ผลของยาสีฟันลดอาการเสียวฟันในการป้องกันการกร่อนของผิวเคลือบฟัน
จากเครื่องดื่มโคลาในห้องปฏิบัติการ

นางสาวปวีณา คุณนาเมือง

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาทันตกรรมสำหรับเด็ก ภาควิชาทันตกรรมสำหรับเด็ก
คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2554
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย
The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository(CUIR)
are the thesis authors' files submitted through the Graduate School.

# THE PROTECTIVE EFFECTS OF DESENSITIZING TOOTHPASTE AGAINST ENAMEL EROSION BY COLA IN VITRO

Miss Paweena Khunnamuang

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science Program in Pediatric Dentistry
Department of Pediatric Dentistry
Faculty of Dentistry
Chulalongkorn University
Academic Year 2011

Copyright of Chulalongkorn University

| | |
|---|---|
| หัวข้อวิทยานิพนธ์ | ผลของยาสีฟันลดอาการเสียวฟันในการป้องกันการกร่อนของผิวเคลือบฟันจากเครื่องดื่มโคลาในห้องปฏิบัติการ |
| โดย | นางสาวปวีณา คุณนาเมือง |
| สาขาวิชา | ทันตกรรมสำหรับเด็ก |
| อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก | รองศาสตราจารย์ ทันตแพทย์หญิง ดร.ทิพวรรณ ธราภิวัฒนานนท์ |

---

คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

……..…… คณบดีคณะทันตแพทยศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ทันตแพทย์หญิงวัชราภรณ์ ทัศจันทร์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

……..…… ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ทันตแพทย์ สมหมาย ชอบอิสระ)

…….. อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(รองศาสตราจารย์ ทันตแพทย์หญิง ดร.ทิพวรรณ ธราภิวัฒนานนท์)

…… กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ทันตแพทย์หญิง ชุติมา ไตรรัตน์วรกุล)

…… กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ทันตแพทย์หญิง อัมพุช อินทรประสงค์)

ปวีณา คุณนาเมือง : ผลของยาสีฟันลดอาการเสียวฟันในการป้องกันการกร่อนของผิวเคลือบฟันจากเครื่องดื่มโคลาในห้องปฏิบัติการ. (THE PROTECTIVE EFFECTS OF DESENSITIZING TOOTHPASTE AGAINST ENAMEL EROSION BY COLA IN VITRO). อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : รศ.ทญ.ดร.ทิพวรรณ ธราภิวัฒนานนท์, 46 หน้า.

**วัตถุประสงค์** ศึกษาผลของการทายาสีฟันเซนโซดายน์แรปิดรีลีฟ ยาสีฟันคอลเกตเซนซิทีฟโปรรีลีฟ หรือยาสีฟันคอลเกตรสยอดนิยม ก่อนหรือหลังแช่โคลาต่อความแข็งผิวเคลือบฟันในห้องปฏิบัติการ **วัสดุและวิธีการ** ใช้ฟันกรามน้อย 20 ซี่ แต่ละซี่ตัดเป็น 4 ชิ้น สุ่มเข้ากลุ่มทดลองคือ เซนโซดายน์แรปิดรีลีฟ คอลเกตเซนซิทีฟโปรรีลีฟ คอลเกตรสยอดนิยม และกลุ่มควบคุมที่ไม่ทายาสีฟัน ทดลอง 2 ตอนคือ ทายาสีฟันก่อนแช่โคลาและหลังแช่โคลา ทดสอบความแข็งผิวเคลือบฟัน 5 ช่วงเวลาคือ ก่อนการทดลอง หลังแช่โคลา เมื่อเวลาผ่านไป 30 นาที 60 นาทีและ 120 นาที วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว และสถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวเมื่อมีการวัดซ้ำ ($p<0.05$) **ผลการศึกษา** ผลการทดลองทั้ง 2 ตอนเป็นไปในทิศทางเดียวกันคือ ค่าเฉลี่ยความแข็งผิวเคลือบฟันทุกกลุ่มมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเวลาเพิ่มขึ้นเปรียบเทียบกับหลังแช่โคลา เรียงลำดับจากมากไปน้อยคือ กลุ่มทาเซนโซดายน์แรปิดรีลีฟ กลุ่มทาคอลเกตเซนซิทีฟโปรรีลีฟ กลุ่มทาคอลเกตรสยอดนิยม และกลุ่มควบคุมตามลำดับ ค่าเฉลี่ยความแข็งผิวเคลือบฟันกลุ่มทาเซนโซดายน์แรปิดรีลีฟ และกลุ่มทาคอลเกตเซนซิทีฟโปรีลีฟไม่แตกต่างกัน แต่แตกต่างกับกลุ่มทาคอลเกตรสยอดนิยมและกลุ่มควบคุม โดยกลุ่มทาคอลเกตรสยอดนิยมไม่แตกต่างกับกลุ่มควบคุม **สรุป** กลุ่มทาเซนโซดายน์แรปิดรีลีฟ และกลุ่มทาคอลเกตเซนซิทีฟโปรรีลีฟช่วยป้องกันการกร่อนของผิวเคลือบฟันและเพิ่มค่าเฉลี่ยความแข็งผิวเคลือบฟันได้ดีกว่ากลุ่มทาคอลเกตรสยอดนิยม และกลุ่มควบคุมที่ไม่ทายาสีฟัน โดยกลุ่มทาเซนโซดายน์แรปิดรีลีฟป้องกันการกร่อนของผิวเคลือบฟันและเพิ่มค่าเฉลี่ยความแข็งผิวเคลือบฟันได้ไม่แตกต่างกับกลุ่มทาคอลเกตเซนซิทีฟโปรรีลีฟ กลุ่มทาคอลเกตรสยอดนิยมป้องกันการกร่อนของผิวเคลือบฟันและเพิ่มค่าเฉลี่ยความแข็งผิวเคลือบฟันได้ไม่แตกต่างกับกลุ่มควบคุม

ภาควิชา ทันตกรรมสำหรับเด็ก ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา ทันตกรรมสำหรับเด็ก ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก .....

ปีการศึกษา 2554 .....

# # 5276115732 : MAJOR PEDIATRIC DENTISTRY

KEYWORDS : DENTAL EROSION / DESENSITIZING TOOTHPASTE / ENAMEL HARDNESS / REMINERALIZATION

PAWEENA KHUNNAMUANG : THE PROTECTIVE EFFECTS OF DESENSITIZING TOOTHPASTE AGAINST ENAMEL EROSION BY COLA IN VITRO. ADVISOR : ASSOC.PROF. THIPPAWAN THARAPIWATTANANON, Ph.D., 46 pp.

**Objective** The purpose of this study was to assess the effect of Sensodyne® Rapid Relief, Colgate Sensitive Pro-relief™ and Colgate regular toothpaste to prevent or reharden enamel erosion by cola. **Materials and methods** Each of the twenty human premolars were cut into 4 pieces and randomly applied with Sensodyne® Rapid Relief, Colgate Sensitive Pro-relief™, Colgate regular and a control group with no treatment. Each toothpaste was applied on the specimens before and after exposed to cola. Enamel hardness was measured at baseline, after being exposed to cola, at 30 minutes, 60 minutes and 120 minutes of storing in artificial saliva. The data were analyzed by one way ANOVA and one way repeated ANOVA ($p<0.05$). **Results** Both parts of the experiment showed the same trend. The mean enamel hardness in every group after experimental cycle increased compared to after being exposed to cola. The mean enamel hardness of Sensodyne® Rapid Relief and Colgate Sensitive Pro-relief™ groups increase was not different from each other but higher than control group. The mean enamel hardness of Colgate regular toothpaste increased was not different from the control group. **Conclusion** From this in vitro study, we concluded that Sensodyne® Rapid Relief and Colgate Sensitive Pro-relief™ toothpaste had greater benefit in preventing and rehardening enamel erosion than Colgate original toothpaste and control group. Sensodyne® Rapid Relief could increase enamel hardness not differently from Colgate Sensitive Pro-relief™ toothpaste while there was no difference between the enamel hardness increase of Colgate original and control group.

Department : Pediatric Dentistry Student's Signature : .....

Field of Study : Pediatric Dentistry Advisor's Signature : .....

Academic Year : 2011

# กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณสถาบันและผู้มีส่วนร่วมให้วิทยานิพนธ์นี้เสร็จสมบูรณ์ดังรายนามต่อไปนี้

รศ.ทพญ.ดร.ทิพวรรณ ธราภิวัฒนานนท์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ให้คำปรึกษาและข้อเสนอแนะในการทำวิทยานิพนธ์

คณะกรรมการสอบโครงร่างวิทยานิพนธ์ และสอบป้องกันวิทยานิพนธ์ทุกท่านที่ให้คำแนะนำ ชี้แนะข้อบกพร่องและแนวทางปรับปรุงแก้ไขวิทยาพนธ์

อาจารย์สาขาวิชาทันตกรรมสำหรับเด็ก ภาควิชาทันตกรรมสำหรับเด็ก จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยทุกท่าน ที่ได้ถ่ายทอดความรู้ ความใฝ่รู้ ตลอดจนจริยธรรมให้แก่ข้าพเจ้า

เจ้าหน้าที่ศูนย์วิจัยทันตวัสดุศาสตร์ คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยทุกท่านที่ให้คำแนะนำในการใช้เครื่องมือวิจัยในครั้งนี้เป็นอย่างดี

อาจารย์ไพพรรณ พิทยานนท์ ที่ให้คำแนะนำทางสถิติ

คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่เป็นสถานที่ให้ความรู้ อบรมจริยธรรม และปลูกจิตสำนึกที่ดีแก่ข้าพเจ้า

บิดา มารดา และครอบครัว ที่อบรมสั่งสอนและให้เลี้ยงดูข้าพเจ้ามาตั้งแต่กำเนิด

เพื่อน พี่ น้อง ทันตแพทย์ที่ทำงาน และที่คณะทันตแพทยศาสตร์ ที่ให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจมาโดยตลอด

# สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ
กิตติกรรมประกาศ..... ฉ
สารบัญ..... ช
สารบัญตาราง..... ฌ
สารบัญภาพ..... ญ
บทที่ 1 บทนำ..... 1
ความสำคัญและที่มาของปัญหาการวิจัย..... 1
คำถามการวิจัย..... 2
วัตถุประสงค์ของการวิจัย..... 2
สมมติฐานการวิจัย..... 3
คำจำกัดความในการวิจัยและข้อตกลงเบื้องต้น..... 3
คำสำคัญ..... 4
รูปแบบการวิจัย..... 4
กระบวนการที่จะได้ฟันมาใช้ในการวิจัย..... 4
ข้อจำกัดของการวิจัย..... 4
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 5
ผลประโยชน์ทับซ้อน..... 5
ข้อพิจารณาด้านจริยธรรม..... 5
บทที่ 2 เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 6
คำจำกัดความของฟันกร่อน..... 6
สาเหตุของฟันกร่อน..... 6
กลไกการเกิดฟันกร่อนของเคลือบฟัน..... 6
ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเกิดฟันกร่อน..... 7
แนวทางป้องกันการเกิดฟันกร่อน..... 10
ยาสีฟันลดอาการเสียวฟัน..... 11

หน้า

เครื่องมือที่ใช้ทดสอบการกร่อนในห้องปฏิบัติการ..... 13
บทที่ 3 ระเบียบวิธีวิจัย..... 17
กลุ่มตัวอย่าง..... 17
ขนาดตัวอย่าง..... 17
ยาสีฟันที่ใช้ในการวิจัย..... 19
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย..... 19
ขั้นตอนดำเนินการวิจัย..... 20
การวิเคราะห์ข้อมูล..... 22
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล..... 24
ผลต่อความแข็งผิวเคลือบฟันของการทายาสีฟันชนิดต่างๆ หรือไม่ทายาสีฟันก่อนแช่โคลา..... 24
ผลต่อความแข็งผิวเคลือบฟันของการทายาสีฟันชนิดต่างๆ หรือไม่ทายาสีฟันหลังแช่โคลา..... 25
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ..... 26
อภิปรายผลการวิจัย..... 26
สรุปผลการวิจัย..... 29
ข้อเสนอแนะ..... 30
รายการอ้างอิง..... 31
ภาคผนวก..... 39
ภาคผนวก ก ข้อมูลรายละเอียดเกี่ยวกับการทำวิจัยที่ใช้ประกอบการพิจารณาเข้าร่วมโครงการ..... 40
ภาคผนวก ข เอกสารยินยอมเข้าร่วมงานวิจัย..... 42
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์..... 46

# สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 จำนวนตัวอย่างที่ได้จากการคำนวณตามสูตร..... 18

ตารางที่ 2 การบริหารงานวิจัย..... 22

ตารางที่ 3 งบประมาณ..... 23

ตารางที่ 4 แสดงค่าเฉลี่ยความแข็งผิวเคลือบฟันของการทายาสีฟันแต่ละชนิดบนผิวเคลือบฟันก่อนแช่เครื่องดื่มโคลา..... 43

ตารางที่ 5 แสดงค่าเฉลี่ยความแข็งผิวเคลือบฟันของการทายาสีฟันแต่ละชนิดบนผิวเคลือบฟันก่อนแช่เครื่องดื่มโคลา..... 44

ตารางที่ 6 ส่วนประกอบของสารที่ใช้ในการทดลอง..... 45

# สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย…… 3

ภาพที่ 2 แสดงความสัมพันธ์ของปัจจัยต่างๆ ที่ทำให้เกิดฟันกร่อน..... 8

ภาพที่ 3 แสดงวิธีการวิจัย..... 21

ภาพที่ 4 กราฟแสดงค่าเฉลี่ยความแข็งผิวเคลือบฟันของการทายาสีฟันแต่ละชนิดบนผิวเคลือบฟันก่อนแช่เครื่องดื่มโคลา……... 24

ภาพที่ 5 กราฟแสดงค่าเฉลี่ยความแข็งผิวเคลือบฟันของการทายาสีฟันแต่ละชนิดบนผิวเคลือบฟันหลังแช่เครื่องดื่มโคลา…… 25

# บทที่ 1
# บทนำ

## ความสำคัญและที่มาของปัญหาการวิจัย

ฟันกร่อน (dental erosion) หมายถึงการสูญเสียเนื้อเยื่อแข็งของฟันจากกระบวนการทางเคมี ไม่สัมพันธ์กับเชื้อแบคทีเรียหรือคราบจุลินทรีย์ (1) โดยทั่วไปเกิดจาก 2 ปัจจัยหลักคือปัจจัยภายนอก (extrinsic factor) เช่นการบริโภคอาหารและเครื่องดื่มที่เป็นกรด มีการศึกษาจำนวนมากที่รายงานถึงความสัมพันธ์ระหว่างการเกิดฟันกร่อนและอาหารที่เป็นกรด เช่นน้ำอัดลม น้ำผลไม้และอาหารเปรี้ยว (2-6) ปัจจัยภายใน (intrinsic factor) เช่นโรคทางระบบที่ทำให้เกิดการอาเจียนเป็นประจำ (7,8) จากการสำรวจพบว่าประชาชนทั่วไปมีแนวโน้มในการบริโภคอาหารและเครื่องดื่มที่เป็นกรดสูงขึ้น (9-11) และมีความเสี่ยงในการเกิดฟันกร่อนสูงขึ้นตามไปด้วย (10,11)

วิธีการป้องกันฟันกร่อนคือพยายามหลีกเลี่ยงการบริโภคอาหารหรือเครื่องดื่มที่เป็นกรดและหลีกเลี่ยงการแปรงฟันทันทีหลังจากบริโภคอาหารหรือเครื่องดื่มที่เป็นกรด เนื่องจากเมื่อฟันสัมผัสกับอาหารหรือเครื่องดื่มที่เป็นกรดจะทำให้เกิดการสูญเสียชั้นผิวเคลือบฟัน (enamel) และชั้นบนของผิวเคลือบฟันที่เหลืออยู่มีการสูญเสียแร่ธาตุ (demineralization) ทำให้ความแข็งผิวเคลือบฟันลดลง ส่งผลให้เสี่ยงต่อการเกิดฟันสึกเหตุขัดถู (abrasion) ได้ง่าย (12,13) จึงมีคำแนะนำว่าไม่ควรแปรงฟันทันทีหลังจากฟันสัมผัสกรด ควรเว้นระยะ 1 ชั่วโมงเป็นอย่างน้อยเพื่อให้เกิดการคืนกลับของแร่ธาตุที่ผิวเคลือบฟัน (12,14,15) การใช้ผลิตภัณฑ์ที่ช่วยส่งเสริมการคืนกลับแร่ธาตุสู่ตัวฟันเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการป้องกันหรือลดการกร่อนของผิวเคลือบฟัน การศึกษาผลของฟลูออไรด์เฉพาะที่ความเข้มข้นสูง เช่นฟลูออไรด์เจล (16) และฟลูออไรด์วาร์นิช (17) พบว่าสามารถช่วยป้องกันหรือลดการกร่อนของผิวเคลือบฟันได้ แต่การใช้ฟลูออไรด์ความเข้มข้นสูงมีข้อจำกัดคือ ผู้ป่วยไม่สามารถใช้ได้เองที่บ้าน ไม่สามารถใช้ได้บ่อย และต้องระมัดระวังการกลืนฟลูออไรด์จนก่อให้เกิดพิษเฉียบพลัน (18) การศึกษาผลของสารละลายยาสีฟันผสมฟลูออไรด์ทั้งชนิดความเข้มข้น 1100 และ 5000 ส่วนในล้านส่วนในการป้องกันหรือลดการกร่อนของผิวเคลือบฟันมีไม่มากและได้ผลขัดแย้งกันอยู่ (19,20) การศึกษาผลของสารละลายยาสีฟันลดอาการเสียวฟันในการป้องกันหรือลดการกร่อนของผิวเคลือบฟัน พบว่าสารลดอาการเสียวฟันบางชนิดให้ผลในการป้องกันหรือลดการกร่อนของผิวเคลือบฟัน (21,22) แต่ในบางชนิดไม่ได้ผล (23) อย่างไรก็ดีการใช้ยาสีฟันในรูปแบบสารละลายอาจมีความยุ่งยากและไม่สะดวกในการปฏิบัติ แต่ยาสีฟันก็ยังถือเป็นผลิตภัณฑ์ที่สะดวกต่อการพกพาและสามารถใช้ได้บ่อย

ปัจจุบันมีการพัฒนาสูตรยาสีฟันลดอาการเสียวฟันหลายชนิดโดยมีส่วนประกอบของสารลดอาการเสียวฟันร่วมกับฟลูออไรด์ เช่นยาสีฟันคอลเกตเซนซีทีฟโปรรีลีฟ (Colgate Sensitive Pro-Relief™) ซึ่งประกอบด้วยสารลดอาการเสียวฟันคือแคลเซียมคาร์บอเนต (calcium carbonate) และเทคโนโลยีโปรอาร์จิน (Pro-Argin™ technology) ร่วมกับฟลูออไรด์ความเข้มข้น 1450 ส่วนในล้านส่วน การทดลองทางคลินิกสนับสนุนผลในการลดอาการเสียวฟันของยาสีฟันคอลเกตเซนซีทีฟโปรรีลีฟที่ดีกว่ายาสีฟันลดอาการเสียวฟันทั่วไปตามท้องตลาดและยาสีฟันผสมฟลูออไรด์ (24,25) การทดลองในห้องปฏิบัติการ (in vitro) แสดงให้เห็นว่ายาสีฟันคอลเกตเซนซีทีฟโปรรีลีฟสามารถอุดกั้นหลอดฝอยในเนื้อฟันและต้านทานกรดจากเครื่องดื่มโคลาได้ดีกว่ายาสีฟันที่ประกอบด้วยแคลเซียมคาร์บอเนตหรืออาร์จินินเพียงอย่างเดียว (26) นอกจากนี้ยังมียาสีฟันเซนโซดายน์แรปิดรีลีฟ (Sensodyne® Rapid Relief) ซึ่งประกอบด้วยสารลดอาการเสียวฟันคือสตรอนเชียมอะซีเตต (strontium acetate) ร่วมกับฟลูออไรด์ความเข้มข้น 1040 ส่วนในล้านส่วน การทดลองทางคลินิกพบว่ายาสีฟันเซนโซดายน์แรปิดรีลีฟสามารถลดอาการเสียวฟันได้ดีกว่ายาสีฟันคอลเกตเซนซิทีฟโปรรีลีฟ (27,28) การทดลองในห้องปฏิบัติการแสดงให้เห็นผลในการอุดกั้นหลอดฝอยในเนื้อฟันและยึดติดอยู่บนผิวเนื้อฟันที่ดีกว่ายาสีฟันคอลเกตเซนซิทีฟโปรรีลีฟ และดีกว่ากลุ่มควบคุมคือน้ำเปล่า (29) แต่อย่างไรก็ตามยังไม่มีการศึกษาที่แสดงถึงประสิทธิภาพของยาสีฟันดังกล่าวในการป้องกันหรือลดการกร่อนของผิวเคลือบฟัน

**คำถามการวิจัย**

การทายาสีฟันเซนโซดายน์แรปิดรีลีฟ ยาสีฟันคอลเกตเซนซิทีฟโปรรีลีฟ หรือยาสีฟันคอลเกตรสยอดนิยม ก่อนหรือหลังแช่โคลา มีผลต่อการกร่อนของผิวเคลือบฟันจากเครื่องดื่มโคลาหรือไม่ อย่างไร

**วัตถุประสงค์ของการวิจัย**

ตอนที่ 1 ศึกษาผลของการทายาสีฟันเซนโซดายน์แรปิดรีลีฟ ยาสีฟันคอลเกตเซนซิทีฟโปรรีลีฟ หรือยาสีฟันคอลเกตรสยอดนิยม ก่อนแช่โคลา ต่อความแข็งผิวเคลือบฟัน ในห้องปฏิบัติการ

ตอนที่ 2 ศึกษาผลของการทายาสีฟันเซนโซดายน์แรปิดรีลีฟ ยาสีฟันคอลเกตเซนซิทีฟโปรรีลีฟ หรือยาสีฟันคอลเกตรสยอดนิยม หลังแช่โคลา ต่อความแข็งผิวเคลือบฟัน ในห้องปฏิบัติการ

**สมมติฐานการวิจัย**

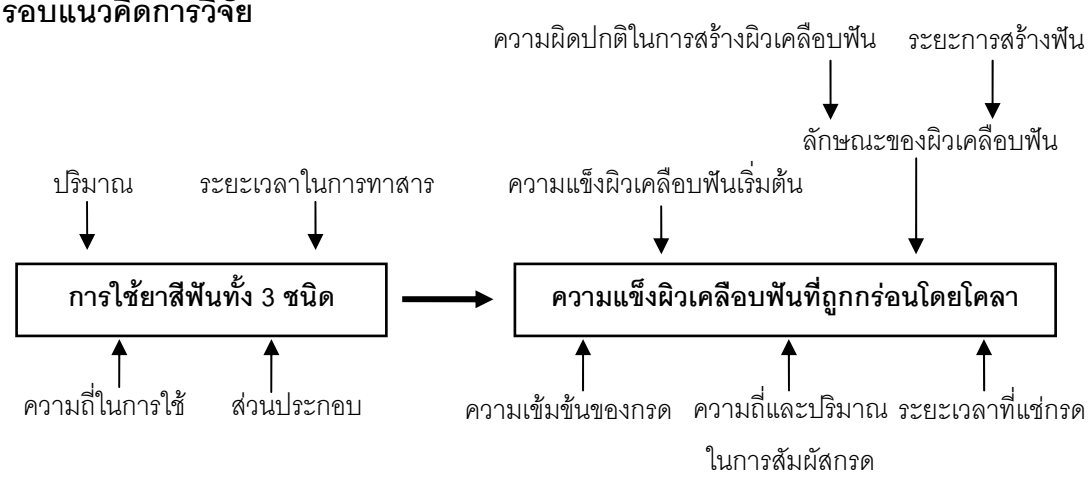
ตอนที่ 1 ค่าเฉลี่ยความแข็งผิวเคลือบฟันของกลุ่มทาเซนโซดายน์แรปิดรีลีฟก่อนแช่โคลา กลุ่มทาคอลเกตเซนซิทีฟโปรรีลีฟก่อนแช่โคลา กลุ่มทาคอลเกตรสยอดนิยมก่อนแช่โคลา และกลุ่มควบคุมไม่ทายาสีฟันก่อนแช่โคลา ไม่แตกต่างกัน

ตอนที่ 2 ค่าเฉลี่ยความแข็งผิวเคลือบฟันของกลุ่มทาเซนโซดายน์แรปิดรีลีฟหลังแช่โคลา กลุ่มทาคอลเกตเซนซิทีฟโปรรีลีฟหลังแช่โคลา กลุ่มทาคอลเกตรสยอดนิยมหลังแช่โคลา และกลุ่มควบคุมไม่ทายาสีฟันหลังแช่โคลา ไม่แตกต่างกัน

**คำจำกัดความในการวิจัยและข้อตกลงเบื้องต้น**

1. ฟันที่ใช้ในการวิจัยเป็นฟันกรามน้อยของมนุษย์ที่ปราศจากการผุ แตก ร้าว และไม่เคยผ่านการบูรณะ
2. ในการเตรียมชิ้นงานและทำการทดสอบจะกระทำโดยผู้วิจัยเพียงคนเดียว
3. การกร่อนของผิวเคลือบฟัน ศึกษาโดยวัดผลจากเครื่องมือวัดความแข็งผิวด้วยหัวกดวิคเกอร์ส (Vickers)

**กรอบแนวคิดการวิจัย**




**ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย**

ตัวแปรต้น คือ ยาสีฟันที่ใช้ทดสอบทั้ง 3 ชนิด

ตัวแปรตาม คือ ความแข็งผิวเคลือบฟันที่ถูกกร่อนโดยเครื่องดื่มโคลา

**คำสำคัญ**

ยาสีฟันเซนโซดายน์แรปิดรีลีฟ (Sensodyne® Rapid Relief, Glaxo Smith Kline Thailand)

ยาสีฟันคอลเกตเซนซีทีฟโปรรีลีฟ (Colgate Sensitive Pro-Relief™, Colgate Palmolive Thailand)

ยาสีฟันคอลเกตรสยอดนิยม (Colgate regular)

ฟันกร่อน (dental erosion)

การคืนแร่ธาตุ (remineralization)

ความแข็งผิวเคลือบฟัน (surface microhardness)

**รูปแบบการวิจัย**

การวิจัยเชิงทดลองในห้องปฏิบัติการ (Laboratory experimental research)

**กระบวนการที่จะได้ฟันมาใช้ในการวิจัย**

ส่งรายละเอียด ระเบียบวิธีวิจัย และเอกสารยินยอมเข้าร่วมการวิจัย (consent form) ให้แก่ทันตแพทย์ประจำคลินิกที่ขอเก็บฟัน โดยฟันที่นำมาใช้เป็นฟันที่ถูกถอนเพื่อการรักษาทางทันตกรรม ไม่สามารถระบุและเชื่อมโยงไปถึงตัวผู้ป่วยได้

**ข้อจำกัดของการวิจัย**

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาและเปรียบเทียบผลของยาสีฟันคอลเกตเซนซีทีฟโปรรีลีฟ ยาสีฟันเซนโซดายน์แรปิดรีลีฟ และยาสีฟันคอลเกตรสยอดนิยม ในการป้องกันฟันกร่อนจากเครื่องดื่มโคลาในห้องปฏิบัติการ โดยมีการเตรียมชิ้นงานจากฟันมนุษย์และจำลองให้ใกล้เคียงกับสภาพในช่องปากรวมทั้งจำลองรูปแบบของการดื่มเครื่องดื่มโคลา และวัดเปรียบเทียบความแข็งผิวเคลือบฟันด้วยเครื่องมือวัดความแข็งผิว (surface hardness measurement) อย่างไรก็ตามการวิจัยนี้ไม่สามารถจำลองสภาพในช่องปากบางอย่างได้ เช่นการสร้างเพลลิเคิล อัตราการไหลของน้ำลาย อุณหภูมิในช่องปาก รวมถึงตำแหน่งที่เคลือบฟันสัมผัสกับกรด

**ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ**

ผลการศึกษาจะเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการวางแผนการศึกษาผลของยาสีฟันเหล่านี้ในการป้องกันฟันกร่อนในสภาวะที่ใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากขึ้นเช่นการศึกษาทางคลินิกร่วมกับห้องปฏิบัติการ (in situ) และสามารถนำไปเป็นข้อมูลประกอบในการแนะนำและเลือกใช้ผลิตภัณฑ์เพื่อช่วยป้องกันหรือลดการกร่อนของผิวเคลือบฟัน

**ผลประโยชน์ทับซ้อน** (conflict of interest)

ในการวิจัยนี้ไม่ได้รับการสนับสนุนจากผลิตภัณฑ์ใดๆ ที่นำมาใช้ในการทดลองทั้งสิ้น จึงไม่มีผลประโยชน์ทับซ้อนในการทำวิจัยแต่อย่างใด

**ข้อพิจารณาด้านจริยธรรม**

วิเคราะห์ตามหลักจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ดังนี้

1. หลักความเคารพในบุคคล (respect for person) ผู้วิจัยไม่ต้องใช้ข้อมูลของผู้ป่วย และฟันที่นำมาใช้เป็นฟันที่ไม่สามารถระบุและเชื่อมโยงถึงผู้ป่วยได้
2. หลักการให้ประโยชน์ ไม่ก่อให้เกิดอันตราย (beneficence/non-beneficence) งานวิจัยนี้ไม่มีประโยชน์แต่ก็ไม่มีผลกระทบใดๆ ต่อผู้ป่วย
3. หลักความยุติธรรม (justice) คือมีเกณฑ์การคัดเข้าและออกที่ชัดเจน

# บทที่ 2
# เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

## คำจำกัดความของฟันกร่อน

ฟันกร่อนหมายถึงการสูญเสียผิวเคลือบฟันหรือเนื้อฟันจากกระบวนการทางเคมี สัมพันธ์กับการสัมผัสสารเคมีที่เป็นกรด แต่ไม่สัมพันธ์กับเชื้อแบคทีเรียหรือคราบจุลินทรีย์ (30,31)

## สาเหตุของฟันกร่อน

ฟันกร่อนเกิดจากหลายสาเหตุประกอบกัน แต่โดยทั่วไปเกิดจาก 2 สาเหตุหลักคือ สาเหตุภายในและสาเหตุภายนอก สาเหตุภายในเป็นผลมาจากกรดภายในร่างกายคือ กรดจากกระเพาะอาหาร (gastric acid) ที่สัมผัสกับผิวฟันจากการอาเจียนเช่น โรคกระเพาะอาหารอักเสบ โรคกรดไหลย้อน (regurgitation and reflux disorders) หญิงมีครรภ์ที่มีภาวะอาเจียนมากเกินไป ความผิดปกติของระบบทางเดินอาหารที่ทำให้เกิดการสำรอกเป็นประจำหรืออาจเกิดจากความผิดปกติทางจิต เช่นอะนอร์เรคเซียเนอร์โวซา (anorexia nervosa) บูลีเมีย (bulimia) การอาเจียนเนื่องจากภาวะเครียด สาเหตุภายนอกเป็นผลมาจากกรดภายนอกเช่น การบริโภคอาหารและเครื่องดื่มที่มีฤทธิ์เป็นกรดเช่น น้ำผลไม้ และน้ำอัดลม การได้รับยาโดยเฉพาะยากลุ่มที่มีฤทธิ์เป็นกรดเช่น วิตามินซี แอสไพริน หากเคี้ยวหรืออมเป็นเวลานานเป็นประจำสามารถทำให้เกิดฟันกร่อนได้ การปนเปื้อนทางอากาศของสิ่งแวดล้อมจากการทำงาน เช่นโรงงานแบตเตอรี โดยพบว่าผู้ที่ทำงานในโรงงานเหล่านี้มีฟันกร่อนสูงซึ่งอาจเป็นผลจากการสัมผัสไอระเหยของกรดระหว่างการทำงาน หรือสระว่ายน้ำที่มีความเป็นกรดจากการเติมคลอรีนทำให้เกิดการสร้างกรดไฮโดรคลอลิก (hydrochloric acid) (31)

## กลไกการเกิดฟันกร่อนของเคลือบฟัน

เคลือบฟันเป็นโครงสร้างที่ประกอบด้วยผลึกของแร่ธาตุจำนวนมาก เป็นอนินทรีย์สารร้อยละ 95 ถึง 98 โดยน้ำหนัก ผลึกแร่ธาตุส่วนใหญ่อยู่ในรูปของไฮดรอกซีอะพาไทต์ (hydroxyapatite) และฟลูออออะพาไทต์ (fluorapatite) แร่ธาตุอื่นๆ อีกจำนวนเล็กน้อย อินทรีย์สารร้อยละ 1 ถึง 2 และน้ำร้อยละ 4 โดยน้ำหนัก (32) โครงสร้างของเคลือบฟันประกอบด้วยปริซึม (prism) หรือแท่ง (rod) ภายในปริซึมประกอบด้วยแผ่นปริซึม (prism sheath) และคริสตัลไลน์ (crystalline) จำนวนมาก ซึ่งเป็นคริสตัลไลน์ที่เรียงตัวเกือบตั้งฉากกับผิวนอกที่บริเวณส่วนหัวของปริซึม (33)

พยาธิวิทยาของฟันกร่อนนั้นเกิดจากการสูญเสียแร่ธาตุคือ แคลเซียมและฟอสเฟตไอออนบนผิวฟันชั้นนอก โดยเริ่มต้นจากการสลายของอะพาไทต์คริสตัล (apatite crystal) ซึ่งอาจนำไปสู่การทำลายที่ไม่รุนแรง หรือการทำลายอย่างรุนแรงจนทำให้เกิดการทำลายทั้งหมดของฟัน ขึ้นอยู่กับค่าความเป็นกรดด่าง ปริมาณแคลเซียม ฟอสเฟตที่ต่ำ คุณสมบัติคีเลชัน (chelating properties) และความถี่ในการสัมผัสกรด การกร่อนของผิวเคลือบฟันเกิดจากปฏิกิริยาเคมีแบบต่ำกว่าการอิ่มตัว (undersaturation) เกิดในภาวะที่มีความเป็นกรดอย่างมากทำให้มีการละลายตัวของทั้งไฮดรอกซีอะพาไทต์และฟลูออออะพาไทต์ (34) ปัจจัยด้านเคมีที่ส่งผลให้เกิดฟันกร่อนนั้นเป็นเรื่องซับซ้อน โดยเมื่อสารละลายที่เป็นกรดสัมผัสกับผิวฟันจะซึมผ่านแผ่นคราบน้ำลาย (pellicle) หลังจากนั้นจะผ่านเข้าถึงส่วนแร่ธาตุของผิวฟันคือ คาร์บอเนตและแคลเซียมในไฮดรอกซีอะพาไทต์ แผ่นคราบน้ำลายที่เพิ่งสร้างใหม่จะเป็นเยื่อเลือกผ่านที่ป้องกันสารละลายกรดที่ก่อให้เกิดการกร่อนได้ไม่ดี แต่เมื่อแผ่นคราบน้ำลายมีการสะสมเป็นชั้นหนาขึ้นจะช่วยทำให้การซึมผ่านของสารละลายกรดช้าลง เมื่อใดก็ตามที่กรดและไฮโดรเจนไอออน (hydrogen ion) สามารถซึมเข้าสู่ผิวฟันได้ก็จะเริ่มละลายคริสตัล ส่งผลให้มีการละลายของแร่ธาตุในผิวฟันคือแคลเซียมและฟอสเฟต กระบวนการเหล่านี้จะหยุดลงได้เมื่อไม่มีกรดใหม่ๆ และ/หรือตัวคีเลชันเกิดขึ้น (35)

**ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเกิดฟันกร่อน**

ฟันกร่อนเป็นโรคที่ประกอบด้วยหลายปัจจัยคือ ปัจจัยเชิงพฤติกรรม (behavioral factor) ปัจจัยเชิงชีววิทยา (biological factor) และปัจจัยเชิงเคมี (chemical factor) (รูปที่ 2) (30) ปัจจัยต่างๆ เหล่านี้อาจมีอิทธิพลส่งเสริมหรือป้องกันการเกิดฟันกร่อน ดังนั้นการป้องกันหรือลดความรุนแรงของฟันกร่อนจึงควรทราบสาเหตุหรือปัจจัยเสี่ยงเพื่อให้คำแนะนำและวางแผนการรักษาที่เหมาะสมในผู้ป่วยแต่ละราย (36)

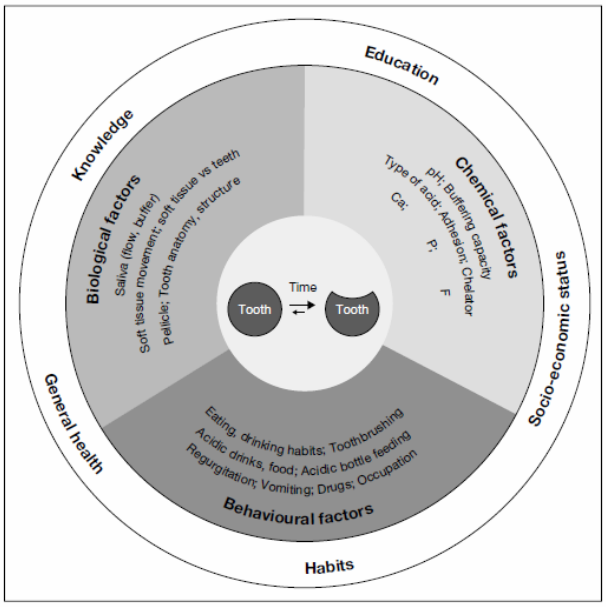



*Fig. 4.* Interactions of the different factors for the development of erosive tooth wear.

**ภาพที่ 2 แสดงความสัมพันธ์ของปัจจัยต่าง ๆ ที่ก่อให้เกิดฟันกร่อน**

1. ปัจจัยด้านพฤติกรรม

ได้แก่พฤติกรรมการบริโภค ลักษณะการดำเนินชีวิต โรคติดสุราเรื้อรัง (alcoholism) ปัจจัยนี้เป็นส่วนช่วยอธิบายว่าทำไมแต่ละบุคคลถึงแสดงความรุนแรงของฟันกร่อนแตกต่างกันแม้ว่าอาหารที่รับประทานจะเหมือนกันทุกประการ (36) หากสาเหตุของการเกิดฟันกร่อนมาจากภาวะหรือโรคทางระบบเช่น การอาเจียน ความผิดปกติของระบบทางเดินอาหาร ควรส่งผู้ป่วยไปปรึกษาแพทย์เพื่อรักษาหรือแก้ไขภาวะหรือโรคนั้นๆ (37) หากสาเหตุของการเกิดฟันกร่อนมาจากการบริโภคอาหารและเครื่องดื่มที่มีฤทธิ์เป็นกรด ควรลดความถี่และจำกัดการบริโภคเฉพาะในมื้อหลักเท่านั้น เพราะความถี่และปริมาณในการบริโภคอาหารประเภทกรดส่งผลให้เพิ่มความเสี่ยงในการเกิดฟันกร่อน ลักษณะนิสัยในการบริโภค เช่นการดื่มเครื่องดื่มจากขวดอาจเพิ่มช่วงเวลาของกรดที่สัมผัสกับผิวฟันส่งผลให้ความเสี่ยงในการเกิดฟันกร่อนมีมากขึ้น ในการป้องกันฟันกร่อนสำหรับการบริโภคเครื่องดื่มที่มีฤทธิ์เป็นกรดควรดื่มอย่างรวดเร็วไม่ควรจิบช้าๆ และควรใช้หลอดดูดเพื่อลดการสัมผัสของกรดกับผิวฟัน (30)

การดูแลอนามัยช่องปากเช่น การแปรงฟัน ประเภทของยาสีฟัน และชนิดของแปรงสีฟันมีอิทธิพลต่อการสูญเสียผิวเคลือบฟันที่มีการสูญเสียแร่ธาตุจากการเกิดฟันกร่อน เนื่องจากเคลือบฟันที่ถูกกร่อนจะมีความแข็งผิวเคลือบฟันลดลงทำให้ถูกขัดสีได้ง่าย ผู้ป่วยที่มีฟันกร่อนจึงควรใช้ยาสีฟัน

ที่มีผงขัดเป็นจำนวนน้อย และไม่ควรแปรงฟันทันทีหลังรับประทานอาหารที่มีฤทธิ์เป็นกรด ควรเว้นระยะอย่างน้อย 1 ชั่วโมงเพื่อรอให้มีการคืนกลับแร่ธาตุสู่ตัวฟันก่อน (14,15)

2. ปัจจัยด้านชีววิทยา

ได้แก่คุณภาพของฟัน คุณสมบัติของน้ำลาย ลักษณะโครงสร้างฟัน ตำแหน่งของฟัน และลักษณะกายวิภาคศาสตร์ของเนื้อเยื่ออ่อนในช่องปากมีผลกระทบต่อการดำเนินโรคของฟันกร่อน การเกิดฟันกร่อนที่รุนแรงไม่ได้ส่งผลเพียงเฉพาะเคลือบฟันเท่านั้นแต่อาจนำไปสู่การเผยผึ่งของเนื้อฟันที่บริเวณตัวฟันหรือรากฟัน ส่งผลให้เกิดอาการเสียวฟันอย่างรุนแรง น้ำลายมีบทบาทสำคัญต่อเคลือบฟันและเนื้อฟันในการลดความรุนแรงจากการกร่อนและการสึกเหตุขัดถู เพราะน้ำลายมีความสามารถในการปรับสภาพความเป็นกรดด่าง (buffer) การคืนแร่ธาตุ และการสร้างแผ่นคราบน้ำลายมาป้องกันบนเคลือบฟัน ผู้ป่วยที่มีภาวะน้ำลายน้อยจากโรคที่มีความผิดปกติในการทำงานของต่อมน้ำลาย การฉายรังสีรักษาบริเวณศีรษะและลำคอ หรือการได้รับยาบางชนิด การไหลของน้ำลายที่ลดลงจากภาวะเหล่านี้มีความสัมพันธ์กับระดับความเป็นกรดด่างที่ต่ำลง และความสามารถในการปรับสภาพความเป็นกรดด่างของน้ำลายที่ลดลง พบว่าระดับการไหลของน้ำลายและความสามารถในการปรับสภาพความเป็นกรดด่างของน้ำลายที่ลดลงมีความสัมพันธ์กับการเกิดฟันกร่อนอย่างมาก (30)

การป้องกันความรุนแรงของฟันกร่อนสามารถทำได้โดยส่งเสริมให้เกิดภาวะที่เหมาะสมสำหรับการสะสมแร่ธาตุกลับคืนที่ผิวฟัน ได้แก่การมีปริมาณแคลเซียมและฟอสเฟตที่เพียงพอและอยู่ในภาวะที่เป็นด่างหรือเป็นกลาง การกระตุ้นการหลั่งของน้ำลายจะช่วยส่งเสริมให้เกิดภาวะดังกล่าวได้เนื่องจากในน้ำลายประกอบด้วยแร่ธาตุชนิดต่างๆ รวมถึงแคลเซียมและฟอสเฟต นอกจากนี้ในน้ำลายยังมีโปรตีนได้แก่สตาเธอริน (statherin) ที่ช่วยรักษาระดับของแคลเซียมและฟอสเฟต และยับยั้งการตกตะกอนของแคลเซียมและฟอสเฟต น้ำลายยังมีคุณสมบัติในการช่วยปรับสภาพความเป็นกรดด่างได้จากผลของไบคาร์บอเนต (bicarbonate) ในภาวะที่มีการกระตุ้นการไหลของน้ำลายจะมีปริมาณของไบคาร์บอเนตในน้ำลายมากกว่าภาวะปกติ ทำให้มีคุณสมบัติในการปรับสภาพความเป็นกรดด่างมากขึ้น ช่วยให้มีการสะสมแคลเซียมและฟอสเฟตสู่เคลือบฟันและเนื้อฟัน ลดการสูญเสียเนื้อเยื่อแข็งของฟันได้ (37)

การกระตุ้นการหลั่งของน้ำลายสามารถเพิ่มอัตราการสร้างแผ่นคราบน้ำลายได้เช่นกัน น้ำลายที่หลั่งมาจากต่อมน้ำลายใต้ขากรรไกรล่าง (submandibular gland) และต่อมน้ำลายใต้ลิ้น (sublingual gland) ยังประกอบด้วยมิวซิน (mucin) ซึ่งเป็นส่วนประกอบที่สำคัญในการสร้างแผ่น

คราบน้ำลาย (37) สามารถลดความรุนแรงของการเกิดฟันกร่อนลงได้จากคุณสมบัติในการเป็นเยื่อเลือกผ่านที่ช่วยป้องกันผิวฟันจากการสัมผัสกับกรดโดยตรง ดังนั้นจึงลดการละลายของไฮดรอกซีอะพาไทต์ (30)

3. ปัจจัยด้านเคมี

ได้แก่ประเภทของกรด ปริมาณของกรด ค่าความเป็นกรดด่าง ความสามารถในการปรับสภาพความเป็นกรดด่าง อุณหภูมิ การมีอยู่ของตัวคีเลชัน (chelating agent) ปริมาณแคลเซียม ฟอสเฟตและฟลูออไรด์ในเครื่องดื่มหรืออาหารที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดฟันกร่อน เป็นต้น เป็นที่ทราบกันดีว่า น้ำผลไม้ น้ำอัดลม น้ำส้มสายชู และชาเย็นนั้นมีความสามารถก่อให้เกิดการกร่อนสูง เพราะมีส่วนประกอบของกรดคือ กรดผลไม้หรือกรดซิตริก (citric acid) กรดฟอสฟอริก (phosphoric acid) กรดมาลิก (malic acid) และกรดอะซิติก (acetic acid) ซึ่งมีค่าความเป็นกรดด่างต่ำกว่า 4.5 (30) ในกระบวนการผลิตเครื่องดื่มนิยมใช้กรดฟอสฟอริกบรรจุในสินค้าอย่างแพร่หลายโดยเฉพาะในเครื่องดื่มโคลาซึ่งประกอบด้วยกรดฟอสฟอริกประมาณร้อยละ 0.1 (38) กรดอินทรีย์หลายชนิดที่อยู่ในเครื่องดื่มและผลไม้มีคุณสมบัติคีเลชัน คือคุณสมบัติในการรวมตัวกับแคลเซียม กระบวนการคีเลชันที่ส่งผลให้เกิดฟันกร่อนได้นั้นประกอบด้วย 2 กระบวนการคือ กระบวนการคีเลชันกับน้ำลาย โดยกรดสามารถรวมกับแคลเซียมในน้ำลายได้ดีเป็นผลให้ระดับความอิ่มตัวของแคลเซียมในน้ำลายลดลง และกระบวนการคีเลชันกับเคลือบฟันโดยตรง ในกรณีกรดมีคุณสมบัติคีเลชันสูงจะทำให้กระบวนการนี้เกิดขึ้น เป็นผลให้เคลือบฟันละลาย (34)

**แนวทางป้องกันการเกิดฟันกร่อน**

หลักการสำคัญในการลดและยับยั้งขบวนการของการเกิดฟันกร่อนคือ การใช้สารที่ช่วยในขบวนการลดการสูญเสียแร่ธาตุ และการส่งเสริมให้มีการสะสมแร่ธาตุคืนกลับสู่ผิวฟัน มีการศึกษาที่แสดงว่าการเติมเกลือแคลเซียมและฟอสเฟต (calcium and phosphate salt) ลงในเครื่องดื่มที่มีฤทธิ์เป็นกรดช่วยป้องกันฟันกร่อนได้ในห้องปฏิบัติการ อย่างไรก็ตามการเติมแร่ธาตุลงในเครื่องดื่มที่มีฤทธิ์เป็นกรดไม่ได้ช่วยป้องกันการเกิดฟันกร่อนได้อย่างสมบูรณ์ (35)

การศึกษาผลของฟลูออไรด์ในการป้องกันการเกิดฟันกร่อนพบว่ามีประสิทธิภาพที่แตกต่างกันไป (39-46) บทบาทของฟลูออไรด์ในการป้องกันการเกิดฟันกร่อนน่าจะมาจากการเพิ่มความแข็งแรงให้ผิวฟันและเพิ่มความทนทานของฟันต่อกรด (47) กลไกหลักของฟลูออไรด์ในการป้องกันการเกิดฟันกร่อนคือ คุณลักษณะในการตกตะกอนเป็นสารประกอบเสมือนแคลเซียมฟลูออไรด์ ($CaF_2$-like material) บนผิวฟันที่เกิดการกร่อน โดยสารประกอบเสมือนแคลเซียมฟลูออไรด์นี้จะ

เป็นตัวป้องกันผิวเคลือบฟันไม่ให้สัมผัสกับกรดโดยตรง การสร้างชั้นของสารประกอบเสมือนแคลเซียมฟลูออไรด์และความสามารถในการป้องกันการสูญเสียแร่ธาตุ (demineralization) บนผิวฟัน ขึ้นอยู่กับระดับความเป็นกรดด่าง ความเข้มข้นของฟลูออไรด์ และประเภทของเกลือฟลูออไรด์ในผลิตภัณฑ์ (40) การศึกษาในห้องปฏิบัติการแสดงให้เห็นว่าการเติมฟลูออไรด์ในเครื่องดื่มที่มีฤทธิ์เป็นกรดไม่สามารถช่วยป้องกันการเกิดฟันกร่อน เนื่องจากเครื่องดื่มที่มีฤทธิ์เป็นกรดสามารถละลายสารประกอบเสมือนแคลเซียมฟลูออไรด์และสามารถกำจัดร่องรอยการรักษาด้วยการเคลือบฟลูออไรด์ก่อนหน้านี้ได้จนหมด นอกจากนี้ภาวะอิ่มตัวของแคลเซียมฟลูออไรด์ในเครื่องดื่มไม่สามารถช่วยลดการเกิดฟันกร่อนได้นอกจากจะใช้ฟลูออไรด์ในปริมาณที่สูงมากแต่ก็ก่อให้เกิดอันตราย (48) การใช้ฟลูออไรด์เฉพาะที่ความเข้มข้นสูง เช่นน้ำยาบ้วนปากผสมฟลูออไรด์ ฟลูออไรด์เจล หรือฟลูออไรด์วาร์นิช สามารถเพิ่มความต้านทานต่อการเกิดฟันกร่อนและลดความรุนแรงของการเกิดฟันกร่อนในการทดลองทางห้องปฏิบัติการ และการทดลองทางคลินิกร่วมกับทางห้องปฏิบัติการ (16,17,41) แต่การใช้ฟลูออไรด์เฉพาะที่ความเข้มข้นสูงนั้นต้องทำภายใต้การดูแลของทันตแพทย์เพื่อคำนวณปริมาณฟลูออไรด์และหลีกเลี่ยงการกลืนฟลูออไรด์ (30) การศึกษาในห้องปฏิบัติการแสดงให้เห็นว่าฟลูออไรด์ในรูปแบบที่ต่างกัน เช่นโซเดียมฟลูออไรด์ (NaF) เอไมน์ฟลูออไรด์ (AmF) สแตนนัสฟลูออไรด์ ($SnF_2$) หรืออะซิดูเรตเตตฟอสเฟตฟลูออไรด์ (acidulated phosphate fluoride : APF) ก็ให้ผลในการป้องกันฟันกร่อนที่ต่างกัน (49) นอกจากนี้ยังมีการศึกษาผลของการป้องกันฟันกร่อนจากฟลูออไรด์ในยาสีฟันพบว่ายาสีฟันผสมฟลูออไรด์ในความเข้มข้นที่มีตามท้องตลาดสามารถป้องกันฟันกร่อนได้เช่นกันแม้จะไม่สามารถป้องกันการเกิดฟันกร่อนได้อย่างสมบูรณ์ (50-53) การพัฒนาสูตรใหม่ๆ ของยาสีฟันเพื่อเพิ่มการคงอยู่ของฟลูออไรด์อย่างมีนัยสำคัญ น่าจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการป้องกันฟันกร่อนได้ (52)

**ยาสีฟันลดอาการเสียวฟัน**

ยาสีฟันหลายชนิดตามท้องตลาดมีส่วนผสมของฟลูออไรด์และสารที่ลดอาการเสียวฟันซึ่งอ้างว่าให้ผลในการป้องกันฟันกร่อน แต่มีการศึกษาอยู่ไม่กี่ชิ้นที่มีการวิเคราะห์ถึงความสามารถนี้และผลที่ได้ก็มีข้อขัดแย้งกัน (21,22,36,52,54) สารสำคัญในยาสีฟันที่ช่วยลดอาการเสียวฟันที่ใช้กันแพร่หลายคือ โปแตสเซียมไนเตรต (potassium nitrate) โปแตสเซียมคลอไรด์ (potassium chloride) สแตนนัสฟลูออไรด์ (stannous fluoride) สตรอนเชียมคลอไรด์เฮกซะไฮเดรต (strontium chloride hexahydrate) อะลูมินัม (aluminum) โปแตสเซียม (potassium) และเฟอร์ริกออกซาเลต (ferric oxalate) โดยมีกลไกการทำงานแตกต่างกันไป ปัจจุบันมีการพัฒนา

สูตรยาสีฟันที่ลดอาการเสียวฟันซึ่งอ้างว่าสามารถลดอาการเสียวฟันได้ทันทีที่ทายาสีฟันลงบนบริเวณที่มีอาการเสียวฟัน โดยยาสีฟันดังกล่าวนี้คือยาสีฟันคอลเกตเซนซีทีฟโปรรีลีฟซึ่งมีเทคโนโลยีโปรอาร์จินเป็นสารสำคัญ และยาสีฟันเซนโซดายน์แรปิดรีลีฟซึ่งมีสตรอนเชียมอะซิเตตเป็นสารสำคัญ

ยาสีฟันคอลเกตเซนซีทีฟโปรรีลีฟซึ่งใช้เทคโนโลยีโปรอาร์จินมีส่วนประกอบของอาร์จินีนร้อยละ 8 แคลเซียมคาร์บอเนต และฟลูออไรด์ 1450 ส่วนในล้านส่วน การศึกษาพบว่ายาสีฟันคอลเกตเซนซีทีฟโปรรีลีฟสามารถใช้ในการรักษาบรรเทาอาการเสียวฟันได้ (55) โดยอาร์จินีนและแคลเซียมคาร์บอเนตจะทำงานร่วมกันเพื่อเร่งให้เกิดกระบวนการทางธรรมชาติของการอุดกั้นหลอดฝอยในเนื้อฟัน โดยมีการตกตะกอนของแร่ธาตุเสมือนเนื้อฟัน (dentin-like mineral) ที่ประกอบไปด้วยแคลเซียมและฟอสเฟตเข้าไปในหลอดฝอยในเนื้อฟันและเป็นชั้นบางๆ ช่วยปกป้องผิวเนื้อฟัน การศึกษาในห้องปฏิบัติการถึงกลไกการออกฤทธิ์ร่วมกันระหว่างอาร์จินินและแคลเซียมคาร์บอเนตต่อประสิทธิภาพของการอุดกั้นหลอดฝอยในเนื้อฟัน และความสามารถในการทนกรดของการอุดกั้น แสดงให้เห็นว่าไม่พบการอุดกั้นของยาสีฟันกลุ่มควบคุมที่ประกอบด้วยแคลเซียมคาร์บอเนตเพียงอย่างเดียวโดยปราศจากอาร์จินีนเมื่อทาลงไปบนผิวเนื้อฟัน สนับสนุนกับทฤษฎีที่ว่าอาร์จินีนมีคุณสมบัติช่วยให้เกิดการยึดติดของแคลเซียมคาร์บอเนตสู่ผิวเนื้อฟัน ส่วนในกลุ่มทดลองที่อาร์จินีนถูกขนส่งในรูปแบบของยาสีฟันที่มีสภาวะความเป็นกรดด่างที่เป็นกลางและบรรจุแคลเซียมในรูปแบบของไดแคลเซียมฟอสเฟตไดไฮเดรต (dicalcium phosphate dihydrate) ก็ไม่พบว่ามีการอุดกั้นเกิดขึ้น ผลที่ได้นี้แสดงให้เห็นว่าการมีอาร์จินีนและแคลเซียมเพียงลำพังที่มีคุณสมบัติความเป็นด่างไม่เพียงพอจะไม่เกิดการสร้างสภาวะที่ทำให้มีการตกตะกอนของอาร์จินีนและแคลเซียมคาร์บอเนตบนผิวเนื้อฟันหรือภายในหลอดฝอยในเนื้อฟัน แคลเซียมคาร์บอเนตน่าจะเป็นแหล่งของแคลเซียมที่เหมาะสมเพราะสภาวะความเป็นด่างที่มากกว่า ส่วนในการทดสอบถึงความสามารถในการทนกรดของการอุดกั้นนั้นพบว่า ตัวอย่างเนื้อฟันที่ถูกอุดกั้นด้วยผงขัดที่ประกอบด้วยอาร์จินีนร้อยละ 8 และแคลเซียมคาร์บอเนต หลังจากนำไปแช่ในเครื่องดื่มโคลาเป็นเวลา 2 นาที และตรวจสอบด้วยคอนโฟคอลเลเซอร์สแกนนิ่งไมโครสโคพี (confocal laser scanning microscopy) พบว่ายังมีการอุดกั้นของหลอดฝอยในเนื้อฟันเหลืออยู่ (26) การทำงานร่วมกันของอาร์จินีนและแคลเซียมคาร์บอเนตในการอุดกั้นหลอดฝอยในเนื้อฟันนั้นเกิดจากประจุบวกของอาร์จินีนซึ่งถูกดึงดูดเข้าหาประจุลบของผิวเนื้อฟันทำให้เกิดการดึงดูดและยึดติดของแคลเซียมคาร์บอเนตสู่ผิวเนื้อฟันและลึกลงไปในหลอดฝอยในเนื้อฟัน (56)

ยาสีฟันที่มีส่วนประกอบของเกลือสตรอนเชียมได้มีการนำมาใช้อย่างกว้างขวางและแพร่หลายในตลาดของยาสีฟันลดอาการเสียวฟันมากว่า 30 ปี และถือเป็นสารที่นำมาใช้มากที่สุดในการวิจัยเพื่อทดสอบผลของการลดอาการเสียวฟัน ทฤษฎีของการรวมตัวของเกลือสตรอนเชียมในยาสีฟันได้มาจากความสามารถของเกลือที่มีแรงดึงดูดทางเคมีกับเนื้อฟันส่งผลให้มีความสามารถในการซึมผ่านสูง ทำให้ดูดซึมเข้าไปในเนื้อเยื่อยึดต่ออินทรีย์ (organic connective tissue) และแขนงของเซลล์สร้างเนื้อฟัน นอกจากนี้พบว่าสตรอนเชียมรวมตัวกับเนื้อฟันเพื่อสร้างสตรอนเชียมอะพาไทต์คอมเพลกซ์ (strontium apatite complex) ซึ่งมีความทึบแสง (radiodensity) มากกว่าไฮดรอกซีอะพาไทต์ และมีการศึกษาในห้องปฏิบัติการด้วยยาสีฟันที่มีส่วนผสมของสตรอนเชียมอะซิเตต (strontium acetate) พบว่าให้ผลในการอุดกั้นหลอดฝอยในเนื้อฟันที่มีการกัดด้วยกรดที่ถูกขัดถูด้วยซิลิกา (silica) ได้เป็นอย่างดี (57) ยาสีฟันเซนโซดายน์แรปิดรีลีฟซึ่งมีการพัฒนาสูตรโดยใช้สตรอนเชียมอะซิเตตร่วมกับโซเดียมฟลูออไรด์ 1040 ส่วนในล้านส่วน จากการศึกษาในห้องปฏิบัติการถึงความสามารถในความทนทานต่อกรดของการอุดกั้นหลอดฝอยในเนื้อฟันของยาสีฟันดังกล่าวด้วยคอนโฟคอลเลเซอร์สแกนนิ่งไมโครสโคพี พบว่ายาสีฟันเซนโซดายน์แรปิดรีลีฟสามารถเข้าไปอุดกั้นหลอดฝอยในเนื้อฟันได้ดีที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับยาสีฟันคอลเกตเซนซิทีฟโปรรีลีฟและกลุ่มควบคุมคือน้ำเปล่า รวมทั้งสามารถยึดติดอยู่บนผิวเนื้อฟันได้อย่างหนาแน่น และถึงแม้จะมีการสัมผัสกรดก็ยังพบมียาสีฟันเซนโซดายด์แรปิดรีลีฟอยู่บนผิวเนื้อฟันและอุดกั้นหลอดฝอยในเนื้อฟันได้อย่างชัดเจน (29)

**เครื่องมือที่ใช้ทดสอบการกร่อนในห้องปฏิบัติการ**

ฟันกร่อนทำให้ผิวฟันมีลักษณะ 2 ประการคือ การสูญเสียเนื้อเยื่อแข็งของฟันและการอ่อนตัวของเนื้อเยื่อแข็งของฟัน วิธีการประเมินฟันกร่อนจึงขึ้นอยู่กับระเบียบวิธีวิจัยที่แตกต่างกันไป (58) วิธีการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของเนื้อเยื่อแข็งของฟันมีหลายวิธีทั้งที่ใช้วัดการเปลี่ยนแปลงของผิวฟันเป็นเชิงจำนวนหรือปริมาณ และที่ใช้วัดการเปลี่ยนแปลงของผิวฟันเป็นเชิงพรรณาหรือคุณภาพ (59)

<u>วิธีวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของผิวฟันเชิงจำนวนหรือปริมาณที่นิยมใช้มี 2 วิธี ได้แก่</u>

1. การวัดความแข็งผิว

การใช้แรงกดถือเป็นวิธีที่ใช้กันอย่างกว้างขวางในการวัดความแข็งของผิวเคลือบฟัน เนื่องจากในขณะที่เกิดการกร่อนของผิวเคลือบฟัน จะมีการสูญเสียโครงสร้างและเกิดการอ่อนตัวของผิวเคลือบฟันทำให้ค่าความแข็งผิวลดลง การวัดความแข็งผิวจึงเป็นวิธีที่เหมาะในการศึกษา

การเกิดฟันกร่อนในระยะแรก นอกจากนี้ยังใช้ง่ายและราคาไม่แพง (60) หลักการวัดความแข็งผิว คือการใช้หัวกดเพชรที่ทราบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางแน่นอน กดลงไปบนพื้นผิวด้วยขนาดแรงกด และระยะเวลาที่กำหนด (59) วิธีวัดค่าความแข็งผิวที่นิยมมี 2 วิธีคือ การวัดความแข็งผิวแบบกดระดับจุลภาค (microindentation measurement) และการวัดความแข็งผิวแบบกดระดับนาโน (nanoindentation measurement) ชนิดหัวกดเพชรที่นิยมใช้ในการประเมินค่าความแข็งผิวระดับจุลภาคคือ หัวกดวิคเกอร์ส มีหน่วยการวัดเป็นวิคเกอร์สฮาร์เนสนัมเบอร์ (Vickers hardness number, VHN) ลักษณะรอยกดเป็นรูปปิรามิดฐานสี่เหลี่ยม เหมาะสำหรับการวัดความแข็งในวัสดุที่เปราะ จึงมีความเหมาะสมในการนำมาวัดความแข็งของโครงสร้างฟัน และหัวกดนูป (Knoop) มีหน่วยการวัดเป็นนูปฮาร์ดเนสนัมเบอร์ (Knoop hardness number, KHN) ลักษณะรอยกดเป็นรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน ค่าที่ได้จะเป็นอิสระจากสภาพดึงยืดได้ของวัสดุ ทำให้สามารถนำค่าความแข็งของวัสดุต่างชนิดกันนำมาเปรียบเทียบกันได้ (58,60) การวัดความแข็งผิวแบบกดระดับจุลภาคมีราคาถูก ใช้งานง่าย และรวดเร็วกว่าการวัดความแข็งผิวแบบกดระดับนาโน สามารถวัดคุณสมบัติเชิงกายภาพได้ลึกประมาณ 10 ถึง 100 ไมโครมิเตอร์จากพื้นผิว แต่ความหนาเคลือบฟันที่มีการอ่อนตัวจากการละลายแร่ธาตุจะมีความลึกประมาณ 2 ถึง 5 ไมโครมิเตอร์ การวัดความแข็งผิวแบบกดระดับจุลภาคจึงมีความไวในการวัดผิวฟันที่มีการกร่อนในระยะเริ่มแรกได้ไม่ดีเท่ากับการวัดความแข็งผิวแบบกดระดับนาโนซึ่งสามารถวัดคุณสมบัติเชิงกายภาพได้ลึก 200 นาโนมิเตอร์จากพื้นผิว นอกจากนี้การวัดความแข็งผิวระดับนาโนยังสามารถบอกค่ามอดุลัสยืดหยุ่น (elastic modulus) ของเคลือบฟัน ซึ่งถือเป็นข้อมูลที่เป็นประโยชน์และมีความไวในการใช้ศึกษาการกร่อนมากกว่าค่าความแข็งผิว (60) แต่การวัดความแข็งแบบกดระดับนาโนยังมีข้อจำกัดคือ หากตัวอย่างเคลือบฟันที่ต้องการทดสอบมีปริมาณแร่ธาตุที่เคลือบฟันน้อยกว่าร้อยละ 45 โดยปริมาตร ผลการทดสอบที่ได้จะขาดความน่าเชื่อถือ ดังนั้นการประเมินการสูญเสียแร่ธาตุที่รุนแรงโดยใช้การวัดความแข็งแบบกดระดับนาโนยังเป็นที่สงสัยอยู่ (61) อย่างไรก็ตามการทดสอบทั้งสองวิธีมีข้อควรคำนึงคือ ความจำเป็นในการขัดผิวตัวอย่างให้เรียบเป็นระนาบก่อนทำการทดสอบซึ่งพื้นผิวดังกล่าวเป็นบริเวณที่มีแร่ธาตุฟลูออไรด์สูงและมีแมกนีเซียมและคาร์บอเนตต่ำ ทำให้เป็นพื้นผิวที่มีความแข็งแรงสูงและต้านทานต่อการละลายแร่ธาตุได้ดี เมื่อขัดออกจะส่งผลให้ค่าที่ได้จากการวัดต่ำกว่าความเป็นจริง (62)

2. การวัดความหยาบของผิววัสดุ

โปรฟิโลมิเตอร์ (profilometer) เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดความหยาบของพื้นผิว โดยมีทั้งชนิดที่สัมผัสกับพื้นผิวโดยตรงคือชนิดเข็ม (contacting stylus profilometer) และชนิดที่ไม่สัมผัสกับพื้นผิวโดยตรงคือชนิดเลเซอร์ (laser profilometer) โปรฟิโลมิเตอร์ชนิดเข็มเป็นวิธีที่เก่าแก่และเป็นที่ยอมรับกันมายาวนาน หลักการวัดความหยาบของพื้นผิวคือ การลากผ่านพื้นผิวที่ต้องการตรวจสอบด้วยปลายเข็มเพชร (diamond-tipped stylus) ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1.5 ถึง 2.5 ไมโครมิเตอร์ แรงที่ใช้ในการกดมีค่าระหว่าง 0.05 ถึง 100 มิลลิกรัม การเคลื่อนที่ในแนวดิ่งของเข็มจะลากผ่านพื้นผิวและแปลงค่าออกมาเป็นสัญญาณเชิงอุปมาน (analogue) หรือตัวเลข (digital) จากลักษณะเฉพาะของวิธีนี้ ปลายเข็มจะสัมผัสกับพื้นผิวที่ทำการวัดตลอดเวลา ทำให้มีความเสี่ยงที่ปลายเข็มจะสร้างความเสียหายให้แก่ตัวอย่าง เส้นผ่านศูนย์กลางของปลายเข็มที่มีขีดจำกัดไม่สามารถบันทึกรายละเอียดของร่องหลุมที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กกว่าหัวเข็ม ดังนั้นรายละเอียดของพื้นผิวที่ความละเอียดเกินกว่าที่ปลายเข็มจะวัดได้อาจถูกขจัดออกไม่ได้นำไปคำนวณค่า นอกจากนี้ความเที่ยงตรงของผลการวัดค่าในแนวดิ่งอาจถูกกระทบจากการสั่นสะเทือนภายนอกและการรบกวนทางไฟฟ้า การลดผลกระทบจากปัจจัยเหล่านี้ทำได้โดยกำหนดความเร็วในการบันทึกให้คงที่อยู่ที่ 1 มิลลิเมตรต่อวินาทีหรือน้อยกว่า (59) และเพื่อให้ได้ผลการวัดที่เที่ยงตรง มีค่าความปรวนแปร (variable) ต่ำ การขัดพื้นผิวตัวอย่างให้เรียบเป็นระนาบถือเป็นขั้นตอนที่สำคัญในการใช้เครื่องโปรฟิโลมิเตอร์ (58)

โปรฟิโลมิเตอร์ชนิดเลเซอร์นำอุปกรณ์ที่ทำให้เกิดการสอดแทรกของแสง (interferometry) มาใช้ในการสร้างแผนที่ของพื้นผิว เช่นสร้างแผนที่ของผิวเคลือบฟันที่มีการกร่อน ข้อดีหลักของวิธีการนี้คือสามารถรวบรวมข้อมูลในเชิงปริมาตรของการสูญเสียผิวฟันเช่นเดียวกับการสูญเสียในแนวดิ่ง นอกจากนี้การวัดด้วยโปรฟิโลมิเตอร์ชนิดเลเซอร์นั้นไม่มีการสัมผัสกับพื้นผิวโดยตรงเหมือนโปรฟิโลมิเตอร์ชนิดเข็มจึงไม่เกิดการเสียหายของพื้นผิวอันเนื่องมากจากการขีดข่วนบนผิวฟันที่กร่อน (60) แต่ปัญหาของการใช้โปรฟิโลมิเตอร์ชนิดเลเซอร์บนเนื้อเยื่อแข็งของฟันคือผลที่วัดได้นั้นสามารถถูกกระทบจากสีและความโปร่งแสงของพื้นผิว (59)

<u>วิธีวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของผิวฟันเชิงพรรณาหรือคุณภาพ ได้แก่</u>

การตรวจด้วยกล้องจุลทรรศน์ (microscope technique) แบ่งเป็นกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (scanning electron microscope) และกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดชนิดเอ็นไวรอนเมนทอล (environmental scanning electron microscope)

หลักการทำงานของกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดคือ ใช้ลำแสงอิเล็กตรอนฉายหรือส่องกราดไปบนผิวของตัวอย่างที่ต้องการตรวจสอบให้ได้ข้อมูลของลักษณะพื้นผิวปรากฏเป็นภาพขยายที่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า รูปภาพที่ได้จากการใช้เครื่องมือนี้จะมีระยะชัดลึกที่กว้าง (large depth of field) คือทุกระยะในภาพถ่ายจะมีความคมชัดถึงแม้พื้นผิวจะมีความลึกแตกต่างกัน นอกจากนี้ยังคำนวณผลเป็นภาพสามมิติได้อีกด้วย การใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด พื้นผิวที่จะตรวจสอบต้องเคลือบด้วยวัสดุที่มีความนำไฟฟ้าเพื่อป้องกันการสะสมของไฟฟ้าสถิตย์ วัสดุที่นิยมนำมาเคลือบนั้นส่วนใหญ่คือโลหะ คาร์บอน หรือทอง และด้วยขั้นตอนวิธีการที่ต้องนำเอาความชื้นออกจากชิ้นตัวอย่างเพื่อการวัดด้วยวิธีนี้ ชิ้นตัวอย่างจะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างผันกลับไม่ได้ (59)

กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดชนิดเอ็นไวรอนเมนทอลเป็นวิธีที่ดัดแปลงมาจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด โดยความแตกต่างหลักคือกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดชนิดเอ็นไวรอนเมนทอลสามารถถ่ายภาพตัวอย่างที่ไม่นำไฟฟ้าได้ จึงไม่จำเป็นต้องเคลือบพื้นผิวตัวอย่างด้วยวัสดุนำไฟฟ้าก่อนวัด และยังสามารถวัดชิ้นตัวอย่างที่มีความชื้น มีลักษณะเปียก และมีความเป็นสุญญากาศต่ำได้ (60) นอกจากนี้ยังไม่จำเป็นต้องมีการเตรียมชิ้นตัวอย่างเบื้องต้นก่อนการวัด จึงช่วยลดความเสี่ยงในการเกิดสิ่งแปลกปน (artifacts) (58) กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดนิยมใช้เป็นเครื่องมือสนับสนุนการศึกษาการกร่อนของพื้นผิวเพราะสามารถสร้างภาพที่ให้คุณภาพดี (60)

# บทที่ 3
# ระเบียบวิธีการวิจัย

## กลุ่มตัวอย่าง

ฟันกรามน้อยบนหรือล่างที่ถูกถอนด้วยเหตุผลในการรักษาทางทันตกรรม และผ่านเกณฑ์การคัดเข้าในการเลือกตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา โดยมีหลักเกณฑ์ในการคัดเลือกตัวอย่างดังนี้คือ ฟันกรามน้อยบนหรือล่างที่ไม่มีรอยผุ แตก ร้าว หรือมีความผิดปกติจากการสร้างฟัน และไม่เคยผ่านการบูรณะ

## ขนาดตัวอย่าง

ใช้ข้อมูลจากการศึกษาของ Fowler และคณะ (21) ที่ศึกษาผลของสารละลายยาสีฟันในการป้องกันการกร่อนของผิวเคลือบฟัน จากนั้นนำมาคำนวณขนาดตัวอย่างตามสูตร

$$\text{จำนวนตัวอย่างต่อกลุ่ม (n)} = \frac{\sigma^2 \, (Z_{\alpha/2}+Z_{\beta})^2}{(\mu_1 - \mu_2)^2}$$

เมื่อ $Z$ = ค่าวิกฤติซึ่งแบ่งพื้นที่ใต้โค้งของการกระจายออกเป็นเขตที่ยอมรับ (acceptance region) และเขตที่ไม่ยอมรับ (rejection region) สมมติฐาน

$\sigma^2$ = ค่าความแตกต่างของความแปรปรวน

$= \sigma_1^2 + \sigma_2^2 - 2r\sigma_1\sigma_2$

โดย $\sigma_1$ = คือความแปรปรวนของความแข็งผิวฟันก่อนการทดลอง

$\sigma_2$ = คือความแปรปรวนของความแข็งผิวฟันหลังการทดลอง

$r$ = correlation coefficient ของความแข็งผิวฟันก่อนและหลังการแช่กรด

หากการศึกษาไม่สามารถประมาณ r ได้ ให้ใช้ค่า r = 0 จะได้ค่า n มากที่สุด

$\alpha$ = 0.05

$\beta$ = 0.10

$Z_{\alpha/2} = Z_{0.05/2} = 1.96$

$Z_{\beta} = Z_{0.10} = 1.28$

$\mu_1, \mu_2$ = ค่าเฉลี่ยความแข็งผิวฟันก่อนและหลังการแช่กรด

ค่าความแข็งผิวเคลือบฟันเฉลี่ยก่อนและหลังการแช่กรดในกลุ่มทดลองทั้ง 4 กลุ่ม และจำนวนตัวอย่างที่ได้จากการคำนวณตามสูตร แสดงดังตารางที่ 1

**ตารางที่ 1 จำนวนตัวอย่างที่ได้จากการคำนวณตามสูตร**

| Citric Acid Exposure Time (minutes) | Mean Vickers Surface microhardness (SD) | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Test formulation | Elmex Sensitive | Colgate Sensitive | Placebo |
| Baseline | 354 (7.6) | 357 (12.0) | 365 (18.8) | 358 (23.2) |
| 10 | 328 (14.9) | 320 (21.4) | 291 (27.9) | 277 (30.8) |

| กลุ่มทดลอง | Test formulation | Elmex Sensitive | Colgate Sensitive | Placebo |
|---|---|---|---|---|
| จำนวนตัวอย่าง | 4.34 | 4.62 | 2.16 | 2.40 |

ยกตัวอย่างการแทนค่าสูตรในกลุ่มยาสีฟัน test formulation ดังนี้

จากสูตร $\sigma^2 = \sigma_1^2 + \sigma_2^2 - 2r\sigma_1\sigma_2$

การศึกษาไม่สามารถประมาณ r ได้ จึงเลือกใช้ค่า r = 0 จะได้ค่า n มากที่สุด

แทนค่า $\sigma^2 = (7.6^2 + 14.9^2) – (2 \times 0 \times 7.6 \times 14.9)$

$= (57.76+222.01) – 0$

$= 279.77$

จากสูตร $(n) = \dfrac{\sigma^2 \ (Z_{\alpha/2}+Z_{\beta})^2}{(\mu_1 - \mu_2)^2}$

แทนค่า $(n) = \dfrac{279.77 \ (1.96+1.28)^2}{(354-328)^2}$

$= 4.34$

จากการคำนวณได้จำนวนตัวอย่างมากที่สุด 4.62 คือจะต้องใช้จำนวนตัวอย่างต่อกลุ่มไม่น้อยกว่า 5 ตัวอย่าง การศึกษาครั้งนี้เลือกใช้จำนวนตัวอย่างต่อกลุ่มเท่ากับ 10

**ยาสีฟันที่ใช้ในการวิจัย 3 ชนิดคือ**

1. ยาสีฟันคอลเกตเซนซีทีฟโปรรีลีฟ ประกอบด้วยสูตรโปรอาร์จิน แคลเซียมคาร์บอเนต และโซเดียมโมโนฟลูออโรฟอสเฟต 1450 ส่วนในล้านส่วน
2. ยาสีฟันเซนโซดายน์แรปิดรีลีฟ ประกอบด้วยสตรอนเชียมอะซิเตตและโซเดียมฟลูออไรด์ 1040 ส่วนในล้านส่วน
3. ยาสีฟันคอลเกตรสยอดนิยม ประกอบด้วยโซเดียมฟลูออไรด์ 1100 ส่วนในล้านส่วน

**เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย**

**<u>วัสดุ</u>**

1. ฟันกรามน้อยมนุษย์จำนวน 20 ซี่
2. ผงเรซิน
3. ตัวทำแข็งเรซิน
4. แม่พิมพ์ซิลิโคน
5. ถ้วยยาง
6. กระดาษทรายความหยาบ 800 และ 1200 กริท
7. ไดมอน สเลอรี่ (diamond slurry) ขนาด 3 ไมโครมิเตอร์
8. เครื่องดื่มโคลายี่ห้อโค้ก (บริษัทไทยน้ำทิพย์ประเทศไทย จำกัด)
9. น้ำลายเทียม (ส่วนประกอบแสดงในภาคผนวก)
10. สารละลายไทมอล (thymol) ร้อยละ 10
11. น้ำกลั่น
12. พู่กัน

**<u>อุปกรณ์</u>**

1. เครื่องตัดฟันความเร็วต่ำ (ISOMET™ 1000, BUEHLER, USA)
2. เครื่องขัดผิววัสดุ (polishing machine)
3. เครื่องวัดความแข็งผิวแบบกดระดับจุลภาค (microhardness tester, FM-700e TYPE D, FUTURE-TECH, Japan)

**ขั้นตอนดำเนินการวิจัย**

**<u>การเตรียมชิ้นฟันตัวอย่าง</u>**

นำฟันกรามน้อยที่ได้รับการถอนและเก็บในน้ำเกลือ ฆ่าเชื้อในสารละลายไทมอล จากนั้นคัดเลือกฟันที่ปราศจากรอยผุ แตก ร้าว และไม่เคยผ่านการบูรณะมาตัดส่วนของรากออก แบ่งฟันออกเป็นสี่ส่วนโดยตัดตามแนวแกนฟันใกล้แก้ม-ใกล้ลิ้น โดยใช้เครื่องตัดฟันความเร็วต่ำ นำฟันกรามน้อยที่ตัดแล้วมาฝังลงในเรซินหล่อใสโดยใช้แม่พิมพ์ซิลิโคน เมื่อเรซินหล่อใสแข็งตัว ถอดออกจากแม่พิมพ์และนำชิ้นงานไปขัดด้วยเครื่องขัดผิววัสดุ โดยใช้กระดาษทรายขนาด 800 กริท ขัดจนกระทั่งเห็นชิ้นฟันตัวอย่างโผล่พ้นเรซินหล่อใสขึ้นมา ใช้กระดาษทราย 1200 กริท ขัดต่อให้เรียบได้แนวระนาบ และได้พื้นที่ 2 ตารางมิลลิเมตร จากนั้นขัดตามด้วยไดมอนสเลอรี่ขนาด 3 ไมโครเมตร เพื่อให้ผิวหน้าตัวอย่างเรียบมัน เก็บตัวอย่างที่เตรียมเสร็จเรียบร้อยแล้วไว้ในน้ำลายเทียมที่อุณหภูมิห้องจนกว่าจะเริ่มเข้าการทดลอง เลือกใช้เฉพาะชิ้นฟันตัวอย่างที่มีค่าความแข็งผิวเคลือบฟันอยู่ระหว่าง 300 ถึง 350 วิคเกอร์สฮาร์ดเนสนัมเบอร์ (VHN)

**<u>การวัดความแข็งผิวฟันด้วยเครื่องวัดความแข็งผิวระดับจุลภาค</u>**

ก่อนนำชิ้นฟันตัวอย่างมาวัดความแข็งผิวให้ล้างด้วยน้ำกลั่นและซับให้แห้ง วัดค่าความแข็งผิวด้วยเครื่องวัดความแข็งผิวแบบกดระดับจุลภาคหัวกดวิคเกอร์สแรงกด 100 กรัม นาน 15 วินาที 3 จุด โดยแต่ละจุดห่างกัน 120 ไมโครเมตรในแนวแกน Y ใช้ค่าเฉลี่ยเป็นค่าความแข็งผิวเคลือบฟันของชิ้นฟันตัวอย่างนั้น ส่วนการวัดความแข็งผิวฟันในแต่ละช่วงเวลาถัดไปจะวัดห่างจากรอยกดเริ่มต้นมาทางด้านขวามือ 120 ไมโครเมตร

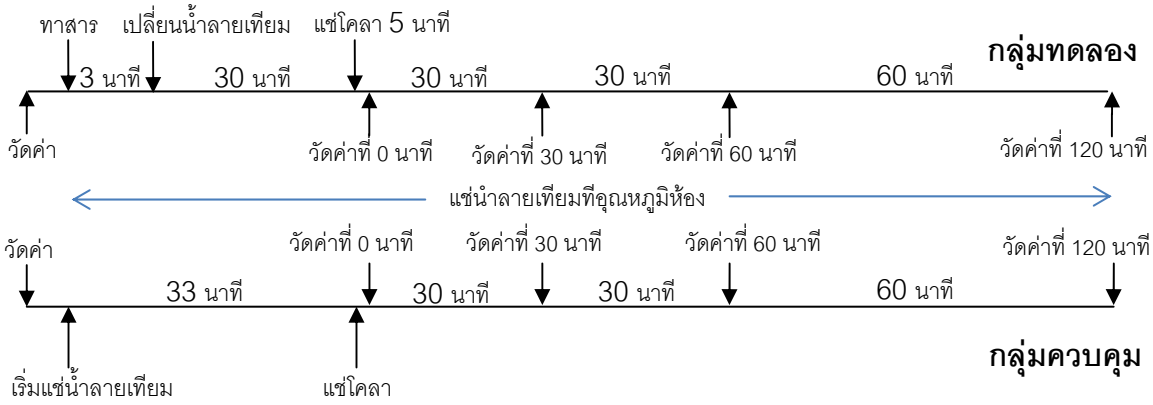
**<u>การทดลองตอนที่ 1 ศึกษาผลของการทายาสีฟันก่อนการแช่เครื่องดื่มโคลา</u>**

ใช้ฟันจำนวน 10 ซี่ แต่ละซี่ประกอบด้วยชิ้นฟันตัวอย่าง 4 ชิ้น สุ่มชิ้นฟันตัวอย่างจากฟันซี่เดียวกันโดยการจับฉลากเข้ากลุ่มทดลอง 4 กลุ่มคือ ยาสีฟันเซนโซดายน์แรปิดรีลีฟ ยาสีฟันคอลเกตเซนซิทีฟโปรรีลีฟ ยาสีฟันคอลเกตรสยอดนิยม และกลุ่มควบคุมไม่ทายาสีฟัน ในกลุ่มยาสีฟันทั้ง 3 กลุ่ม ทายาสีฟันปริมาณ 0.1 กรัมบนชิ้นตัวอย่าง นำไปแช่ในน้ำลายเทียมที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 3 นาที จากนั้นล้างด้วยน้ำกลั่น เปลี่ยนน้ำลายเทียมและแช่ชิ้นตัวอย่างต่อไปอีก 30 นาที ครบเวลานำชิ้นฟันตัวอย่างแช่ในโคลาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 5 นาที แล้วนำมาวัดค่าความแข็งผิวเคลือบฟัน จากนั้นแช่ชิ้นฟันตัวอย่างในน้ำลายเทียมต่อ และวัดค่าความแข็งผิวเคลือบฟันหลังจากแช่น้ำลายเทียมที่ 30 นาที 1 ชั่วโมง และ 2 ชั่วโมง กลุ่มควบคุมทำเช่นเดียวกับกลุ่มยาสีฟันยกเว้นไม่มีการทายาสีฟัน แสดงดังภาพที่ 3

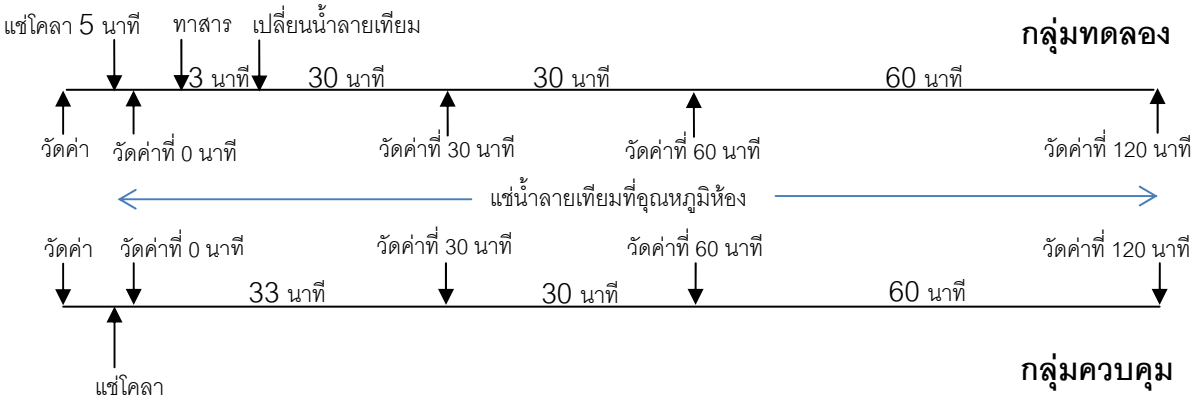
**<u>การทดลองตอนที่ 2 ศึกษาผลของการทายาสีฟันหลังการแช่เครื่องดื่มโคลา</u>**

ใช้ฟันจำนวน 10 ซี่ แต่ละซี่ประกอบด้วยชิ้นฟันตัวอย่าง 4 ชิ้น สุ่มชิ้นฟันตัวอย่างจากฟันซี่เดียวกันโดยการจับฉลากเข้ากลุ่มทดลอง 4 กลุ่มคือ ยาสีฟันเซนโซดายน์แรปิดรีลีฟ ยาสีฟันคอลเกตเซนซิทีฟโปรรีลีฟ ยาสีฟันคอลเกตรสยอดนิยม และกลุ่มควบคุมไม่ทายาสีฟัน นำชิ้นฟันตัวอย่างแช่ในโคลาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 5 นาที แล้วนำมาวัดค่าความแข็งผิวเคลือบฟัน ในกลุ่มยาสีฟันทั้ง 3 กลุ่ม ทายาสีฟันปริมาณ 0.1 กรัมบนชิ้นตัวอย่างและนำไปแช่ในน้ำลายเทียมที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 3 นาที จากนั้นล้างด้วยน้ำกลั่น เปลี่ยนน้ำลายเทียม แช่ชิ้นฟันตัวอย่างในน้ำลายเทียมต่อและวัดค่าความแข็งผิวเคลือบฟันหลังจากแช่น้ำลายเทียมที่ 30 นาที 1 ชั่วโมง และ 2 ชั่วโมง กลุ่มควบคุมทำเช่นเดียวกับกลุ่มยาสีฟันยกเว้นไม่มีการทายาสีฟันแสดงดังภาพที่ 3

**กลุ่มทดลองที่ทายาสีฟันก่อนแช่โคลา**




**กลุ่มทดลองที่ทายาสีฟันหลังแช่โคลา**




**ภาพที่ 3 แสดงวิธีการวิจัย**

**การวิเคราะห์ข้อมูล**

วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปซิกมาสแตตรุ่นสองจุดศูนย์สาม (sigma stat version 2.03, SPSS, Inc., Chicago, IL) ดังนี้

1. สถิติเชิงพรรณนา แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความแข็งผิวฟัน
2. สถิติเชิงวิเคราะห์ ใช้สถิติ one way repeated measurement ANOVA หาความแตกต่างระหว่างก่อนและหลังการทดลองในแต่ละช่วงเวลาของแต่ละกลุ่มการทดลอง และสถิติ one way ANOVA หาความแตกต่างระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองที่ได้รับยาสีฟันต่างชนิดกัน

**ตารางที่ 2 การบริหารงานวิจัย**

ใช้ระยะเวลาการศึกษาตั้งแต่เริ่มต้นจนเสร็จสิ้น ใช้เวลาประมาณ 22 เดือน

| | **ระยะเวลาดำเนินการ** | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | พ.ศ.2553 | | | | | พ.ศ.2554 | | | | | |
| | ก.พ. - มี.ค. | เม.ย - พ.ค. | มิ.ย. - ก.ค. | ส.ค. - ก.ย. | ต.ค. - ธ.ค. | ม.ค. - ก.พ | มี.ค. - เม.ย. | พ.ค. - มิ.ย. | ก.ค. - ส.ค. | ก.ย. - ต.ค. | พ.ย. – ธ.ค. |
| **1.ขั้นเตรียมการ** | | | | | | | | | | | |
| -ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง | ← | ― | ― | → | | | | | | | |
| -จัดเตรียมและทดลองใช้เครื่องมือ วัสดุและอุปกรณ์ | | | | ← | ― | → | | | | | |
| -เขียนโครงร่างวิทยานิพนธ์ | | ← | ― | ― | ― | → | | | | | |
| **2.เสนอโครงร่างวิทยานิพนธ์** | | | | | | | ↔ | | | | |
| **3.เสนอพิจารณาจริยธรรม** | | | | | | | ↔ | | | | |
| **3.ขั้นปฏิบัติงาน** | | | | | | | | | | | |
| -ทดลอง | | | | | | | | ↔ | | | |
| -วิเคราะห์ข้อมูล | | | | | | | | ↔ | ― | → | |
| **4. เขียนรายงาน** | | | | | | | | | ↔ | ― | → |
| **5. นำเสนอผลวิทยานิพนธ์** | | | | | | | | | | | ↔ |

**ตารางที่ 3 งบประมาณ**

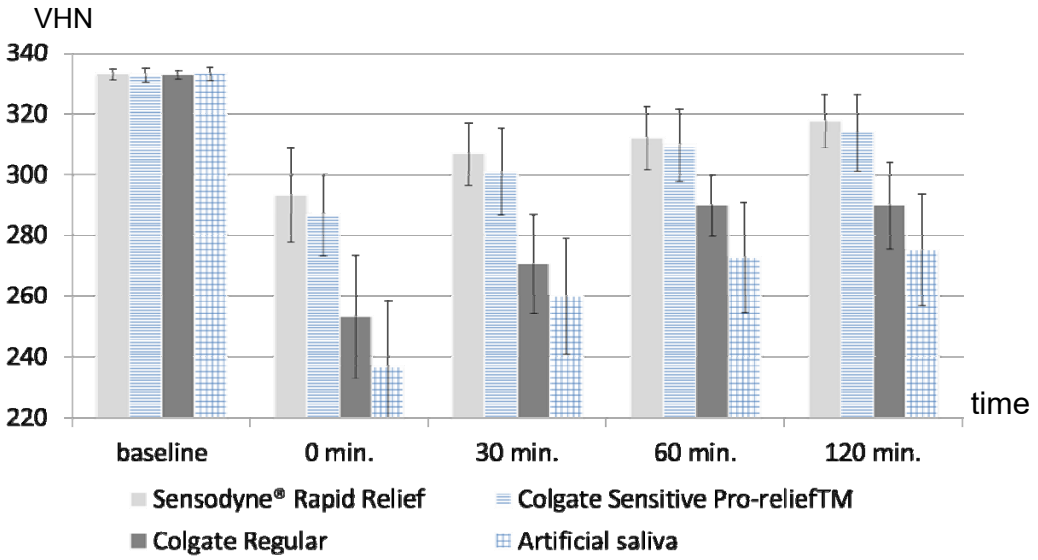
| | ปริมาณที่ใช้ | ราคาต่อหน่วย (บาท) | รวม (บาท) |
|---|---|---|---|
| **ค่าวัสดุอุปกรณ์และสารเคมี** | | | |
| ขวดพลาสติก | 90 ขวด | 0.96/ขวด | 86 |
| เรซินหล่อแบบใส | 10 ขวด | 80/ขวด | 800 |
| แบบหล่อซิลิโคน | 4 ชิ้น | 250 | 1000 |
| ยาสีฟันคอลเกตรสยอดนิยม | 1 หลอด | 70/หลอด | 70 |
| ยาสีฟันคอลเกตเซนซีทีฟโปรรีลีฟ | 1 หลอด | 170/หลอด | 170 |
| ยาสีฟันเซนโซดายน์แรปิดรีลีฟ | 1 หลอด | 170/หลอด | 170 |
| น้ำลายเทียม | 10 ลิตร | 90/ลิตร | 900 |
| เครื่องดื่มโคลายี่ห้อโค้ก | 20 กระป๋อง | 14/กระป๋อง | 280 |
| **ค่าสถานที่และเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย** | | | |
| ค่าตัดฟัน | 20 ชั่วโมง | 100/ชั่วโมง | 2000 |
| ค่าบริการใช้เครื่องวัดความแข็งผิวแบบกดระดับจุลภาค | 1200 จุด | 10/จุด | 12000 |
| ค่าถ่ายเอกสาร | - | - | 2000 |
| ค่าจัดทำรูปเล่มวิทยานิพนธ์ | - | - | 2000 |
| รวมค่าใช้จ่าย | | | 21,476 |

# บทที่ 4
# ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

**ตอนที่ 1 ผลต่อความแข็งผิวเคลือบฟันของการทายาสีฟันชนิดต่าง ๆ หรือไม่ทายาสีฟันก่อนแช่โคลาแสดงในภาพที่ 4**

เมื่อทำให้เกิดการกร่อนโดยการแช่โคลา (0 นาที) ค่าเฉลี่ยความแข็งผิวเคลือบฟันของทุกกลุ่มมีค่าต่ำกว่าก่อนแช่โคลาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยค่าเฉลี่ยความแข็งผิวเคลือบฟันจากมากไปน้อยคือ กลุ่มทาเซนโซดายน์แรปิดรีลีฟ กลุ่มทาคอลเกตเซนซิทีฟโปรรีลีฟ กลุ่มทาคอลเกตรสยอดนิยม และกลุ่มควบคุมที่ไม่ทายาสีฟัน ตามลำดับ อย่างไรก็ดีเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความแข็งผิวเคลือบฟันระหว่างกลุ่มพบว่า ค่าเฉลี่ยความแข็งผิวเคลือบฟันของกลุ่มทาเซนโซดายน์แรปิดรีลีฟ และกลุ่มทาคอลเกตเซนซิทีฟโปรีลีฟไม่แตกต่างกัน แต่แตกต่างกับกลุ่มทาคอลเกตรสยอดนิยมและกลุ่มควบคุม โดยกลุ่มทาคอลเกตรสยอดนิยมไม่แตกต่างกับกลุ่มควบคุม

เมื่อเวลาผ่านไป 30 นาที 60 นาที และ 120 นาทีหลังแช่โคลา ค่าเฉลี่ยความแข็งผิวเคลือบฟันของทุกกลุ่มเป็นไปในทิศทางเดียวกันคือมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเวลาเพิ่มขึ้น โดยค่าเฉลี่ยความแข็งผิวเคลือบฟันจากมากไปน้อยคือ กลุ่มทาเซนโซดายน์แรปิดรีลีฟ กลุ่มทาคอลเกตเซนซิทีฟโปรรีลีฟ กลุ่มทาคอลเกตรสยอดนิยม และกลุ่มควบคุมตามลำดับ อย่างไรก็ดีถึงแม้จะผ่านไป 120 นาที ค่าเฉลี่ยความแข็งผิวเคลือบฟันของทุกกลุ่มยังคงมีค่าน้อยกว่าก่อนแช่โคลาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ



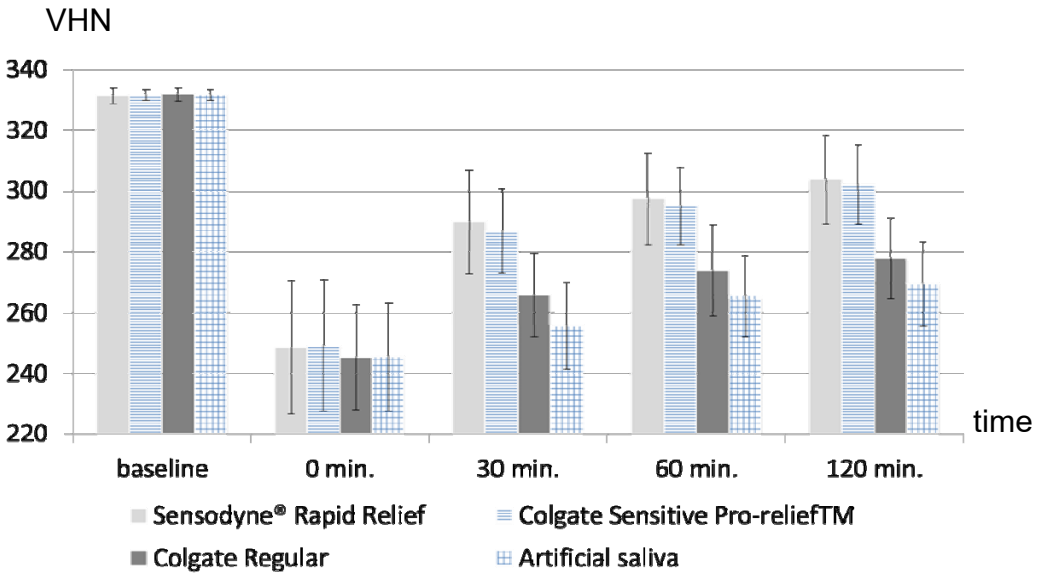

ภาพที่ 4 กราฟแสดงค่าเฉลี่ยความแข็งผิวเคลือบฟันของการทายาสีฟันแต่ละชนิดบนผิวเคลือบฟันก่อนแช่เครื่องดื่มโคลา

**ตอนที่** 2 **ผลต่อความแข็งผิวเคลือบฟันของการทายาสีฟันชนิดต่าง ๆ และไม่ทายาสีฟันหลังแช่โคลาแสดงในภาพที่** 5

เมื่อทำให้เกิดการกร่อนโดยการแช่โคลา (0 นาที) ค่าเฉลี่ยความแข็งผิวเคลือบฟันของทุกกลุ่มลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยความแข็งผิวเคลือบฟันก่อนแช่โคลา

เมื่อเวลาผ่านไป 30 นาที 60 นาที และ 120 นาที หลังทายาสีฟันชนิดต่างๆ หรือไม่ทายาสีฟันหลังแช่โคลาพบว่า ค่าเฉลี่ยความแข็งผิวเคลือบฟันของทุกกลุ่มเป็นไปในทิศทางเดียวกันคือมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเวลาเพิ่มขึ้น และค่าเฉลี่ยความแข็งผิวเคลือบฟันของทุกกลุ่มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติตั้งแต่เวลา 30 นาทีเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยความแข็งผิวเคลือบฟันหลังแช่โคลา (0 นาที) อย่างไรก็ดีถึงแม้จะผ่านไป 120 นาทีค่าเฉลี่ยความแข็งผิวเคลือบฟันของทุกกลุ่มยังคงมีค่าน้อยกว่าก่อนแช่โคลา

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความแข็งผิวเคลือบฟันระหว่างกลุ่มที่เวลา 30 นาที 60 นาที และ120 นาที พบว่าเป็นไปในแนวทางเดียวกันทุกช่วงเวลาโดยเรียงจากมากไปน้อยคือ กลุ่มทาเซนโซดายน์แรปิดรีลีฟ กลุ่มทาคอลเกตเซนซิทีฟโปรรีลีฟ กลุ่มทาคอลเกตรสยอดนิยม และกลุ่มควบคุม ตามลำดับ โดยค่าเฉลี่ยความแข็งผิวเคลือบฟันของกลุ่มทาเซนโซดายน์แรปิดรีลีฟ และกลุ่มทาคอลเกตเซนซิทีฟโปรีลีฟไม่แตกต่างกัน แต่แตกต่างกับกลุ่มทาคอลเกตรสยอดนิยมและกลุ่มควบคุม ส่วนกลุ่มทาคอลเกตรสยอดนิยมไม่แตกต่างกับกลุ่มควบคุม




ภาพที่ 5 กราฟแสดงค่าเฉลี่ยความแข็งผิวเคลือบฟันของการทายาสีฟันแต่ละชนิดบนผิวเคลือบฟันหลังแช่เครื่องดื่มโคลา

# บทที่ 5
# อภิปรายผล สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

## อภิปรายผลการวิจัย

ค่าเฉลี่ยความแข็งผิวเคลือบฟันก่อนการทดลองมีค่าอยู่ระหว่าง 329 ถึง 338 วิคเกอร์สฮาร์ดเนสนัมเบอร์ มีค่าใกล้เคียงกับการศึกษาของ Panich และคณะ (63) ซึ่งวัดค่าความแข็งผิวเคลือบฟันเริ่มต้นได้ค่าอยู่ระหว่าง 330 ถึง 345 วิคเกอร์สฮาร์ดเนสนัมเบอร์

การวิจัยนี้ใช้วิธีแช่โคลา 5 นาทีเพื่อสร้างการกร่อนให้แก่ผิวเคลือบฟันเช่นเดียวกับหลายการวิจัยที่ทำมาก่อนหน้านี้ (64-66) โดยมีการวิจัยที่พบว่าผลของการกร่อนจากเครื่องดื่มที่เป็นกรดต่อผิวเคลือบฟันนั้นจะเกิดขึ้นภายใน 5 นาที (65) ส่วนการป้องกันการกร่อนของผิวเคลือบฟันหรือการเพิ่มค่าเฉลี่ยความแข็งผิวเคลือบฟันที่ถูกกร่อนใช้วิธีการทายาสีฟันเป็นเวลา 3 นาที เช่นเดียวกับหลายการวิจัยที่ทำมาก่อนหน้านี้ (67-69) ไม่ว่าจะเป็นในรูปแบบน้ำยาบ้วนปากผสมฟลูออไรด์ (67) การทายาสีฟันโดยตรงบนผิวเคลือบฟัน (68) หรือการใช้สารละลายยาสีฟัน (69) และพบว่าได้ผลในการป้องกันการกร่อนของผิวเคลือบฟัน

ค่าเฉลี่ยความแข็งผิวเคลือบฟันนั้นมีสหสัมพันธ์ที่เป็นลบกับการสึกกร่อน นั่นคือถ้าความแข็งผิวเคลือบฟันยิ่งลดลงการสึกกร่อนจะยิ่งเพิ่มขึ้น (19,70) นอกจากนี้ยังพบว่าในสภาวะที่เกิดการกร่อนร่วมกับการสึกเหตุขัดถูจะส่งผลให้เพิ่มความรุนแรงของการสึกกร่อนมากกว่าสภาวะที่เกิดการกร่อนเพียงอย่างเดียว (19,71) Hooper และคณะ (72) แสดงถึงความสัมพันธ์ของการกร่อนและการสึกเหตุขัดถูไว้ว่า การกร่อนนั้นส่งผลให้เกิดการสูญเสียของเนื้อเยื่อแข็งของฟันและเกิดการอ่อนนิ่มของผิวฟัน ซึ่งผิวฟันที่อ่อนนิ่มจากการกร่อนนี้จะมีความไวอย่างมากต่อแรงขัดถูต่างๆ การวิจัยส่วนใหญ่ซึ่งศึกษาผลของยาสีฟันในการป้องกันฟันกร่อนมักใช้รูปแบบของสารละลายยาสีฟันในการทดลอง (21,23,51,53) ซึ่งสารละลายยาสีฟันนั้นเกิดจากการแปรงฟัน แต่ฟันที่ถูกกร่อนนั้นเสี่ยงต่อการเกิดฟันสึกเหตุขัดถูที่รุนแรงกว่าฟันปกติที่ไม่ถูกกร่อน การวิจัยในครั้งนี้จึงเลือกใช้วิธีทายาสีฟันซึ่งพบว่าได้ผลในการป้องกันฟันกร่อนเช่นเดียวกัน และการทายาสีฟันแทนการแปรงฟันด้วยยาสีฟันยังสามารถช่วยลดความรุนแรงในการเกิดฟันสึกเหตุขัดถูอีกด้วย

## วิเคราะห์ผลต่อความแข็งผิวเคลือบฟันของการทายาสีฟันชนิดต่าง ๆ ก่อนแช่โคลา

หลังจากทายาสีฟันและแช่โคลาพบว่ายาสีฟันทั้ง 3 ชนิดคือ เซนโซดายน์แรปิดรีลีฟ คอลเกตเซนซิทีฟโปรรีลีฟ และคอลเกตรสยอดนิยมไม่สามารถป้องกันการกร่อนของผิวเคลือบฟันได้ อย่างไรก็ดีกลุ่มทายาสีฟันก่อนแช่โคลา สามารถป้องกันฟันกร่อนของผิวเคลือบฟันหลังแช่โคลาดีกว่า

กลุ่มควบคุมที่ไม่ทายาสีฟัน ซึ่งองค์ประกอบที่เหมือนกันของยาสีฟันทั้ง 3 ชนิดคือฟลูออไรด์ กลไกหลักของฟลูออไรด์ในการป้องกันฟันกร่อนคือ การตกตะกอนเป็นผลึกแคลเซียมฟลูออไรด์บนผิวฟัน ป้องกันผิวฟันไม่ให้สัมผัสกับกรดโดยตรง และช่วยส่งเสริมให้เกิดการคืนแร่ธาตุสู่ผิวฟัน (73) การตกผลึกของแร่ธาตุบนผิวเคลือบฟันจากการทายาสีฟันต่างๆ อาจช่วยป้องกันหรือลดปริมาณกรดที่สัมผัสกับผิวเคลือบฟัน ทำให้กรดไม่สามารถทำลายผิวเคลือบฟันได้โดยตรง ช่วยป้องกันการกร่อนของผิวเคลือบฟันได้ อย่างไรก็ดี กลุ่มทาคอลเกตรสยอดนิยมก่อนแช่โคลามีค่าเฉลี่ยความแข็งผิวเคลือบฟันหลังแช่โคลามากกว่ากลุ่มควบคุมที่ไม่ทายาสีฟันแต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ น่าจะเกิดจากฟลูออไรด์ในยาสีฟันคอลเกตรสยอดนิยมทำให้เกิดผลึกสารประกอบเสมือนแคลเซียมฟลูออไรด์ปกคลุมผิวเคลือบฟัน ซึ่งป้องกันกรดได้บางส่วนหรือเป็นระยะเวลาสั้นๆ เพราะผลึกสารประกอบเสมือนแคลเซียมฟลูออไรด์ละลายได้ง่ายในสภาวะที่เป็นกรด (74) กลุ่มทายาสีฟันเซนโซดายน์แรปิดรีลีฟ และกลุ่มทายาสีฟันคอลเกตเซนซิทีฟโปรรีลีฟสามารถป้องกันฟันกร่อนได้ดีกว่ากลุ่มทายาสีฟันคอลเกตรสยอดนิยมและกลุ่มไม่ทายาสีฟันอย่างมีนัยสำคัญ อาจเกิดจากการตกตะกอนของแร่ธาตุจากการทายาสีฟันเซนโซดายน์แรปิดรีลีฟที่ประกอบด้วยฟลูออไรด์ร่วมกับสตรอนเชียมอะซิเตต และการตกตะกอนของแร่ธาตุจากการทายาสีฟันคอลเกตเซนซิทีฟโปรรีลีฟที่ประกอบด้วยฟลูออไรด์ร่วมกับโปร์อาจินและแคลเซียมคาร์บอเนต มีประสิทธิภาพในการยึดติดกับเคลือบฟันและทนต่อกรดได้ดีกว่ายาสีฟันคอลเกตรสยอดนิยมที่ประกอบด้วยฟลูออไรด์เพียงอย่างเดียว สอดคล้องกับงานวิจัยในผิวเนื้อฟันของ Parkinson และคณะ (29) แสดงให้เห็นผลในการอุดกั้นหลอดฝอยในเนื้อฟัน การตกตะกอนของแร่ธาตุบนผิวเนื้อฟัน และการทนกรดจากน้ำเกรปฟรุตในกลุ่มที่ทาเซนโซดายน์แรปิดรีลีฟและกลุ่มที่ทาคอลเกตเซนซิทีฟโปรรีลีฟ ในขณะที่กลุ่มควบคุมคือน้ำเปล่าแทบไม่พบการตกตะกอนของแร่ธาตุเลย นอกจากนี้การวิจัยในห้องปฏิบัติการของ Parkinson และคณะ (75) ที่ทดลองในเนื้อฟัน พบว่ายาสีฟันคอลเกตเซนซิทีฟโปรรีลีฟสามารถอุดกั้นหลอดฝอยในเนื้อฟัน และตกตะกอนบนผิวเนื้อฟันที่ถูกกร่อนได้ดีกว่ายาสีฟันผสมฟลูอออไรด์ และเมื่อนำมาทดสอบความแข็งผิวเนื้อฟันพบว่ากลุ่มทายาสีฟันคอลเกตเซนซิทีฟโปรรีลีฟที่มีการอุดกั้นหลอดฝอยในเนื้อฟันและมีการตกตะกอนของแร่ธาตุบนเนื้อฟันที่ดีกว่า ก็มีค่าเฉลี่ยความแข็งผิวเนื้อฟันที่มากกว่ากลุ่มทายาสีฟันผสมฟลูออไรด์อีกด้วย

หลังเกิดการกร่อนจากโคลา (0 นาที) เมื่อเวลาผ่านไป 30 นาที 60 นาทีและ 120 นาที พบว่ายาสีฟันทุกกลุ่มช่วยให้ค่าเฉลี่ยความแข็งผิวเคลือบฟันเพิ่มขึ้นเมื่อเวลาเพิ่มขึ้น แต่ถึงแม้เวลาจะผ่านไปถึง 120 นาที ค่าเฉลี่ยความแข็งผิวเคลือบฟันก็ยังน้อยกว่าก่อนแช่โคลาอย่างมีนัยสำคัญในทุกกลุ่ม จึงอาจเสี่ยงต่อการเกิดฟันสึกเหตุขัดถูได้ อย่างไรก็ดีหากเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความแข็งผิวเคลือบฟัน

ระหว่างกลุ่มทดลองที่เวลา 30 นาที 60 นาทีและ 120 นาทีพบว่ากลุ่มทาเซนโซดายน์แรปิดรีรีฟ และกลุ่มทาคอลเกตเซนซิทีฟโปรรีลีฟ สามารถป้องกันการกร่อนของผิวเคลือบฟันได้ดีกว่ากลุ่มทาคอลเกตรสยอดนิยมและกลุ่มควบคุมในทุกช่วงเวลา และถึงแม้ผ่านไป 120 นาที ค่าเฉลี่ยความแข็งผิวเคลือบฟันในกลุ่มทาคอลเกตรสยอดนิยมและกลุ่มควบคุมก็ยังมีค่าน้อยกว่าค่าเฉลี่ยความแข็งผิวเคลือบฟันในกลุ่มทาเซนโซดายน์แรปิดรีลีฟและกลุ่มทาคอลเกตเซนซิทีฟโปรรีลีฟที่เวลา 30 นาที เพราะฉะนั้นการทายาสีฟันเซนโซดายน์แรปิดรีลีฟ หรือคอลเกตเซนซิทีฟโปรรีลีฟบนผิวฟันก่อนสัมผัสกรดจึงน่าจะเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการลดความรุนแรงในการเกิดฟันสึกเหตุขัดถูได้

**วิเคราะห์ผลต่อความแข็งผิวเคลือบฟันของการทายาสีฟันชนิดต่าง ๆ หลังแช่โคลา**

หลังแช่โคลาค่าเฉลี่ยความแข็งผิวเคลือบฟันลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ หลังทายาสีฟันชนิดต่างๆ หรือไม่ทายาสีฟันหลังแช่โคลา ค่าเฉลี่ยความแข็งผิวเคลือบฟันเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อผ่านไป 30 นาที เทียบกับ 0 นาที โดยกลุ่มที่ทายาสีฟันมีค่าเฉลี่ยความแข็งผิวเคลือบฟันมากกว่ากลุ่มควบคุมที่ไม่ทายาสีฟัน เมื่อผิวเคลือบฟันถูกกร่อนจะส่งผลให้มีการละลายของแกนกลางของปริซึม (prism cores) หรือพื้นที่รอบๆ ปริซึม (interprismatic area) เกิดเป็นรูปร่างเหมือนรังผึ้ง มีการสูญเสียแร่ธาตุส่งผลให้ความแข็งผิวฟันมีค่าลดลง (73) การทายาสีฟันลงบนผิวเคลือบฟันที่ถูกกร่อนอาจทำให้มีการตกตะกอนของแร่ธาตุบนผิวเคลือบฟันที่ถูกกร่อน ส่งผลให้ค่าเฉลี่ยความแข็งผิวเคลือบฟันเพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มควบคุมที่ไม่ทายาสีฟัน

เมื่อเวลาผ่านไป 30 นาทีหลังจากทายาสีฟัน พบว่าค่าเฉลี่ยความแข็งผิวเคลือบฟันของกลุ่มทายาสีฟัน และกลุ่มไม่ทายาสีฟันมีค่าเพิ่มขึ้นเปรียบเทียบกับหลังแช่โคลาที่ 0 นาที อย่างไรก็ดี กลุ่มที่ทายาสีฟันคอลเกตรสยอดนิยมนั้นถึงแม้จะมีค่าเฉลี่ยความแข็งผิวเคลือบฟันเพิ่มขึ้นแต่ก็ไม่ต่างจากการไม่ทายาสีฟัน การทายาสีฟันผสมฟลูออไรด์เพียงอย่างเดียวทำให้เกิดการตกตะกอนของผลึกแคลเซียมฟลูออไรด์ซึ่งอาจช่วยให้ค่าเฉลี่ยความแข็งผิวเคลือบฟันเพิ่มขึ้นได้ไม่ดีเท่ากลุ่มที่ทาเซนโซดายน์แรปิดรีลีฟ หรือคอลเกตเซนซิทีฟโปรรีลีฟ สอดคล้องกับการวิจัยของ Rios และคณะ (71) ที่เปรียบเทียบยาสีฟันผสมฟลูออไรด์ 1100 และ 5000 ส่วนในล้านส่วน ต่อการกร่อนของผิวเคลือบฟัน พบว่ายาสีฟันทั้ง 2 ชนิดช่วยลดการกร่อนของผิวเคลือบฟันได้ไม่ต่างกัน และไม่ต่างจากยาสีฟันที่ไม่มีฟลูออไรด์

ส่วนกลุ่มที่ทาเซนโซดายน์แรปิดรีลีฟหรือคอลเกตเซนซิทีฟโปรรีลีฟมีค่าเฉลี่ยความแข็งผิวเคลือบฟันมากกว่ากลุ่มที่ทาคอลเกตรสยอดนิยมอย่างมีนัยสำคัญ อาจเกิดจากกลุ่มที่ทายาสีฟันเซนโซดายน์แรปิดรีลีฟ และกลุ่มที่ทาคอลเกตเซนซิทีฟโปรรีลีฟมีการตกตะกอนของแร่ธาตุบนผิว

เคลือบฟันที่ถูกกร่อนได้ดีกว่า สอดคล้องกับการศึกษาในเนื้อฟันพบว่า การทายาสีฟันเซนโซดายน์แรปิดรีลีฟ ทำให้เกิดการตกตะกอนของแร่ธาตุเข้าไปในท่อเนื้อฟัน และปกคลุมบนเนื้อฟัน (29) และการทายาสีฟันคอลเกตเซนซิทีฟโปรรีลีฟ ลงบนผิวเนื้อฟันที่ถูกกร่อน จะทำให้มีการตกตะกอนของแคลเซียมและฟอสเฟตเข้าไปในท่อเนื้อฟันและปกคลุมบนผิวเนื้อฟัน (26)

เมื่อเวลาผ่านไป 30 นาที 60 นาที และ 120 นาที หลังทายาสีฟันชนิดต่างๆ หรือไม่ทายาสีฟันหลังแช่โคลาพบว่า ยาสีฟันทุกชนิดสามารถช่วยให้ค่าเฉลี่ยความแข็งผิวเคลือบฟันเพิ่มขึ้นเมื่อเวลาเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามแม้จะผ่านไป 120 นาทีก็ไม่มียาสีฟันชนิดใดที่ช่วยให้ค่าเฉลี่ยความแข็งผิวเคลือบฟันมีค่าเท่ากับก่อนแช่โคลาได้ จึงยังคงเสี่ยงต่อการเกิดฟันสึกเหตุขัดถู หากเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความแข็งผิวเคลือบฟันระหว่างกลุ่มทดลองที่ 30 นาที 60 นาทีและ 120 นาทีพบว่ากลุ่มทาเซนโซดายน์แรปิดรีฟและกลุ่มทาคอลเกตเซนซิทีฟโปรรีลีฟ สามารถเพิ่มค่าเฉลี่ยความแข็งผิวเคลือบฟันได้มากกว่าและเร็วกว่ากลุ่มทาคอลเกตรสยอดนิยมและกลุ่มควบคุมในทุกช่วงเวลา และถึงแม้ผ่านไป 120 นาที ค่าเฉลี่ยความแข็งผิวเคลือบฟันในกลุ่มทาคอลเกตรสยอดนิยม และกลุ่มควบคุมก็ยังมีค่าน้อยกว่าค่าเฉลี่ยความแข็งผิวเคลือบฟันในกลุ่มทาเซนโซดายน์แรปิดรีลีฟ และกลุ่มทาคอลเกตเซนซิทีฟโปรรีลีฟที่เวลา 30 นาที เพราะฉะนั้นการทายาสีฟันเซนโซดายน์แรปิดรีลีฟหรือคอลเกตเซนซิทีฟโปรรีลีฟบนผิวฟันหลังสัมผัสกรดจึงน่าจะเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการลดความรุนแรงในการเกิดฟันสึกเหตุขัดถูได้

จากผลการทดลองทั้งสองตอนคือการทายาสีฟันก่อนแช่โคลา และการทายาสีฟันหลังแช่โคลา พบว่ายาสีฟันเซนโซดายน์แรปิดรีลีฟ และยาสีฟันคอลเกตเซนซิทีฟโปรรีลีฟสามารถเพิ่มค่าเฉลี่ยความแข็งผิวเคลือบฟันได้ดีกว่ายาสีฟันคอลเกตรสยอดนิยม และการไม่ทายาสีฟันในบุคคลที่มีความเสี่ยงในการเกิดฟันกร่อนมากกว่าบุคคลทั่วไป เช่นบริโภคอาหารหรือเครื่องดื่มที่เป็นกรดในความถี่ที่สูง นักว่ายน้ำ หรือผู้ป่วยโรคทางระบบที่ทำให้เกิดการอาเจียนเป็นประจำ การเลือกใช้ผลิตภัณฑ์ที่สามารถเพิ่มความแข็งผิวเคลือบฟันป้ายบนตัวฟันก่อนหรือหลังที่ฟันสัมผัสกรดอาจเป็นอีกแนวทางที่ช่วยลดความรุนแรงของฟันกร่อนและลดความเสี่ยงในการเกิดฟันสึกเหตุขัดถู เช่น แรงจากการแปรงฟันได้

**สรุปผลการวิจัย**

การศึกษาผลของการทายาสีฟันก่อนแช่โคลาภายใต้สภาวะที่กำหนดขึ้นในห้องปฏิบัติการ พบว่า ยาสีฟันทั้ง 3 ชนิดไม่สามารถป้องกันการกร่อนของผิวเคลือบฟันได้ อย่างไรก็ดียาสีฟันเซนโซดายน์แรปิดรีลีฟ และคอลเกตเซนซิทีฟโปรรีลีฟสามารถป้องกันฟันกร่อนได้ดีกว่าคอลเกต

รสยอดนิยมและการไม่ทาอะไรเลย โดยเซนโซดายน์แรปิดรีลีฟป้องกันฟันกร่อนได้ไม่แตกต่างกับคอลเกตเซนซิทีฟโปรรีลีฟ และคอลเกตรสยอดนิยมป้องกันฟันกร่อนได้ไม่แตกต่างกับการไม่ทาอะไรเลย

การศึกษาผลของการทายาสีฟันหลังแช่โคลาภายใต้สภาวะที่กำหนดขึ้นในห้องปฏิบัติการ พบว่า ยาสีฟันทั้ง 3 ชนิดสามารถเพิ่มค่าเฉลี่ยความแข็งผิวเคลือบฟันได้ โดยเซนโซดายน์แรปิดรีลีฟและคอลเกตเซนซิทีฟโปรรีลีฟเพิ่มค่าเฉลี่ยความแข็งผิวเคลือบฟันดีกว่าคอลเกตรสยอดนิยมและการไม่ทาอะไรเลย เซนโซดายน์แรปิดรีลีฟเพิ่มค่าเฉลี่ยความแข็งผิวเคลือบฟันไม่แตกต่างกับคอลเกตเซนซิทีฟโปรรีลีฟ และคอลเกตรสยอดนิยมเพิ่มค่าเฉลี่ยความแข็งผิวเคลือบฟันไม่แตกต่างกับการไม่ทาอะไรเลย

**ข้อเสนอแนะ**

หากเปรียบเทียบผลการทดลองทั้ง 2 ตอนคือการทายาสีฟันก่อนแช่โคลา และการทายาสีฟันหลังแช่โคลา พบว่าการทายาสีฟันเซนโซดายน์แรปิดรีลีฟ หรือการทายาสีฟันคอลเกตเซนซิทีฟโปรรีลีฟก่อนแช่โคลามีแนวโน้มช่วยเพิ่มค่าเฉลี่ยความแข็งผิวเคลือบฟันได้ดีกว่าการทายาสีฟันหลังแช่โคลา ดังนั้นในชีวิตประจำวัน ควรเลือกวิธีทายาสีฟันดังกล่าวบนผิวฟันก่อนสัมผัสกรดเพื่อผลในป้องกันการกร่อนของฟันที่ดีกว่า ในอนาคตอาจทำการศึกษาการทายาสีฟันเซนโซดายน์แรปิดรีลีฟ หรือยาสีฟันคอลเกตเซนซิทีฟโปรรีลีฟทั้งก่อนสัมผัสกรดและหลังสัมผัสกรดร่วมกัน เพื่อดูประสิทธิภาพของยาสีฟันดังกล่าวในการป้องกันฟันกร่อนต่อไป

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยในห้องปฏิบัติการ ไม่สามารถจำลองสภาวะในช่องปากบางอย่างได้ เช่นการสร้างเพลลิเคิล อัตราการไหลของน้ำลาย อุณหภูมิในช่องปาก รวมถึงตำแหน่งที่เคลือบฟันสัมผัสกับกรด จึงควรมีการศึกษาเพิ่มเติมถึงผลของยาสีฟันเหล่านี้ในการป้องกันฟันกร่อนในสภาวะที่ใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากขึ้นเช่นการศึกษาทางคลินิกร่วมกับห้องปฏิบัติการ (in situ)

# รายการอ้างอิง


(1) Ganss, C. Definition of erosion and links to tooth wear. Monogr Oral Sci. 20 (2006): 9-16.

(2) Wongkhantee, S., Patanapiradej, V., Maneenut, C., and Tantbirojn, D. Effect of acidic food and drinks on surface hardness of enamel, dentine, and tooth-coloured filling materials. J Dent. 34 (Mar 2006): 214-20.

(3) Chuajedong, P., Kedjarune-Leggat, U., Kertpon, V., Chongsuvivatwong, V., and Benjakul, P. Associated factors of tooth wear in southern Thailand. J Oral Rehabil. 29 (Oct 2009) :997-1002.

(4) Jensdottir, T., Holbrook, P., Nauntofte, B., Buchwald, C., and Bardow, A. Immediate erosive potential of cola drinks and orange juices. J Dent Res. 85 (Mar 2006): 226-30.

(5) Ehlen, L. A., Marshall, T. A., Qian, F., Wefel, J. S., and Warren, J. J. Acidic beverages increase the risk of in vitro tooth erosion. Nutr Res. 28 (May 2008): 299-303.

(6) von Fraunhofer, J. A., and Rogers, M. M. Dissolution of dental enamel in soft drinks. Gen Dent. 52 (Jul-Aug 2004): 308-12.

(7) Dynesen, A. W., Bardow, A., Petersson, B., Nielsen, L. R., and Nauntofte, B. Salivary changes and dental erosion in bulimia nervosa. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 106 (Nov 2008): 696-707.

(8) Ali, D. A., Brown, R. S., Rodriguez, L. O., Moody, E. L., and Nasr, M. F. Dental erosion caused by silent gastroesophageal reflux disease. J Am Dent. Assoc 133 (Jun 2002): 734-7; quiz 68-9.

(9) Cavadini, C., Siega-Riz, A. M., and Popkin, B. M. US adolescent food intake trends from 1965 to 1996. Arch Dis Child. 83 (Jul 2000): 18-24.

(10) Hasselkvist, A., Johansson, A., and Johansson, A. K. Dental erosion and soft drink consumption in Swedish children and adolescents and the

development of a simplified erosion partial recording system. Swed Dent J. 34 (2010): 187-95.

(11) Wang, P., Lin, H. C., Chen, J. H., and Liang, H. Y. The prevalence of dental erosion and associated risk factors in 12-13-year-old school children in Southern China. BMC Public Health. 10 (Aug 2010): 478.

(12) Jaeggi, T., and Lussi, A. Toothbrush abrasion of erosively altered enamel after intraoral exposure to saliva: an in situ study. Caries Res. 33 (Nov-Dec 1999): 455-61.

(13) Amaechi, B. T., Higham, S. M., and Edgar, W. M. Influence of abrasion in clinical manifestation of human dental erosion. J Oral Rehabil. 30 (Apr 2003): 407-13.

(14) Wetton, S., Hughes, J., West, N., and Addy, M. Exposure time of enamel and dentine to saliva for protection against erosion: a study in vitro. Caries Res. 40 (2006): 213-7.

(15) Attin, T., Buchalla, W., Gollner, M., and Hellwig, E. Use of variable remineralization periods to improve the abrasion resistance of previously eroded enamel. Caries Res. 34 (Jan-Feb 2000): 48-52.

(16) Lagerweij, M. D., Buchalla, W., Kohnke, S., Becker, K., Lennon, A. M., and Attin, T. Prevention of erosion and abrasion by a high fluoride concentration gel applied at high frequencies. Caries Res. 2006;40:148-53.

(17) Maia, L. C., de Souza, I. P., and Cury, J. A. Effect of a combination of fluoride dentifrice and varnish on enamel surface rehardening and fluoride uptake in vitro. Eur J Oral Sci. 2003;111:68-72.

(18) Hawkins, R., Locker, D., Noble, J., and Kay, E. J. Prevention. Part 7: professionally applied topical fluorides for caries prevention. Br Dent J. 2003;195:313-7.

(19) Moretto, M. J., Magalhaes, A. C., Sassaki, K. T., Delbem, A. C., and Martinhon, C. C. Effect of different fluoride concentrations of

experimental dentifrices on enamel erosion and abrasion. Caries Res. 44 (2010): 135-40.

(20) Rios, D., Magalhaes, A. C., Polo, R. O., Wiegand, A., Attin, T., and Buzalaf, M. A. The efficacy of a highly concentrated fluoride dentifrice on bovine enamel subjected to erosion and abrasion. J Am Dent Assoc. 139 (Dec 2008): 1652-6.

(21) Fowler, C., Willson, R., and Rees, G. D. In vitro microhardness studies on a new anti-erosion desensitizing toothpaste. J Clin Dent. 17 (2006): 100-5.

(22) Zero, D. T., Hara, A. T., Kelly, S. A., Gonzalez-Cabezas, C., Eckert, G. J., Barlow, A. P., et al. Evaluation of a desensitizing test dentifrice using an in situ erosion remineralization model. J Clin Dent. 17 (2006): 112-6.

(23) Kato, M. T., Lancia, M., Sales-Peres, S. H., and Buzalaf, M. A. Preventive effect of commercial desensitizing toothpastes on bovine enamel erosion in vitro. Caries Res. 44 (2010): 85-9.

(24) Ayad, F., Ayad, N., Delgado, E., Zhang, Y. P., DeVizio, W., Cummins, D., et al. Comparing the efficacy in providing instant relief of dentin hypersensitivity of a new toothpaste containing 8.0% arginine, calcium carbonate, and 1450 ppm fluoride to a benchmark desensitizing toothpaste containing 2% potassium ion and 1450 ppm fluoride, and to a control toothpaste with 1450 ppm fluoride: a three-day clinical study in Mississauga, Canada. J Clin Dent. 20 (2009): 115-22.

(25) Docimo, R., Montesani, L., Maturo, P., Costacurta, M., Bartolino, M., Zhang, Y. P., et al. Comparing the efficacy in reducing dentin hypersensitivity of a new toothpaste containing 8.0% arginine, calcium carbonate, and 1450 ppm fluoride to a benchmark commercial desensitizing toothpaste containing 2% potassium ion: an eight-week clinical study in Rome, Italy. J Clin Dent. 20 (2009): 137-43.

(26) Petrou, I., Heu, R., Stranick, M., Lavender, S., Zaidel, L., Cummins, D., et al. A breakthrough therapy for dentin hypersensitivity: how dental products

containing 8% arginine and calcium carbonate work to deliver effective relief of sensitive teeth. J Clin Dent. 20 (2009): 23-31.

(27) Hughes, N., Mason, S., Jeffery, P., Welton, H., Tobin, M., O'Shea, C., et al. A comparative clinical study investigating the efficacy of a test dentifrice containing 8% strontium acetate and 1040 ppm sodium fluoride versus a marketed control dentifrice containing 8% arginine, calcium carbonate, and 1450 ppm sodium monofluorophosphate in reducing dentinal hypersensitivity. J Clin Dent. 21 (2010): 49-55.

(28) Mason, S., Hughes, N., Sufi, F., Bannon, L., Maggio, B., North, M., et al. A comparative clinical study investigating the efficacy of a dentifrice containing 8% strontium acetate and 1040 ppm fluoride in a silica base and a control dentifrice containing 1450 ppm fluoride in a silica base to provide immediate relief of dentin hypersensitivity. J Clin Dent. 21 (2010): 42-8.

(29) Parkinson, C. R., Butler, A., and Willson, R. J. Development of an acid challenge-based in vitro dentin disc occlusion model. J Clin Dent. 21 (2010): 31-6.

(30) Magalhaes, A. C., Wiegand, A., Rios, D., Honorio, H. M., and Buzalaf, M. A. Insights into preventive measures for dental erosion. J Appl Oral Sci. 17 (Mar-Apr 2009): 75-86.

(31) Gupta, M., Pandit, I., Srivastava, N., and Gugnani, N. Dental erosion in children. J Oral Health Comm Dent. 3 (2009): 56-61.

(32) Sturdevant, J., Lundeen, T., and Sluder, T. Sturdevant's the art and science of operative dentistry. Missouri: Mosby, 2002.

(33) Nicholson, J. Fundamentals of operative dentistry.: Quintessence, 2001.

(34) Meurman, J. H., and ten Cate, J. M. Pathogenesis and modifying factors of dental erosion. Eur J Oral Sci. 104 (Apr 1996): 199-206.

(35) Zero, DT., and Lussi, A. Erosion--chemical and biological factors of importance to the dental practitioner. Int Dent J. 55 (2005): 285-90.

(36) Lussi, A., and Jaeggi, T. Erosion—diagnosis and risk factors. Clinical Oral Investigations. 12 (2008): 5-13.

(37) Imfeld, T. Prevention of progression of dental erosion by professional and individual prophylactic measures. Eur J Oral Sci. 104 (Apr 1996): 215-20.

(38) West, N. X., Hughes, J. A., and Addy, M. The effect of pH on the erosion of dentine and enamel by dietary acids in vitro. J Oral Rehabil. 28 (Sep 2001): 860-4.

(39) Attin, T., Deifuss, H., and Hellwig, E. Influence of acidified fluoride gel on abrasion resistance of eroded enamel. Caries Res. 33 (1999): 135-9.

(40) Ganss, C., Klimek, J., Schaffer, U., and Spall, T. Effectiveness of two fluoridation measures on erosion progression in human enamel and dentine in vitro. Caries Res. 35 (Sep-Oct 2001): 325-30.

(41) Ganss, C., Klimek, J., Brune, V, and Schurmann, A. Effects of two fluoridation measures on erosion progression in human enamel and dentine in situ. Caries Res. 38 (Nov-Dec 2004): 561-6.

(42) Jones, L., Lekkas, D., Hunt, D., McIntyre, J., and Rafir, W. Studies on dental erosion: An in vivo-in vitro model of endogenous dental erosion--its application to testing protection by fluoride gel application. Aust Dent J. 47 (Dec 2002): 304-8.

(43) van Rijkom, H., Ruben, J., Vieira, A., Huysmans, M. C., Truin, GJ., and Mulder, J. Erosion-inhibiting effect of sodium fluoride and titanium tetrafluoride treatment in vitro. Eur J Oral Sci. 111 (Jun 2003): 253-7.

(44) Hughes, J. A., West, N. X., and Addy, M. The protective effect of fluoride treatments against enamel erosion in vitro. J Oral Rehabil 31. (Apr 2004): 357-63.

(45) Lussi, A., Jaeggi, T., Gerber, C., and Megert, B. Effect of amine/sodium fluoride rinsing on toothbrush abrasion of softened enamel in situ. Caries Res. 38 (Nov-Dec 2004): 567-71.

(46) Schlueter, N., Ganss, C., Mueller, U., and Klimek, J. Effect of titanium tetrafluoride and sodium fluoride on erosion progression in enamel and dentine in vitro. Caries Res. 41 (2007): 141-5.

(47) Bartlett, D. W. The role of erosion in tooth wear: aetiology, prevention and management. Int Dent J. 55 (2005): 277-84.

(48) Larsen, M. J., and Richards, A. Fluoride is unable to reduce dental erosion from soft drinks. Caries Res. 36 (Jan-Feb 2002): 75-80.

(49) Ganss, C., Schlueter, N., Hardt, M., Schattenberg, P., and Klimek, J. Effect of fluoride compounds on enamel erosion in vitro: a comparison of amine, sodium and stannous fluoride. Caries Res. 42 (2008): 2-7.

(50) Hara, A. T., Kelly, S. A., Gonzalez-Cabezas, C., Eckert, G. J., Barlow, A. P., and Mason, S. C., et al. Influence of fluoride availability of dentifrices on eroded enamel remineralization in situ. Caries Res. 43 (2009): 57-63.

(51) Hooper, S. M., Newcombe, R. G., Faller, R., Eversole, S., Addy, M., and West, N. X. The protective effects of toothpaste against erosion by orange juice: studies in situ and in vitro. J Dent 35. (Jun 2007): 476-81.

(52) Newby, C. S., Creeth, J. E., Rees, GD., and Schemehorn, B. R. Surface microhardness changes, enamel fluoride uptake, and fluoride availability from commercial toothpastes. J Clin Dent. 17 (2006):94-9.

(53) Lussi, A., Megert, B., Eggenberger, D., and Jaeggi, T. Impact of different toothpastes on the prevention of erosion. Caries Res. 42 (2008): 62-7.

(54) Rees, J., Loyn, T., and Chadwick, B. Pronamel and tooth mousse: An initial assment of erosion prevention in vitro. J Dent. 35 (2007): 355-7.

(55) Cummins, D. Dentin hypersensitivity: from diagnosis to a breakthrough therapy for everyday sensitivity relief. J Clin Dent. 20 (2009): 1-9.

(56) Kleinberg, I. SensiStat. A new saliva-based composition for simple and effective treatment of dentinal sensitivity pain. Dent Today. 21 (Dec 2002): 42-7.

(57) West, N. X. Dentine hypersensitivity. Monogr Oral Sci. 20 (2006): 173-89.

(58) Attin, T. Method for assessment of dental erosion. Monogr Oral Sci. 20 (2006): 152-72.

(59) Field, J., Waterhouse, P., and German, M. Quantifying and qualifying surface changes on dental hard tissues in vitro. J Dent 38. (Mar 2010): 182-90.

(60) Barbour, M. E., and Rees, J. S. The laboratory assessment of enamel erosion: a review. J Dent 32. (Nov 2004): 591-602.

(61) Buchalla, W., Imfeld, T., Attin, T., Swain, M. V., and Schmidlin, P. R. Relationship between nanohardness and mineral content of artificial carious enamel lesions. Caries Res. 42 (2008): 157-63.

(62) Meurman, J. H., and Frank, R. M. Progression and surface ultrastructure of in vitro caused erosive lesions in human and bovine enamel. Caries Res. 25 (1991): 81-7.

(63) Panich, M., and Poolthong, S. The effect of casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate and a cola soft drink on in vitro enamel hardness. JADA. 140 (2009): 455-60.

(64) Maupome, G., Diez-de-Bonilla, J., Torres-Villasenor, G., Andrade-Delgado, L. d. C., and Castano, V. M. In vitro quantitative assessment of enamel microhardness after exposure to eroding immersion in al cola drink. Caries Res. 32 (Jun 1997): 148-53.

(65) Seow, W. K., and Thong, K. M. Erosive effects of common beverages on extracted premolar teeth. Aus Dent J. 50 (2005): 173-78.

(66) Badr, S. B. Y., and Ibrahim, M. A. Protective effect of three diferrent fluoride pretreatments on artificially induced dental erosion in primary and permanent teeth. J American Sci. 6 (2010): 442-51.

(67) Wiegand, A., Bichsel, D., Magalhaes, A. C., Becker, K., and Attin, T. Effect of sodium, amine and stannous fluoride at the same concentration and different pH on in vitro erosion. J Dent. 37 (2009): 591-5.

(68) Poggio, C., Lombardini, M., Colombo, M., and Bianchi, S. Impact of two toothpastes on repairing enamel erosion produced by a soft drink: An AFM in vitro study. J Dent. 38 (2010): 868-74.

(69) Wang, X., Megert, B., Hellwig, E., Neuhaus, K. W., and Lussi, A. Preventing erosion with novel agents. J Dent. 39 (2011): 163-70.

(70) Manarelli, M. M., Vieira, A. E., Matheus, A. A.,Sassaki, K. T., and Delbem, A. C. Effect of mouth rinses with fluoride and trimetaphosphate on enamel erosion: an in vitro study. Caries Res. 45 (2011): 506-9.

(71) Rios, D., Magalhaes, A. C., Polo, R. O., Wiegand, A., Attin, T., and Buzalaf, M. A. The efficacy of a highly concentrated fluoride dentifrice on bovine enamel subjected to erosion and abrasion. J Am Dent Assoc. 139 (Dec 2008): 1652-6.

(72) Hooper, S., West, N. X., Pickles, M. J., Joiner, A., Newcombe, R. G., and Addy, M. Investigation of erosion and abrasion on enamel and dentine: a model in situ using toothpastes of different abrasivity. J Clin Periodontal. 30 (Sep 2003): 802-8.

(73) Magalhaes, A.C., Wiegand, A., Daniela, R., Buzalaf, M. A. R., and Lussi, A. Fluoride in dental erosion. Monogr Oral Sci. 22 (2011): 158-70.

(74) Ganss, C., Schlueter, N., and Klimek, J. Retention of KOH-soluble fluoride on enamel and dentine under erosive condition-a comparison of in vitro and in situ results. Arch Oral Biol. 52 (Jan 2007): 9-14.

(75) Parkinson, C. R., and Willson, R. J. An in vitro investigation of two currently marketed dentin tubule occlusion dentrifices. J Clin Dent. 21 (2011): 6-10.

# ภาคผนวก

# ภาคผนวก ก
# ข้อมูลรายละเอียดเกี่ยวกับการทำวิจัยที่ใช้ประกอบการพิจารณาเข้าร่วมโครงการ (Inform consent )

การศึกษาวิจัยเรื่อง ผลของยาสีฟันลดอาการเสียวฟันในการป้องกันการกร่อนของผิวเคลือบฟันจากเครื่องดื่มโคลา

**เรียน** คลินิกทันตกรรมบ้านฟ.ฟัน

ด้วยข้าพเจ้า ทญ.ปวีณา คุณนาเมือง นิสิตปริญญาโท สาขาทันตกรรมสำหรับเด็ก คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มีความประสงค์ในการดำเนินโครงการวิจัยเรื่อง “ผลของยาสีฟันลดอาการเสียวฟันในการป้องกันการกร่อนของผิวเคลือบฟันจากเครื่องดื่มโคลา” โดยมี รศ.ทญ.ดร.ทิพวรรณ ธราภิวัฒน์นานนท์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษางานวิจัย โดยมีเหตุผลและรายละเอียดของการศึกษาวิจัยดังนี้

จากผลการสำรวจหลายการศึกษา พบว่าประชาชนทั่วไปมีแนวโน้มในการบริโภคอาหารและเครื่องดื่มที่เป็นกรดสูงขึ้น และมีความเสี่ยงในการเกิดฟันกร่อนสูงขึ้นตามไปด้วย หลักการสำคัญในการลดและยับยั้งขบวนการของการสึกกร่อนของฟันคือ การใช้สารที่ช่วยในขบวนการลดการสูญเสียแร่ธาตุ และการส่งเสริมให้มีการสะสมแร่ธาตุคืนกลับสู่ผิวฟัน มีการศึกษาพบว่าสารลดอาการเสียวฟันบางชนิดให้ผลในการป้องกันหรือลดการกร่อนของผิวเคลือบฟัน แต่ในบางชนิดไม่ได้ผล ปัจจุบันมีการพัฒนาสูตรยาสีฟันลดอาการเสียวฟันหลายชนิดโดยมีส่วนประกอบของสารลดอาการเสียวฟันร่วมกับฟลูออไรด์ ซึ่งการทดลองทางคลินิกแสดงให้เห็นความสามารถในการลดอาการเสียวฟัน และการทดลองทางห้องปฏิบัติการแสดงให้เห็นความสามารถในการอุดกั้นหลอดฝอยในเนื้อฟันและการยึดติดกับผิวเนื้อฟัน แต่อย่างไรก็ตามยังไม่มีการศึกษาที่แสดงถึงประสิทธิภาพของยาสีฟันดังกล่าวในการป้องกันหรือลดการกร่อนของผิวเคลือบฟัน

ในโครงการวิจัยครั้งนี้จึงมีจุดประสงค์เพื่อศึกษาผลของยาสีฟันคอลเกตเซนซิทีฟโปรรีลีฟ ยาสีฟันเซนโซดายน์แรปิดรีลีฟ และยาสีฟันคอลเกตรสยอดนิยม ในการป้องกันหรือลดการกร่อนของผิวเคลือบฟันจากเครื่องดื่มโคลา โดยผลการวิจัยจะเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการวางแผนการศึกษาผลของยาสีฟันเหล่านี้ในการป้องกันฟันกร่อนในสภาวะที่ใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากขึ้นเช่นการวิจัยทางคลินิกร่วมกับห้องปฏิบัติการ (in situ) และสามารถนำไปเป็นข้อมูลประกอบในการแนะนำและเลือกใช้ผลิตภัณฑ์เพื่อช่วยป้องกันหรือลดการกร่อนของผิวเคลือบฟัน การวิจัยครั้ง

นี้ไม่ได้รับการสนับสนุนจากผลิตภัณฑ์ใดๆ ที่นำมาใช้ในการวิจัยทั้งสิ้น จึงไม่มีผลประโยชน์ทับซ้อน (conflict of interest) ในการทำวิจัยแต่อย่างใด

ในงานวิจัยมีความจำเป็นต้องเก็บตัวอย่างฟันกรามน้อยที่ได้รับการถอนเพื่อใช้ประกอบการวิจัยในห้องปฏิบัติการ ข้าพเจ้าขอความกรุณาเก็บฟันดังกล่าว จากคลินิกทันตกรรมบ้านฟ.ฟัน

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

.....

(ทญ.ปวีณา คุณนาเมือง)

ผู้วิจัยหลัก

.....

(รศ.ทญ.ดร.ทิพวรรณ ธราภิวัฒนานนท์)

อาจารย์ที่ปรึกษางานวิจัย

**ภาคผนวก ข**

**เอกสารยินยอมเข้าร่วมการวิจัย** (Consent Form)

การวิจัยเรื่อง “ผลของยาสีฟันลดอาการเสียวฟันในการป้องกันการกร่อนของผิวเคลือบฟันจากเครื่องดื่มโคลา”

ก่อนที่จะลงนามในเอกสารยินยอมนี้ ข้าพเจ้าได้รับการอธิบายจากผู้วิจัยถึงวัตถุประสงค์ของการวิจัย วิธีการวิจัย รวมถึงประโยชน์ที่จะเกิดขึ้นจากการวิจัยอย่างละเอียด และมีความเข้าใจดีแล้ว ข้าพเจ้าขอมอบฟันที่ได้รับความยินยอมจากผู้ป่วยให้ถอนเนื่องจากเหตุผลทางการแพทย์ และอยู่ในความดูแลของข้าพเจ้าเพื่อนำไปใช้ในการวิจัยดังกล่าว ทั้งนี้เพื่อให้เกิดการสร้างความรู้/องค์ความรู้ เพื่อประโยชน์แก่ส่วนรวมต่อไป โดยการวิจัยจะไม่มีการเกี่ยวข้อง เกี่ยวเนื่อง หรือมีผลกระทบต่อผู้ป่วยซึ่งเป็นเจ้าของฟันแต่อย่างใด

ลงนาม.....ผู้ยินยอม

(.....)

ลงนาม.....พยาน

(.....)

ลงนาม.....พยาน

(.....)

ลงนาม.....หัวหน้าโครงการวิจัย

(นส.ปวีณา คุณนาเมือง)

วันที่ให้คำยินยอมเข้าร่วมวิจัย วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

ตารางที่ 4 แสดงค่าเฉลี่ยความแข็งผิวเคลือบฟันของการทายาสีฟันแต่ละชนิดบนผิวเคลือบฟันก่อนแช่เครื่องดื่มโคลา

| group | £†* VHN | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Baseline | 0 min. | 30 min. | 60 min. | 120 min. |
| Sensodyne® Rapid Relief | 332.99±1.95 [a, b, c, d] | 293.31±15.72 [a, e, f, g, 1, 2] | 306.88±10.39 [b, e, 5, 6] | 312.00±10.39 [c, f, 9] | 317.62±8.90 [d, g, 12, 13] |
| Colgate Sensitive Pro-relief™ | 332.71±2.40 [h, i, j, k] | 286.84±13.68 [h, m, n, 3, 4] | 300.93±14.32 [i, 7, 8] | 309.75±11.98 [j, m, 10] | 313.87±12.68 [k, n, 14, 15] |
| Colgate Regular | 332.89±1.63 [A, B, C, D] | 253.17±20.25 [A, E, F, 1, 4] | 270.50±16.37 [B, G, 5, 7] | 289.85±10.12 [C, E, 11] | 289.85±14.21 [D, F, G, 12, 14] |
| Artificial saliva | 333.13±2.28 [H, I, J, K] | 236.63±21.94 [H, L, M, N, 2, 3] | 259.86±19.01 [I, L, 6, 8] | 272.59±18.23 [J, M, 9, 10, 11] | 275.14±18.48 [K, N, 13, 15] |

£ In rows, values with same letter are statistically different ($p<0.05$)

† In columns, values with same number are statistically different ($p<0.05$)

* Means (n=10) ± standard error of mean.

VHN Vickers hardness number

0 min. = applied toothpaste before being exposed to cola

30 min. = immersed in artificial saliva for 30 minutes

60 min. = immersed in artificial saliva for 60 minutes

120 min. = immersed in artificial saliva for 120 minutes

ตารางที่ 5 แสดงค่าเฉลี่ยความแข็งผิวเคลือบฟันของการทายาสีฟันแต่ละชนิดบนผิวเคลือบฟันหลังแช่เครื่องดื่มโคลา

| Group | £†* VHN | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Baseline | 0 min. | 30 min. | 60 min. | 120 min. |
| Sensodyne® Rapid Relief | 331.30±2.63 [a, b, c, d] | 248.62±22.08 [a, e, f, g] | 289.63±17.02 [b, e, h, 1, 2] | 297.26±15.26 [c, f, 5, 6] | 303.68±14.81 [d, g, h, 9, 10] |
| Colgate Sensitive Pro-relief™ | 331.73±1.82 [i, j, k, m] | 249.26±21.76 [j, n, o, p] | 286.85±13.92 [j, n, q, 3, 4] | 294.72±12.84 [k, o, 7, 8] | 301.99±13.13 [m, p, q, 11, 12] |
| Colgate Regular | 331.81±2.13 [A, B, C, D] | 245.50±17.34 [A, E, F, G] | 265.84±13.81 [B, E, H, 1, 3] | 273.77±14.88 [C, F, 5, 7] | 277.83±13.32 [D, G, H, 9, 11] |
| Artificial saliva | 331.66±1.80 [I, J, K, L] | 245.52±17.90 [I, M, N, O] | 255.75±14.20 [J, M, P, 2, 4] | 265.42±13.45 [K, N, 6, 8] | 269.39±13.76 [L, O, P, 10, 12] |

£ In rows, values with same letter are statistically different ($p<0.05$)

† In columns, values with same number are statistically different ($p<0.05$)

* Means (n=10) ± standard error of mean.

VHN Vickers hardness number

0 min. = applied toothpaste after being exposed to cola

30 min. = immersed in artificial saliva for 30 minutes

60 min. = immersed in artificial saliva for 60 minutes

120 min. = immersed in artificial saliva for 120 minutes

**ตารางที่ 6 ส่วนประกอบของสารที่ใช้ในการทดลอง**

| สาร | ส่วนประกอบ |
|---|---|
| ยาสีฟันคอลเกตเซนซิทีฟโปรรีลีฟ | Calcium carbonate, Water, Sorbitol, Arginine bicarbonate, Sodium lauryl sulfate, Flavor, Sodium monofluorophosphate 1450 ppm, Cellulose gum, Sodium bicarbonate, Potassium acesulfame, Sodium silicate, Xanthan gum, Sucralose |
| ยาสีฟันเซนโซดายน์แรปิดรีลีฟ | Water, Sorbitol, Hydrated silica, Glycerin, Strontium acetate, Sodium methyl cocoyl taurate, Xanthan gum, Titanium dioxide, Flavour, Sodium saccharin, Sodium fluoride 1040 ppm, Sodium methylparaben, Sodium propylparaben |
| ยาสีฟันคอลเกตรสยอดนิยม | Sodium monofluorophosphate 1000 ppm, Dicalcium phosphate dihydrate, Water, Glycerin, Sodium lauryl sulfate, Cellulose gum, Flavor, Tetrasodium pyrophosphate, Sodium saccharin |
| น้ำลายเทียม | Sodium carboxymethylcellulose, Sorbitol, Potassium chloride, Sodium chloride, Magnesium chloride, Calcium chloride, Xanthan gum, De-ionized water |

## ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวปวีณา คุณนาเมือง เกิดเมื่อวันที่ 2 พฤศจิกายน พ.ศ. 2525 ที่จังหวัดพิษณุโลก สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาทันตแพทยศาสตรบัณฑิต จากคณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร เมื่อเดือนมีนาคม พ.ศ. 2550 ได้เข้ารับราชการตำแหน่งทันตแพทย์ที่โรงพยาบาลบึงสามัคคี จังหวัดกำแพงเพชร ตั้งแต่ปีพ.ศ. 2550-2552 จากนั้นเข้ารับราชการตำแหน่งทันตแพทย์ที่โรงพยาบาลพุทธชินราช จังหวัดพิษณุโลก ตั้งแต่ปีพ.ศ. 2552-2554

ปัจจุบันศึกษาต่อในหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาทันตกรรมสำหรับเด็ก คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย