบฟันเพื่อทำการทดลองขนาดประมาณ 1.5 มม. x 1.5 มม.¹⁶ (รูปที่ 1) แล้วทำการสุ่มชิ้นทดสอบเข้ากลุ่มทดลอง 5 กลุ่ม กลุ่มละ 10 ชิ้น และเก็บชิ้นทดสอบในน้ำลายเทียม ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส



รูปที่ 1 แสดงการเตรียมผิวเคลือบฟันเพื่อทำการทดลอง

(A) แสดงพื้นที่ของผิวเคลือบฟันภายหลังการขัดด้วยแผ่นซิลิกอนคาร์ไบด์ เส้นผ่านศูนย์กลาง 3 มม.

(B) แสดงพื้นที่ของผิวเคลือบฟันหลังจากทาด้วยน้ำยาเคลือบเล็บ โดยเหลือพื้นที่ทดสอบขนาดประมาณ 1.5 มม. x 1.5 มม.

Figure 1 Showed the process of specimen preparation

(A) Flat enamel surface after polished by silicon carbide paper about 3 millimeters in diameter

(B) Flat enamel surface was covered by nail varnish except the test area about 1.5 mm x 1.5 mm

สารที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ ฟลูออไรด์วาร์นิช (Duraphat[®], Colgate-Palmolive, USA) วาร์นิชที่ไม่มีฟลูออไรด์หรือน้ำตาล ไซลิทอลเป็นส่วนประกอบ (placebo varnish) และไซลิทอลวาร์นิช ความเข้มข้นร้อยละ 20 และ 30 จัดเตรียมโดยคณะเภสัชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยมีส่วนประกอบ ความหนืด และค่าความเป็นกรดต่างใกล้เคียงกับฟลูออไรด์วาร์นิช (ตารางที่ 1)

กลุ่มการทดลองแบ่งออกเป็น 5 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้รับสารทดลองใด ๆ กลุ่มที่ 2 ได้รับฟลูออไรด์วาร์นิช กลุ่มที่ 3 ได้รับไซลิทอลวาร์นิชความเข้มข้นร้อยละ 20 กลุ่มที่ 4 ได้รับไซลิทอลวาร์นิชความเข้มข้นร้อยละ 30 และกลุ่มที่ 5 ได้รับวาร์นิชที่ไม่มีฟลูออไรด์หรือน้ำตาลไซลิทอลเป็นส่วนประกอบ

การทาวาร์นิชทำก่อนการทำให้เกิดการสูญเสียแร่ธาตุ และวันที่ 5 ของการทำให้เกิดการสูญเสียแร่ธาตุ โดยนำขึ้นทดสอบที่แช่ไว้ในน้ำลายเทียมมาซบให้แห้ง ใช้ฟูกันขนาดเล็ก (Dental vision, USA) ทาวาร์นิชบนชิ้นทดสอบหนาประมาณ 1 มิลลิเมตร ทิ้งไว้ 1 นาที จากนั้นนำขึ้นทดสอบกลับไปแช่ในน้ำลายเทียมที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เมื่อครบ 6 ชั่วโมงใช้ฟูกันขนาดเล็ก กำจัดวาร์นิชออกจากผิวชิ้นทดสอบ¹⁷

นำขึ้นทดสอบทั้ง 5 กลุ่มมาแช่ด้วยน้ำอัดลม (โค้ก, บริษัทไทยน้ำทิพย์ จำกัด ประเทศไทย, ค่าความเป็นกรดต่าง 2.6¹⁸) นาน 5 นาที น้ำอัดลมจะเก็บไว้ในตู้เย็นอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส และเปิดขวดใหม่ทุกครั้ง⁴ หลังจากครบ 5 นาที นำขึ้นทดสอบมาล้างด้วยน้ำปราศจากประจุ แล้วนำกลับไปแช่ในน้ำลายเทียมที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง โดยเปลี่ยนน้ำลายเทียมใหม่ทุกวัน การทำให้เกิดการสูญเสียแร่ธาตุด้วยการสัมผัสกรดทำทั้งหมด 10 วัน และในวันที่ 5 ทาวาร์นิชในกลุ่มที่ 2-5 ซ้ำอีกครั้งตามขั้นตอนข้างต้น

การวัดปริมาตรผิวเคลือบฟันที่สูญเสียไป (Enamel volume loss) ภายหลังจากครบ 10 วัน ของการทำให้เกิดการสูญเสียแร่ธาตุด้วยการสัมผัสกรด ทำโดยใช้เครื่องวัดความหยابพื้นผิวแบบสัมผัส (Contact profilometer, Talyscan 150, Taylor Hobson, England) ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของแท่งสำรวจ 2 ไมโครเมตร ความเร็ว 1,000 ไมโครเมตรต่อวินาที และใช้แรงในการกด 1 มิลลินิวตัน

นำขึ้นทดสอบมากำจัดน้ำยาเคลือบฟันโดยนำไปแช่ในสารละลายอะซิโตน ความเข้มข้นร้อยละ 50 จากนั้นล้างด้วยน้ำปราศจากประจุแล้วเป่าให้แห้ง นำขึ้นทดสอบไปติดตั้งบนเครื่องทดสอบความหยابพื้นผิวแบบสัมผัส ทำการวัดโดยเคลื่อนแท่งสำรวจ จากจุดอ้างอิงที่หนึ่งซึ่งเป็นบริเวณผิวเคลือบฟันปกติห่างจากบริเวณทดสอบ 0.5 มิลลิเมตร ผ่านผิวเคลือบฟันที่ผ่านการทาด้วยวาร์นิชชนิดต่าง ๆ ไปยังจุดอ้างอิงที่สองซึ่งเป็นบริเวณผิวเคลือบฟันปกติอีกด้านหนึ่ง ห่างจากบริเวณทดสอบ 0.5 มิลลิเมตร รวมระยะทาง 2.5 มิลลิเมตร ความแตกต่างของความสูงของทั้ง 2 บริเวณจะถูกนำมาคำนวณเป็นปริมาตรผิวเคลือบฟันที่สูญเสียไป

วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมเอสพีเอสเอส (IBM SPSS statistics version 22) ทดสอบการกระจายตัวของข้อมูลด้วยสถิติโคโมโกรอฟ-สมอร์นอฟ (Kolmogorov-Smirnov test) ข้อมูลมีการกระจายตัวแบบปกติทำการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติแบบพารามเมตริกซ์ (Parametric statistics) โดยคำนวณค่าเฉลี่ยของปริมาตรผิวเคลือบฟันที่สูญเสียไปของทุกกลุ่มการทดลอง จากนั้นใช้สถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำแนกทางเดียว (Analysis of variance : ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของแต่ละกลุ่มทดลองด้วยการจับคู่พหุคูณชนิดทูเกีย (Tukey's post hoc test) กำหนดระดับนัยสำคัญที่ $p < 0.05$

ตารางที่ 1 แสดงส่วนประกอบของสารที่ใช้ในการทดลอง

Table 1 Composition of products used in this study.

Products	Compositions
Fluoride varnish (Duraphat [®] , Colgate-Palmolive, USA)	5 % sodium fluoride, 33.1 % ethanol, natural resin (colophonium), wax, saccharine and flavor.
20 % and 30 % Xylitol varnish (Faculty of Pharmaceutical science, Chulalongkorn university)	20 % or 30 % xylitol, water, natural resin, 6 % xanthan gum, 1 % citric acid and 0.5 % paraben.
Placebo varnish (Faculty of Pharmaceutical science, Chulalongkorn university)	water, natural resin, 6 % xanthan gum, 1 % citric acid and 0.5 % paraben.
Artificial saliva (Faculty of Dentistry, Chulalongkorn university)	deionized water 1200 ml, sorbitol 36 g, sodium benzoate 2.4 g, sodium carboxymethylcellulose 6 g, calcium chloride 0.2 g, potassium chloride 0.75 g, magnesium chloride 0.07 g, dipotassium hydrogen phosphate 0.965 g and potassium dihydrogen phosphate 0.44 g.
Soft drink (Coca cola [®] , Thainamthip, Thailand)	Carbonated water, sucrose, caramel color, phosphoric acid, natural flavors and caffeine.

ผลการศึกษา

จากการทดลอง ปริมาตรเฉลี่ยของผิวเคลือบฟันที่สูญเสียไปและความลึกเฉลี่ยของบริเวณที่มีการสูญเสียเคลือบฟันของกลุ่มต่าง ๆ แสดงในตารางที่ 2

เมื่อทดสอบการกระจายตัวของข้อมูลด้วยสถิติโคโมโกรอฟ-สเมอรันอฟพบว่าข้อมูลแต่ละกลุ่มมีการกระจายตัวแบบปกติ ($p>0.05$) การวิเคราะห์ข้อมูลจึงใช้สถิติแบบพาราเมตริกชนิดการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำแนกทางเดียว พบว่ามีปริมาตรเฉลี่ยของผิวเคลือบฟันที่สูญเสียไปอย่างน้อยหนึ่งคู่ที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จึงต้องนำไปทดสอบความแตกต่างด้วยการจับคู่พหุคูณชนิดทูกีย์ พบว่าปริมาตรเฉลี่ย

ของผิวเคลือบฟันที่สูญเสียไปของกลุ่มควบคุมและกลุ่มวารินิซที่ไม่มีฟลูออไรด์หรือน้ำตาลไซลิทอลเป็นส่วนประกอบ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนกลุ่มไซลิทอลวารินิซความเข้มข้นร้อยละ 20 มีปริมาตรเฉลี่ยของผิวเคลือบฟันที่สูญเสียไปมากกว่าฟลูออไรด์วารินิซเล็กน้อยแต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นกัน ซึ่งทั้งสองกลุ่มมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับกลุ่มควบคุมและกลุ่มวารินิซที่ไม่มีฟลูออไรด์หรือน้ำตาลไซลิทอลเป็นส่วนประกอบ ในขณะที่กลุ่มไซลิทอลวารินิซความเข้มข้นร้อยละ 30 มีปริมาตรเฉลี่ยของผิวเคลือบฟันที่สูญเสียไปน้อยที่สุดซึ่งแตกต่างจากทุกกลุ่มทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 2 แสดงปริมาตรเฉลี่ยของผิวเคลือบฟันที่สูญเสียไป (ลูกบาศก์มิลลิเมตร) และความลึกเฉลี่ยของบริเวณที่มีการสูญเสียเคลือบฟัน (ไมโครเมตร) ของทุกกลุ่มการทดลอง

Table 2 Mean±SD of enamel volume loss (cubic millimeters) and mean depth of test area (micrometers) of all groups.

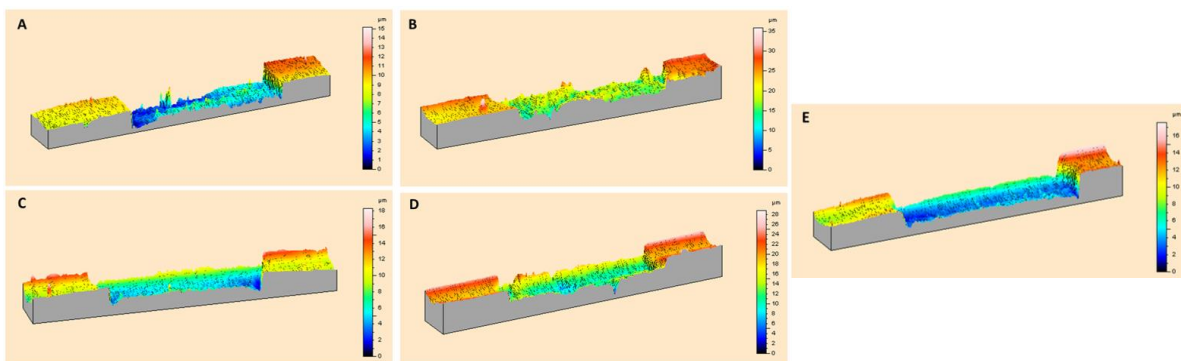
Treatment groups	Mean±SD of enamel volume loss (mm ³)	mean depth of test area (µm)
Control group	0.0121±0.0019 ^a	9.738±0.253 ^a
Fluoride varnish group	0.0070±0.0007 ^b	6.155±0.755 ^b
20 % Xylitol varnish group	0.0084±0.0004 ^b	7.562±0.251 ^b
30 % Xylitol varnish group	0.0055±0.0005 ^c	4.787±0.250 ^c
Placebo varnish	0.0117±0.0015 ^a	9.675±0.258 ^a

ตัวอักษรที่แตกต่างกัน (a, b, c) คือมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญน้อยกว่า 0.05

Different superscript letters (a, b, c) showed significant difference of mean enamel volume loss at $p<0.05$

ความลึกเฉลี่ยของบริเวณที่มีการสูญเสียผิวเคลือบฟันจะสัมพันธ์กับปริมาตรเฉลี่ยของผิวเคลือบฟันที่สูญเสียไป คือ ถ้ามีปริมาตรเฉลี่ยของผิวเคลือบฟันที่สูญเสียไปมากขึ้น ความลึกเฉลี่ย

ของบริเวณที่มีการสูญเสียเคลือบฟันก็จะเพิ่มมากขึ้นด้วยเช่นกัน ดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 แสดงภาพจำลองของชิ้นทดสอบจากเครื่องวัดความหยาบผิวแบบสัมผัส (A ภาพของกลุ่มควบคุม, B ภาพของกลุ่มฟลูออไรด์วารินิซ, C ภาพของกลุ่มไซลิทอลวารินิซความเข้มข้นร้อยละ 20, D ภาพของกลุ่มไซลิทอลวารินิซความเข้มข้นร้อยละ 30 และ E ภาพของกลุ่มวารินิซที่ไม่มีฟลูออไรด์หรือน้ำตาลไซลิทอลเป็นส่วนประกอบ)

Figure 2 3D images of specimens after 10 days of demineralization from profilometer (A control group, B fluoride varnish group, C 20 % xylitol varnish group, D 30 % xylitol varnish group and E placebo varnish group).

บทวิจารณ์

ปัจจุบันแนวทางในการจัดการฟันสึกกร่อนมุ่งเน้นไปที่การวินิจฉัยโรคในระยะเริ่มแรกและแนะนำวิธีการป้องกันที่เหมาะสม นอกจากการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมของผู้ป่วยแล้ว การใช้สารที่มีสมบัติในการคืนกลับแร่ธาตุ เช่น ฟลูออไรด์ เป็นอีกหนึ่งวิธีที่ช่วยป้องกันหรือลดการเกิดฟันสึกกร่อนได้^{8,9}

เป็นที่ทราบกันว่าน้ำตาลโซลิทอลมีความสามารถในการคืนกลับแร่ธาตุสู่ผิวฟันได้เช่นกัน^{10,11} การศึกษานี้จึงทำการทดสอบถึงประสิทธิภาพของน้ำตาลโซลิทอลในการป้องกันการเกิดฟันสึกกร่อน โดยเลือกรูปแบบของวารินิช ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่อยู่ระหว่างการพัฒนาเพื่อแก้ไขปัญหาเรื่องการคงอยู่ของน้ำตาลโซลิทอลในช่องปากที่สั้นและมีปริมาณน้อย เนื่องจากการศึกษาเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์โซลิทอลวารินิชยังมีค่อนข้างน้อย ผู้วิจัยจึงเลือกใช้วิธีการทดสอบโดยดัดแปลงมาจากการศึกษาของ Souza และคณะในปี 2010¹⁷

การทดลองนี้เลือกใช้น้ำอัดลมในการทำให้เกิดการสึกกร่อนของผิวเคลือบฟัน เนื่องจากเป็นเครื่องดื่มที่มีการบริโภคกันอย่างแพร่หลาย นอกจากนี้กรดคาร์บอนิกซึ่งเป็นส่วนประกอบหลักในเครื่องดื่ม ร่วมกับการผสมกรดชนิดอื่น ๆ ลงไปเพื่อให้เครื่องดื่มมีรสชาติที่ดีขึ้น เช่น การเติมกรดฟอสฟอริก ทำให้เครื่องดื่มมีค่าความเป็นกรดต่ำและมีประสิทธิภาพในการทำให้เกิดการสึกกร่อนได้สูง^{3,6-7} โดยทำการแช่ชิ้นทดสอบในน้ำอัดลมเป็นเวลา 5 นาที ซึ่งเป็นระยะเวลาเฉลี่ยที่ฟันสัมผัสกับกรดใน 1 วัน ตามการคำนวณของ von Fraunhofer และ Rogers ในปี 2004⁴ อย่างไรก็ตามการแช่ชิ้นทดสอบด้วยวิธีการดังกล่าวอาจไม่สามารถเลียนแบบพฤติกรรมในการบริโภคน้ำอัดลมตามจริงในชีวิตประจำวันได้ ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในอนาคต

การทาวารินิชทำก่อนการทำให้เกิดการสูญเสียแร่ธาตุ และวันที่ 5 ของการทำให้เกิดการสูญเสียแร่ธาตุ เนื่องจากการศึกษาพบว่าประสิทธิภาพในการลดการสึกกร่อนของฟลูออไรด์วารินิชจะลดลงจนไม่ต่างกับกลุ่มควบคุมเมื่อผ่านไป 5 วัน จึงต้องมีการทาสีอีกครั้ง โดยวารินิชจะถูกกำจัดออกจากผิวชิ้นทดสอบภายหลังทำไปเป็นเวลา 6 ชั่วโมง ซึ่งเป็นเวลาที่คาดว่าวารินิชจะถูกกำจัดออกจากผิวเคลือบฟันในช่องปากด้วยกระบวนการชะล้างภายในช่องปาก การเคี้ยวหรือการแปรงฟันจนหมด¹⁹ นอกจากนี้ภายหลังจากทาวารินิชและระหว่างการทำให้เกิดการสึกกร่อนของผิวเคลือบฟันในแต่ละครั้ง ชิ้นทดสอบจะถูกแช่ในน้ำลายเทียมที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เพื่อเลียนแบบสภาพแวดล้อมภายในช่องปาก อย่างไรก็ตามน้ำลายเทียมไม่สามารถสร้างแผ่นเพลลิเคิล

(acquire pellicle) ซึ่งมีความสำคัญในการเกิดปฏิกิริยาระหว่างผิวเคลือบฟันกับแร่ธาตุต่าง ๆ เช่น ฟลูออไรด์ แคลเซียม ฟอสเฟต ได้เช่นเดียวกับภายในช่องปาก²⁰ จึงควรมีการศึกษาในทางคลินิกเพิ่มเติมในอนาคต

เครื่องวัดความหยาบพื้นผิวแบบสัมผัสเป็นเครื่องมือที่นิยมใช้ในการวัดปริมาณการสูญเสียของผิวเคลือบฟันอันเนื่องมาจากการสึกกร่อนจากสารเคมี สามารถใช้ในการประเมินประสิทธิภาพในการทำให้เกิดการสึกกร่อนของผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ในห้องปฏิบัติการได้ เนื่องจากสามารถทดสอบได้ง่ายและรวดเร็ว รวมถึงมีความถูกต้องแม่นยำสูง โดยต้องการพื้นผิวที่มีความเรียบเหมาะสมในการเป็นพื้นผิวอ้างอิงสำหรับเปรียบเทียบกับพื้นผิวที่ทำการศึกษา^{21,22} ในการทดลองนี้จึงทำการขัดผิวเคลือบฟันด้วยกระดาษทรายเบอร์ 600 800 และ 1200 และขัดด้วยผงอะลูมิเนียมออกไซด์ ขนาด 0.3 ไมโครเมตรในขั้นตอนสุดท้าย นอกจากจะทำให้มีพื้นผิวที่เรียบเหมาะสมแล้วยังช่วยกำจัดปัจจัยเรื่องความแตกต่างของส่วนประกอบของแร่ธาตุ เช่น ฟลูออไรด์ บนผิวนอกสุด (superficial layer) ของผิวเคลือบฟันที่นำมาทดสอบได้อีกด้วย แม้ว่าการขัดผิวเคลือบฟันออกไปบางส่วนอาจส่งผลกระทบต่อความยึดติดของวารินิชในการทดลอง แต่ชิ้นทดสอบทุกกลุ่มจะถูกขัดด้วยเครื่องขัดผิววัสดุซึ่งมีมาตรฐาน จึงทำให้ลักษณะของผิวเคลือบฟันที่ขัดทดสอบในทุกกลุ่มมีคุณสมบัติใกล้เคียงกัน นอกจากนี้เครื่องวัดความหยาบพื้นผิวแบบสัมผัสยังมีข้อเสียคือ การใช้แท่งสำรวจอาจทำให้เกิดรอยขีดข่วนบนผิวชิ้นทดสอบได้^{21,22} แต่ทุกกลุ่มการทดลองมีโอกาสเกิดรอยขีดข่วนเท่า ๆ กัน จึงไม่ทำให้เกิดอคติหรือความคลาดเคลื่อนของผลการทดลอง

จากผลการศึกษาพบว่ากลุ่มโซลิทอลวารินิชความเข้มข้นร้อยละ 30 มีปริมาตรเฉลี่ยของผิวเคลือบฟันที่สูญเสียไปน้อยที่สุด และกลุ่มโซลิทอลวารินิชความเข้มข้นร้อยละ 20 มีปริมาตรเฉลี่ยของผิวเคลือบฟันที่สูญเสียไปไม่แตกต่างจากกลุ่มฟลูออไรด์วารินิชจึงปฏิเสธสมมติฐานการวิจัยที่ว่าโซลิทอลวารินิชและฟลูออไรด์วารินิชช่วยลดการสึกกร่อนของผิวเคลือบฟันจากการกัดกร่อนของกรดจากน้ำอัดลมได้ไม่แตกต่างกัน และความเข้มข้นต่าง ๆ กันของโซลิทอลวารินิช มีผลในการลดการสึกกร่อนของผิวเคลือบฟันจากการกัดกร่อนของกรดจากน้ำอัดลมไม่แตกต่างกัน ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาก่อนหน้านี้ที่พบว่า โซลิทอลวารินิชความเข้มข้นร้อยละ 20 ให้ผลในการลดการสึกกร่อนของผิวเคลือบฟันจากการกัดกร่อนของกรดจากน้ำอัดลมได้ใกล้เคียงกับฟลูออไรด์วารินิช¹⁷ และมีรายงานว่าเมื่อเปรียบเทียบกับฟลูออไรด์วารินิช โซลิทอลวารินิช

นิชความเข้มข้นร้อยละ 20 มีประสิทธิภาพในการคืนกลับแร่ธาตุสู่ผิวฟันไม่แตกต่างกัน²³ โดยในการทดลองนี้ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่าการลดการสึกกร่อนนั้นเป็นผลจากน้ำตาลไซลิทอลจริงเนื่องจากกลุ่มวารินิชที่ไม่มีฟลูออไรด์หรือน้ำตาลไซลิทอลเป็นส่วนประกอบนั้นให้ผลการทดลองที่ไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม

กลไกของน้ำตาลไซลิทอลในการลดการสึกกร่อนเกิดจากความสามารถในการคงระดับปริมาณของแคลเซียมและฟอสเฟตไอออนในน้ำลายและคราบจุลินทรีย์ ไซลิทอลจะทำหน้าที่เลียนแบบโปรตีนในน้ำลาย เช่น โปรตีนสแตเธอริน (statherin) ซึ่งสามารถยับยั้งการตกตะกอนของเกลือแคลเซียมฟอสเฟตได้ โดยไซลิทอลจะสร้างสารประกอบที่มีความซับซ้อนโดยจับกับแคลเซียมกลายเป็นตัวนำแคลเซียมในการเกิดการคืนกลับแร่ธาตุและส่งเสริมการดูดซึมของแคลเซียมเข้าสู่ผิวฟัน มีการศึกษาพบว่าการบริโภคน้ำตาลไซลิทอลสัมพันธ์กับปริมาณของแคลเซียมไอออนในคราบจุลินทรีย์ที่เพิ่มขึ้น โดยปริมาณแคลเซียมที่เพิ่มขึ้นร่วมกับความสามารถในการคงค่าความเป็นกรดต่างของคราบจุลินทรีย์ของน้ำตาลไซลิทอลช่วยยับยั้งการสลายแร่ธาตุและช่วยส่งเสริมการคืนกลับแร่ธาตุสู่ผิวฟันได้เช่นเดียวกับโปรตีนในน้ำลาย^{10,11} ซึ่งคาดว่าแคลเซียมไอออนที่ทำให้เกิดกลไกการคืนกลับแร่ธาตุสู่ผิวฟันของน้ำตาลไซลิทอลในการทดลองนี้น่าจะมาจากน้ำลายเทียม อย่างไรก็ตามในการทดลองนี้ไม่ได้มีการทดสอบถึงปริมาณแร่ธาตุที่มีการเปลี่ยนแปลงไปภายหลังเกิดการสึกกร่อนและภายหลังทวารินิช จึงไม่สามารถสรุปได้ว่ามีการเกิดกระบวนการคืนกลับแร่ธาตุบนผิวของชั้นทดสอบหรือไม่ซึ่งควรมีการศึกษาเพิ่มเติมต่อไปในอนาคต

จากผลการศึกษาพบว่าไซลิทอลวารินิชความเข้มข้นร้อยละ 20 ช่วยลดการสึกกร่อนของผิวเคลือบฟันได้ไม่แตกต่างจากฟลูออไรด์วารินิช ซึ่งน่าจะมาจากการสร้างสารประกอบระหว่างไซลิทอลและแคลเซียมไอออนของไซลิทอลวารินิชความเข้มข้นร้อยละ 20 มีปริมาณใกล้เคียงกับการสร้างสารประกอบแคลเซียมฟลูออไรด์ของฟลูออไรด์วารินิช ทำให้ทั้งสองกลุ่มมีแหล่งสะสมของแคลเซียมบนผิวฟันและสามารถทำให้เกิดการคืนกลับแร่ธาตุสู่ผิวฟันได้ใกล้เคียงกัน ดังนั้นเมื่อมีการเพิ่มความเข้มข้นของไซลิทอลวารินิชเป็นร้อยละ 30 จึงน่าจะทำให้เกิดการจับกันระหว่างไซลิทอลและแคลเซียมไอออนบนผิวฟันเพิ่มมากขึ้น เกิดการคืนกลับแร่ธาตุสู่ผิวฟันได้มากขึ้น ไซลิทอลวารินิชความเข้มข้นร้อยละ 30 จึงมีปริมาณเฉลี่ยของผิวเคลือบฟันที่สูญเสียไปน้อยที่สุดซึ่งไม่สอดคล้องกับการศึกษาของ Chunmuang และคณะในปี 2007²⁴ ที่ใช้สารละลายน้ำตาลไซลิทอลความเข้มข้นร้อยละ 40 และสารละลายโซเดียมฟลูออไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.05 ใน

การป้องกันการสึกกร่อนของผิวเคลือบฟัน พบว่าสารละลายไซลิทอลความเข้มข้นร้อยละ 40 มีการสึกกร่อนของผิวเคลือบฟันไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม แม้จะมีการแช่ขึ้นทดสอบในสารละลาย 4 ครั้งต่อวัน นานครั้งละ 1 นาที ทั้งนี้ น่าจะมาจากรูปแบบที่แตกต่างกันของน้ำตาลไซลิทอลที่ใช้ในการทดลอง โดยคาดว่ารูปแบบวารินิชสามารถเพิ่มปริมาณและระยะเวลาการคงอยู่ของไซลิทอลบนผิวฟันได้ จึงทำให้ไซลิทอลวารินิชช่วยป้องกันการสึกกร่อนของผิวเคลือบฟันได้ดีกว่าแบบสารละลาย

ฟลูออไรด์วารินิชเป็นฟลูออไรด์เฉพาะที่ที่ทันตแพทย์ใช้ป้องกันการเกิดฟันผุอย่างแพร่หลายและมีการศึกษาจำนวนมากที่สนับสนุนประสิทธิภาพในการคืนกลับแร่ธาตุบนผิวฟัน ฟลูออไรด์วารินิชจึงเป็นอีกหนึ่งผลิตภัณฑ์ที่ถูกแนะนำให้ใช้เพื่อป้องกันการสึกกร่อนของผิวเคลือบฟัน แต่ระยะเวลาในการป้องกันการสึกกร่อนจะค่อย ๆ ลดลงอย่างรวดเร็ว เนื่องจากกรดจากอาหารและเครื่องดื่ม หรือกรดจากกระเพาะอาหารซึ่งมีค่าความเป็นกรดต่างที่ต่ำสามารถละลายสารประกอบแคลเซียมฟลูออไรด์บนผิวฟันออกได้¹⁹ การใช้ฟลูออไรด์วารินิชโดยทันตแพทย์จึงอาจต้องเพิ่มความเข้มข้นของฟลูออไรด์หรือเพิ่มความถี่เพื่อให้มีประสิทธิภาพเพียงพอ แต่อย่างไรก็ตามการใช้ฟลูออไรด์ความเข้มข้นสูงในปริมาณมาก ๆ อาจทำให้เกิดความเป็นพิษ (toxicity) ทั้งแบบเฉียบพลันหรือแบบเรื้อรัง และอาจอันตรายจนถึงแก่ชีวิตได้ถ้าได้รับเกิน 5 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักตัว (กิโลกรัม)^{25,26} จึงน่าจะเป็นการดีหากมีผลิตภัณฑ์ที่มีประสิทธิภาพในการป้องกันการสึกกร่อนของเคลือบฟันได้ดีเทียบเท่าฟลูออไรด์วารินิชแต่มีผลข้างเคียงน้อยกว่า และประชาชนทั่วไปสามารถใช้ได้อย่างปลอดภัยโดยไม่ต้องเดินทางมาพบทันตแพทย์ ซึ่งจากผลการทดลองนี้ พบว่าไซลิทอลวารินิชความเข้มข้นร้อยละ 30 ให้ผลในการลดการสึกกร่อนของผิวเคลือบฟันจากการสัมผัสกรดน้ำอัดลมได้ดีกว่าฟลูออไรด์วารินิช ไซลิทอลวารินิชจึงน่าจะเป็นผลิตภัณฑ์ทางเลือกหนึ่งที่มีประสิทธิภาพและสามารถนำไปพัฒนาเพื่อใช้งานในทางคลินิกได้ต่อไป

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาเชิงทดลองในห้องปฏิบัติการซึ่งไม่สามารถจำลองสภาวะจริงที่เกิดขึ้นในการใช้งานของสารชนิดต่าง ๆ ในทางคลินิกได้ทั้งหมด เช่น ส่วนประกอบของน้ำลายสภาวะความเป็นกรด-ด่าง การเกิดคราบจุลินทรีย์ในช่องปาก การชะล้างอาหารในช่องปาก เป็นต้น นอกจากนี้ก่อนการทดลองมีการขัดผิวเคลือบฟันออกเล็กน้อยเพื่อให้ผิวบริเวณที่ทำการทดสอบมีความเรียบที่เหมาะสม ทำให้ไม่ได้ทำการทดลองในผิวชั้นนอกสุดของเคลือบฟันตามสภาพจริงในช่องปาก

ผลการวิจัยที่ได้จึงช่วยบ่งบอกถึงสมบัติในการป้องกัน

การสึกกร่อนของผิวเคลือบฟันของไซลิทอลวาร์นิชได้ในเบื้องต้นเท่านั้น จึงควรมีการทดลองต่อไปในอนาคตเพื่อให้ทราบถึงประสิทธิภาพในการใช้งานทางคลินิก และเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ไซลิทอลวาร์นิชในทางพาณิชย์ต่อไป

บทสรุป

จากการศึกษาเชิงทดลองในห้องปฏิบัติการ พบว่าไซลิทอลวาร์นิชความเข้มข้นร้อยละ 20 และฟลูออไรด์วาร์นิชช่วยลดการสึกกร่อนของผิวเคลือบฟันจากการกัดกร่อนของกรดจากน้ำอัดลมได้ไม่แตกต่างกัน ในขณะที่ไซลิทอลวาร์นิชความเข้มข้นร้อยละ 30 ช่วยลดการสึกกร่อนของผิวเคลือบฟันจากการกัดกร่อนของกรดจากน้ำอัดลมได้ดีกว่าฟลูออไรด์วาร์นิชอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับจากปริมาตรเฉลี่ยของผิวเคลือบฟันที่สูญเสียไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ศูนย์วิจัยทันตวัสดุศาสตร์ คณะทันตแพทยศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์และอำนวยความสะดวกในการใช้เครื่องมือต่าง ๆ ในการทำวิจัย และขอขอบคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ เกศัชกรหญิง ดร. วลัยศิริ ม่วงศิริ อาจารย์ประจำภาควิชาวิทยาการเภสัชกรรมและเภสัชอุตสาหกรรม ที่ให้คำแนะนำและความร่วมมือในการผลิตไซลิทอลวาร์นิชเพื่อการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

1. Lussi A, Hellwig E, Ganss C, Jaeggi T. Buonocore Memorial Lecture. Dental erosion. *Oper Dent* 2009;34(3):251-62.
2. Jaeggi T, Lussi A. Prevalence, incidence and distribution of erosion. *Monogr Oral Sci* 2014;25:55-73.
3. Tahmassebi JF, Duggal MS, Malik-Kotru G, Curzon ME. Soft drinks and dental health: a review of the current literature. *J Dent* 2006;34(1):2-11.
4. von Fraunhofer JA, Rogers MM. Dissolution of dental enamel in soft drinks. *Gen Dent* 2004;52(4):308-12.
5. Lussi A, Schlueter N, Rakhmatullina E, Ganss C. Dental erosion—an overview with emphasis on chemical and histopathological aspects. *Caries research* 2011;45Suppl1:2-12.
6. Barbour ME, Lussi A. Erosion in relation to nutrition and the environment. *Monogr Oral Sci* 2014;25:143-54.
7. Lussi A, Hellwig E, Zero D, Jaeggi T. Erosive tooth wear: diagnosis, risk factors and prevention. *Am J Dent* 2006;19(6):319-25.
8. Wiegand A, Attin T. Influence of fluoride on the prevention of erosive lesions—a review. *Oral Health Prev Dent* 2003;1(4):245-53.

9. Larsen MJ. Prevention by means of fluoride of enamel erosion as caused by soft drinks and orange juice. *Caries Res* 2001;35(3):229-34.
10. Makinen KK. Sugar alcohols, caries incidence, and remineralization of caries lesions: a literature review. *Int J Dent* 2010;10:1-23.
11. Makinen KK. Can the pentitol-hexitol theory explain the clinical observations made with xylitol? *Med Hypotheses* 2000;54(4):603-13.
12. Ly KA, Milgrom P, Roberts MC, Yamaguchi DK, Rothen M, Mueller G. Linear response of mutans streptococci to increasing frequency of xylitol chewing gum use: a randomized controlled trial [ISRCTN43479664]. *BMC Oral Health* 2006;6:6.
13. Milgrom P, Ly KA, Roberts MC, Rothen M, Mueller G, Yamaguchi DK. Mutans streptococci dose response to xylitol chewing gum. *J Dent Res* 2006;85(2):177-81.
14. Lif Holgersson P, Stecksén-Blicks C, Sjöström I, Öberg M, Twetman S. Xylitol concentration in saliva and dental plaque after use of various xylitol-containing products. *Caries Res* 2006;40(5):393-7.
15. Secilmis A, Dilber E, Ozturk N, Yilmaz FG. The Effect of Storage Solutions on Mineral Content of Enamel. *J MSA* 2013;4:439-45.
16. Benjakul P, Chuenarrom C. Association of dental enamel loss with the pH and titratable acidity of beverages. *J Dent Sci* 2011;6(3):129-33.
17. Souza JG, Rochel ID, Pereira AF, Silva TC, Rios D, Machado MA, et al. Effects of experimental xylitol varnishes and solutions on bovine enamel erosion in vitro. *J Oral Sci* 2010;52(4):553-9.
18. Lussi A, Jaeggi T, Zero D. The role of diet in the aetiology of dental erosion. *Caries Res* 2004;38Suppl1:34-44.
19. Magalhaes AC, Wiegand A, Rios D, Buzalaf MA, Lussi A. Fluoride in dental erosion. *Monogr Oral Sci* 2011;22:158-70.
20. Fejerskov O, Kidd E. Dental caries: the disease and its clinical management. 2 ed: John Wiley & Sons; 2009. P.163-187
21. Barbour ME, Rees JS. The laboratory assessment of enamel erosion: a review. *J Dent* 2004;32(8):591-602.
22. Schlueter N, Hara A, Shellis RP, Ganss C. Methods for the measurement and characterization of erosion in enamel and dentine. *Caries Res* 2011;45Suppl1:13-23.
23. Cardoso CA, de Castilho AR, Salomao PM, Costa EN, Magalhaes AC, Buzalaf MA. Effect of xylitol varnishes on remineralization of artificial enamel caries lesions in vitro. *J Dent* 2014;42(11):1495-501.
24. Chunmuang S, Jitpukdeebodindra S, Chuenarrom C, Benjakul P. Effect of xylitol and fluoride on enamel erosion in vitro. *J Oral Sci* 2007;49(4):293-7.
25. Ullah R, Zafar MS, Shahani N. Potential fluoride toxicity from oral medicaments: A review. *Iran J Basic Med Sci* 2017;20(8):841-8.
26. Martinez-Mier EA. Fluoride: Its Metabolism, Toxicity, and Role in Dental Health. *J Evid Based Complementary Altern Med* 2011;17(1):28-32.