ผลของศรีนครินทรวิโรฒแอซิดดูเรตฟอสเฟตฟลูออไรด์เจลต่อการคืนกลับแร่ธาตุของเคลือบฟันบริเวณรอยผุจำลอง

ขวัญชนก อยู่เจริญ[1], ณัฐวุธ แก้วสุทธา[1], วัลลภิษฐ์ วิสุทธิศักดิ์[1], สถาพร นิ่มกุลรัตน์[2]

[1] คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

[2] คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบผลของศรีนครินทรวิโรฒแอซิดดูเรตฟอสเฟตฟลูออไรด์เจลในการส่งเสริมการคืนกลับของแร่ธาตุในฟันผุชนิดขาวขุ่นจำลองจากการวัดค่าความแข็งผิวฟันระดับจุลภาคที่เพิ่มขึ้น โดยเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ฟลูออไรด์เจลที่มีจำหน่ายในท้องตลาด ณ เวลา 28 วัน

การทดลองทำในห้องปฏิบัติการ โดยใช้ฟันหน้าวัวจำนวน 20 ซี่ ตัดฟันที่บริเวณส่วนกลางฟันตามแนวยาวของตัวฟันขนาด 2 x 3 ตารางมิลลิเมตร โดยฟันวัว 1 ซี่ จะตัดได้ ให้ได้ชิ้นงานตัวอย่างจำนวน 2 ชิ้นโดยจะนำชิ้นฟันด้านไกลกลางและด้านใกล้กลางของฟันแต่ละซี่มาสุ่มเข้ากลุ่มทดลอง 2 กลุ่ม นำชิ้นงานไปลงบล็อกอะคริลิก จากนั้นนำไปขัดผิวเคลือบฟันด้านริมฝีปากให้ขนานกับแนวระนาบ นำชิ้นงานตัวอย่างทั้งหมดไปแช่ในสารละลายสำหรับเร่งการสูญเสียแร่ธาตุเป็นเวลา 4 ชั่วโมง เพื่อทำให้เกิดรอยผุจำลองขึ้น และนำไปวัดค่าความแข็งผิวฟันระดับจุลภาคก่อนการทดลอง จากนั้นแบ่งกลุ่มตัวอย่างออก เป็น 2 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 ได้รับการทาผิวเคลือบฟันด้วยแอซิดดูเรตฟอสเฟตฟลูออไรด์เจลที่มีจำหน่ายในท้องตลาด กลุ่มที่ 2 ได้รับการทาผิวเคลือบฟันด้วยศรีนคริน-ทรวิโรฒแอซิดดูเรตฟอสเฟตฟลูออไรด์เจล โดยมีเงื่อนไขการแบ่งกลุ่มโดยการสุ่มชิ้นฟันจากฟันซี่เดียวกันแยกเป็นสองกลุ่มทดลอง ชิ้นงานตัวอย่างทั้งหมดถูกนำไปผ่านกระบวนการจำลองสภาวะการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรด – ด่าง เพื่อจำลองสภาวะความเป็นกรด - ด่างภายในช่องปากเป็นเวลา 28 วัน และนำไปวัดค่าความแข็งผิวฟันระดับจุลภาคหลังได้รับแอซิดดูเรตฟอสเฟตฟลูออไรด์เจล สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ สถิติ Paired t - test เพื่อทดสอบค่าความแข็งผิวฟันระดับจุลภาคหลังการทดลอง และความแข็งผิวฟันระดับจุลภาคที่เพิ่มขึ้นภายหลังได้รับการทาผิวเคลือบฟันด้วยแอซิดดูเรตฟอสเฟตฟลูออไรด์เจล

ผลการวิจัยพบว่า ค่าเฉลี่ยความแข็งผิวฟันระดับจุลภาคหลังได้รับฟลูออไรด์เจลทั้งสองชนิด มีความแตกต่างจากค่าเฉลี่ยความแข็งผิวฟันระดับจุลภาคก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญ($P < 0.05$) และค่าเฉลี่ยความแข็งผิวฟันระดับจุลภาคที่เพิ่มขึ้นในกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการทาผิวเคลือบฟันด้วยศรีนครินทรวิโรฒแอซิดดูเรตฟอสเฟตฟลูออไรด์เจล มีค่าไม่แตกต่างกับค่าเฉลี่ยความแข็งผิวฟันระดับจุลภาคที่วัดได้จากกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการทาผิวเคลือบฟันด้วยแอซิดดูเรตฟอสเฟตฟลูออไรด์เจลที่มีจำหน่ายในท้องตลาดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

ศรีนครินทรวิโรฒแอซิดดูเรตฟอสเฟตฟลูออไรด์เจลส่งผลให้ฟันผุชนิดขาวขุ่นจำลองมีค่าเฉลี่ยความแข็งระดับจุลภาคของผิวเคลือบฟันเพิ่มขึ้นไม่แตกต่างกับผลิตภัณฑ์ 1.23% แอซิดดูเรตฟอสเฟตฟลูออไรด์เจลที่มีจำหน่ายในท้องตลาด

คำสำคัญ: ฟลูออไรด์เจล, การคืนกลับแร่ธาตุ, การสูญเสียแร่ธาตุ, ความแข็งผิวระดับจุลภาค, รอยผุจำลอง

Effect of Srinakharinwirot Acidulated Phosphate Fluoride Gel to Remineralization of Artificial Carious Enamel Lesions

Kwanchanok Youcharoen[1]*, Wallapit Wisutiisak[1], Nattwut Kaewsutta[1], Sathaporn Nimkulrat[2]

[1] Faculty of Dentistry, Srinakharinwirot University.

[2] Faculty of Pharmacy, Srinakharinwirot University.

Abstract

The purpose of this study was to determine the effect of Srinakharinwirot acidulated phosphate fluoride gel on microhardness of artificial carious lesion in bovine enamel. Twenty bovine incisors were cut into two parts, mesio – distally, and 40 enamel blocks were made from labial surface to provide two treatment groups, group 1: 1.23% SWU APF gel and group 2: standard 1.23% commercial APF gel. The artificial carious enamel lesions were created by immersed all specimens in demineralizing solution for 4 hours. The specimens were analyzed for the pre-treatment surface microhardness then all specimens were taken into pH – cycling for 28 days. After cycling, the post-treatment surface microhardness was determined in both groups. The data were analyzed by Paired t-test to determine surface microhardness recovery after APF gel application.

The results showed no statistically significant different between mean surface microhardness after application of 1.23% SWU APF gel and 1.23% Commercial APF gel. ($P < 0.05$) SWU 1.23% APF gel and Commercial 1.23% APF gel showed significant increased in the surface microhardness compared to pretreatment surface microhardness. ($P < 0.05$)

Keywords: Fluoride gel, Remineralization, Demineralization, Surface microhardness, Artificial caries

หน้าประกาศคุณูประการ

การที่โครงงานวิจัยเรื่องผลของศรีนครินทรวิโรฒแอซิดดูเรตฟอสเฟตฟลูออไรด์เจลต่อการคืนกลับแร่ธาตุของเคลือบฟันบริเวณรอยผุจำลองสามารถสำเร็จลุล่วงลงได้ คณะผู้วิจัยขอขอบคุณบุคคล และหน่วยงานต่าง ๆ ต่อไปนี้

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ที่ได้มอบทุนวิจัยจากเงินรายได้มหาวิทยาลัย ประจำปีการศึกษา 2553

ดร.พรเกียรติ ชื่นจิตอภิรมย์ หน่วยบริการงานวิจัย คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ในด้านการให้คำแนะนำและดูแลเรื่องการใช้เครื่องวัดความแข็งผิวระดับจุลภาค

คุณสุรธี เกิดสินธ์ เจ้าหน้าที่ภาควิชาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ สำหรับการเอื้อเฟื้อสถานที่สำหรับขัดและคัดเลือกชิ้นงาน รวมถึงการดูแลและอำนวยความสะดวกในการใช้เครื่องขัดผิววัสดุ

คุณธนาภา ศรีพอ คุณภวิกา แก้วกสิกรรม และคุณศิริพงศ์ ตั้งประเสริฐกิจ เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการภาควิชาโอษฐวิทยา คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ สำหรับการให้ความช่วยเหลือในการจัดเตรียมสารเคมีที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้

คณะผู้วิจัย

สารบัญ

		หน้า
บทคัดย่อ		ก
หน้าคุณูประการ		ข
สารบัญ		ค
บัญชีตาราง		จ
บัญชีภาพประกอบ		ฉ
บทที่ 1	บทนำ	1
	ที่มาและความสำคัญของการวิจัย	1
	วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
	สมมติฐานของการวิจัย	2
	ขอบเขตของการวิจัย	3
	คำสำคัญ	3
	ประโยชน์ของการวิจัย	3
บทที่ 2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
บทที่ 3	วิธีดำเนินการวิจัย	7
	วัสดุอุปกรณ์	7
	กลุ่มตัวอย่าง	8
	การเตรียมชิ้นงานตัวอย่าง	9
	การสร้างรอยผุจำลอง	10
	การวัดค่าความแข็งผิวฟันระดับจุลภาคก่อนได้รับแอซิดดูเรตฟอสเฟตฟลูออไรด์เจล	10
	การแบ่งกลุ่มทดลอง	11
	กระบวนการจำลองสภาวะการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรด – ด่างภายในช่องปาก	11
	การวัดค่าความแข็งผิวฟันระดับจุลภาคหลังได้รับแอซิดดูเรตฟอสเฟตฟลูออไรด์เจล	14
	การวิเคราะห์ผลทางสถิติ	14
บทที่ 4	วิเคราะห์ข้อมูล	15

สารบัญ (ต่อ)

		หน้า
บทที่ 5	สรุปผลการวิจัย	17
	อภิปรายผล	17
	ข้อเสนอแนะ	19
บรรณานุกรม		20
ภาคผนวก		23
หน้าประวัติย่อผู้วิจัย		32

บัญชีตาราง

		หน้า
ตารางที่ 1	กระบวนการจำลองสภาวะการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรด – ด่างภายในช่องปาก	12
ตารางที่ 2	ค่าเฉลี่ยความแข็งผิวฟันระดับจุลภาคและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผิวเคลือบฟันในกลุ่มตัวอย่างก่อนและหลังได้รับแอซิดดูเรตฟอสเฟตฟลูออไรด์เจล เมื่อทำการเปรียบเทียบภายในกลุ่มตัวอย่างเดียวกัน	15
ตารางที่ 3	ค่าเฉลี่ยความแข็งผิวฟันระดับจุลภาคและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผิวเคลือบฟันในกลุ่มตัวอย่างก่อนและหลังได้รับแอซิดดูเรตฟอสเฟตฟลูออไรด์เจล เมื่อทำการเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มตัวอย่าง	15
ตารางที่ 4	ค่าเฉลี่ยความแข็งผิวฟันระดับจุลภาคของชิ้นงานตัวอย่างจำนวน 40 ชิ้น	24
ตารางที่ 5	แสดงข้อมูลทางสถิติของค่าความแข็งผิวฟันระดับจุลภาคของกลุ่มที่ได้รับการทาผิวเคลือบฟันด้วย SWU 1.23% APF gel ก่อนและหลังเข้าสู่กระบวนการจำลองสภาวะการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรด - ด่างภายในช่องปากเป็นเวลา 28 วัน	25
ตารางที่ 6	แสดงข้อมูลทางสถิติของค่าความแข็งผิวฟันระดับจุลภาคของกลุ่มที่ได้รับการทาผิวเคลือบฟันด้วย Commercial 1.23% APF gel ก่อนและหลังเข้าสู่กระบวนการจำลองสภาวะการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรด - ด่างภายในช่องปากเป็นเวลา 28 วัน	26
ตารางที่ 7	แสดงข้อมูลทางสถิติของค่าความแข็งผิวฟันระดับจุลภาคที่เปลี่ยนแปลงไปของกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการทาผิวเคลือบฟันด้วย SWU 1.23% APF gel และกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการทาผิวเคลือบฟันด้วย Commercial 1.23% APF gel	27
ตารางที่ 8	แสดงการทดสอบการกระจายตัวอย่างปกติ (Normal distribution) ของข้อมูล	29
ตารางที่ 9	แสดงการทดสอบค่าความแข็งผิวฟันระดับจุลภาคโดยเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม โดยใช้สถิติ Pair t – test	30
ตารางที่ 10	แสดงการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความแข็งผิวฟันระดับจุลภาคที่เปลี่ยนแปลงไประหว่างกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการทาผิวเคลือบฟันด้วย SWU 1.23% APF gel และกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการทาผิวเคลือบฟันด้วย Commercial 1.23% APF gel	31

บัญชีภาพประกอบ

		หน้า
ภาพที่ 1	ผลิตภัณฑ์แอซิดดูเรตฟอสเฟตฟลูออไรด์เจลที่จำหน่ายในท้องตลาดที่ใช้ในการทดลองนี้	7
ภาพที่ 2	เครื่องวัดความแข็งผิวที่ใช้ในการทดลองนี้	8
ภาพที่ 3	แสดงตำแหน่งการตัดและขนาดของชิ้นงานตัวอย่าง	9
ภาพที่ 4	แสดงชิ้นงานตัวอย่างที่ทำการขัดเรียบ และมันเงา	10
ภาพที่ 5	แสดงตำแหน่งรอยกดบนผิวเคลือบฟันตัวอย่าง	10
ภาพที่ 6	ภาพถ่ายรอยกดบนผิวเคลือบฟันตัวอย่างจากกล้องจุลทรรศน์ของเครื่องวัดความแข็งผิว กำลังขยาย 50 เท่า	11
ภาพที่ 7	แสดงการใช้ฟลูออไรด์ปริมาณ 1 มิลลิลิตรต่อชิ้นงานตัวอย่าง 1 ชิ้น โดยใช้กระบอกฉีดยาที่มีปริมาตร 5 มิลลิลิตรเป็นเครื่องมือในการวัดปริมาตร	12
ภาพที่ 8	แสดงขั้นตอนการทาฟลูออไรด์เจลที่ผิวชิ้นงานตัวอย่าง	13
ภาพที่ 9	แสดงการแช่ชิ้นงานตัวอย่างในสารละลายสำหรับเร่งการคืนกลับของแร่ธาตุบนเครื่องคน สารเพื่อป้องกันการตกตะกอนของสารละลาย	13

บทที่ 1
บทนำ

การเกิดโรคฟันผุในเด็กไทยจากการสำรวจของกองทันตสาธารณสุขพบว่าเมื่อเด็กมีอายุเพิ่มขึ้น อัตราการเกิดฟันผุยิ่งมากขึ้นตาม[1] ปัจจัยที่ช่วยป้องกันฟันผุ ได้แก่ ปริมาณแคลเซียม ฟอสเฟต อัตราการไหลของน้ำลาย รวมทั้งการมีฟลูออไรด์อยู่ในน้ำลายเพื่อช่วยสร้างความสมดุล หลักการคือ ต้องมีฟลูออไรด์อยู่ในสารละลายรอบตัวฟันขณะที่เกิดการละลายของผิวเคลือบฟันโดยมีกระบวนการหลัก คือ ยับยั้งการเกิดการสูญเสียแร่ธาตุที่ผิวฟัน (Demineralization) และส่งเสริมกระบวนการเกิดการคืนกลับแร่ธาตุที่ผิวฟัน (Remineralization) ภายใต้สภาวะปกติฟลูออไรด์จะส่งเสริมการคืนกลับแร่ธาตุที่ผิวฟัน โดยคราบจุลินทรีย์จะเป็นแหล่งสะสมฟลูออไรด์ที่จะปล่อยฟลูออไรด์ไอออนออกมาในขณะที่ช่องปากมีสภาพเป็นกรด ฟลูออไรด์จะลดอัตราการสูญเสียแร่ธาตุที่ผิวฟันโดยส่งเสริมการคืนกลับของผลึกฟลูออริเดตไฮดรอกซีแอพาไทท์ (Fluoridatedhydroxyapatite) ภายในชั้นรอยผุของผิวเคลือบฟัน โดยการใช้ฟลูออไรด์มีหลากหลายรูปแบบ แบ่งเป็น ฟลูออไรด์ทางระบบ (Systemic fluoride) เช่น ฟลูออไรด์ในน้ำประปา (Water fluoridation) ฟลูออไรด์เสริมชนิดเม็ดและน้ำ (Fluoride supplement) เป็นต้น และฟลูออไรด์เฉพาะที่ (Topical fluoride) เช่น ยาสีฟันผสมฟลูออไรด์ น้ำยาบ้วนปากผสมฟลูออไรด์ ฟลูออไรด์เจล (Fluoride gel) เป็นต้น

ฟลูออไรด์เจลเป็นที่นิยมใช้ในการป้องกันฟันผุ โดยเมื่อเปรียบเทียบในแง่ของประสิทธิภาพของฟลูออไรด์พบว่าฟลูออไรด์เจลมีการสะสมของปริมาณฟลูออไรด์ที่ผิวฟันค่อนข้างสูง และคงอยู่ที่บริเวณผิวเคลือบฟันได้นาน[2] เมื่อเปรียบเทียบในแง่ของการใช้งานพบว่าฟลูออไรด์เจลมีความสะดวกในการใช้งาน และเมื่อเปรียบเทียบฟลูออไรด์ชนิดเจลชนิดต่าง ๆ ได้แก่ โซเดียมฟลูออไรด์ (Sodium Fluoride; NaF), แอซิดดูเรตฟอสเฟตฟลูออไรด์ (Acidulated Phosphate Fluoride; APF) พบว่า แอซิดดูเรตฟอสเฟตฟลูออไรด์มีความเป็นกรดจึงช่วยส่งเสริมการคืนกลับแร่ธาตุที่ผิวฟันได้ดี และยังมีผลยับยั้งการสูญเสียแร่ธาตุที่ผิวเคลือบฟัน มีการสร้างแคลเซียมฟลูออไรด์ และการเปลี่ยนแปลงไปอยู่ในรูปของฟลูออโรแอพาไทท์ (Fluoroapatite) ได้มากกว่าชนิดอื่น ซึ่งเหมาะสมในการใช้ป้องกันฟันผุ[3]

1. ที่มาและความสำคัญของการวิจัย

โรคฟันผุในฟันน้ำนมเป็นปัญหาสุขภาพที่สำคัญของบางประเทศรวมทั้งประเทศไทย เนื่องจากมีอัตราการเกิดโรคสูง ผลการสำรวจสภาวะสุขภาพช่องปากของประเทศไทยในปี พ.ศ. 2550 พบว่าเด็กอายุ 3 ปี ซึ่งเพิ่งมีฟันน้ำนมขึ้นครบทั้งปาก มีโรคฟันผุไปแล้วถึงร้อยละ 61.37 มีค่าเฉลี่ยฟันผุอุดถอน 3.21 ซี่ต่อคน แนวโน้มการเกิดโรคสูงขึ้นในเขตชนบทซึ่งเป็นเด็กกลุ่มใหญ่ของประเทศ อัตราเพิ่มของฟันผุในเด็กไทยเป็นไปอย่างรวดเร็วในช่วงอายุ 1 - 3 ปี และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อเด็กอายุมากขึ้น โดยจากการสำรวจ

ในเด็กกลุ่มอายุ 6 ปี พบเด็กเป็นโรคฟันผุของฟันน้ำนมร้อยละ 80.64 และมีค่าเฉลี่ยฟันผุถอนอุดสูงถึง 5.43 ซี่ต่อคน[1]

มาตรการป้องกันฟันผุที่สำคัญและมีประสิทธิภาพสูงที่เป็นที่ยอมรับในปัจจุบันคือการใช้ฟลูออไรด์ ซึ่งได้มีการนำมาใช้อย่างกว้างขวางในหลายรูปแบบ เช่น เติมในน้ำประปา ผสมลงในนมให้เด็กรับประทาน และในรูปแบบฟลูออไรด์เจลหรือฟลูออไรด์วานิช ซึ่งทันตแพทย์จะเป็นผู้ทาให้ผู้ป่วยที่มาเข้ารับบริการทางทันตกรรมเพื่อป้องกันโรคฟันผุ

การศึกษาวิจัยในปัจจุบันแสดงให้เห็นว่าการใช้ฟลูออไรด์เฉพาะที่สามารถป้องกันหรือลดสภาวะฟันผุได้ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ จึงเห็นความสำคัญที่จะพัฒนาผลิตภัณฑ์สารผสมของฟลูออไรด์เพื่อช่วยในการป้องกัน หรือลดสภาวะฟันผุ หรือเสริมสร้างโครงสร้างของผิวเคลือบฟันที่มีสภาวะฟันผุในระยะเริ่มแรก (Incipient caries) ให้เกิดการคืนกลับแร่ธาตุได้ ซึ่งรูปแบบของฟลูออไรด์ที่ทันตแพทย์นิยมใช้ในการเคลือบฟลูออไรด์เพื่อป้องกันฟันผุในปัจจุบัน จะเป็นชนิดที่มีความเป็นกรด คือ 1.23% แอซิดดูเรตฟอสเฟตฟลูออไรด์ ซึ่งจะมีส่วนผสมของฟลูออไรด์ประมาณ 12,300 ส่วนในล้านส่วน

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้ เป็นส่วนหนึ่งของชุดโครงการวิจัยเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ทางทันตกรรมเพื่อใช้งานในประเทศของคณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อผลิตฟลูออไรด์เจลชนิด 1.23% แอซิดดูเรตฟอสเฟตฟลูออไรด์เพื่อใช้ในประเทศ ซึ่งจะทำให้สามารถลดการนำเข้าฟลูออไรด์เจลจากต่างประเทศและจะเป็นการลดต้นทุนของงานทันตกรรมป้องกันลงได้

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

ทดสอบผลของศรีนครินทรวิโรฒแอซิดดูเรตฟอสเฟตฟลูออไรด์เจลในการป้องกันฟันผุ โดยศึกษาผลในการส่งเสริมการคืนกลับแร่ธาตุในฟันผุชนิดขาวขุ่นจำลองโดยการวัดค่าความแข็งผิวฟันที่เพิ่มขึ้นเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ฟลูออไรด์เจลที่มีจำหน่ายในท้องตลาด ณ เวลา 28 วัน

3. สมมติฐานการวิจัย

ศรีนครินทรวิโรฒแอซิดดูเรตฟอสเฟตฟลูออไรด์เจล (SWU 1.23% APF gel) ช่วยส่งเสริมให้เกิดการคืนกลับแร่ธาตุได้ในผิวเคลือบฟันที่มีรอยผุชนิดขาวขุ่นในระยะแรกเริ่ม (White spot lesion) โดยมีประสิทธิภาพไม่แตกต่างจากผลิตภัณฑ์ที่จำหน่ายในท้องตลาด

4. ขอบเขตของการวิจัย

4.1 ขอบเขตของการวิจัยนี้เป็นการศึกษาทดลองในห้องปฏิบัติการ (In vitro study)

4.2 ตัวแปรที่ศึกษา

4.2.1 ตัวแปรต้น คือ แอซิดดูเรตฟอสเฟตฟลูออไรด์เจล

4.2.2 ตัวแปรตาม คือ ความแข็งระดับจุลภาคของผิวเคลือบฟัน

4.2.3 ตัวแปรควบคุม คือ ขนาดของชิ้นงานตัวอย่าง เวลาและวัสดุที่ใช้ในการขัดชิ้นงานตัวอย่าง ปริมาณแอซิดดูเรตฟอสเฟตฟลูออไรด์เจลที่ใช้ เวลาที่แช่ชิ้นงานตัวอย่างในสารละลาย ตำแหน่งในการวัด ขนาดของแรงกด

5. คำสำคัญ

Fluoride gel, Remineralization, Demineralization, Surface microhardness, Artificial caries

6. ประโยชน์ของการวิจัย

การตีพิมพ์เผยแพร่ผลงานวิจัยในระดับชาติหรือนานาชาติสู่องค์กรวิชาชีพเพื่อเป็นองค์ความรู้ในการวิจัยต่อไป และเพื่อประโยชน์ในการสืบค้นอ้างอิง (Citation) ตลอดจนเป็นการให้ความรู้แก่ทันตบุคลากรและประชาชน การจดสิทธิบัตรผลิตภัณฑ์และการผลิตเชิงพาณิชย์ในอนาคต

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในปัจจุบันเชื่อว่า กระบวนการหลักในการป้องกันฟันผุของฟลูออไรด์มาจากผลของฟลูออไรด์ต่อฟันที่ขึ้นมาในช่องปากแล้ว (Post - eruptive effect) เป็นส่วนใหญ่ คือ ต้องมีฟลูออไรด์อยู่ในสารละลายรอบ ๆ ตัวฟัน โดยเชื่อว่ากระบวนการสำคัญ ได้แก่ ผลของฟลูออไรด์ต่อกระบวนการสูญเสียแร่ธาตุและกระบวนการคืนกลับแร่ธาตุที่ผิวฟัน (Demieralization - Remineralization cycle) [3, 4]

การที่แร่ธาตุบนตัวฟันจะอยู่ในสภาวะสมดุลขึ้นอยู่กับค่า pH ความเข้มข้นของแคลเซียมฟอสเฟตและ ฟลูออไรด์ในสารละลายรอบตัวฟัน ในสภาวะปกติ น้ำลายจะอิ่มตัวด้วยแร่ธาตุที่เป็นองค์ประกอบของผิวเคลือบฟัน แต่จะไม่มีการตกตะกอนของแคลเซียมและฟอสเฟต เนื่องจากในน้ำลายจะมีสารบางตัวที่จะยับยั้งการตกตะกอนของสารเหล่านี้ เมื่อค่า pH ลดลง จะทำให้แอพาไทท์ (Apatite) บนผิวเคลือบฟันละลายตัวออกมาได้มากขึ้น ในช่วง pH 4 - 7 การลดลงของค่า pH เพียง 1 จะทำให้มีการละลายตัวของไฮดรอกซีแอพาไทท์ (Hydroxy apatite) เพิ่มมากขึ้นถึง 7 เท่า ซึ่งส่งผลต่อปริมาณแคลเซียมและฟอสเฟตในน้ำลาย จากการศึกษาพบว่า ที่ค่า pH 5.2 - 5.5 จะเป็นภาวะที่ปริมาณแคลเซียมและฟอสเฟตในน้ำลายต่ำกว่าจุดอิ่มตัวเล็กน้อย และถ้ามีการลดลงของค่า pH ลงต่ำกว่าจุดนี้ จะทำให้มีการละลายตัวอย่างรวดเร็ว ดังนั้น จึงเรียกว่า pH นี้ว่า “Critical pH” [5, 6]

เมื่อมีการสูญเสียแร่ธาตุ จะมีการคืนกลับแร่ธาตุที่ผิวฟันเกิดขึ้นไปพร้อมกัน โดยหากมีฟลูออไรด์แม้เพียงปริมาณต่ำ ๆ อยู่ในสารละลายรอบตัวฟัน ฟลูออไรด์ก็จะจับตัวกับผลึกแอพาไทท์เกิดเป็นฟลูออโรแอพาไทท์ หรือฟลูออโรไฮดรอกซีแอพาไทท์ และจะอิ่มตัวอยู่ในสารละลายรอบตัวฟัน ทำให้ไปจับบนผิวเคลือบฟันที่มีการละลายไป ซึ่งฟลูออโรแอพาไทท์จะต้านทานต่อการละลายของกรดได้มากกว่าไฮดรอกซี-แอพาไทท์ จึงทำให้บริเวณที่มีการคืนกลับแร่ธาตุ ได้แก่ บริเวณรอยผุชนิดขาวขุ่นในระยะแรกเริ่มมีความแข็งแรงกว่าเคลือบฟันปกติทั่วไป การศึกษาทางระบาดวิทยาชี้ให้เห็นว่าการได้รับฟลูออไรด์เฉพาะที่เป็นประจำทุกวันที่ระดับความเข้มข้นต่ำ ๆ จะมีผลดีกว่าการได้รับฟลูออไรด์เป็นช่วง ๆ ที่ความเข้มข้นสูง ๆ [7, 8]

การใช้ฟลูออไรด์เพื่อประโยชน์ในการป้องกันฟันผุมีการนำมาใช้ 2 รูปแบบ ได้แก่ ฟลูออไรด์ทางระบบ เช่น ฟลูออไรด์ในน้ำดื่ม นมผสมฟลูออไรด์ (Milk fluoridation) ฟลูออไรด์เสริม การเติมฟลูออไรด์ในเกลือ (Salt fluoridation) และฟลูออไรด์เฉพาะที่ ซึ่งมีทั้งที่ใช้โดยผู้ป่วยเอง (Self - applied topical fluoride) เช่น ยาสีฟันผสมฟลูออไรด์ น้ำยาบ้วนปาก และฟลูออไรด์ที่ใช้โดยทันตแพทย์หรือทันตบุคลากร เช่น ฟลูออไรด์โฟม (Fluoride foam) ฟลูออไรด์วานิช (Fluoride varnish) ผงขัดฟันผสมฟลูออไรด์ (Fluoride prophylaxis paste) ฟลูออไรด์เจล จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่า ฟลูออไรด์เจลมีผลในการป้องกันฟันผุได้ร้อยละ 22-28 ฟลูออไรด์เจลที่ทันแพทย์นิยมใช้เพื่อป้องกันฟันผุนั้น จะเป็นชนิดที่มีความเป็นกรด คือ 1.23% แอซิดดูเรตฟอสเฟตฟลูออไรด์ ซึ่งจะมีส่วนผสมของฟลูออไรด์ประมาณ 12,300 ส่วนในล้านส่วน โดยกลไกที่สำคัญคือ แอซิดดูเรตฟอสเฟตฟลูออไรด์จะไปกัดผิวของเคลือบฟันทำให้เกิดแคลเซียมไอออนที่จะมารวมตัวกับฟลูออไรด์เกิดเป็นแคลเซียมฟลูออไรด์จำนวนมาก นอกจากนี้ยังมี

ไฮโดรเจนไอออนซึ่งจะรวมตัวกับฟลูออไรด์กลายเป็นกรดไฮโดรฟลูออริก ที่สามารถแทรกผ่านเข้าไปในผิวเคลือบฟัน ทำให้มีปริมาณฟลูออไรด์สะสมที่ผิวเคลือบฟันมากขึ้น[8-10] จากการศึกษาลักษณะของแคลเซียมฟอสเฟตโดยใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนส่องกราดพบว่า ภายหลังจากการให้ฟลูออไรด์เฉพาะที่ จะเกิดแคลเซียมฟลูออไรด์สะสมบนผิวเคลือบฟันที่มีลักษณะเป็นกลุ่มผลึกกลมเล็กและเรียงตัวไม่เป็นระเบียบ[11] หากใช้ฟลูออไรด์เฉพาะที่ชนิดต่าง ๆ ที่มีความเข้มข้นของฟลูออไรด์สูงกว่า 1,000 ส่วนในล้านส่วน จะมีการสร้างเป็นแคลเซียมฟลูออไรด์เก็บไว้บริเวณผิวฟันเป็นแหล่งสะสมฟลูออไรด์ (Fluoride reservoir) เมื่อมีการสร้างกรดจน pH บริเวณดังกล่าวลดต่ำลง ก็จะมีการปลดปล่อยฟลูออไรด์ออกมาช่วยในการยับยั้งกระบวนการเกิดฟันผุได้[12]

สารฟลูออไรด์ในรูปแบบเจล แม้ว่าไม่ต้องอาศัยเทคโนโลยีในการผลิตที่ซับซ้อน แต่ผลิตภัณฑ์ฟลูออไรด์เจลที่มีขายอยู่ในท้องตลาดก็ยังมีราคาสูง คณะผู้วิจัยเล็งเห็นว่าฟลูออไรด์เจลสามารถผลิตได้ในประเทศ จึงเป็นที่มาของความร่วมมือของนักวิจัยจากคณะทันตแพทยศาสตร์และคณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ในการผลิตศรีนครินทรวิโรฒแอซิดดูเรตฟอสเฟตฟลูออไรด์เจล และคณะผู้วิจัยได้รับงบประมาณสนับสนุนจากทุนรายได้ของคณะทันตแพทยศาสตร์ ประจำปีงบประมาณ 2550 เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพเบื้องต้นและปริมาณฟลูออไรด์ที่ผิวเคลือบฟัน โดยผลจากการศึกษาพบว่า ศรีนครินทรวิโรฒแอซิดดูเรตฟอสเฟตฟลูออไรด์เจลมีการแตกตัวให้ฟลูออไรด์ไอออนได้ในประมาณที่เหมาะสมและอยู่ในเกณฑ์ข้อกำหนดของแอซิดดูเรตฟอสเฟตฟลูออไรด์เจลที่ตำรับยาแห่งประเทศสหรัฐอเมริกากำหนด (Convention USP, 2000) และปริมาณฟลูออไรด์ที่ถูกดูดซับในผิวเคลือบฟันภายหลังการใช้ศรีนครินทรวิโรฒแอซิดดูเรตฟอสเฟตฟลูออไรด์เจลและฟลูออไรด์เจลที่จำหน่ายในท้องตลาดไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งจากการศึกษาเบื้องต้นได้ผลเป็นที่น่าพอใจว่าฟลูออไรด์เจลที่ผลิตโดยคณะเภสัชศาสตร์มีแนวโน้มประสิทธิภาพที่ดีใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์ฟลูออไรด์เจลที่มีจำหน่ายในท้องตลาด

การวัดความแข็งระดับจุลภาค (Microhardness) เป็นวิธีหนึ่งที่นิยมใช้ในการทดลองในห้องปฏิบัติการ เพื่อใช้ทดสอบค่าความแข็งผิวฟัน และจะใช้การทดสอบความแข็งชนิดวิคเกอร์ (Vickers hardness test) เนื่องจากเป็นวิธีที่เหมาะในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นของแร่ธาตุ (Mineral density) โดยมักวัดค่าความแข็งผิวฟันก่อนเริ่มทำการทดลอง และวัดการเปลี่ยนแปลงความแข็งภายหลังการทดลอง[13] การทดสอบความแข็งแบบนี้จะใช้หัวกดเพชรทรงปิระมิด (Diamond pyramid) ซึ่งควรเลือกใช้น้ำหนักกดให้เหมาะสมเพื่อให้เกิดรอยกดที่สมบูรณ์ มีฐานเป็นรูปสี่เหลี่ยม การวัดความแข็งชนิดวิคเกอร์นี้ได้รับความนิยมอย่างกว้างขวางสำหรับการศึกษาวิจัยในชิ้นตัวอย่างผิวเคลือบฟัน เนื่องจากรอยกดที่ได้เป็นรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน สามารถวัดระยะได้ง่าย และ วัดค่าความแข็งได้ในช่วงที่กว้างและมีหน่วยของค่าความแข็งเดียวคือ VHN ในการเตรียมชิ้นงานนั้นจะต้องผ่านการขัดอย่างละเอียดและปราศจากรอยขีดข่วน เพื่อลดความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นได้จากการกดหัวกดลงบนรอยร้าวและรอยขีดข่วนบนผิวฟัน ซึ่งทำให้ค่าที่วัดได้คลาดเคลื่อนจากความเป็นจริง

จากการศึกษาความแข็งภาคตัดขวาง (Cross - sectional microhardness) และความแข็งผิวระดับจุลภาค (Surface microhardness) พบว่า แอซิดดูเรตฟอสเฟตฟลูออไรด์เจลทำให้เคลือบฟันมีการเพิ่มของแร่ธาตุ (Mineral gain) หรืออีกนัยหนึ่ง แอซิดดูเรตฟอสเฟตฟลูออไรด์เจลทำให้เกิดการจับตัวของฟลูออไรด์กับเคลือบฟันได้ดีกว่าโซเดียมฟลูออไรด์ในสภาวะที่เป็นกลาง ทั้งในเคลือบฟันปกติหรือเคลือบฟันที่จำลองสภาวะการผุ [14] ด้วยเหตุนี้คณะผู้วิจัยจึงมีความประสงค์จะศึกษาในขั้นต่อไปถึงการส่งเสริมการคืนกลับแร่ธาตุในกรณีผิวเคลือบฟันถูกลดปริมาณแคลเซียมลง (Decalcification) เพื่อจำลองให้เกิดรอยผุชนิดขาวขุ่นในระยะแรกเริ่มขึ้น โดยมีสมมติฐานว่า ศรีนครินทรวิโรฒแอซิดดูเรตฟอสเฟตฟลูออไรด์เจลจะสามารถส่งเสริมการคืนกลับของแร่ธาตุในฟันผุชนิดขาวขุ่นจำลองไม่แตกต่างจากผลิตภัณฑ์ที่จำหน่ายในท้องตลาด

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

1. วัสดุอุปกรณ์

1) ฟันหน้าตัดของวัว

2) ท่อพีวีซี

3) เรซิน อะคริลิกชนิดบ่มเอง (Self - curing acrylic resin)

4) กระดาษทรายน้ำ ความละเอียด 300 600 800 1,000 1,200 และ 2,000

5) ผงขัดอะลูมินาออกไซด์ (Alumina oxide)

6) สารละลายไธมอล 0.5% (0.5% Thymol solution)

7) หัวกรอกากเพชรปลายตรง ชนิดความเร็วสูง (High - speed straight diamond bur)

8) น้ำปราศจากประจุ (De - ionized water)

9) สารสะลายสำหรับเร่งการสูญเสียแร่ธาตุ (Demineralizing solution: 0.0221 g $CaCl_2.2H_2O$, 0.0122 g KH_2PO_4, 0.3 ml Acetic acid, 1 M KOH with 0.1 ppm F, pH 5.1.0)

10) สารสะลายสำหรับเร่งการคืนกลับของแร่ธาตุ (Remineralizing solution: 0.0221 g $CaCl_2.2H_2O$, 0.0122 g KH_2PO_4, 0.4766 g HEPES, 0.9693 g KCl, 1 M KOH)

11) แอซิดดูเรตฟอสเฟตฟลูออไรด์เจลที่มีฟลูออไรด์เป็นส่วนประกอบอยู่ 12,300 ส่วนในล้านส่วนประกอบด้วย 2 ชนิด คือ

11.1) ศรีนครินทรวิโรฒแอซิดดูเรตฟอสเฟตฟลูออไรด์เจล (SWU 1.23% APF gel) ผลิตโดยคณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

11.2) แอซิดดูเรตฟอสเฟตฟลูออไรด์เจลที่จำหน่ายในท้องตลาด (Acidulated phosphate fluoride gel, 60 Second®, Germiphene, Canada) การทดลองนี้จะใช้ชื่อแทนว่า Commercial 1.23% APF gel

ภาพที่ 1 แสดงผลิตภัณฑ์แอซิดดูเรตฟอสเฟตฟลูออไรด์เจลที่จำหน่ายในท้องตลาดที่ใช้ในการทดลองนี้

12) กล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ (Stereo Microscope)

13) เครื่องขัดผิววัสดุ (Polishing machine)

14) เครื่องคนสาร (Stirring machine)

15) เครื่องวัดความแข็งผิว (Microhardness tester, Future – Tech. Corp., Kanagawa, Japan)

ภาพที่ 2 เครื่องวัดความแข็งผิวที่ใช้ในการทดลองนี้

2. กลุ่มตัวอย่าง

ฟันหน้าตัดของวัวจำนวน 20 ซี่ โดยนำฟันที่ถูกถอนมาทำความสะอาด ขูดเศษเนื้อเยื่อรอบ ๆ ปลายรากฟันออกจนหมด ล้างด้วยน้ำ และแช่ในสารละลายไธมอล 0.5% ที่อุณหภูมิห้องจนกว่าจะนำมาใช้งาน ฟันที่ใช้ถูกคัดเลือกด้วยเงื่อนไข (Inclusion criteria) ดังนี้

- ผิวเคลือบฟันที่ไม่มีรอยผุและรอยขุ่นขาวเมื่อตรวจดูด้วยตาเปล่า
- ไม่มีรอยสึก รอยแตก รอยร้าว

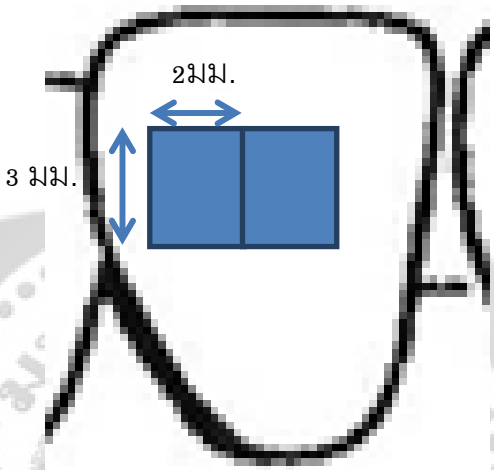
3. วิธีดำเนินการวิจัย

ในการศึกษาผลของศรีนครินทรวิโรฒแอซิดดูเรตฟอสเฟตฟลูออไรด์เจลต่อการคืนแร่ธาตุของเคลือบฟันบริเวณรอยผุจำลอง มีวิธีดำเนินการวิจัย ดังนี้

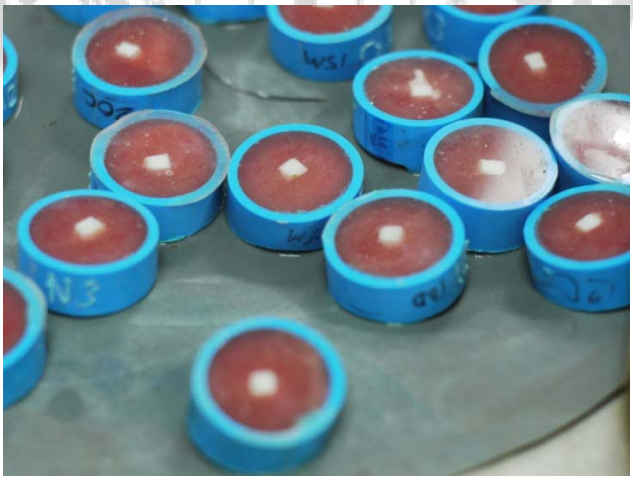
3.1) การเตรียมชิ้นงานตัวอย่าง

ตัดฟันวัวที่ระดับส่วนกลางฟันตามแนวยาว (Middle 1/3) ของตัวฟัน ด้วยหัวกรอกากเพชรปลายตรง ชนิดความเร็วสูง เพื่อให้ได้ชิ้นงานตัวอย่างที่เป็นผิวเคลือบฟันด้านริมฝีปาก (Labial) โดยให้มีความกว้างชิ้นละ 2 มิลลิเมตร ยาว 3 มิลลิเมตร โดยที่จะตัดฟันวัวให้ได้ชิ้นงานตัวอย่างจำนวน 2 ชิ้นต่อฟัน 1 ซี่ ดังนั้นจะได้ชิ้นงานตัวอย่างที่ตัดแล้วทั้งหมด 40 ชิ้น จากนั้นนำชิ้นงานตัวอย่างไปลงบล็อกอะคริลิก โดยใช้ท่อพีวีซีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5 เซนติเมตร สูง 1 เซนติเมตร เป็นแบบหล่อ วางชิ้นงานตัวอย่างให้ผิวเคลือบฟันด้านริมฝีปากเสมอกับขอบท่อพีวีซี แล้วเทเรซิน อะคริลิกชนิดบ่มเองลงไปให้ได้ความสูงของ

อะคริลิกประมาณ 2 มิลลิเมตร จากนั้นเขียนเครื่องหมายกำกับที่ท่อพีวีซีเพื่อบ่งบอกถึงซี่ฟัน และตำแหน่งของชิ้นงานตัวอย่าง หลังจากนั้นขัดผิวชิ้นงานตัวอย่างให้เรียบด้วยกระดาษทรายน้ำความละเอียด 300 600 800 1,000 1,200 และ 2,000 ตามลำดับ ด้วยเครื่องขัดผิววัสดุ ที่ความเร็วรอบ 300 รอบต่อนาที ขัดความละเอียดละ 1 นาที จากนั้นนำชิ้นงานมาขัดด้วยผ้าสักหลาดร่วมกับผงขัดอะลูมินาออกไซด์ขนาด 0.05 ไมครอน ที่ความเร็วรอบ 150 รอบต่อนาที ขัดชิ้นละ 30 วินาที ชิ้นงานตัวอย่างที่คัดเลือกมาใช้ในการทดลองต้องมีลักษณะเป็นมัน ไม่มีรอยร้าว การขัดชิ้นงานต้องไม่ลึกถึงชั้นเนื้อฟันเมื่อทำการตรวจสอบภายใต้กล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ



ภาพที่ 3 แสดงตำแหน่งการตัดและขนาดของชิ้นงานตัวอย่าง



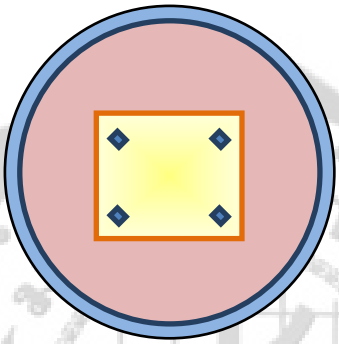
ภาพที่ 4 แสดงชิ้นงานตัวอย่างที่ทำการขัดเรียบ และมันเงา

3.2) การสร้างรอยผุจำลอง

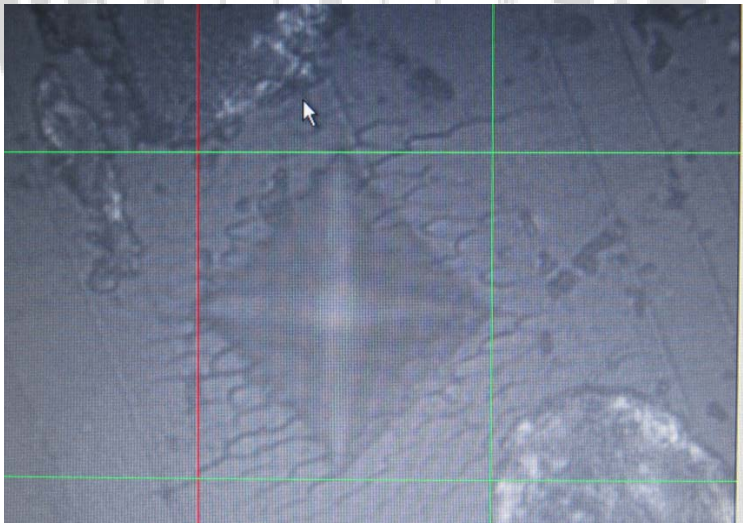
แช่ชิ้นงานตัวอย่างทั้ง 40 ชิ้น ไว้ในสารสะลายสำหรับเร่งการสูญเสียแร่ธาตุเป็นเวลา 4 ชั่วโมง จากนั้นล้างด้วยน้ำปราศจากประจุเป็นเวลา 60 วินาที เพื่อกำจัดสารสะลายสำหรับเร่งการสูญเสียแร่ธาตุที่อาจตกค้างอยู่ที่ผิวฟัน

3.3) การวัดค่าความแข็งผิวระดับจุลภาคก่อนได้รับแอซิดดูเรตฟอสเฟตฟลูออไรด์เจล

นำชิ้นงานตัวอย่างที่ผ่านขั้นตอนการสร้างรอยผุจำลองแล้วมาวัดค่าความแข็งผิวระดับจุลภาคด้วยเครื่องวัดความแข็งผิว (Microhardness tester, Future - Tech. Corp., Kanagawa, Japan) โดยใช้หัวกดเพชรชนิดวิคเกอร์ เลือกน้ำหนักแรงกดที่ 300 กรัม เป็นเวลา 15 วินาที จำนวน 4 รอยกด โดยห่างจากขอบของชิ้นงานอย่างน้อย 0.15 มิลลิเมตร สร้างเครื่องหมายไว้ที่ขอบท่อพีวีซี เพื่อกำหนดลำดับรอยกดในแต่ละชิ้นงาน และทำการวัดรอยกดผ่านจอภาพขาวดำ จากกำลังขยายเลนส์ตา 10 เท่า และเลนส์วัตถุ 50 เท่า จากนั้นนำค่าความแข็งผิวฟันที่ได้จากการกดทั้ง 4 ตำแหน่งมาคำนวณค่าเฉลี่ยความแข็งผิวของเคลือบฟัน



ภาพที่ 5 แสดงตำแหน่งรอยกดบนผิวเคลือบฟันตัวอย่าง



ภาพที่ 6 ภาพถ่ายรอยกดบนผิวเคลือบฟันตัวอย่างจากกล้องจุลทรรศน์ของเครื่องวัดความแข็งผิว กำลังขยาย 50 เท่า

3.4) การแบ่งกลุ่มทดลอง

นำชิ้นงานตัวอย่างที่วัดค่าความแข็งผิวระดับจุลภาคแล้วมาแบ่งกลุ่มออกเป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มที่ 1 ได้รับการทาผิวเคลือบฟันด้วย SWU 1.23% APF gel

กลุ่มที่ 2 ได้รับการทาผิวเคลือบฟันด้วย Commercial 1.23% APF gel

การแบ่งกลุ่มจะเป็นแบบสุ่ม โดยมีเงื่อนไขว่าทั้งสองกลุ่มจะต้องได้รับชิ้นงานตัวอย่างที่เป็นฟันซี่เดียวกัน แต่อยู่คนละตำแหน่งกัน ซึ่งตำแหน่งและซี่ฟันบนชิ้นงานตัวอย่างจะถูกกำหนดเครื่องหมายไว้แล้วจากที่กล่าวมาข้างต้น

3.5) กระบวนการจำลองสภาวะการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรด – ด่างภายในช่องปาก

การทดลองนี้ทำในห้องปฏิบัติการ มีการจำลองสภาวะการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรด – ด่างภายในช่องปาก โดยนำกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดเข้าสู่กระบวนการจำลองสภาวะการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรด – ด่าง (pH - cycling) ซึ่งได้ดัดแปลงมาจากการศึกษาก่อนหน้านี้ [15, 16]

ตารางที่ 1 กระบวนการจำลองสภาวะการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรด – ด่างภายในช่องปาก

ช่วงการทดลอง	ขั้นตอนการทดลอง	ระยะเวลา
1	ทาฟลูออไรด์เจลที่ผิวชิ้นงานตัวอย่าง (ชิ้นงานละ 1 มิลลิลิตร)	4 นาที
	ล้างด้วยน้ำปราศจากประจุ	30 วินาที
	แช่ชิ้นงานตัวอย่างลงในสารสะลายสำหรับเร่งการคืนกลับของแร่ธาตุ	3 ชั่วโมง
	แช่ชิ้นงานตัวอย่างลงในสารสะลายสำหรับเร่งการสูญเสียแร่ธาตุ	1 ชั่วโมง
2	ทาฟลูออไรด์เจลที่ผิวชิ้นงานตัวอย่าง (ชิ้นงานละ 1 มิลลิลิตร)	4 นาที
	ล้างด้วยน้ำปราศจากประจุ	30 วินาที
	แช่ชิ้นงานตัวอย่างลงในสารสะลายสำหรับเร่งการคืนกลับของแร่ธาตุ	3 ชั่วโมง
	แช่ชิ้นงานตัวอย่างลงในสารสะลายสำหรับเร่งการสูญเสียแร่ธาตุ	1 ชั่วโมง
3	แช่ชิ้นงานตัวอย่างลงในสารสะลายสำหรับเร่งการคืนกลับของแร่ธาตุ	16 ชั่วโมง
นำชิ้นส่วนตัวอย่างเข้าสู่กระบวนการจำลองสภาวะการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรด – ด่างเป็นเวลา 28 วัน		

ภาพที่ 7 แสดงการใช้ฟลูออไรด์ปริมาณ 1 มิลลิลิตรต่อชิ้นงานตัวอย่าง 1 ชิ้น

โดยใช้กระบอกฉีดยาที่มีปริมาตร 5 มิลลิลิตรเป็นเครื่องมือในการวัดปริมาตร

ภาพที่ 9 แสดงการแช่ชิ้นงานตัวอย่างในสารละลายสำหรับเร่งการคืนกลับของแร่ธาตุบนเครื่องคนสารเพื่อป้องกันการตกตะกอนของสารละลาย

3.6) การวัดค่าความแข็งผิวระดับจุลภาคหลังได้รับแอซิดดูเรตฟอสเฟตฟลูออไรด์เจล

ชิ้นงานตัวอย่างทั้งหมดจะเข้าสู่กระบวนการจำลองสภาวะการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรด - ด่างภายในช่องปากเป็นเวลา 28 วัน จากนั้นชิ้นงานตัวอย่างทั้งหมดถูกล้างด้วยน้ำปราศจากประจุ และนำมาวัด

ค่าความแข็งผิวอีกครั้ง โดยวัดจากรอยกดแต่ละชิ้นงาน 4 ตำแหน่งเช่นเดียวกันกับการวัดค่าความแข็งผิว ระดับจุลภาคก่อนได้รับการทาฟลูออไรด์เจลที่ผิวเคลือบฟัน รอยกดใหม่ในครั้งนี้มีระยะห่างจากรอยกดเดิม ไม่น้อยกว่า 3 เท่าของขนาดรอยกดเดิม จากนั้นนำค่าความแข็งผิวฟันที่ได้จากการกดทั้ง 4 ตำแหน่งมา คำนวณค่าเฉลี่ยความแข็งผิวของเคลือบฟัน

4. การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความแข็งผิวฟันของกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม โดยหาความแตกต่างระหว่าง ก่อนและหลังเข้าสู่กระบวนการจำลองสภาวะการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรด - ด่างภายในช่องปากเป็นเวลา 28 วัน นำค่าเฉลี่ยความแข็งผิวที่ได้มาวิเคราะห์ผลด้วยสถิติ Paired t - test โดยใช้โปรแกรมซอฟแวร์คอมพิวเตอร์ SPSS

บทที่ 4
วิเคราะห์ข้อมูล

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยความแข็งผิวระดับจุลภาคและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผิวเคลือบฟันในกลุ่มตัวอย่างก่อนและหลังได้รับแอซิดดูเรตฟอสเฟตฟลูออไรด์เจล เมื่อทำการเปรียบเทียบภายในกลุ่มตัวอย่างเดียวกัน

Group	Vicker microhardness (Mean ± SD)			P - value
	Pre-treatment	Post-treatment	Differences	
SWU 1.23% APF gel	200.97 ± 47.59	247.55 ± 32.79	46.19 ± 38.94	0.000*
Commercial 1.23% APF gel	190.40 ± 41.20	229.06 ± 29.88	41.31 ± 28.91	0.000*

* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (P < 0.05)

จากตารางที่ 2 เมื่อทำการเปรียบเทียบภายในกลุ่มตัวอย่างเดียวกัน พบว่า กลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการทาผิวเคลือบฟันด้วย SWU 1.23% APF gel มีค่าเฉลี่ยความแข็งผิวระดับจุลภาคหลังได้รับแอซิดดูเรตฟอสเฟตฟลูออไรด์เจลแตกต่างจากก่อนได้รับแอซิดดูเรตฟอสเฟตฟลูออไรด์เจลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P = 0.000) เช่นเดียวกับกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการทาผิวเคลือบฟันด้วย Commercial 1.23% APF gel มีค่าเฉลี่ยความแข็งผิวระดับจุลภาคหลังได้รับแอซิดดูเรตฟอสเฟตฟลูออไรด์เจลแตกต่างจากก่อนได้รับแอซิดดูเรตฟอสเฟตฟลูออไรด์เจลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P = 0.000)

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยความแข็งผิวระดับจุลภาคและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผิวเคลือบฟันในกลุ่มตัวอย่างก่อนและหลังได้รับแอซิดดูเรตฟอสเฟตฟลูออไรด์เจล เมื่อทำการเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มตัวอย่าง

	Vicker microhardness (Mean ± SD)		P - value
	SWU 1.23% APF gel	Commercial 1.23% APF gel	
Pre-treatment	200.97 ± 47.59	190.40 ± 41.20	0.298
Post-treatment	247.55 ± 32.79	229.06 ± 29.88	0.616
Differences	46.19 ± 38.94	41.31 ± 28.91	0.616

จากตารางที่ 3 เมื่อทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความแข็งผิวระดับจุลภาคก่อนได้รับแอซิดดูเรตฟอสเฟตฟลูออไรด์เจลระหว่างกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม พบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P = 0.298) เช่นเดียวกับค่าเฉลี่ยความแข็งผิวระดับจุลภาคหลังการได้รับแอซิดดูเรตฟอสเฟตฟลูออไรด์เจลระหว่างกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P = 0.616) และเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความแข็งผิวระดับจุลภาคที่เปลี่ยนแปลงไประหว่างกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการทาผิว

เคลือบฟันด้วย SWU 1.23% APF gel และกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการทาผิวเคลือบฟันด้วย Commercial .23% APF gel พบว่า ไม่มีความแตกต่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม (P = 0.616)

บทที่ 5
สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

1. สรุปผลการวิจัย

ศรีนครินทรวิโรฒแอซิดดูเรตฟอสเฟตฟลูออไรด์เจลมีประสิทธิภาพในการส่งเสริมให้เกิดการคืนกลับแร่ธาตุ ได้ในผิวเคลือบฟันที่มีรอยผุชนิดขาวขุ่นในระยะแรกเริ่มไม่แตกต่างจากผลิตภัณฑ์ที่จำหน่ายในท้องตลาด

2. อภิปรายผล

การวิจัยครั้งนี้ใช้ฟันหน้าวัวเป็นตัวแทนในการศึกษาผลการคืนกลับแร่ธาตุในผิวเคลือบฟัน เนื่องจากฟันวัวมีองค์ประกอบทางเคมีที่คล้ายคลึงกับฟันคน โดยเฉพาะแคลเซียมและฟอสเฟต[17, 18] และฟันวัวมีกลไกการเกิดกระบวนการการสูญเสียแร่ธาตุและการคืนกลับแร่ธาตุที่คล้ายคลึงกับฟันคน[19-21] การใช้ฟันวัวยังลดปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเกิดฟันผุก่อนการนำมาทดลองอีกด้วย[22] นอกจากนี้ในการวิจัยที่ผ่านมายังมีการนำฟันวัวมาใช้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงแร่ธาตุและการดูดกลับฟลูออไรด์บนผิวเคลือบฟันอีกด้วย[23, 24] ดังนั้น ฟันวัวจึงมีความเหมาะสมที่จะใช้ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงแร่ธาตุและการได้รับฟลูออไรด์บนผิวเคลือบฟัน[22]

การสร้างรอยผุจำลองบนผิวเคลือบฟันมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องหลายปัจจัย เช่น ชนิดของสารละลายสำหรับเร่งการสูญเสียแร่ธาตุ[25, 26] ค่า pH ของสารละลายสำหรับเร่งการสูญเสียแร่ธาตุ[15, 27] ประเภทของฟันที่ใช้ศึกษา เช่น ฟันคนหรือฟันวัว ความหนาของผิวเคลือบฟัน[28] ซึ่งมีผลทำให้เวลาในการเกิดรอยผุแตกต่างกัน พบว่า ฟันวัวมีอัตราการเกิดการผุที่เร็วกว่าฟันคนถึง 3 เท่า และมีอัตราการสูญเสียแร่ธาตุบนผิวเคลือบฟันมากกว่าฟันคนถึง 2 เท่า นอกจากนี้ยังมีความลึกของรอยโรคบนผิวเคลือบฟันที่มากกว่าฟันคนถึง 1.7 เท่า เนื่องจากเคลือบฟันของวัวมีรูพรุนมากกว่าเคลือบฟันของคน[29-31] ทำให้ในการทดลองครั้งนี้ ต้องลดระยะเวลาการแช่สารละลายสำหรับเร่งการสูญเสียแร่ธาตุเพื่อสร้างรอยผุจำลองลง

จากผลการวิจัย พบว่า 1.23% แอซิดดูเรตฟอสเฟตฟลูออไรด์เจลสามารถทำให้ผิวเคลือบฟันที่มีรอยผุชนิดขาวขุ่นในระยะแรกเริ่มแข็งขึ้นได้ เนื่องจากฟลูออไรด์ไปกระตุ้นให้เกิดการคืนกลับแร่ธาตุของผิวเคลือบฟัน [14] เมื่อวัดค่าความแข็งผิวระดับจุลภาคจึงพบว่ามีค่าเพิ่มขึ้น ซึ่งค่าความแข็งผิวระดับจุลภาคมีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงของแร่ธาตุบริเวณผิวเคลือบฟันชั้นบน (superficial layer)[14, 32] และยังสัมพันธ์กับแร่ธาตุที่เป็นส่วนประกอบของรอยโรคบนผิวเคลือบฟันอีกด้วย [23]

เมื่อผิวเคลือบฟันที่มีรอยผุชนิดขาวขุ่นในระยะแรกเริ่มได้รับฟลูออไรด์ จะมีการสร้างแคลเซียมฟลูออไรด์ (Calcium fluoride: CaF_2) ขึ้น เมื่ออยู่ในสภาพเป็นกรด แคลเซียมฟลูออไรด์แตกตัวจะปลดปล่อยฟลูออไรด์ไอออนออกมา ซึ่งจะไปทำปฏิกิริยากับแคลเซียมไอออนและฟอสเฟตไอออนบนผิวเคลือบฟัน ให้ผลิตภัณฑ์สุดท้ายเป็นผลึกฟลูออโรไฮดรอกซีแอพาไทท์ ซึ่งจะไปตกตะกอนบนผิวเคลือบฟัน ทำให้ผิวเคลือบฟันมีความแข็งขึ้น เนื่องจากจะไปกระตุ้นให้เกิดการคืนกลับแร่ธาตุ และยับยั้งการสูญเสียแร่

ธาตุของผิวเคลือบฟัน [33] ฟลูออไรด์ยังมีผลไปลดความไวต่อกรดและเพิ่มความต้านทานต่อการเกิดรอยโรคของผิวเคลือบฟันอีกด้วย[13, 23] นอกจากนี้ยังพบว่า ความถี่ในการได้รับฟลูออไรด์ที่มากขึ้น ส่งผลให้เคลือบฟันมีค่าความแข็งผิวที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากมีฟลูออไรด์จำนวนมากมาสะสมที่ผิวเคลือบฟัน

จากผลการวิจัยพบว่าค่าเฉลี่ยความแข็งผิวระดับจุลภาคของกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการทาผิวเคลือบฟันด้วย SWU 1.23% APF gel มีค่าเพิ่มขึ้น 46.19 ± 38.94 VHN ขณะที่กลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการทาผิวเคลือบฟันด้วย Commercial 1.23% APF gel มีค่าเพิ่มขึ้น 41.31 ± 28.91 VHN สามารถคิดเป็นร้อยละของการคืนกลับแร่ธาตุได้เท่ากับ 22.98 และ 21.70 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาที่ผ่านมาพบว่า น้ำลายมีผลทำให้ร้อยละของการคืนแร่ธาตุบนผิวเคลือบฟันมีค่าเพิ่มขึ้น เนื่องจากน้ำลายมีคุณสมบัติเป็นบัฟเฟอร์จึงกระตุ้นให้เกิดการคืนกลับแร่ธาตุมากขึ้น และยับยั้งการสูญเสียแร่ธาตุ โดยจะพบว่าในการศึกษารูปแบบที่เป็นการศึกษาภายในช่องปาก (In vivo study)[13, 33] มีผลทำให้ร้อยละการคืนแร่ธาตุมากกว่าการทดลองในห้องปฏิบัติการซึ่งไม่ได้ใช้น้ำลายเป็นส่วนผสมในสารละลายเร่งการสะสมกลับของแร่ธาตุ

คณะผู้วิจัยได้เลือกชิ้นงานตัวอย่างแบบสุ่มมาทั้งสิ้น 7 ชิ้น เพื่อวัดความแข็งผิวระดับจุลภาคของเคลือบฟันวัวก่อนที่จะนำไปแช่ในสารละลายสำหรับเร่งการสูญเสียแร่ธาตุเพื่อทำให้เกิดรอยผุจำลอง พบว่าชิ้นงานตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยความแข็งผิวระดับจุลภาคใกล้เคียงกับความแข็งผิวระดับจุลภาคของเคลือบฟันคนปกติ (Sound human enamel) โดยมีค่าเฉลี่ยความแข็งผิวระดับจุลภาคเท่ากับ 320.0 $\pm$ 10 VHN ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาที่ผ่านมา[16] จากผลการวิจัยพบว่า ฟลูออไรด์ที่ผิวเคลือบฟันได้รับยังไม่สามารถทำให้ผิวเคลือบฟันที่มีรอยผุชนิดขาวขุ่นในระยะแรกเริ่มมีค่าเฉลี่ยความแข็งผิวระดับจุลภาคเท่ากับผิวเคลือบฟันที่ปกติ เนื่องจากการวิจัยครั้งนี้ใช้เวลาในการให้ฟลูออไรด์เป็นจำนวน 28 วัน ซึ่งยังเป็นระยะเวลาที่สั้น และจากการศึกษาที่ผ่านมายังไม่พบว่ามีการศึกษาใดที่สามารถทำให้ผิวเคลือบฟันที่มีรอยผุชนิดขาวขุ่นในระยะแรกเริ่มกลับมามีค่าเฉลี่ยความแข็งผิวระดับจุลภาคเท่ากับผิวเคลือบฟันที่ปกติได้[13, 33]

3. ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยพบว่า ความแข็งผิวระดับจุลภาคของกลุ่มตัวอย่างมีค่าความแปรปรวนค่อนข้างสูง อาจเนื่องมาจากสาเหตุต่าง ๆ ดังนี้

3.1) การคัดเลือกฟันวัวก่อนการนำไปขัด ทำโดยการดูด้วยตาเปล่าไม่ได้ใช้เครื่องมืออื่นในการคัดเลือก อาจทำให้ฟันวัวบางซี่ที่มีรอยแตกระดับจุลภาคถูกคัดเลือกเข้ามาได้ ประกอบกับไม่ได้มีการจำกัดอายุของวัวที่ได้นำฟันมาใช้ในการศึกษา ซึ่งจากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่า ฟันของวัวที่มีอายุน้อยกว่า 12 เดือน จะมีอัตราการสึกและผุกร่อนมากกว่าฟันวัวที่มีอายุ 2 - 3 ปี [30] ทำให้ฟันวัวที่ได้มีความหลากหลาย ซึ่งส่งผลให้ค่าความแปรปรวนค่อนข้างสูง

3.2) ด้วยข้อจำกัดทางด้านงบประมาณและเครื่องมือ ทำให้ไม่สามารถวัดความหนาของผิวเคลือบฟันหลังจากการขัดให้ชิ้นงานเรียบ

3.3) ควรเพิ่มจำนวนกลุ่มตัวอย่างให้มากขึ้น เพื่อลดค่าความแปรปรวนลง

จากผลการวิจัยครั้งนี้ ควรที่จะได้รับการศึกษาถึงประสิทธิภาพของศรีนครินทรวิโรฒแอซิดดูเรตฟอสเฟตฟลูออไรด์เจลในระดับที่สูงขึ้นไปอีก เพื่อให้สามารถนำศรีนครินทรวิโรฒแอซิดดูเรตฟอสเฟตฟลูออไรด์เจลไปใช้งานได้จริงทางคลินิก อันจะเป็นการช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายในการจัดซื้อแอซิดดูเรตฟอสเฟตฟลูออไรด์เจลของคณะ ทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒต่อไป

บรรณานุกรม

1. กองทันตสาธาณสุข, กระทรวงสาธารณสุข. รายงานผลสำรวจสภาวะสุขภาพช่องปากระดับประเทศ ครั้งที่ 6 พศ. 2549-2550. กรุงเทพมหานคร: บริษัทสามเจริญพาณิชย์ (กรุงเทพ) จำกัด; 2551.
2. Axelsson S, Soder B, Nordenram G, Petersson LG, Dahlgren H, Norlund A, et al. Effect of combined caries-preventive methods: a systematic review of controlled clinical trials. Acta Odontol Scand 2004;62(3):163-9.
3. Bader JD, Shugars DA, Bonito AJ. A systematic review of selected caries prevention and management methods. Community Dent Oral Epidemiol 2001;29(6):399-411.
4. Hellwig E, Lennon AM. Systemic versus topical fluoride. Caries Res 2004;38(3):258-62.
5. Larsen MJ, Pearce EI. Saturation of human saliva with respect to calcium salts. Arch Oral Biol 2003;48(4):317-22.
6. White DJ, Nancollas GH. Physical and chemical considerations of the role of firmly and loosely bound fluoride in caries prevention. J Dent Res 1990;69 Spec No:587-94; discussion 634-6.
7. Ripa LW. An evaluation of the use of professional (operator-applied) topical fluorides. J Dent Res 1990;69 Spec No:786-96; discussion 820-3.
8. Chow LC, Takagi S, Carey CM, Sieck BA. Remineralization effects of a two-solution fluoride mouthrinse: an in situ study. J Dent Res 2000;79(4):991-5.
9. Chow LC, Takagi S, Frukhtbeyn S, Sieck BA, Parry EE, Liao NS, et al. Remineralization effect of a low-concentration fluoride rinse in an intraoral model. Caries Res 2002;36(2):136-41.
10. Raven SJ, Schafer F, Duckworth RM, Gilbert RJ, Parr TA. Comparison between evaluation methods for the anti-caries efficacy of monofluorophosphate-containing dentifrices. Caries Res 1991;25(2):130-7.
11. Gerould CH. Electron microscope study of the mechanism of fluorine deposition in teeth. J Dent Res 1945;24:223-33.
12. Navarro M, Monte Alto LA, Cruz RA, Prazeres J. Calcium fluoride uptake by human enamel after use of fluoridated mouthrinses. Braz Dent J 2001;12(3):178-82.
13. Jardim JJ, Pagot MA, Maltz M. Artificial enamel dental caries treated with different topical fluoride regimes: an in situ study. J Dent 2008;36(6):396-401.
14. Delbem AC, Cury JA. Effect of application time of APF and NaF gels on microhardness and fluoride uptake of in vitro enamel caries. Am J Dent 2002;15(3):169-72.

15. Mukai Y, Lagerweij MD, ten Cate JM. Effect of a solution with high fluoride concentration on remineralization of shallow and deep root surface caries in vitro. Caries Res 2001;35(5):317-24.
16. กมลวรรณ คำทรัพย์, ชื่นมนัส บำรุงศรี, ภาวิณี ปฏิพัทธ์วุฒิกุล. ผลของโซเดียมฟลูออไรด์เจลที่ความเข้มข้นร้อยละ 1.1 และ 2 ต่อความแข็งผิวของเคลือบฟันภายหลังกระบวนการสูญเสียแร่ธาตุ. วิทยาสารทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ 2553;3:42.
17. Davidson CL, Boom G, Arends J. Calcium distribution in human and bovine surface enamel. Caries Res 1973;7(4):349-59.
18. Yassen GH, Platt JA, Hara AT. Bovine teeth as substitute for human teeth in dental research: a review of literature. J Oral Sci 2011;53(3):273-82.
19. Attin T, Hartmann O, Hilgers RD, Hellwig E. Fluoride retention of incipient enamel lesions after treatment with a calcium fluoride varnish in vivo. Arch Oral Biol 1995;40(3):169-74.
20. Buchalla W, Attin T, Schulte-Monting J, Hellwig E. Fluoride uptake, retention, and remineralization efficacy of a highly concentrated fluoride solution on enamel lesions in situ. J Dent Res 2002;81(5):329-33.
21. Karlinsey RL, Mackey AC, Walker TJ, Frederick KE, Blanken DD, Flaig SM, et al. In vitro remineralization of human and bovine white-spot enamel lesions by NaF dentifrices: A pilot study. J Dent Oral Hyg 2011;3(2):22-29.
22. Mellberg JR. Hard-tissue substrates for evaluation of cariogenic and anti-cariogenic activity in situ. J Dent Res 1992;71 Spec No:913-9.
23. Wiegand A, Krieger C, Attin R, Hellwig E, Attin T. Fluoride uptake and resistance to further demineralisation of demineralised enamel after application of differently concentrated acidulated sodium fluoride gels. Clin Oral Investig 2005;9(1):52-7.
24. Clark JW, Corpron RE, More FG, Easton JW, Merrill DF, Kowalski CJ. Comparison of the effects of two topical fluoride regimens on demineralized enamel in vivo. J Dent Res 1988;67(6):954-8.
25. Wiegand A, Wolmershauser S, Hellwig E, Attin T. Influence of buffering effects of dentifrices and fluoride gels on abrasion on eroded dentine. Arch Oral Biol 2004;49(4):259-65.
26. 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(6):541-52.
27. Vieira AE, Delbem AC, Sassaki KT, Rodrigues E, Cury JA, Cunha RF. Fluoride dose response in pH-cycling models using bovine enamel. Caries Res 2005;39(6):514-20.
28. Lagerweij MD, ten Cate JM. Acid susceptibility at various depths of pH-cycled enamel and dentine specimens. Caries Res 2006;40(1):33-7.

29. Featherstone JD, Mellberg JR. Relative rates of progress of artificial carious lesions in bovine, ovine and human enamel. Caries Res 1981;15(1):109-14.
30. Attin T, Wegehaupt F, Gries D, Wiegand A. The potential of deciduous and permanent bovine enamel as substitute for deciduous and permanent human enamel: Erosion-abrasion experiments. J Dent 2007;35(10):773-7.
31. Amaechi BT, Higham SM, Edgar WM. Factors influencing the development of dental erosion in vitro: enamel type, temperature and exposure time. J Oral Rehabil 1999;26(8):624-30.
32. Featherstone JD, ten Cate JM, Shariati M, Arends J. Comparison of artificial caries-like lesions by quantitative microradiography and microhardness profiles. Caries Res 1983;17(5):385-91.
33. Lee YE, Baek HJ, Choi YH, Jeong SH, Park YD, Song KB. Comparison of remineralization effect of three topical fluoride regimens on enamel initial carious lesions. J Dent 2010;38(2):166-71.

ภาคผนวก

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ยความแข็งผิวฟันระดับจุลภาคของชิ้นงานตัวอย่างจำนวน 40 ชิ้น

ชิ้นงานที่	ค่าเฉลี่ยความแข็งผิวของกลุ่มที่ 1 (SWU 1.23% APF gel)			ค่าเฉลี่ยความแข็งผิวของกลุ่มที่ 2 (Commercial 1.23% APF gel)		
	ก่อนได้รับ APF gel	หลังได้รับ APF gel	ผลต่าง	ก่อนได้รับ APF gel	หลังได้รับ APF gel	ผลต่าง
1	140.64	287.47	46.82	139.66	219.96	0.30
2	191.94	280.74	88.80	200.18	227.24	27.07
3	152.34	233.17	80.84	165.07	235.81	70.75
4	147.16	184.70	37.54	101.41	181.34	79.93
5	224.17	236.07	11.90	254.16	295.40	41.24
6	147.70	193.85	46.15	146.32	248.81	102.49
7	218.98	227.69	8.72	176.03	158.36	35.36
8	226.17	261.93	35.76	180.00	207.96	78.60
9	256.35	265.77	9.41	212.60	230.59	17.99
10	226.02	248.26	22.24	155.35	209.71	54.36
11	244.99	254.64	9.65	206.41	242.47	36.07
12	268.72	286.56	17.84	224.61	243.55	18.94
13	196.65	242.55	45.90	191.84	213.20	21.36
14	132.75	216.54	83.79	186.40	199.71	13.31
15	188.44	228.38	39.94	183.49	252.46	68.97
16	283.46	297.01	13.55	256.55	267.66	11.12
17	134.81	255.30	120.49	214.76	242.54	27.78
18	208.50	227.31	18.81	223.79	238.09	14.30
19	173.92	220.28	46.36	223.23	240.24	17.01
20	263.46	302.72	39.25	216.79	226.00	9.21

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ

ตารางที่ 5 แสดงข้อมูลทางสถิติของความแข็งผิวฟันระดับจุลภาคของกลุ่มที่ได้รับการทาผิวเคลือบฟันด้วย SWU 1.23% APF gel ก่อนและหลังเข้าสู่กระบวนการจำลองสภาวะการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรด - ด่างภายในช่องปากเป็นเวลา 28 วัน

			Statistic	Std. Error
Pre_SWU	Mean		200.9745	10.64202
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	178.7005	
		Upper Bound	223.2485	
	5% Trimmed Mean		200.6089	
	Median		202.5750	
	Variance		2265.051	
	Std. Deviation		47.59255	
	Minimum		132.75	
	Maximum		275.78	
	Range		143.03	
	Interquartile Range		91.43	
	Skewness		.004	.512
	Kurtosis		-1.305	.992
Post_SWU	Mean		247.5470	7.33248
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	232.1999	
		Upper Bound	262.8941	
	5% Trimmed Mean		247.9733	
	Median		245.4050	
	Variance		1075.305	
	Std. Deviation		32.79184	
	Minimum		184.70	
	Maximum		302.72	
	Range		118.02	
	Interquartile Range		49.59	
	Skewness		-.037	.512
	Kurtosis		-.578	.992

ตารางที่ 6 แสดงข้อมูลทางสถิติของความแข็งผิวฟันระดับจุลภาคของกลุ่มที่ได้รับการทาผิวเคลือบฟันด้วย Commercial 1.23% APF gel ก่อนและหลังเข้าสู่กระบวนการจำลองสภาวะการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรด - ด่างภายในช่องปากเป็นเวลา 28 วัน

			Statistic	Std. Error
Pre_Com	Mean		190.4005	9.21154
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	171.1205	
		Upper Bound	209.6805	
	5% Trimmed Mean		191.6694	
	Median		196.0100	
	Variance		1697.051	
	Std. Deviation		41.19527	
	Minimum		101.41	
	Maximum		256.55	
	Range		155.14	
	Interquartile Range		63.84	
	Skewness		-.419	.512
	Kurtosis		-.289	.992
Post_Com	Mean		229.0550	6.68035
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	215.0729	
		Upper Bound	243.0371	
	5% Trimmed Mean		229.2967	
	Median		233.2000	
	Variance		892.541	
	Std. Deviation		29.87543	
	Minimum		158.36	
	Maximum		295.40	
	Range		137.04	
	Interquartile Range		32.72	
	Skewness		-.281	.512
	Kurtosis		1.312	.992

ตารางที่ 7 แสดงข้อมูลทางสถิติของความแข็งผิวฟันระดับจุลภาคที่เปลี่ยนแปลงไปของกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการทาผิวเคลือบฟันด้วย SWU 1.23% APF gel และกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการทาผิวเคลือบฟันด้วย Commercial 1.23% APF gel

			Statistic	Std. Error
Delta_SWU	Mean		46.1880	8.70691
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	27.9642	
		Upper Bound	64.4118	
	5% Trimmed Mean		42.6789	
	Median		38.3950	
	Variance		1516.207	
	Std. Deviation		38.93850	
	Minimum		8.72	
	Maximum		146.82	
	Range		138.10	
	Interquartile Range		57.60	
	Skewness		1.303	.512
	Kurtosis		1.156	.992
Delta_Com	Mean		41.3080	6.46533
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	27.7759	
		Upper Bound	54.8401	
	5% Trimmed Mean		39.6922	
	Median		31.5700	
	Variance		836.009	
	Std. Deviation		28.91382	
	Minimum		9.21	
	Maximum		102.49	
	Range		93.28	
	Interquartile Range		53.05	
	Skewness		.708	.512
	Kurtosis		-.850	.992

ตารางที่ 8 แสดงการทดสอบการกระจายตัวอย่างปกติ (Normal distribution) ของข้อมูล

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Pre_SWU	.147	20	.200*	.933	20	.174
Pre_Com	.105	20	.200*	.969	20	.736
Post_SWU	.094	20	.200*	.972	20	.803
Post_Com	.117	20	.200*	.968	20	.703

a. Lilliefors Significance Correction

*. This is a lower bound of the true significance.

ตารางที่ 9 แสดงการทดสอบค่าความแข็งผิวฟันระดับจุลภาคโดยเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม โดยใช้สถิติ Paired t - test

Paired Samples Test

	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
Pre - Post_SWU	-46.57250	38.63720	8.63954	-64.65527	-28.48973	5.391	9	.000
Pre - Post_Com	-38.65450	31.77783	7.10574	-53.52698	-23.78202	5.440	9	.000
Pre_SWU - Pre_Com	10.57400	44.17638	9.87814	-10.10118	31.24918	1.070	9	.298
Post_SWU - Post_Com	18.49200	38.88588	8.69515	.29285	36.69115	2.127	9	.616

1) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความแข็งผิวระดับจุลภาคของกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการทาผิวเคลือบฟันด้วย SWU 1.23% APF gel ก่อนและหลังเข้าสู่กระบวนการจำลองสภาวะการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรด - ด่างภายในช่องปาก

2) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความแข็งผิวระดับจุลภาคของกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการทาผิวเคลือบฟันด้วย Commercial 1.23% APF gel ก่อนและหลังเข้าสู่กระบวนการจำลองสภาวะการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรด - ด่างภายในช่องปาก

3) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความแข็งผิวระดับจุลภาคก่อนเข้าสู่กระบวนการจำลองสภาวะการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรด – ด่างภายในช่องปากระหว่างกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการทาผิวเคลือบฟันด้วย SWU 1.23% APF gel และกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการทาผิวเคลือบฟันด้วย Commercial 1.23% APF gel

4) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความแข็งผิวระดับจุลภาคหลังเข้าสู่กระบวนการจำลองสภาวะการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรด – ด่างภายในช่องปากระหว่างกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการทาผิวเคลือบฟันด้วย SWU 1.23% APF gel และกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการทาผิวเคลือบฟันด้วย Commercial 1.23% APF gel

ตารางที่ 10 แสดงการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความแข็งผิวฟันระดับจุลภาคที่เปลี่ยนแปลงไประหว่างกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการทาผิวเคลือบฟันด้วย SWU 1.23% APF gel และกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการทาผิวเคลือบฟันด้วย Commercial 1.23% APF gel

Paired Samples Test

	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
Delta SWU_Com	4.88000	42.82157	9.57519	-15.16111	24.92111	510	9	.616

ตั้งสมมติฐานการทดสอบคือ

H_0 : ค่าเฉลี่ยความแข็งผิวระดับจุลภาคของผิวเคลือบฟันที่เปลี่ยนแปลงไปของกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการทาผิวเคลือบฟันด้วย SWU 1.23% APF gel ไม่แตกต่างกับกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการทาผิวเคลือบฟันด้วย Commercial 1.23% APF gel

H_1 : ค่าเฉลี่ยความแข็งผิวระดับจุลภาคของผิวเคลือบฟันที่เปลี่ยนแปลงไปของกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการทาผิวเคลือบฟันด้วย SWU 1.23% APF gel แตกต่างกับกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการทาผิวเคลือบฟันด้วย Commercial 1.23% APF gel

จากการทดสอบเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความแข็งผิวระดับจุลภาคของผิวเคลือบฟันที่เปลี่ยนแปลงไประหว่างกลุ่มการทดลองทั้ง 2 กลุ่ม พบว่า ค่าเฉลี่ยความแข็งผิวระดับจุลภาคของผิวเคลือบฟันที่เปลี่ยนแปลงไปของกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการทาผิวเคลือบฟันด้วย SWU 1.23% APF gel ไม่แตกต่างกับกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการทาผิวเคลือบฟันด้วย Commercial 1.23% APF gel

หน้าประวัติย่อผู้วิจัย

1. **หัวหน้าโครงการวิจัย**

ชื่ออาจารย์ทันตแพทย์หญิง ขวัญชนก อยู่เจริญ

หน่วยงาน ภาควิชาทันตกรรมสำหรับเด็กและทันตกรรมป้องกัน สาขาทันตกรรมสำหรับเด็ก
คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
กระทรวงศึกษาธิการ
114 สุขุมวิท 23 เขตวัฒนา กรุงเทพมหานคร 10110
โทร. (02) 664-1000 ต่อ 5826, 5081 โทรสาร (02) 664-1882
Email: kwanchanok9@gmail.com

ผู้ร่วมวิจัย 1

ชื่ออาจารย์ทันตแพทย์ณัฐวุธ แก้วสุทธา

หน่วยงาน ภาควิชาทันตกรรมสำหรับเด็กและทันตกรรมป้องกัน สาขาทันตกรรมชุมชน
คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
กระทรวงศึกษาธิการ
114 สุขุมวิท 23 เขตวัฒนา กรุงเทพมหานคร 10110
โทร. (02) 664-1000 ต่อ 5826, 5081 โทรสาร (02) 664-1882
Email: ballswu@gmail.com

ผู้ร่วมวิจัย 2

ชื่อ อาจารย์ทันตแพทย์หญิง วัลลภิษฐ์ วิสุทธิศักดิ์

หน่วยงาน ภาควิชาทันตกรรมสำหรับเด็กและทันตกรรมป้องกัน สาขาทันตกรรมสำหรับเด็ก
คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
กระทรวงศึกษาธิการ
114 สุขุมวิท 23 เขตวัฒนา กรุงเทพมหานคร 10110
โทร. (02) 664-1000 ต่อ 5826, 5081 โทรสาร (02) 664-1882
Email: wallapit@hotmail.com

ผู้ร่วมวิจัย 3

ชื่อผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สถาพร นิ่มกุลรัตน์

หน่วยงาน สาขาวิชาเทคโนโลยีเภสัชกรรม

คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

กระทรวงศึกษาธิการ

63 ถ.รังสิต-นครนายก อ.องครักษ์ นครนายก 26120

โทร. (02) 664-1000 ต่อ 1618

Email: sathapor@swu.ac.th

บทสรุปผู้บริหาร

ชื่อโครงการ

ผลของศรีนครินทรวิโรฒแอซิดดูเรตฟอสเฟตฟลูออไรด์เจลต่อการคืนกลับแร่ธาตุของเคลือบฟันบริเวณรอยผุจำลอง

Effect of Srinakharinwirot Acidulated Phosphate Fluoride Gel to Remineralization of Artificial Carious Enamel Lesions

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

ทดสอบผลของศรีนครินทรวิโรฒแอซิดดูเรตฟอสเฟตฟลูออไรด์เจลในการป้องกันฟันผุ โดยศึกษาผลในการส่งเสริมการคืนกลับแร่ธาตุในฟันผุชนิดขาวขุ่นจำลองโดยการวัดค่าความแข็งผิวฟันที่เพิ่มขึ้นเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ฟลูออไรด์เจลที่มีจำหน่ายในท้องตลาด ณ เวลา 28 วัน

ที่มาของการวิจัย

โรคฟันผุในฟันน้ำนมเป็นปัญหาสุขภาพที่สำคัญของประเทศไทย เนื่องจากมีอัตราการเกิดโรคสูง ผลการสำรวจสภาวะสุขภาพช่องปากของประเทศไทยในปี พ.ศ. 2550 พบว่าเด็กอายุ 3 ปี ซึ่งเพิ่งมีฟันน้ำนมขึ้นครบทั้งปาก มีโรคฟันผุไปแล้วถึงร้อยละ 61.37 มีค่าเฉลี่ยฟันผุอุดถอน 3.21 ซี่ต่อคน แนวโน้มการเกิดโรคสูงขึ้นในเขตชนบทซึ่งเป็นเด็กกลุ่มใหญ่ของประเทศ อัตราเพิ่มของฟันผุในเด็กไทยเป็นไปอย่างรวดเร็วในช่วงอายุ 1 - 3 ปี และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อเด็กอายุมากขึ้น โดยจากการสำรวจในเด็กกลุ่มอายุ 6 ปี พบเด็กเป็นโรคฟันผุของฟันน้ำนมร้อยละ 80.64 และมีค่าเฉลี่ยฟันผุถอนอุดสูงถึง 5.43 ซี่ต่อคน (กองทันตสาธารณสุข กรมอนามัย, 2551)

มาตรการป้องกันฟันผุที่สำคัญและมีประสิทธิภาพสูงที่เป็นที่ยอมรับในปัจจุบันคือการใช้ฟลูออไรด์ ซึ่งได้มีการนำมาใช้อย่างกว้างขวางในหลายรูปแบบ เช่น เติมในน้ำประปา ผสมลงในนมให้เด็กรับประทาน และในรูปแบบฟลูออไรด์เจลหรือฟลูออไรด์วานิช ซึ่งทันตแพทย์จะเป็นผู้ทาให้ผู้ป่วยที่มาเข้ารับบริการทางทันตกรรมเพื่อป้องกันโรคฟันผุ

การศึกษาวิจัยในปัจจุบันแสดงให้เห็นว่าการใช้ฟลูออไรด์เฉพาะที่สามารถป้องกันหรือลดสภาวะฟันผุได้ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ จึงเห็นความสำคัญที่จะพัฒนาผลิตภัณฑ์สารผสมของฟลูออไรด์เพื่อช่วยในการป้องกัน หรือลดสภาวะฟันผุ หรือเสริมสร้างโครงสร้างของผิวเคลือบฟันที่มีสภาวะฟันผุในระยะเริ่มแรก (Incipient caries) ให้เกิดการคืนกลับแร่ธาตุได้ ซึ่งรูปแบบของฟลูออไรด์ที่ทันตแพทย์นิยมใช้ในการเคลือบฟลูออไรด์เพื่อป้องกันฟันผุในปัจจุบัน จะเป็นชนิดที่มีความเป็นกรด คือ 1.23% แอซิดดูเรตฟอสเฟตฟลูออไรด์ ซึ่งจะมีส่วนผสมของฟลูออไรด์ประมาณ 12,300 ส่วนในล้านส่วน

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้ จึงเป็นส่วนหนึ่งของชุดโครงการวิจัยเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ทางทันตกรรมเพื่อใช้งานในประเทศของคณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อผลิตฟลูออไรด์เจลชนิด 1.23% แอซิดดูเรตฟอสเฟตฟลูออไรด์เพื่อใช้ในประเทศ ซึ่งจะทำให้สามารถลดการนำเข้าฟลูออไรด์เจลจากต่างประเทศและจะเป็นการลดต้นทุนของงานทันตกรรมป้องกันลงได้

การดำเนินงานและผลงานที่ได้รับจากการวิจัย (โดยสังเขป) พร้อมภาพประกอบ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการทดลองในห้องปฏิบัติการ เพื่อศึกษาผลในการส่งเสริมการคืนกลับแร่ธาตุในฟันผุชนิดขาวขุ่นจำลองโดยเปรียบเทียบจากค่าความแข็งผิวฟันที่เพิ่มขึ้น ในผิวฟันที่ได้รับศรีนครินทรวิโรฒแอซิดดูเรตฟอสเฟตฟลูออไรด์เจล เปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ฟลูออไรด์เจลที่มีจำหน่ายในท้องตลาด

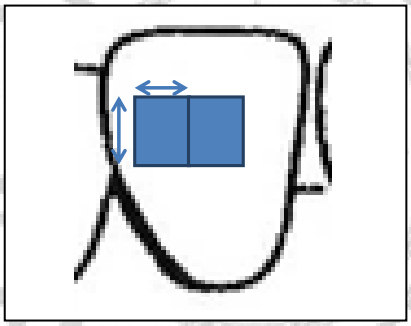
กลุ่มตัวอย่าง

นำฟันหน้าตัดของวัวจำนวน 20 ซี่ โดยนำฟันที่ถูกถอนมาทำความสะอาด ขูดเศษเนื้อเยื่อรอบ ๆ ปลายรากฟันออกจนหมด ล้างด้วยน้ำ และแช่ในสารละลายไธมอล 0.5% ที่อุณหภูมิห้องจนกว่าจะนำมาใช้งาน ฟันที่ใช้ถูกคัดเลือกด้วยเงื่อนไข (Inclusion criteria) ดังนี้

- ผิวเคลือบฟันที่ไม่มีรอยผุและรอยขุ่นขาวเมื่อตรวจดูด้วยตาเปล่า
- ไม่มีรอยสึก รอยแตก รอยร้าว

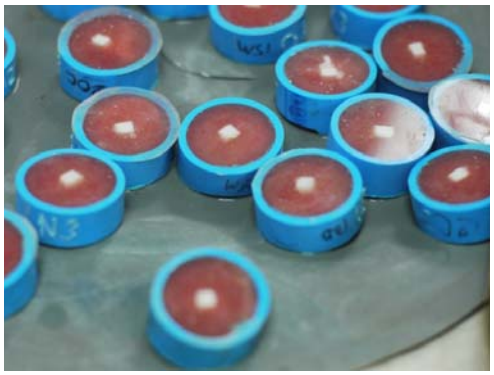
การเตรียมชิ้นงานตัวอย่าง

ตัดฟันวัวที่ระดับส่วนกลางฟันตามแนวยาว (Middle 1/3) ของตัวฟัน ด้วยหัวกรอกากเพชรปลายตรงชนิดความเร็วสูง เพื่อให้ได้ชิ้นงานตัวอย่างที่เป็นผิวเคลือบฟันด้านริมฝีปาก (Labial) โดยให้มีความกว้างชิ้นละ 2 มิลลิเมตร ยาว 3 มิลลิเมตร โดยที่จะตัดฟันวัวให้ได้ชิ้นงานตัวอย่างจำนวน 2 ชิ้นต่อฟัน 1 ซี่ ดังนั้นจะได้ชิ้นงานตัวอย่างที่ตัดแล้วทั้งหมด 40 ชิ้น



ภาพที่ 1 แสดงตำแหน่งการตัดและขนาดของชิ้นงานตัวอย่าง

จากนั้นนำชิ้นงานตัวอย่างไปลงบล็อกอะคริลิก โดยใช้ท่อพีวีซีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5 เซนติเมตร สูง 1 เซนติเมตร เป็นแบบหล่อ วางชิ้นงานตัวอย่างให้ผิวเคลือบฟันด้านริมฝีปากเสมอกับขอบท่อพีวีซี แล้วเทเรซิน อะคริลิกชนิดบ่มเองลงไปให้ได้ความสูงของอะคริลิกประมาณ 2 มิลลิเมตร จากนั้นเขียนเครื่องหมายกำกับที่ท่อพีวีซีเพื่อบ่งบอกถึงซี่ฟัน และตำแหน่งของชิ้นงานตัวอย่าง หลังจากนั้นขัดผิวชิ้นงานตัวอย่างให้เรียบด้วยกระดาษทรายน้ำความละเอียด 300 600 800 1,000 1,200 และ 2,000 ตามลำดับ ด้วยเครื่องขัดผิววัสดุ ที่ความเร็วรอบ 300 รอบต่อนาที ขัดความละเอียดละ 1 นาที จากนั้นนำชิ้นงานมาขัดด้วยผ้าสักหลาดร่วมกับผงขัดอะลูมินาออกไซด์ขนาด 0.05 ไมครอน ที่ความเร็วรอบ 150 รอบต่อนาที ขัดชิ้นละ 30 วินาที ชิ้นงานตัวอย่างที่คัดเลือกมาใช้ในการทดลองต้องมีลักษณะเป็นมัน ไม่มีรอยร้าว การขัดชิ้นงานต้องไม่ลึกถึงชั้นเนื้อฟันเมื่อทำการตรวจสอบภายใต้กล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ



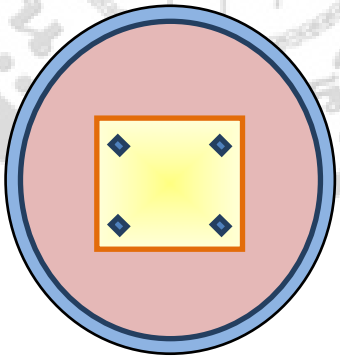
ภาพที่ 2 แสดงชิ้นงานตัวอย่างที่ทำการขัดเรียบ และมันเงา

การสร้างรอยผุจำลอง

แช่ชิ้นงานตัวอย่างทั้ง 40 ชิ้น ไว้ในสารสะลายสำหรับเร่งการสูญเสียแร่ธาตุเป็นเวลา 4 ชั่วโมง

การวัดค่าความแข็งผิวระดับจุลภาคก่อนได้รับแอซิดดูเรตฟอสเฟตฟลูออไรด์เจล

นำชิ้นงานตัวอย่างที่ผ่านขั้นตอนการสร้างรอยผุจำลองแล้วมาวัดค่าความแข็งผิวระดับจุลภาคด้วยเครื่องวัดความแข็งผิว (Microhardness tester, Future - Tech. Corp., Kanagawa, Japan) โดยใช้หัวกดเพชรชนิดวิคเกอร์ เลือกน้ำหนักแรงกดที่ 300 กรัม เป็นเวลา 15 วินาที จำนวน 4 รอยกด โดยห่างจากขอบของชิ้นงานอย่างน้อย 0.15 มิลลิเมตร และทำการวัดรอยกดผ่านจอภาพกำลังขยายเลนส์ตา 10 เท่า และเลนส์วัตถุ 50 เท่า จากนั้นนำค่าความแข็งผิวฟันที่ได้จากการกดทั้ง 4 ตำแหน่งมาคำนวณค่าเฉลี่ยความแข็งผิวของเคลือบฟัน



ภาพที่ 3 แสดงตำแหน่งรอยกดบนผิวเคลือบฟันตัวอย่าง

การแบ่งกลุ่มทดลอง

นำชิ้นงานตัวอย่างที่วัดค่าความแข็งผิวระดับจุลภาคแล้วมาแบ่งกลุ่มออกเป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

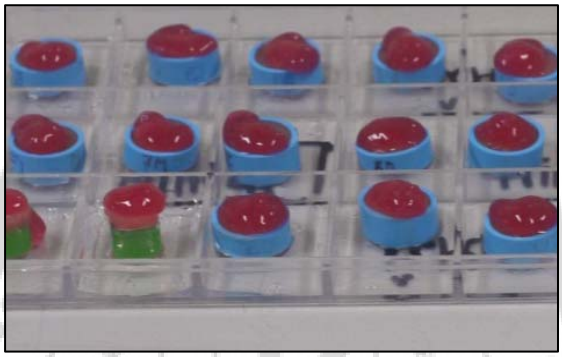
กลุ่มที่ 1 ได้รับการทาผิวเคลือบฟันด้วย SWU 1.23% APF gel

กลุ่มที่ 2 ได้รับการทาผิวเคลือบฟันด้วย Commercial 1.23% APF gel

การแบ่งกลุ่มจะเป็นแบบสุ่ม โดยมีเงื่อนไขว่าทั้งสองกลุ่มจะต้องได้รับชิ้นงานตัวอย่างที่เป็นฟันซี่เดียวกัน แต่อยู่คนละตำแหน่งกัน ซึ่งตำแหน่งและซี่ฟันบนชิ้นงานตัวอย่างจะถูกกำหนดเครื่องหมายไว้แล้วจากที่กล่าวมาข้างต้น

กระบวนการจำลองสภาวะการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรด – ด่างภายในช่องปาก

การทดลองนี้ทำในห้องปฏิบัติการ มีการจำลองสภาวะการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรด – ด่างภายในช่องปาก โดยนำกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดเข้าสู่กระบวนการจำลองสภาวะการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรด – ด่าง (pH - cycling) ซึ่งได้ดัดแปลงมาจากการศึกษาก่อนหน้านี้ (Mukai et al., 2001; กมลวรรณ และคณะ., 2553) และ ชิ้นฟันตัวอย่างจะได้รับการทาด้วยฟลูออไรด์เป็นเวลา 4 นาที 2 ครั้งต่อวัน



ภาพที่ 4 แสดงขั้นตอนการทาฟลูออไรด์เจลที่ผิวชิ้นงานตัวอย่าง

การวัดค่าความแข็งผิวระดับจุลภาคหลังได้รับแอซิดดูเรตฟอสเฟตฟลูออไรด์เจล

ชิ้นงานตัวอย่างทั้งหมดจะเข้าสู่กระบวนการจำลองสภาวะการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรด - ด่างภายในช่องปากเป็นเวลา 28 วัน จากนั้นชิ้นงานตัวอย่างทั้งหมดถูกล้างด้วยน้ำปราศจากประจุ และนำมาวัดค่าความแข็งผิวอีกครั้ง โดยวัดจากรอยกดแต่ละชิ้นงาน 4 ตำแหน่งเช่นเดียวกันกับการวัดค่าความแข็งผิวระดับจุลภาคก่อนได้รับการทาฟลูออไรด์เจลที่ผิวเคลือบฟัน รอยกดใหม่ในครั้งนี้มีระยะห่างจากรอยกดเดิมไม่น้อยกว่า 3 เท่าของขนาดรอยกดเดิม จากนั้นนำค่าความแข็งผิวฟันที่ได้จากการกดทั้ง 4 ตำแหน่งมาคำนวณค่าเฉลี่ยความแข็งผิวของเคลือบฟัน

การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความแข็งผิวฟันของกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม โดยหาความแตกต่างระหว่างก่อนและหลังเข้าสู่กระบวนการจำลองสภาวะการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรด - ด่างภายในช่องปากเป็นเวลา 28 วัน นำค่าเฉลี่ยความแข็งผิวที่ได้มาวิเคราะห์ผลด้วยสถิติ Paired t - test โดยใช้โปรแกรมซอฟแวร์คอมพิวเตอร์ SPSS

ผลการวิจัย

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยความแข็งผิวระดับจุลภาคและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผิวเคลือบฟันในกลุ่มตัวอย่างก่อนและหลังได้รับแอซิดดูเรตฟอสเฟตฟลูออไรด์เจล เมื่อทำการเปรียบเทียบภายในกลุ่มตัวอย่างเดียวกัน

Group	Vicker microhardness (Mean ± SD)			P - value
	Pre-treatment	Post-treatment	Differences	
SWU 1.23% APF gel	200.97 ± 47.59	247.55 ± 32.79	46.19 ± 38.94	0.000*
Commercial 1.23% APF gel	190.40 ± 41.20	229.06 ± 29.88	41.31 ± 28.91	0.000*

* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P < 0.05$)

จากตารางที่ 1 เมื่อทำการเปรียบเทียบภายในกลุ่มตัวอย่างเดียวกัน พบว่า กลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการทาผิวเคลือบฟันด้วย SWU 1.23% APF gel มีค่าเฉลี่ยความแข็งผิวระดับจุลภาคหลังได้รับแอซิดดูเรตฟอสเฟตฟลูออไรด์เจลแตกต่างจากก่อนได้รับแอซิดดูเรตฟอสเฟตฟลูออไรด์เจลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P = 0.000$) เช่นเดียวกับกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการทาผิวเคลือบฟันด้วย Commercial 1.23% APF gel มีค่าเฉลี่ยความแข็งผิวระดับจุลภาคหลังได้รับแอซิดดูเรตฟอสเฟตฟลูออไรด์เจลแตกต่างจากก่อนได้รับแอซิดดูเรตฟอสเฟตฟลูออไรด์เจลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P = 0.000$)

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยความแข็งผิวระดับจุลภาคและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผิวเคลือบฟันในกลุ่มตัวอย่างก่อนและหลังได้รับแอซิดดูเรตฟอสเฟตฟลูออไรด์เจล เมื่อทำการเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มตัวอย่าง

	Vicker microhardness (Mean ± SD)		P - value
	SWU 1.23% APF gel	Commercial 1.23% APF gel	
Pre-treatment	200.97 ± 47.59	190.40 ± 41.20	0.298
Post-treatment	247.55 ± 32.79	229.06 ± 29.88	0.616
Differences	46.19 ± 38.94	41.31 ± 28.91	0.616

จากตารางที่ 2 เมื่อทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความแข็งผิวระดับจุลภาคก่อนได้รับแอซิดดูเรตฟอสเฟตฟลูออไรด์เจลระหว่างกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม พบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P = 0.298$) เช่นเดียวกับค่าเฉลี่ยความแข็งผิวระดับจุลภาคหลังการได้รับแอซิดดูเรตฟอสเฟตฟลูออไรด์เจลระหว่างกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P = 0.616$) และเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความแข็งผิวระดับจุลภาคที่เปลี่ยนแปลงไประหว่างกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการทาผิวเคลือบฟันด้วย SWU 1.23% APF gel และกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการทาผิวเคลือบฟันด้วย Commercial 1.23% APF gel พบว่า ไม่มีความแตกต่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม ($P = 0.616$)

การนำผลงานวิจัยไปประยุกต์ใช้

การนำผลงานวิจัยไปประยุกต์ใช้

- สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับผู้ป่วยในการป้องกัน หรือ ลดสภาวะฟันผุ โดยการใช้ฟลูออไรด์เจลชนิด 1.23 % APF ที่ทางคณะฯผลิตขึ้น
- เป็นองค์ความรู้ในการวิจัยต่อไปในขั้นตอนการวิจัยในมนุษย์ต่อไป

ผลงานวิจัย/ผลผลิต สิ่งประดิษฐ์ นวัตกรรม หรืออื่น ๆ ที่ได้จากการทำวิจัย และมี Impact ต่อสังคม, ประเทศชาติได้รับประโยชน์อะไร

ฟลูออไรด์เจลเป็นสารที่ได้รับการยอมรับว่าสามารถป้องกันฟันผุได้ ในปัจจุบันผู้ป่วยเด็กควรได้รับการเคลือบฟลูออไรด์อย่างน้อยปีละ 2 ครั้ง ดังนั้นการผลิตฟลูออไรด์ขึ้นใช้เองในประเทศ จะเป็นการลดการนำเข้าจากต่างประเทศ และเป็นการลดต้นทุนของงานทันตกรรมป้องกันลงได้

ปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นจากการทำวิจัย

1. ขั้นตอนการเก็บตัวอย่างฟันวัว และ หาระยะเวลาที่เหมาะสมในการทำให้เกิดรอยผุจำลองในฟันวัว
2. ขั้นตอนการขัดผิวเคลือบฟัน และ การวัดความแข็งผิวฟันด้วยเครื่องใดความแข็งผิวระดับจุลภาค ไม่สามารถทำได้ในคณะทันตแพทย์ มศว เนื่องจากไม่มีเครื่องมือ ทำให้ต้องเดินทางไปวัดที่คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล จึงกิดความล่าช้าในการทำวิจัย

งานวิจัยที่คาดว่าจะดำเนินการต่อไป

ทำการทดสอบความเป็นพิษต่อเซลล์ เพื่อตรวจสอบความปลอดภัยก่อนการนำไปใช้ในผู้ป่วย และนำไปศึกษาผลทางคลินิกต่อไป

คณะผู้ทำวิจัย

คณะผู้ทำวิจัย

1. **ชื่อสกุล** อ. ทพญ. ขวัญชนก อยู่เจริญ **หัวหน้าโครงการวิจัยผู้รับทุน**
สังกัด คณะทันตแพทยศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ที่ตั้ง สุขุมวิท 23 เขตวัฒนา กทม.
โทรศัพท์ที่ทำงาน 02-6641000 ต่อ 5085- 5086 โทรสาร 02-6641882
อีเมลล์ kwanchanok9@gmail.com

2. **ชื่อสกุล** **อาจารย์ทันตแพทย์ณัฐวุธ แก้วสุทธา**
สังกัด คณะทันตแพทยศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ที่ตั้ง สุขุมวิท 23 เขตวัฒนา กทม.
โทรศัพท์ที่ทำงาน 02-6641000 ต่อ 5085- 5086 โทรสาร 02-6641882
Email: ballswu@gmail.com

3. **ชื่อสกุล** อ. ทพญ. วัลลภิษฐ์ วิสุทธิศักดิ์
สังกัด คณะทันตแพทยศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ที่ตั้ง สุขุมวิท 23 เขตวัฒนา กทม.
โทรศัพท์ที่ทำงาน 02-6641000 ต่อ 5085- 5086 โทรสาร 02-6641882
อีเมลล์ wallapit@hotmail.com

4. ชื่อสกุล ผศ. ดร. สถาพร นิ่มกุลรัตน์
สังกัด คณะเภสัชศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ที่ตั้ง 63 ถ. รังสิต-นครนายก อ.องครักษ์ จ. นครนายก 26120
โทรศัพท์ที่ทำงาน 02-6641000 ต่อ 1522-1523 โทรสาร -3729-5096
อีเมลล์ sathapor@swu.ac.th

ทุนสนับสนุน
ได้รับทุนสนับสนุนจากเงินงบประมาณรายได้มหาวิทยาลัย
ประจำปีงบประมาณ 2553
เริ่มงานวิจัย ปี 2553
สิ้นสุดงานวิจัย ปี 2555