

ผลของสารคืนแร่ธาตุต่อรอยผุชั้นเนื้อฟันในฟันกรามน้ำนม : การศึกษาในห้องปฏิบัติการ



บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย

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 University Graduate School.

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาทันตกรรมสำหรับเด็ก ภาควิชาทันตกรรมสำหรับเด็ก
คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2559
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

EFFECT OF REMINERALIZING AGENTS ON DENTIN CARIES LESION IN PRIMARY TEETH :
IN VITRO STUDY

Miss Manee Karn Kongsomjit



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 2016

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์ ผลของสารคีนแร่อัตตอรรอยผู้ชั้นเนื้อฟันในฟันกรามน้ำนม
: การศึกษาในห้องปฏิบัติการ
โดย นางสาวมณีกาญจน์ คงสมจิตต์
สาขาวิชา ทันตกรรมสำหรับเด็ก
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก รองศาสตราจารย์ ทันตแพทย์หญิง วัชรภรณ์ ทศจันทร์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ศาสตราจารย์(พิเศษ) ทันตแพทย์หญิง ชูติมา ไตรรัตน์วร
กุล
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทันตแพทย์หญิง ดร. พนิดา ธัญญศรี
สังข์

คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยเป็นส่วน
หนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

..... คณบดีคณะทันตแพทยศาสตร์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทันตแพทย์ ดร.สุจิต พูลทอง)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์
..... ประธานกรรมการ
(ศาสตราจารย์ ทันตแพทย์ จินตกร คูวัฒนสุชาติ)
..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(รองศาสตราจารย์ ทันตแพทย์หญิง วัชรภรณ์ ทศจันทร์)
..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม
(ศาสตราจารย์(พิเศษ) ทันตแพทย์หญิง ชูติมา ไตรรัตน์วรกุล)
..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทันตแพทย์หญิง ดร. พนิดา ธัญญศรีสังข์)
..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์ ดร. รวี เถียรไพศาล)

มณีกาญจน์ คงสมจิตต์ : ผลของสารคืนแร่ธาตุต่อรอยผุชั้นเนื้อฟันในฟันกรามน้ำนม : การศึกษาในห้องปฏิบัติการ (EFFECT OF REMINERALIZING AGENTS ON DENTIN CARIES LESION IN PRIMARY TEETH : *IN VITRO* STUDY) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์
 หลัก: รศ. ทพญ. วัชรภรณ์ ทศจันทร์, อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม: ศ.(พิเศษ) ชุตินา ไตรรัตน์วรกุล, ผศ. ทพญ. ดร. พนิดา รัญญศิริสังข์, 93 หน้า.

วัตถุประสงค์การวิจัยนี้คือประเมินความถี่รอยผุ ความหนาแน่นแร่ธาตุรอยผุชั้นเนื้อฟัน และร้อยละการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นแร่ธาตุระหว่างการใช้ซิลเวอร์ไดอะมีนฟลูออไรด์ วาร์นิช ฟลูออไรด์ แก้วไอโอโนเมอร์ ร่วมกับยาสีฟันฟลูออไรด์เปรียบเทียบกับการใช้ยาสีฟันฟลูออไรด์เพียงอย่างเดียว โดยวัดความถี่รอยผุ ความหนาแน่นแร่ธาตุรอยผุชั้นเนื้อฟันด้วยเครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอรืระดับไมโครเมตร สุ่มแบ่งเป็นกลุ่มซิลเวอร์ไดอะมีนฟลูออไรด์ กลุ่มวาร์นิชฟลูออไรด์ กลุ่มแก้วไอโอโนเมอร์ ทั้งสามกลุ่มใช้ร่วมกับยาสีฟันฟลูออไรด์ กลุ่มยาสีฟันฟลูออไรด์ และกลุ่มควบคุม (น้ำปราศจากไอออน) นำรอยผุชั้นเนื้อฟันผ่านกระบวนการจำลองสภาวะการเปลี่ยนแปลงกรด-ด่างเป็นเวลา 5 วัน วัดความถี่รอยผุ ความหนาแน่นแร่ธาตุ วิเคราะห์หาร้อยละการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นแร่ธาตุด้วยเครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอรืระดับไมโครเมตร ผลการศึกษาหลังกลุ่มซิลเวอร์ไดอะมีนฟลูออไรด์มีความถี่รอยผุเฉลี่ยลดลงและมีความหนาแน่นแร่ธาตุเฉลี่ยเพิ่มขึ้น ($p=0.045$ และ $p=0.003$ ตามลำดับ) กลุ่มที่แก้วไอโอโนเมอร์มีความหนาแน่นแร่ธาตุเฉลี่ยเพิ่มขึ้น ($p=0.013$) ความถี่รอยผุเฉลี่ยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p=0.160$) กลุ่มวาร์นิชฟลูออไรด์ กลุ่มยาสีฟันฟลูออไรด์และกลุ่มควบคุมจะมีความถี่รอยผุเฉลี่ย ($p=0.455$, $p=0.172$ และ $p=0.384$ ตามลำดับ) และความหนาแน่นแร่ธาตุเฉลี่ย ($p=0.424$, $p=0.722$ และ $p=0.929$ ตามลำดับ) ไม่แตกต่างจากก่อนทดลองอย่างมีนัยสำคัญ รอยผุชั้นเนื้อฟันทั้ง 5 กลุ่มมีค่าร้อยละการเปลี่ยนแปลงแร่ธาตุเฉลี่ยแตกต่างกัน ($p<0.001$) กลุ่มซิลเวอร์ไดอะมีนฟลูออไรด์มีร้อยละการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นแร่ธาตุเฉลี่ยแตกต่างจากทุกกลุ่ม ($p<0.001$) และกลุ่มแก้วไอโอโนเมอร์มีร้อยละการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นแร่ธาตุเฉลี่ยแตกต่างจากกลุ่มยาสีฟันฟลูออไรด์ 1000 ส่วนในล้านส่วนและกลุ่มควบคุม ($p=0.018$ และ $p=0.015$) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ภาควิชา ทันตกรรมสำหรับเด็ก

ลายมือชื่อนิสิต

สาขาวิชา ทันตกรรมสำหรับเด็ก

ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก

ปีการศึกษา 2559

ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาร่วม

ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาร่วม

5675816132 : MAJOR PEDIATRIC DENTISTRY

KEYWORDS: FLUORIDE TOOTHPASTE / FLUORIDE VARNISH / GLASS IONOMER CEMENT
/ REMINERALIZATION / SILVER DIAMINE FLUORIDE

MANEEKARN KONGSOMJIT: EFFECT OF REMINERALIZING AGENTS ON DENTIN
CARIES LESION IN PRIMARY TEETH : *IN VITRO* STUDY. ADVISOR: ASSOC. PROF.
WACHARAPORN TASACHAN, DDS, CO-ADVISOR: PROF. CHUTIMA
TRAIRATVORAKUL, DDS, ASST. PROF. PANIDA THANYASRISUNG, DDS, PhD., 93
pp.

This study aimed to evaluate lesion depth (LD), mineral density (MD) and percent mineral density change (%MDchange) of dentin caries lesion in primary teeth after application of silver diamine fluoride (SDF), fluoride varnish (F varnish), glass ionomer cement (GIC) together with fluoride toothpaste versus fluoride toothpaste (F toothpaste) alone. The LD and MD of dentin caries lesion were measured by micro-computed tomography (microCT). Dentin caries lesions were randomly divided into SDF+F toothpaste, F varnish+F toothpaste, GIC+F toothpaste, F toothpaste and control group (deionized water). The dentin caries lesions were subjected to bacterial pH cycling for 5 days. The LD, MD and %MDchange of the caries lesions were investigated by microCT. After the experiment, dentin caries lesions applied with SDF+F toothpaste showed significant decreased in mean LD and increased in mean MD ($p=0.045$, $p=0.003$, respectively). The mean MD of GIC+F toothpaste showed significant increase ($p=0.013$), while the mean LD decrease. The difference in LD and MD of F varnish+F toothpaste, F toothpaste and control group were not significant (LD: $p=0.455$, $p=0.172$ and $p=0.384$, respectively), (MD: $p=0.424$, $p=0.722$ and $p=0.929$, respectively). The %meanMDchange of SDF+F toothpaste was significantly higher than other groups ($p<0.001$). The %meanMDchange of GIC+F toothpaste was higher than F toothpaste and control group ($p=0.018$ and $p=0.015$) at significant level 0.05

Department: Pediatric Dentistry

Student's Signature

Field of Study: Pediatric Dentistry

Advisor's Signature

Academic Year: 2016

Co-Advisor's Signature

Co-Advisor's Signature

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ทันทแพทย์หญิงวัชรภรณ์ ทศจันทร์ ศาสตราจารย์ พิเศษทันตแพทย์หญิงชุติมา ไตรรัตน์วรกุล และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทันทแพทย์หญิง ดร.พนิดา ัญญศรีสังข์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้มีส่วนสำคัญในการให้คำแนะนำ ดูแล ช่วยเหลือการทำวิทยานิพนธ์

ขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทันทแพทย์หญิง ดร.สรนันท์ จันทรางศุ ที่กรุณาให้คำปรึกษาทางสถิติเป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณคณะกรรมการสอบโครงร่างวิทยานิพนธ์และสอบวิทยานิพนธ์ทุกท่านที่ให้คำแนะนำ ชี้แนะข้อบกพร่องและแนวทางปรับปรุงแก้ไขวิทยานิพนธ์

ขอขอบพระคุณบุคคลากรและเจ้าหน้าที่ภาควิชาจุลชีววิทยา เจ้าหน้าที่ศูนย์วิจัยชีววิทยาช่องปาก ศูนย์วิจัยทันตวัสดุศาสตร์ คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยซึ่งมีส่วนสำคัญในการวิจัยนี้ให้สำเร็จลุล่วง

ขอกราบรำลึกพระคุณบิดามารดาผู้ก่อเกิดกาย น้อมระลึกถึงพระคุณครูอาจารย์ทุกท่าน ทั้งทางโลกและทางธรรม ทางธรรมมีครูนฤชล ศฤงคารศุภกุล และมีพระบรมศาสดาอรหันตสัมมาสัมพุทธเจ้าเป็นที่สุด

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญแผนผัง	ญ
สารบัญตาราง.....	ฎ
สารบัญรูป	ฏ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ความสำคัญและที่มาของปัญหาการวิจัย	1
คำถามการวิจัย	4
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	4
สมมติฐานการวิจัย	4
รูปแบบการวิจัย	5
ขอบเขตของการวิจัย.....	5
ข้อตกลงเบื้องต้น.....	5
ข้อจำกัดของการวิจัย	5
คำสำคัญ.....	5
กรอบแนวคิดการทำวิจัย.....	6
คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย	6
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	7
ผลประโยชน์ทับซ้อน.....	7
อุปสรรคที่อาจเกิดขึ้นและแนวทางป้องกันแก้ไข.....	7

ปัญหาจริยธรรม.....	7
บทที่ 2 วรรณกรรมปริทัศน์.....	9
โรคฟันผุ.....	9
ซิลเวอร์ไดอะมีนฟลูออไรด์ (Silver DiamineFluoride,Ag(NH ₃) ₂ F)	15
วาร์นิชฟลูออไรด์ (Fluoride varnish).....	19
ยาสีฟันฟลูออไรด์.....	27
แก้วไอโอโนเมอร์ (Glass ionomer cement).....	29
บทที่ 3 การดำเนินการวิจัย.....	33
ประชากรเป้าหมายและกลุ่มตัวอย่าง	33
ประชากรตัวอย่าง.....	33
กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา	33
หลักเกณฑ์ในการคัดเลือกตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา	33
การคำนวณขนาดของกลุ่มตัวอย่าง	33
อุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัย	35
วัสดุที่ใช้ในการทดลอง.....	36
สิ่งแทรกแซง	37
การดำเนินการวิจัย	37
การเก็บฟัน	37
การเตรียมชิ้นฟันตัวอย่าง	37
ขั้นตอนการวัดระยะทางการสูญเสียแร่ธาตุและความหนาแน่นของแร่ธาตุเฉลี่ยก่อนการ จำลองสภาวะช่องปากด้วยเครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ระดับไมโครเมตร	38
ขั้นตอนการทดลองทาสารหรือวัสดุที่ทำให้เกิดการคืนกลับแร่ธาตุ.....	41
ขั้นตอนการจำลองสภาพช่องปาก	42

ขั้นตอนการวัดความหนาแน่นของแร่ธาตุและความลึกของรอยผุด้วยเครื่องเอกซเรย์	
คอมพิวเตอร์ระดับไมโครเมตร	45
การเก็บรวบรวมข้อมูล	47
การวิเคราะห์ข้อมูล	48
บทที่ 4 ผลการดำเนินการวิจัย.....	50
ผลการศึกษา.....	50
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	55
อภิปรายผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	55
สรุปผลการวิจัย.....	62
รายการอ้างอิง	63
ภาคผนวก ก เอกสารผลการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์	78
ภาคผนวก ข เอกสารข้อมูลคำอธิบายสำหรับขอพิน เพื่อใช้ในการทำวิจัย (Inform consent) ..	79
ภาคผนวก ค เอกสารยินยอมเข้าร่วมการวิจัย (Consent Form).....	81
ภาคผนวก ง แสดงส่วนประกอบของสารที่ใช้ในการศึกษา	82
ภาคผนวก จ การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อแบคทีเรีย	83
ภาคผนวก ฉ รายละเอียดข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ	84
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์	93

สารบัญแผนผัง

แผนผังที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย	8
แผนผังที่ 2 การเตรียมสารละลายที่ทำให้เกิดการสูญเสียแร่ธาตุโดยเชื้อสเตร็ปโตค็อกคัส มีวแทนส์ และแลกโตบาซิลลัส เคซีไอ	44
แผนผังที่ 3 ขั้นตอนการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของความหนาแน่นแร่ธาตุ ระยะความลึกของรอยผุ และปริมาณแร่ธาตุในรอยผุที่สภาวะจำลองสภาวะในช่องปาก	46



สารบัญตาราง

ตารางที่ 1 แสดงปริมาณฟลูออไรด์และสารออกฤทธิ์ในวารนิชฟลูออไรด์.....	20
ตารางที่ 2 สรุปการศึกษาการใช้วารนิชฟลูออไรด์ในเด็ก.....	23
ตารางที่ 3 แสดงความถี่กรอຍฝูก่อนและหลังการทดลอง (ค่าเฉลี่ย \pm ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	51
ตารางที่ 4 แสดงความหนาแน่นแร่ธาตุเฉลี่ยก่อนและหลังการทดลอง (ค่าเฉลี่ย \pm ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	52
ตารางที่ 5 แสดงร้อยละการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นแร่ธาตุเฉลี่ย (ค่าเฉลี่ย \pm ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) และการเปรียบเทียบพหุคูณของร้อยละการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นแร่ธาตุเฉลี่ยในรอยฝูระหว่างกลุ่มต่าง ๆ	53
ตารางที่ 6 แสดงข้อมูลความถี่กรอຍฝู: MD (ไมโครเมตร) ความหนาแน่นแร่ธาตุ: LD (mg HA/cm ³) และร้อยละการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นแร่ธาตุ (% MDchange) ของรอยฝูธรรมชาติของแต่ละชั้นฟันตัวอย่างในกลุ่มซิลเวอร์ไดอะมีนฟลูออไรด์	86
ตารางที่ 7 แสดงข้อมูลความถี่กรอຍฝู: MD (ไมโครเมตร) ความหนาแน่นแร่ธาตุ: LD (mg HA/cm ³) และร้อยละการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นแร่ธาตุ (% MDchange) ของรอยฝูธรรมชาติของแต่ละชั้นฟันตัวอย่างในกลุ่มวารนิชฟลูออไรด์	87
ตารางที่ 8 แสดงข้อมูลความถี่กรอຍฝู: MD (ไมโครเมตร) ความหนาแน่นแร่ธาตุ: LD (mg HA/cm ³) และร้อยละการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นแร่ธาตุ (% MDchange) ของรอยฝูธรรมชาติของแต่ละชั้นฟันตัวอย่างในกลุ่มแก้วไอโอโนเมอร์	87
ตารางที่ 9 แสดงข้อมูลความถี่กรอຍฝู: MD (ไมโครเมตร) ความหนาแน่นแร่ธาตุ: LD (mg HA/cm ³) และร้อยละการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นแร่ธาตุ (% MDchange) ของรอยฝูธรรมชาติของแต่ละชั้นฟันตัวอย่างในกลุ่มยาสีฟันฟลูออไรด์	88
ตารางที่ 10 แสดงข้อมูลความถี่กรอຍฝู: MD (ไมโครเมตร) ความหนาแน่นแร่ธาตุ: LD (mg HA/cm ³) และร้อยละการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นแร่ธาตุ (% MDchange) ของรอยฝูธรรมชาติของแต่ละชั้นฟันตัวอย่างในกลุ่มควคุม	88
ตารางที่ 11 แสดงการวิเคราะห์การกระจายของข้อมูลของความหนาแน่นแร่ธาตุเฉลี่ย ความถี่กรอຍฝูเฉลี่ย และร้อยละการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นแร่ธาตุเฉลี่ย (Test of Normality: Shapiro-Wilk test).....	89

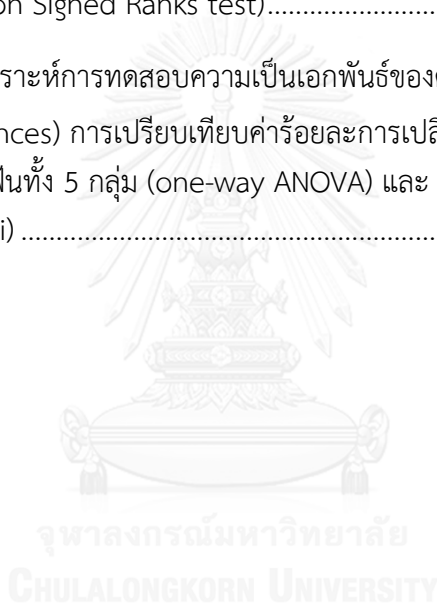
ตารางที่ 12 แสดงการวิเคราะห์การทดสอบความเป็นเอกพันธ์ของความแปรปรวน (Test of Homogeneity of Variances) และความแตกต่างระหว่างความถี่กระจายของรอยผู้ขึ้นเนื้อฟัน 5 กลุ่มก่อนการทดลอง (one-way ANOVA) 90

ตารางที่ 13 แสดงการวิเคราะห์การทดสอบความแตกต่างระหว่างความหนาแน่นแร่ธาตุเฉลี่ยของรอยผู้ขึ้นเนื้อฟัน 5 กลุ่มก่อนการทดลอง (Kruskal-Wallis Test) 90

ตารางที่ 14 แสดงการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงความถี่กระจายของรอยผู้ขึ้นเนื้อฟันทั้ง 5 กลุ่มก่อนและหลังการทดลอง (dependent-T-test)..... 90

ตารางที่ 15 การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นแร่ธาตุเฉลี่ยขึ้นฟันทั้ง 5 กลุ่มก่อนและหลังการทดลอง (Wilcoxon Signed Ranks test)..... 91

ตารางที่ 16 แสดงการวิเคราะห์การทดสอบความเป็นเอกพันธ์ของความแปรปรวน (Test of Homogeneity of Variances) การเปรียบเทียบค่าร้อยละการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นแร่ธาตุเฉลี่ยในรอยผู้ขึ้นเนื้อฟันทั้ง 5 กลุ่ม (one-way ANOVA) และ เปรียบเทียบพหุคูณด้วยวิธีของบอนเฟอโรนี (Bonferroni) 91



สารบัญรูป

รูปที่ 1 แสดงขั้นตอนการเตรียมชิ้นฟันตัวอย่างและการกำหนดจุดและเส้นอ้างอิงสำหรับ เครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ระดับไมโครเมตร.....	40
---	----



บทที่ 1

บทนำ

ความสำคัญและที่มาของปัญหาการวิจัย

ฟันผุในเด็กที่ไม่ได้รับการรักษาจะมีต่อคุณภาพชีวิตทั้งทางร่างกายและจิตใจ ผู้ป่วยไม่สามารถดำเนินชีวิตประจำวันได้อย่างปกติ ความเจ็บปวดและความไม่สบายที่มีสาเหตุจากฟันทำให้ผู้ป่วยนอนไม่หลับ ขาดเรียน นอกจากนี้ปัญหาการสูญเสียฟันจะทำให้ผู้ป่วยมีประสิทธิภาพในการเคี้ยวอาหารลดลง ทำให้ได้รับสารอาหารไม่เพียงพอ ในเด็กก่อนวัยเรียนจะทำให้น้ำหนักและการเจริญเติบโตลดลง^[3] มีปัญหาในการพูดออกเสียง ไม่กล้ายิ้ม ขาดความมั่นใจในการเข้าสังคม ผู้ปกครองต้องพาผู้ป่วยไปรักษาทำให้ต้องลางาน ขาดรายได้จากการทำงาน เสียเวลาและค่าใช้จ่ายในการรักษา^[4, 5]

โรคฟันผุเป็นโรคติดเชื้อซึ่งเป็นกระบวนการระหว่างการสูญเสียและการคืนกลับของแร่ธาตุ โดยที่น้ำลาย อาหาร และแบคทีเรียหลากหลายชนิดจะประกอบรวมกันเป็นแผ่นชีวภาพ (biofilm) อยู่ที่พื้นผิวของฟัน เมื่อแผ่นชีวภาพมีอายุมากขึ้นแบคทีเรียในแผ่นชีวภาพที่สามารถผลิตและทนในสถานะที่เป็นกรดได้จะย่อยอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรตจนได้พลังงานและมีผลพลอยได้คือกรดอินทรีย์ซึ่งจะทำให้เกิดการสูญเสียแร่ธาตุของผิวฟัน แบคทีเรียที่มีบทบาทสำคัญและมีการศึกษาวิจัยมากได้แก่แบคทีเรียชนิด *สเตรปโตค็อกคัส มิวแทนส์* (*Streptococcus mutans*) ซึ่งเป็นแบคทีเรียที่ทำให้เกิดฟันผุในระยะแรก และเชื้อแบคทีเรียในกลุ่มสายพันธุ์ *แลคโตบาซิลลัส* (*Lactobacillus spp.*) ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการเกิดฟันผุในชั้นเนื้อฟัน นอกจากนี้ความถี่ของการรับประทาน ลักษณะและชนิดของคาร์โบไฮเดรตยังส่งผลต่อการเกิดฟันผุ อาหารที่มีลักษณะเหนียวติดฟันและมีซูโครสเป็นส่วนประกอบจะส่งเสริมทำให้เกิดกรดได้มากและมีระยะเวลาที่ฟันสัมผัสกับกรดได้นานขึ้นส่งผลให้เกิดฟันผุได้มากขึ้น ในช่องปากจะมีน้ำลายทำหน้าที่เจือจาง รักษาสมดุลกรดต่างในช่องปากและทำให้เกิดกระบวนการคืนกลับของแร่ธาตุที่ผิวฟันทำให้เคลือบฟันมีความแข็งแรงมากขึ้น นอกจากนี้ยังมีปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดการลุกลามและความรุนแรงของโรคฟันผุได้แก่ตัวฟันสิ่งแวดล้อมในช่องปาก อาหาร และเชื้อแบคทีเรีย นอกจากนี้การเลี้ยงดู พฤติกรรมการรับประทานอาหาร การดูแลสุขภาพ

ช่องปาก กรรมพันธุ์ สังคมและวัฒนธรรม ระดับการศึกษา เศรษฐฐานะยังมีต่อผลการเกิดฟันผุในผู้ป่วย อีกด้วย

ในอดีตการขาดความรู้ในกระบวนการเกิดโรคฟันผุและเทคโนโลยีระบบบูรณะฟันยังมี ข้อจำกัด การจัดการรอยผุในอดีตจึงต้องกำจัดเนื้อฟันส่วนที่ผุออกทั้งส่วนที่มีเชื้อแบคทีเรีย (infected dentin) และส่วนที่ไม่มีเชื้อแบคทีเรีย (affected dentin) แล้วแทนที่ด้วยวัสดุบูรณะ ซึ่งต้องอาศัย อุปกรณ์และวัสดุต่าง ๆ รวมทั้งผู้รักษาต้องได้รับการฝึกฝนและมีความชำนาญ จึงทำให้มีค่าใช้จ่ายในการรักษาที่สูงอีกทั้งยังทำให้สูญเสียเนื้อฟันเป็นจำนวนมาก แต่ในปัจจุบันความรู้ที่เกี่ยวกับ กระบวนการการเกิดฟันผุและกระบวนการคืนแร่ธาตุ ตลอดจนมีวัสดุหรือสารที่ช่วยในการคืนแร่ธาตุ หรือมีระบบการยึดติดระหว่างวัสดุบูรณะกับฟันที่มีการพัฒนามากยิ่งขึ้น ทำให้หลักการการจัดการ รอยผุเปลี่ยนเป็นแนวคิดในการกรอดัดเนื้อฟันให้น้อยที่สุด (minimal intervention) ในผู้ป่วยที่มีฟัน ที่ผุในระยะลุกลามจะเน้นการหยุดการลุกลามของโรคและการพยายามอนุรักษ์เนื้อฟันไว้มากที่สุด^[6]

การหยุดยั้งการดำเนินของโรคฟันผุและการคืนแร่ธาตุในผู้ป่วยเด็กเล็กในชุมชนควรเป็น วิธีการไม่ยุ่งยากซับซ้อน ค่าใช้จ่ายน้อยและมีประสิทธิภาพในการยับยั้งและป้องกันฟันผุ การใช้ยาสี ฟันฟลูออไรด์เป็นการใช้ฟลูออไรด์เฉพาะที่ที่มีการใช้อย่างแพร่หลายโดยประชาชนทำให้ระดับ ฟลูออไรด์ในช่องปากสูงขึ้น^[7] และลดอุบัติการณ์การเกิดฟันผุในฟันน้ำนม^[8, 9] การทาฟลูออไรด์ เฉพาะที่โดยทันตแพทย์เช่นการทาวาร์นิชฟลูออไรด์จะช่วยยับยั้งรอยผุบริเวณหลุมร่องฟันน้ำนมในชั้น เคลือบฟัน^[10] และด้านประชิดของฟันกรามแท้ในชั้นเคลือบฟัน^[11, 12] ในเด็กก่อนวัยเรียนการทา วาร์นิชฟลูออไรด์และซิลเวอร์ไดอะไมนฟลูออไรด์จะป้องกันการเกิดฟันผุได้มากกว่ากลุ่มที่ไม่ได้รับการ ทาฟลูออไรด์แต่ซิลเวอร์ไดอะไมนฟลูออไรด์จะสามารถยับยั้งรอยผุได้มากกว่าวาร์นิชฟลูออไรด์^[13] และ พบว่าซิลเวอร์ไดอะไมนฟลูออไรด์มีความสามารถในการต้านเชื้อแบคทีเรียที่ทำให้เกิดแผ่นชีวภาพบน ฟันในห้วงปฏิบัติการซึ่งเป็นสาเหตุของการเกิดฟันผุ^[14, 15] เนื้อฟันที่ทาซิลเวอร์ไดอะไมนฟลูออไรด์จะมี ความแข็งแรงระดับจุลภาคมากขึ้น^[16] มีการเกิดแคลเซียมฟลูออไรด์ช่วยยับยั้งการสูญเสียแร่ธาตุและ ลดการสลายของคอลลาเจนในเนื้อฟัน^[17] แต่เคลือบฟันที่ทาด้วยวาร์นิชฟลูออไรด์จะมีความแข็งแรง

และการสูญเสียแร่ธาตุน้อยกว่าเคลือบฟันที่ทาด้วยซิลเวอร์ไดอะมีนฟลูออไรด์เมื่ออยู่ในการจำลองภาวะความเป็นกรด-ด่าง^[18]

นอกจากการใช้ฟลูออไรด์เฉพาะที่เพื่อยับยั้งรอยผุแล้ว วิธีการควบคุมและยับยั้งรอยผุสามารถทำได้โดยการกำจัดรอยผุด้วยวิธีเชิงกล (Atraumatic restorative treatment) ซึ่งการเตรียมโพรงฟันจะใช้เครื่องมือตักเพื่อกำจัดเนื้อฟันที่ผุจากนั้นบูรณะด้วยวัสดุที่สามารถยึดติดกับเนื้อฟันได้ วัสดุที่ใช้ได้แก่แก้วไอโอโนเมอร์หรือแก้วไอโอโนเมอร์ชนิดโมดิฟายด์หรือคอมโพสิตเรซิน^[19] การใช้แก้วไอโอโนเมอร์บูรณะฟันที่มีรอยผุจะมีการปล่อยฟลูออไรด์และช่วยให้เกิดการคืนกลับของแร่ธาตุได้^[20] การวิเคราะห์ทอกราฟีของ Van't Hof และคณะ ปี 2006^[21] พบว่าในการบูรณะด้วยวิธีการกำจัดรอยผุเชิงกลจะใช้แก้วไอโอโนเมอร์ที่มีความหนืดสูงในการบูรณะฟันด้านเดียวจะมีอัตราการคงอยู่ของวัสดุสูงทั้งในฟันแท้และฟันน้ำนม อย่างไรก็ตามการปล่อยฟลูออไรด์ของแก้วไอโอโนเมอร์ชนิดที่มีฟลูออไรด์สูง (Fuji VII®) ในวันแรกสารละลายที่เป็นกลางจะมีการปล่อยฟลูออไรด์มากกว่าแก้วไอโอโนเมอร์ที่มีความหนืดสูง (Fuji IX GP®) ประมาณ 3.5 เท่า^[22] นอกจากนี้แก้วไอโอโนเมอร์ชนิดที่มีฟลูออไรด์สูง (Fuji VII®) จะมีการปล่อยฟลูออไรด์มากกว่าวัสดุชนิดอื่น^[23] แม้ว่าการใช้แก้วไอโอโนเมอร์ชนิดที่มีฟลูออไรด์สูง (Fuji VII®) ในการบูรณะฟันเพื่อยับยั้งรอยผุในระยะเวลา 2 ปี จะมีวัสดุเหลือร้อยละ 3.5 แต่อัตราการยับยั้งรอยผุได้ใกล้เคียงกับการทาฟันที่มีรอยผุด้วยสารละลายซิลเวอร์ไดอะมีนฟลูออไรด์ปีละ 1 ครั้งอีกทั้งการใช้แก้วไอโอโนเมอร์บูรณะเพื่อยับยั้งฟันผุในทางคลินิกจะทำให้มีความสวยงามมากกว่าการทาสารละลายซิลเวอร์ไดอะมีนฟลูออไรด์โดยเฉพาะเมื่อใช้ในการบูรณะฟันหน้า แต่การบูรณะฟันด้วยแก้วไอโอโนเมอร์จะมีค่าใช้จ่ายสูงกว่า ต้องอาศัยความชำนาญของทันตแพทย์ ความร่วมมือของเด็ก และใช้เวลาในการรักษามากกว่าการทารอยผุด้วยสารละลายซิลเวอร์ไดอะมีนฟลูออไรด์^[24]

เนื่องจากการใช้วัสดุหรือสารที่ช่วยในการคืนแร่ธาตุที่ใช้กับรอยผุชั้นเนื้อฟันมีหลายชนิด และไม่มีการศึกษาใดที่เปรียบเทียบระหว่างการใช้สารที่ช่วยคืนแร่ธาตุในชั้นเนื้อฟันน้ำนมโดยตรง การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความแตกต่างของการเปลี่ยนแปลงแร่ธาตุในชั้นเนื้อฟันของฟันกรามน้ำนมที่มีรอยผุในชั้นเนื้อฟันโดยใช้เชื้อชนิด *สเตรปโตค็อกคัส มิวแทนส์* (*Streptococcus mutans*)

และเชื้อแลคโตบาซิลลัส เคซีไอ (*Lactobacillus casei*) ระหว่างการใช้สารละลายซิลเวอร์ไดอะมีน ฟลูออไรด์ร้อยละ 38 วาร์นิซฟลูออไรด์ชนิดโซเดียมฟลูออไรด์ร้อยละ 5 (Duraphat®) แก้วไอโอโนเมอร์ (Fuji VII®) ชนิดแคปซูลและการใช้ยาสีฟันฟลูออไรด์ 1000 ส่วนในล้านส่วนที่อยู่ในสภาวะจำลองในช่องปากที่มีเชื้อ *สเตรปโตค็อกคัส มิวแทนส์* และแลคโตบาซิลลัส เคซีไอ เพื่อการจำลองการสูญเสียแร่ธาตุและน้ำลายเทียมเพื่อจำลองการคืนแร่ธาตุเพื่อเป็นข้อมูลประกอบในการตัดสินใจในการเลือกใช้สารหรือวัสดุที่ช่วยการคืนแร่ธาตุทางคลินิกต่อไป

คำถามการวิจัย

การใช้สารละลายซิลเวอร์ไดอะมีนฟลูออไรด์ร้อยละ 38 วาร์นิซฟลูออไรด์ชนิดโซเดียมฟลูออไรด์ร้อยละ 5 (Duraphat®) แก้วไอโอโนเมอร์ (Fuji VII®) ชนิดแคปซูลและยาสีฟันฟลูออไรด์ 1000 ส่วนในล้านส่วน มีความสามารถในการคืนแร่ธาตุในรอยผุชั้นเนื้อฟันธรรมชาติแตกต่างกันหรือไม่เมื่อรอยผุอยู่ในสภาวะจำลองในช่องปากที่มีเชื้อ *สเตรปโตค็อกคัส มิวแทนส์* และแลคโตบาซิลลัส เคซีไอ เพื่อการจำลองการสูญเสียแร่ธาตุและน้ำลายเทียมเพื่อจำลองการคืนแร่ธาตุ

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อเปรียบเทียบผลการคืนแร่ธาตุของการใช้สารละลายซิลเวอร์ไดอะมีนฟลูออไรด์ร้อยละ 38 วาร์นิซฟลูออไรด์ชนิดโซเดียมฟลูออไรด์ร้อยละ 5 (Duraphat®) แก้วไอโอโนเมอร์ (Fuji VII®) ชนิดแคปซูลและยาสีฟันฟลูออไรด์ 1000 ส่วนในล้านส่วน ในรอยผุชั้นเนื้อฟันธรรมชาติที่อยู่ในสภาวะจำลองในช่องปากที่มีเชื้อ *สเตรปโตค็อกคัส มิวแทนส์* ร่วมกับ แลคโตบาซิลลัส เคซีไอ เพื่อการจำลองการสูญเสียแร่ธาตุและน้ำลายเทียมเพื่อจำลองการคืนแร่ธาตุ

สมมติฐานการวิจัย

การใช้สารละลายซิลเวอร์ไดอะมีนฟลูออไรด์ร้อยละ 38 วาร์นิซฟลูออไรด์ที่มีโซเดียมฟลูออไรด์ร้อยละ 5 (Duraphat®) แก้วไอโอโนเมอร์ (Fuji VII®) ชนิดแคปซูลและยาสีฟันฟลูออไรด์ 1000 ส่วนในล้านส่วน เมื่อใช้ในรอยผุธรรมชาติชั้นเนื้อฟันที่อยู่ในสภาวะจำลองในช่องปากที่มีเชื้อ *สเตรปโตค็อกคัส มิวแทนส์* และแลคโตบาซิลลัส เคซีไอ ร่วมกับการจำลองการสูญเสียแร่ธาตุและน้ำลายเทียมเพื่อจำลองการคืนแร่ธาตุ จะมีความสามารถในการคืนแร่ธาตุแตกต่างกัน

รูปแบบการวิจัย

การวิจัยเชิงทดลองในห้องปฏิบัติการ (Laboratory experimental research)

ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาผลในการคืนแร่ธาตุในรอยผุธรรมชาติชั้นเนื้อฟันของฟันกรามน้ำนม อยู่ในสภาวะจำลองในช่องปากที่มีเชื้อสเตรปโตค็อกคัส มิวแทนส์ และเชื้อแลกโตบาซิลลัส เคซิไอ สลับกับน้ำลายเทียมโดยใช้ฟันกรามน้ำนมที่ถอนแล้ว

ข้อตกลงเบื้องต้น

1. ขึ้นฟันตัวอย่างแต่ละชิ้นตัดจากฟันกรามน้ำนมที่มีรอยผุในระดับชั้นนอก 1/3 ถึงระดับกลาง 1/3 ของความหนาชั้นเนื้อฟัน (outer 1/3-middle 1/3 of dentin)
2. การเตรียมชิ้นทดสอบและทดลองใช้ผู้วิจัยเพียงคนเดียว

ข้อจำกัดของการวิจัย

1. การศึกษานี้ทำในห้องปฏิบัติการจึงไม่สามารถจำลองหรือควบคุมสภาวะเช่นเดียวกับในช่องปากได้ทั้งหมด ดังนั้นจึงไม่สามารถนำผลการวิจัยที่ได้สรุปสภาวะการใช้งานจริงในช่องปากได้อย่างสมบูรณ์ เมื่อใช้งานทางคลินิกควรพิจารณาถึงลักษณะของรอยผุ ระยะเวลาที่ฟันอยู่ในช่องปาก สภาวะการดูแลสุขภาพช่องปาก ตลอดจนความร่วมมือของผู้ป่วยในการรักษา
2. ในชั้นฟันตัวอย่างกลุ่มทดลองไม่สามารถปกปิดผู้ทำการวิจัยได้เนื่องจากสารหรือวัสดุที่ใช้มีสีที่แตกต่างกัน

คำสำคัญ

1. การคืนแร่ธาตุ (remineralization)
2. แก้วไอออนเมอร์ (Glass Ionomer Cement: Fuji VII[®])
3. ซิลเวอร์ไดอะมีนฟลูออไรด์ (Silver diamine fluoride)
4. ยาสีฟันฟลูออไรด์ 1000 ส่วนในล้านส่วน
5. รอยผุชั้นเนื้อฟัน (demineralized dentin)
6. แลคโตบาซิลลัส เคซิไอ (*Lactobacillus casei*)
7. วาร์นิชฟลูออไรด์ (Fluoride vanish: Duraphat[®])

8. สเตร็ปโตค็อกคัส มิวแทนส์ (*Streptococcus mutans*)

กรอบแนวคิดการทำวิจัย

เป็นการทดลองผลของสารหรือวัสดุที่ช่วยในการส่งเสริมการคืนแร่ธาตุ 4 ชนิดได้แก่

1. สารละลายซิลเวอร์ไดอะมีนฟลูออไรด์ร้อยละ 38
2. วาร์นิชฟลูออไรด์ (โซเดียมฟลูออไรด์ร้อยละ 5 Duraphat®)
3. แก้วไอโอโนเมอร์ (Fuji VII®) ชนิดแคปซูล
4. ยาสีฟันฟลูออไรด์ 1000 ส่วนในล้านส่วน (ฟลูโอคาริล คิเดส์ 6+ กรีน กลิ่นโคล่า)

ในรอยผุธรรมชาติชั้นเนื้อฟันของฟันกรามน้ำนมในห้องปฏิบัติการโดยจำลองสภาวะในช่องปากที่มีเชื้อสเตร็ปโตค็อกคัส มิวแทนส์ และเชื้อแลกโตบาซิลลัส เคซิไอ เพื่อการสูญเสียแร่ธาตุและน้ำลายเทียมเพื่อการคืนแร่ธาตุ

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

1. กลุ่มทดลอง คือ ชั้นส่วนของฟันกรามน้ำนมที่มีรอยผุธรรมชาติในชั้นเนื้อฟันที่ได้รับการทาสารหรือวัสดุที่ช่วยในการส่งเสริมการคืนแร่ธาตุได้แก่
 - สารละลายซิลเวอร์ไดอะมีนฟลูออไรด์ร้อยละ 38 หรือ
 - วาร์นิชฟลูออไรด์ (โซเดียมฟลูออไรด์ร้อยละ 5 Duraphat®) หรือ
 - แก้วไอโอโนเมอร์ (Fuji VII®) ชนิดแคปซูล หรือ
 - ยาสีฟันฟลูออไรด์ 1000 ส่วนในล้านส่วน (ฟลูโอคาริล คิเดส์ 6+ กรีน กลิ่นโคล่า)
2. กลุ่มควบคุม คือ ชั้นส่วนของฟันกรามน้ำนมที่มีรอยผุธรรมชาติในชั้นเนื้อฟันที่ทำน้ำปราศจากอีออน ปราศจากเชื้อ
3. ฟันตัวอย่าง คือ ฟันกรามน้ำนมที่ถอนออกมา
4. ชั้นฟันตัวอย่าง คือ ชั้นฟันที่ตัดจากฟันกรามน้ำนมมีรอยผุชั้นเนื้อฟันระดับชั้นนอก 1/3 ถึงระดับกลาง 1/3 ของความหนาของเนื้อฟันที่ปราศจากรอยแตก หรือมีวัสดุบูรณะ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

เป็นการศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสารหรือวัสดุที่ช่วยในการคืนแร่ธาตุโดยการใช้ฟลูออไรด์เฉพาะที่ซึ่งใช้โดยทันตแพทย์ ได้แก่สารละลายซิลเวอร์ไดอะไมนฟลูออไรด์ วาร์นิชฟลูออไรด์ และการใช้ยาสีฟันฟลูออไรด์ที่เป็นการใช้ฟลูออไรด์เฉพาะที่ที่ประชาชนใช้ในชีวิตประจำวัน และการบูรณะด้วยแก้วไอโอโนเมอร์ชนิดแก้วไอโอโนเมอร์ (Fuji VII®) ชนิดแคปซูลที่มีการปล่อยฟลูออไรด์สูง ความรู้ที่ได้จากงานวิจัยจะทำให้ทันตแพทย์ที่สนใจสามารถวิจัยต่อทางคลินิก หรือเป็นแนวทางในการเลือกวัสดุหรือสารที่รักษายับยั้งรอยผุหรือคืนกลับแร่ธาตุในชั้นเนื้อฟันให้เหมาะสมกับผู้ป่วยทั้งในการรักษาเฉพาะบุคคลและการจัดการรอยผุในผู้ป่วยในทางทันตกรรมชุมชนต่อไป

ผลประโยชน์ทับซ้อน

ในการวิจัยนี้ไม่ได้รับการสนับสนุนจากผลิตภัณฑ์ใด ๆ ที่นำมาใช้ในการทดลอง จึงไม่มีผลประโยชน์ทับซ้อนในการทำวิจัย

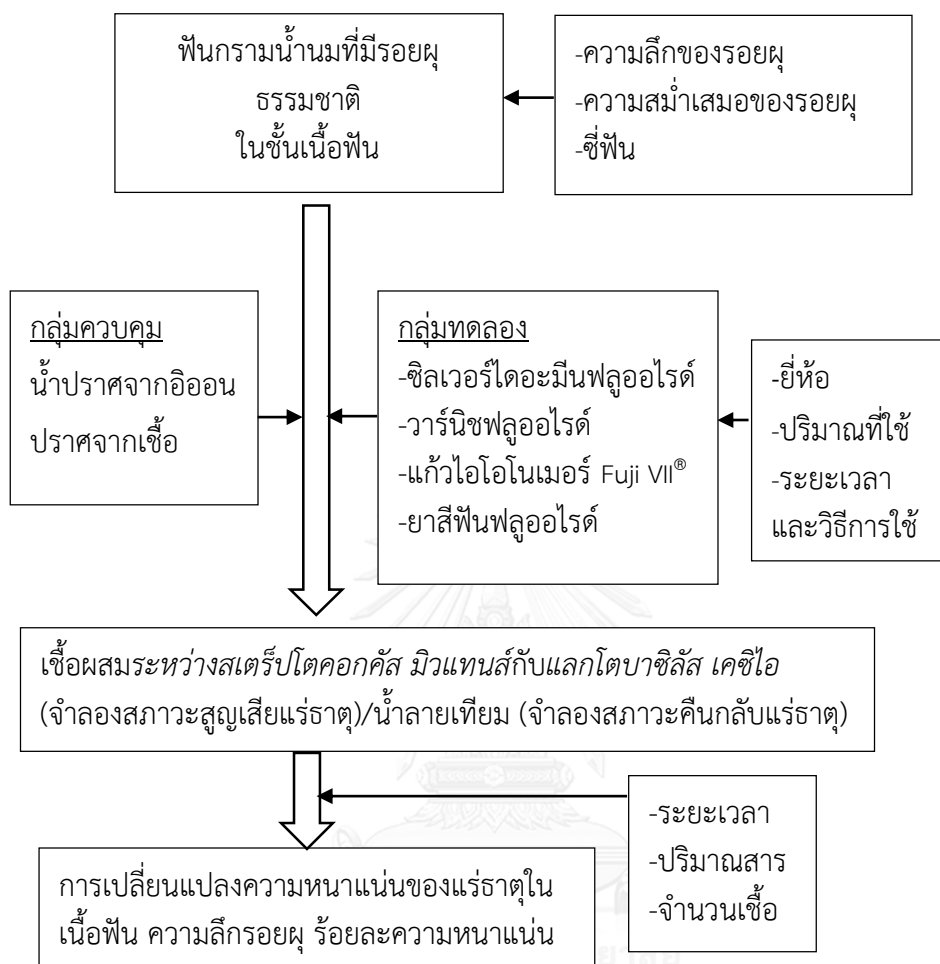
อุปสรรคที่อาจเกิดขึ้นและแนวทางป้องกันแก้ไข

1. จำนวนฟันไม่เพียงพอหรือฟันมีขนาดเล็กทำให้ไม่สามารถตัดฟันได้ แนวทางป้องกันคือเพิ่มสถานที่และระยะเวลาในการจัดเก็บฟันน้ำนมเพื่อได้จำนวนฟันเพียงพอต่อการทดลอง
2. มีการปนเปื้อนของเชื้อที่ไม่ใช่เชื้อสเตรปโตค็อกคัส มิวแทนส์ และเชื้อแล็กโตบาซิลลัส เคซิไอ แนวทางป้องกันคือระหว่างการทดลองควรใช้หลักการปลอดเชื้อ (aseptic technique) เพื่อป้องกันเชื้ออื่นเข้ามาปนเปื้อนในการทดลอง

ปัญหาจริยธรรม

ไม่มี

กรอบแนวคิดการวิจัย



แผนผังที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

บทที่ 2

วรรณกรรมปริทัศน์

โรคฟันผุ

โรคฟันผุเป็นโรคเรื้อรังที่เกิดการทำลายโครงสร้างของฟันเนื่องจากเกิดการสูญเสียแร่ธาตุในระยะแรกจะมีรอยขุนขาวเมื่อรอยผุลุกลามจะทำให้เกิดการทำลายของเคลือบฟัน เนื้อฟัน และทะลุโพรงประสาทฟันโดยกรดที่มาจากกระบวนการเมแทบอลิซึมคาร์โบไฮเดรตของแบคทีเรีย สาเหตุในการเกิดฟันผุจะเกิดจากหลายสาเหตุร่วมกัน ได้แก่ตัวฟัน อัตราการไหลและส่วนประกอบของน้ำลาย พฤติกรรมการทำความสะอาดช่องปาก ปัจจัยของเชื้อ และความถี่ในการบริโภคอาหารในกลุ่มของคาร์โบไฮเดรต^[25]

พื้นผิวฟันที่สะอาดจากการขัดหรือการแปรงฟันหรือเมื่อฟันเริ่มขึ้นในช่องปากพื้นผิวจะปกคลุมด้วยไกลโคโปรตีน (glycoprotein) ซึ่งมาจากส่วนประกอบของน้ำลาย รวมตัวประกอบเป็นแผ่นคราบน้ำลาย (acquired pellicle) โดยมีความหนาประมาณ 0.1-3 ไมโครเมตร^[26] นอกจากแผ่นคราบน้ำลายจะช่วยในการป้องกันการละลายแร่ธาตุจากผิวฟันแล้วยังช่วยทำให้เกิดการหล่อนซึ่งเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการบดเคี้ยว โปรตีนที่ประกอบเป็นแผ่นคราบน้ำลายจะมีตัวรับ (receptor) หลายชนิดสำหรับการยึดเกาะและตั้งถิ่นฐานของแบคทีเรีย^[27] แบคทีเรียกลุ่มแรกที่เกาะติดพื้นผิวของฟันบนแผ่นคราบน้ำลายได้แก่ *สเตรปโตค็อกคัส แชนควินิส (Streptococcus sanguinis)* *สเตรปโตค็อกคัส ออราลิส (Streptococcus oralis)* *สเตรปโตค็อกคัส ไมติส (Streptococcus mitis)* เมื่อคราบจุลินทรีย์มีอายุมากขึ้นจะพบแบคทีเรียในกลุ่มสายพันธุ์ *แอกติโนมัยซิส (Actinomyces spp.)* มากขึ้น^[28]

สิ่งแวดล้อมในคราบจุลินทรีย์บนผิวฟันเป็นพลวัต แบคทีเรียที่อยู่ในคราบจุลินทรีย์จะได้รับการป้องกันอันตรายจากสารเคมีต่าง ๆ เช่นยาปฏิชีวนะ หรือคลอเฮกซิดีน นอกจากนี้แบคทีเรียแต่ละชนิดจะมีปฏิสัมพันธ์กันหลากหลาย เช่นการพึ่งพา หรือการผลิตสารออกมาเพื่อยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียชนิดอื่น หรือมีการแลกเปลี่ยนสารพันธุกรรม เป็นต้น^[29] เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อมในช่องปากจะมีผลต่อสมดุลของแบคทีเรียในคราบจุลินทรีย์ เมื่อระดับความเป็นกรด-ด่าง

ต่ำลงในเวลาสั้น ๆ ในคราบจุลินทรีย์จะมีระบบรักษาสมดุลที่ปรับเปลี่ยนให้ระดับความเป็นกรด-ด่างสูงขึ้น แต่เมื่อสิ่งแวดล้อมในช่องปากมีความเป็นกรดมากขึ้นจากสภาวะต่าง ๆ เช่น น้ำลายน้อย หรือมีความถี่ในการรับประทานอาหารชนิดคาร์โบไฮเดรตสูง นอกจากกรดที่เกิดขึ้นจะทำลายผิวเคลือบฟันแล้ว ยังทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงชนิดและสัดส่วนของแบคทีเรียที่อยู่ในคราบจุลินทรีย์เป็นแบคทีเรียในกลุ่มที่มีคุณสมบัติในการสร้างกรด (acidogenicity) และสามารถดำรงอยู่ในสภาวะความเป็นกรดได้ (acidurance) โดยแบคทีเรียในกลุ่มที่ไม่ใช่มีวแทนส์ สเตรปโตค็อกคัสจะลดจำนวนลงและเปลี่ยนเป็นกลุ่มที่ไม่ใช่มีวแทนส์ สเตรปโตค็อกคัสที่สามารถทนต่อสภาวะความเป็นกรด-ต่างต่ำได้ (low-pH non-mutans streptococci) เช่นแบคทีเรียกลุ่มสายพันธุ์แอกติโนมัยซีสจะมีปริมาณเพิ่มมากขึ้น เมื่อสิ่งแวดล้อมมีความเป็นกรดมากขึ้นอย่างต่อเนื่องจะพบแบคทีเรียในกลุ่มมีวแทนส์ สเตรปโตค็อกคัสได้ในสัดส่วนที่เพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังสามารถพบแบคทีเรียในกลุ่มสายพันธุ์ *แลคโตบาซิลลัส* (*Lactobacillus* spp.) *พรีโวลเทลเล* (*Prevotellae* spp.) และ *ไบฟิโดแบคทีเรียม* (*Bifidobacterium* spp.)^[30]

แบคทีเรียในกลุ่มมีวแทนส์ สเตรปโตค็อกคัสเป็นแบคทีเรียที่มีความสำคัญเกี่ยวข้องกับกระบวนการเกิดฟันผุโดยเฉพาะอย่างยิ่งเชื้อ *สเตรปโตค็อกคัส มีวแทนส์ ซีโรไทป์ ซี* เป็นสายพันธุ์ที่ทำให้เกิดฟันผุในมนุษย์ซึ่งมีความสามารถในการยึดติดกับผิวฟัน ผลิตรกรดและทนอยู่ในสิ่งแวดล้อมที่เป็นกรดได้^[31] ทำให้สภาพแวดล้อมในช่องปากไม่เหมาะสมกับการดำรงชีวิตของแบคทีเรียที่ไม่ก่อให้เกิดโรค การยึดของเชื้อ *สเตรปโตค็อกคัส มีวแทนส์* กับผิวฟันมีสองกระบวนการ ได้แก่การยึดเกาะโดยไม่อาศัยซูโครส (sucrose-independent adhesion) และการยึดเกาะโดยอาศัยซูโครส (sucrose-dependent adhesion) ในระยะเริ่มแรกเชื้อจะยึดกับโปรตีนจากน้ำลายบนผิวฟันด้วยการยึดเกาะโดยไม่อาศัยซูโครส โดยจะใช้โมเลกุลแอนติเจน I/II (antigen I/II) ระยะต่อมาการยึดเกาะจะอาศัยซูโครส (sucrose-dependent adhesion) โดย เอนไซม์ กลูโคซิลทรานเฟอเรส (glucosyltransferase) จะย่อยซูโครสเป็นกลูโคสและฟรุกโตส กระบวนการโพลิเมอร์ไรเซชันของกลูโคสได้ผลิตภัณฑ์เป็นกลูแคนทั้งที่ละลายน้ำ (water-soluble glucan) และกลูแคนที่ไม่ละลายน้ำ (water-insoluble glucan) ซึ่งกลูแคนที่ไม่ละลายน้ำจะยึดกับกลูแคนไบน์ดิงโปรตีน (glucan-

binding protein) บนผิวของแบคทีเรียและทำให้เกิดการยึดเกาะของคราบจุลินทรีย์กับผิวฟัน ซึ่งเป็น การส่งเสริมการเกิดคราบจุลินทรีย์ให้เกาะแน่นมากขึ้น ป้องกันการชะล้างของน้ำลายและการกลืน การมีเชื้อ *สเตรปโตค็อกคัส มิวแทนส์* สะสมที่พื้นผิวฟันร่วมกับคราบจุลินทรีย์จะสามารถทำให้เกิดการ สะสมของกรดจากการกระบวนการหมัก (fermentation) เช่น กรดแลคติก กรดฟอร์มิก กรดอะซิติก จนทำให้สิ่งแวดล้อมรอบพื้นผิวฟันมีความเป็นกรดมากขึ้นทำให้เกิดการละลายและการสูญเสียแร่ธาตุ ของฟันทั้งในชั้นเนื้อฟันและเคลือบฟัน ในสภาวะที่มีน้ำตาลมากเกินไปอย่างต่อเนื่อง เชื้อ *สเตรปโตค็อกคัส มิวแทนส์* จะสร้างโพลีแซ็กคาไรด์ในเซลล์ (intracellular polysaccharides) เพื่อเก็บ ไว้เป็นแหล่งพลังงานเมื่อมีการขาดแคลนแหล่งน้ำตาลจากภายนอกเช่นระหว่างมื้ออาหารทำให้ความ เป็นกรดอยู่ในช่องปากอยู่ต่อเนื่องเป็นระยะเวลานาน^[31, 32]

เชื้อแบคทีเรียในกลุ่มสายพันธุ์ *แลคโตบาซิลลัส* เป็นเชื้อกลุ่มที่มีบทบาทสำคัญในการเกิดฟันผุ ระยะลุกลามและการพบเชื้อในกลุ่มสายพันธุ์ *แลคโตบาซิลลัส* จะมีความสัมพันธ์กับการเกิดการลุกลาม ของฟันผุ^[33] โดยที่จะมีปริมาณเชื้อเพิ่มสูงขึ้นในบริเวณที่มีฟันผุลุกลามหรือในรอยผุที่มีความลึก^[34] เชื้อในกลุ่มสายพันธุ์ *แลคโตบาซิลลัส* สามารถผลิตกรดถึงค่าความเป็นกรดต่าง (pH) น้อยกว่า 4.5^[35, 36] และสามารถอยู่ในสิ่งแวดล้อมที่เป็นกรดได้ถึงค่าความเป็นกรดต่าง (pH) 2.3^[37] โดยเชื้อ *แลคโตบาซิลลัส ซาไลวาเรียส (Lactobacillus salivarius)* *แลคโตบาซิลลัส แรมโนซุส (Lactobacillus rhamnosus)* *แลคโตบาซิลลัส แพลนทารัม (Lactobacillus plantarum)* *แลคโตบาซิลลัส เคซิไอ/พาราเคซิไอ (Lactobacillus casei/paracasei)* เมื่อเลี้ยงในสภาวะที่มี น้ำตาลกลูโคสจะเป็นเชื้อ *แลคโตบาซิลลัส* สายพันธุ์ที่สามารถผลิตกรดได้ค่าความเป็นกรดต่างน้อยกว่าค่าวิกฤติของความเป็นกรด-ต่าง (critical pH) ของเคลือบฟันโดยใช้ระยะเวลา 2.5-3 ชั่วโมง^[38] โดย การศึกษาต่อมาพบว่าเชื้อ *แลคโตบาซิลลัส เคซิไอ* สามารถผลิตกรดได้มากกว่าเชื้อ *แลคโตบาซิลลัส พาราเคซิไอ*^[39] อย่างไรก็ตามในบริเวณที่ไม่พบรอยผุหรือในรอยผุระยะเริ่มต้นจะมีปริมาณของเชื้อใน กลุ่มสายพันธุ์ *แลคโตบาซิลลัส* ต่ำจึงมีข้อสรุปว่าเชื้อในกลุ่ม *แลคโตบาซิล* ไม่ได้เป็นเชื้อเริ่มต้นในการเกิด ฟันผุแต่จะทำให้เกิดรอยผุต่อในฟันที่มีรอยผุเกิดขึ้นแล้ว^[40] นอกจากนี้เชื้อกลุ่มสายพันธุ์ *แลคโตบาซิลลัส* มีความสามารถในการยึดเกาะกับผิวฟันได้น้อยจึงต้องอาศัยแบคทีเรียชนิดอื่นที่อยู่ใน

รอยฝูที่ต้งถิ่นฐานในระยะแรกเช่นเชื้อแบคทีเรียในกลุ่มมิวแทนส์ สเตรีปโตคอกโคเเพื่อการต้งถิ่นฐานและการผลิตกรดอินทรีย์^[41] โดยสายพันธุ์ของเชื้อแลคโตบาซิลลัสที่สามารถยึดเกาะกับแบคทีเรียกลุ่มสเตรีปโตคอกโคได้แก่แลคโตบาซิลลัส ซาไลวาเรียส กับเชื้อ สเตรีปโตคอกคัส ซาไลวาเรียส (*Streptococcus salivarius*) สเตรีปโตคอกคัส กอร์โดนีไอ (*Streptococcus gordonii*) สเตรีปโตคอกคัส คริสตา (*Streptococcus crista*) และ สเตรีปโตคอกคัส แซงควินีส ส่วนเชื้อแลคโตบาซิลลัส เฟอเมนตัม (*Lactobacillus fermentum*) จะสามารถยึดเกาะกับเชื้อสเตรีปโตคอกคัส กอร์โดนีไอ และ สเตรีปโตคอกคัส ซาไลวาเรียสเมื่อใช้เชื้อกลุ่มสายพันธุ์แลคโตบาซิลลัสในการสร้างแผ่นชีวภาพเพียงชนิดเดียวจะสร้างแผ่นชีวภาพได้น้อยกว่าเมื่อสร้างร่วมกันกับเชื้อในกลุ่มสายพันธุ์แอกติโนมัยซิส และเชื้อสเตรีปโตคอกคัส มิวแทนส์ จะช่วยส่งเสริมให้เชื้อกลุ่มสายพันธุ์แลคโตบาซิลลัสเกิดการเจริญแทนที่ในแผ่นชีวภาพ^[42]

มีการศึกษาสายพันธุ์ของเชื้อในกลุ่มสายพันธุ์แลคโตบาซิลลัสที่อยู่ในรอยฝูในชั้นเนื้อฟันและน้ำลาย ทั้งในฟันแท้และฟันน้ำนม Byun และคณะปี 2004^[43] ได้แยกเชื้อกลุ่มสายพันธุ์แลคโตบาซิลลัสจากรอยฝูในชั้นเนื้อฟันจากฟันแท้พบว่าในรอยฝูจะมีเชื้อแลคโตบาซิลลัส แรมโนซุส แลคโตบาซิลลัส เคซิไอ/พาราเคซิไอ แลคโตบาซิลลัส เฟอเมนตัม แลคโตบาซิลลัส แกสเซรี (*Lactobacillus gasseri*) แลคโตบาซิลลัส คริสปาดัส (*Lactobacillus crispatus*) และแลคโตบาซิลลัส แกลลินารัม (*Lactobacillus gallinarum*) จากการศึกษาของ Caufield และคณะปี 2007^[44] โดยใช้ น้ำลายของผู้หญิงที่มีรอยฝูระยะลูกกลมพบว่าจะมีเชื้อแลคโตบาซิลลัส วาไจนาริส แลคโตบาซิลลัส ออริส (*Lactobacillus oris*) แลคโตบาซิลลัส แกสเซรี แลคโตบาซิลลัส เฟอเมนตัม และแลคโตบาซิลลัส แรมโนซุส/เคซิไอ จากการศึกษาชนิดของสายพันธุ์ของเชื้อใน กลุ่มสายพันธุ์แลคโตบาซิลลัสจากรอยฝูและเนื้อเยื่อโพรงประสาทฟันที่ตายแล้วในฟันผุในเด็กปฐมวัยของ Svec และคณะ ปี 2008^[45] พบเชื้อแลคโตบาซิลลัส เฟอเมนตัม แลคโตบาซิลลัส เคซิไอ/พาราเคซิไอ แลคโตบาซิลลัส แรมโนซุส แลคโตบาซิลลัส ซาไลวาเรียส แลคโตบาซิลลัส แพลนทารัม (*Lactobacillus plantarum*) และแลคโตบาซิลลัส อะซิโดฟิลัส (*Lactobacillus acidophilus*) และในฟันซี่เดียวกันสามารถพบเชื้อแลคโตบาซิลลัสสายพันธุ์เดียวกันทั้งในรอยฝูและเนื้อเยื่อโพรง

ประสาทฟันที่ตายแล้วแสดงว่าเชื้อในกลุ่มสายพันธุ์*แลคโตบาซิลลัส*สามารถทำลายตัวฟันลูกตามต่อไปถึงโพรงประสาทฟันได้เมื่อมีแหล่งอาหารและปริมาณออกซิเจนเหมาะสม Pivat และคณะ ปี 2010^[46] ศึกษาชนิดสายพันธุ์ของเชื้อในกลุ่มสายพันธุ์*แลคโตบาซิลลัส*ในน้ำลายเด็กไทยพบว่าในน้ำลายของเด็กที่มีฟันผุต่ำจะมีปริมาณเชื้อในกลุ่มสายพันธุ์*แลคโตบาซิลลัส*ต่ำกว่าในกลุ่มที่มีฟันผุปานกลางและสูง โดยจะพบเชื้อ*แลคโตบาซิลลัส เฟอเมนตัม* และ*แลคโตบาซิลลัส ซาไลวาเรียส* มากที่สุด และจะพบความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเชื้อ*แลคโตบาซิลลัส ซาไลวาเรียส* ในเด็กที่มีฟันผุในระดับปานกลางและสูง ส่วนเชื้อ*แลคโตบาซิลลัส แพลนทาร์ม* และเชื้อ*แลคโตบาซิลลัส มิวโคซี (Lactobacillus mucosae)* จะพบในเด็กที่มีฟันผุในระดับปานกลางและสูงเท่านั้น และเชื้อ*แลคโตบาซิลลัส แกสเซอร์* *แลคโตบาซิลลัส วาไจนาริส* และ *แลคโตบาซิลลัส ออริส* จะพบในกลุ่มที่มีฟันผุต่างจากนี้ยังพบเชื้อ*แลคโตบาซิลลัส เคซีไอ/ พาราเคซีไอ* และ *แลคโตบาซิลลัส แรมโนซุส* ร่วมด้วย

เมื่อกรดอินทรีย์จากกระบวนการเมแทบอลิซึมคาร์โบไฮเดรตของแบคทีเรียแพร่เข้าระหว่างผลึกของฟันจะแตกตัวเป็นไฮโดรเจนไอออนละลายแคลเซียมไอออน ฟอสเฟตเข้าสู่ของเหลวระหว่างผลึกของฟันทำให้สูญเสียแร่ธาตุในระยะเริ่มต้นเกิดรอยโรคสีขาว (white spot lesions) ในชั้นเคลือบฟันถ้ากระบวนการดังกล่าวเกิดขึ้นโดยไม่มีการคืนสภาพด้วยกระบวนการสร้างแร่ธาตุขึ้นมาใหม่ก็จะทำให้เกิดรอยผุบนตัวฟันขึ้น แต่เมื่อมีฟลูออไรด์ไอออนปริมาณเพียงพอฟลูออไรด์ไอออนจะยับยั้งบริเวณที่มีการสูญเสียแร่ธาตุจากกรดโดยฟลูออไรด์ไอออนจะเข้าไปในผลึกทำให้แคลเซียมไอออนและฟอสเฟตจากน้ำลายเข้าไปตกตะกอนสร้างผลึกฟลูออโรอะพาไทต์ซึ่งจะละลายในกรดน้อยกว่าผลึกคาร์บอกซีอะพาไทต์เดิม^[47]

เนื้อฟันมีส่วนประกอบอินทรีย์หลักได้แก่เส้นใยคอลลาเจนชนิดที่หนึ่ง และมีโปรตีนชนิดอื่นที่ไม่ใช่คอลลาเจน (noncollagenous proteins) ประกอบเป็นโครงสร้าง 3 มิติ ส่วนประกอบอินทรีย์ได้แก่คาร์บอนเนตนาโนคริสตัลไลน์ไฮดรอกซีอะพาไทต์ (carbonated nanocrystalline hydroxyapatite) แร่ธาตุในชั้นเนื้อฟันจะพบบริเวณช่องว่างข้างในของเส้นใยคอลลาเจน (intrafibrillar mineral) และบริเวณนอกเส้นใยคอลลาเจน (extrafibrillar mineral)^[48] ในเนื้อฟันปกติจะมีเอนไซม์ย่อยสลายเดนทีนเมทริกซ์ได้แก่ เมทริกซ์เมทัลโลโปรตีเอส (matrix

metalloproteinases -MMPs) ชนิด MMP-2, MMP-8 และ MMP-9 ซึ่งย่อยสลายได้ดีในสภาวะเป็นกลางหรือ เอนไซม์ซิสเตอิน คาเทปซิน (cystein cathepsins) ชนิด B และ K ซึ่งย่อยสลายได้ดีในสภาวะเป็นกรด เอนไซม์ดังกล่าวจะใช้ในกระบวนการสร้างเนื้อฟันและจะอยู่ในเดนทินเมทริกซ์ซึ่งจะมีโปรตีนที่ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ (protease inhibitor) แต่ถ้ามีการสูญเสียแร่ธาตุของเนื้อฟันจะทำให้เอนไซม์เริ่มย่อยสลายส่วนประกอบอินทรีย์ในเดนทินเมทริกซ์^[49] นอกจากนี้แบคทีเรียในช่องปากบางชนิดเช่นแบคทีเรียสายพันธุ์*พรีโวลูเล* พบได้ในรอยผุชั้นเนื้อฟันสามารถสร้างเอนไซม์ในการย่อยสลายโปรตีน เช่น คอลลาจีเนส (collagenases) เจลาติเนส (gelatinases) และเปปติเดส (peptidase)^[30] ซึ่งจะย่อยสลายเดนทินเมทริกซ์และมีผลพลอยได้คือกรดอินทรีย์ การสร้างกรดจากแบคทีเรียนี้มีบทบาทในการทำให้เกิดการละลายแร่ธาตุองค์ประกอบของเนื้อฟัน ทำให้เกิดการผุผิมและการสลายตัวของโปรตีน และกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ย่อยสลายโปรตีนทั้งเอนไซม์ที่มาจากแบคทีเรียสร้างขึ้นและเอนไซม์ที่สภาวะปกติถูกยับยั้งการทำงาน เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงสภาวะจากกรดกลายเป็นกลางจากการชะล้างในช่องปาก การละลายของแร่ธาตุ หรือจากผลิตภัณฑ์ของแบคทีเรียที่มีความเป็นด่างทำให้เอนไซม์เมทริกซ์เมทัลโลโปรตีเอสเริ่มต้นการสลายและทำให้โปรตีนในเนื้อฟันเกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างและสูญเสียการทำหน้าที่^[50]

กระบวนการคืนแร่ธาตุในรอยผุชั้นเนื้อฟันส่วนที่สำคัญคือเส้นใยคอลลาเจนที่มีแร่ธาตุเหลืออยู่บางส่วนและโปรตีนชนิดอื่นที่ไม่ใช่คอลลาเจนซึ่งจะเป็นบริเวณที่จะเป็นศูนย์กลางในการเกิดตกตะกอนของแร่ธาตุ^[51] การคืนแร่ธาตุในเนื้อฟันที่สมบูรณ์ควรมีการคืนแร่ธาตุทั้งบริเวณช่องว่างของเส้นใยคอลลาเจนและบริเวณนอกเส้นใยคอลลาเจน เส้นใยคอลลาเจนจะได้รับการเสริมความแข็งแรงจากแร่ธาตุบริเวณช่องว่างของเส้นใยคอลลาเจนและจะถ่ายทอดแรงสู่แร่ธาตุที่อยู่บริเวณนอกเส้นใยคอลลาเจน^[52] ถ้าในเนื้อฟันมีการคืนแร่ธาตุแต่ขาดแร่ธาตุที่อยู่ในเส้นใยคอลลาเจนและมีปฏิกิริยาระหว่างก้อนตะกอนแร่ธาตุ (granular precipitate) กับเส้นใยคอลลาเจนไม่เหมาะสม ถึงแม้ว่าเนื้อฟันจะมีปริมาณแร่ธาตุสูงแต่จะมีองค์ประกอบของน้ำมากกว่าเนื้อฟันปกติและจะเกิดการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของส่วนประกอบอินทรีย์ในเนื้อฟันทำให้เนื้อฟันที่เกิดการคืนแร่ธาตุดังกล่าวมีคุณสมบัติทางกายภาพเช่น ความเค้นแรงอัด (Compressive Stress) ลดลง^[53] และทำให้ส่วนประกอบอินทรีย์มี

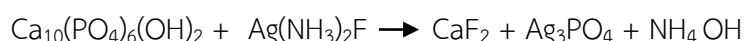
การต้านทานการทำลายของเอนไซม์ย่อยสลายน้อยกว่าเนื้อฟันปกติ ดังนั้นการคืนแร่ธาตุในรอยผุชั้นเนื้อฟันนอกจากการเพิ่มปริมาณแร่ธาตุต่าง ๆ ที่เป็นส่วนประกอบอินทรีย์แล้วยังต้องคำนึงถึงการคงสภาพหรือลักษณะของส่วนประกอบอินทรีย์ที่หลงเหลือหลังการสูญเสียโครงสร้างและแร่ธาตุที่หลงเหลือจากกระบวนการเกิดฟันผุ^[52]

ซิลเวอร์ไดอะมีนฟลูออไรด์ (Silver Diamine Fluoride, Ag(NH₃)₂F)

ซิลเวอร์ไดอะมีนฟลูออไรด์ได้รับการรับรองจากกระทรวงสาธารณสุขประเทศญี่ปุ่นเป็นสารที่ช่วยยับยั้งรอยผุในฟันน้ำนม ยับยั้งการเกิดรอยผุทุติยภูมิ (secondary caries) ช่วยลดอาการเสียวฟัน โดยอาศัยฟลูออไรด์ไอออนและซิลเวอร์ไอออน

สารละลายซิลเวอร์ไดอะมีนฟลูออไรด์จะมีความเสถียรและมีความเข้มข้นของซิลเวอร์ไอออนและฟลูออไรด์ไอออนคงที่มากกว่าซิลเวอร์ฟลูออไรด์ โดยสารละลายซิลเวอร์ไดอะมีนฟลูออไรด์เป็นสารละลายใสไม่มีสี ไม่มีกลิ่น ในสารละลาย 1 มิลลิลิตรประกอบด้วยซิลเวอร์ไดอะมีนฟลูออไรด์ 380 มิลลิกรัม มีค่าความเป็นกรดต่าง (pH) 9 มีปริมาณฟลูออไรด์ไอออน 44,800 ส่วนในล้านส่วนและปริมาณซิลเวอร์ไอออน 254,900 ส่วนในล้านส่วน

สารละลายซิลเวอร์ไดอะมีนฟลูออไรด์เมื่อทาผิวฟันจะเกิดปฏิกิริยากับโครงสร้างไฮดรอกซีอะพาไทต์ (Ca₁₀(PO₄)₆(OH)₂) ของฟันโดยจะได้ผลิตภัณฑ์คือแคลเซียมฟลูออไรด์ (CaF₂) และซิลเวอร์ฟอสเฟต (Ag₃PO₄) ดังสมการ



แคลเซียมฟลูออไรด์ (CaF₂) ซึ่งจะทำหน้าที่เป็นแหล่งปลดปล่อยฟลูออไรด์ให้กับผิวฟันเพื่อสร้าง ฟลูออโรอะพาไทต์ (Ca₁₀(PO₄)₆F₂) ซึ่งมีความแข็งแรงมากกว่าและต้านทานต่อการทำลายโดยกรดได้มากกว่าไฮดรอกซีอะพาไทต์เดิมและซิลเวอร์ฟอสเฟต (Ag₃PO₄) จะตกตะกอนเป็นผลึกสีเหลืองละลายน้ำได้น้อยและสามารถเปลี่ยนเป็นสีดำเมื่อทำปฏิกิริยากับแสงแดดหรือสารรีดิวซ์^[54]

การทำซิลเวอร์ไดอะมีนฟลูออไรด์จะทำให้เนื้อฟันที่มีรอยผุมีความแข็งผิวระดับจุลภาคที่ความลึกของเนื้อฟันระดับ 25 และ 50 ไมโครเมตร รวมทั้งปริมาณแคลเซียมและฟอสเฟตมากกว่ากลุ่มควบคุมที่ทาด้วยน้ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ^[15] เมื่อนำฟันหน้าน้ำนมที่ผ่านการทาซิลเวอร์

ไดอะมินฟลูออไรด์และวาร์นิชฟลูออไรด์เปรียบเทียบความแข็งผิวระดับจุลภาค (microhardness) ระหว่างรอยผุหูดั้งและรอยผุใหม่พบว่าความแข็งผิวที่ความลึกของเนื้อฟันระดับ 25-200 ไมโครเมตร รอยผุหูดั้งจะมีความแข็งผิวมากกว่ารอยผุใหม่อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อระดับความลึกมากขึ้น รอยผุหูดั้งจะมีความแข็งผิวลดลง แต่รอยผุใหม่จะมีความแข็งผิวมากขึ้น ที่ระดับความลึก 225-500 ไมโครเมตรความแข็งผิวของรอยผุหูดั้งและรอยผุใหม่จะไม่มี ความแตกต่างกัน^[16] ในรอยผุหูดั้งที่ ทาด้วยซิลเวอร์ไดอะมินฟลูออไรด์จะมีปริมาณแคลเซียมและฟอสเฟตในช่วงความลึก 0-150 ไมโครเมตรมากกว่าเนื้อฟันที่ไม่ทาซิลเวอร์ไดอะมินฟลูออไรด์ แต่จะพบปริมาณซิลเวอร์และฟลูออไรด์ ได้ในปริมาณต่ำ^[55] แต่เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการต้านทานการเกิดรอยผุในเคลือบฟัน ระหว่างซิลเวอร์ไดอะมินฟลูออไรด์และวาร์นิชฟลูออไรด์โดยการจำลองภาวะความเป็นกรด-ต่างพบว่า เคลือบฟันที่ทาด้วยวาร์นิชฟลูออไรด์มีความแข็งผิวและการสูญเสียแร่ธาตุน้อยกว่าเคลือบฟันที่ทาด้วย ซิลเวอร์ไดอะมินฟลูออไรด์^[18]

การใช้ซิลเวอร์ไดอะมินฟลูออไรด์ทาเนื้อฟันที่มีรอยผุจำลองจะสามารถยับยั้งการสูญเสียแร่ ธาตุจากเนื้อฟันและป้องกันการสลายของคอลลาเจนชนิดที่ 1 ในชั้นเนื้อฟันที่มีรอยผุ^[17] โดยซิลเวอร์ ไดอะมินฟลูออไรด์สามารถยับยั้งการทำงานของเอนไซม์เมทริกซ์ เมทัลโลโปรตีนเนส (matrix metalloproteinase) ซึ่งเอนไซม์ดังกล่าวมีบทบาทสำคัญต่อการสลายส่วนประกอบอินทรีย์ในเนื้อฟัน ^[56] การทาซิลเวอร์ไดอะมินฟลูออไรด์บนแผ่นชีวภาพหรือการทาบริเวณรอยผุจะทำให้เนื้อฟันที่ทา มี การเผยผิงต่อเส้นใยคอลลาเจนชนิดที่ 1 น้อยกว่ากลุ่มที่ทาดำน้ำหรือกลุ่มที่ไม่ได้ทาซิลเวอร์ไดอะมิน ฟลูออไรด์^[15, 55] เมื่อใช้ซิลเวอร์ไดอะมินฟลูออไรด์ทำปฏิกิริยาโดยตรงกับผงไฮดรอกซีอะพาไทต์จะได้ ผลิตภัณฑ์เป็นแคลเซียมฟลูออไรด์ แต่เมื่อล้างน้ำแคลเซียมฟลูออไรด์จะหลุดละลาย ไม่พบฟลูออโร อะพาไทต์เกิดขึ้น ซิลเวอร์ไดอะมินฟลูออไรด์เมื่อทำปฏิกิริยากับโปรตีนเจลาตินที่จำลองคอลลาเจนซึ่ง เป็นส่วนประกอบหลักของเนื้อฟัน จะพบซิลเวอร์และฟลูออไรด์บนเจลาตินแต่เมื่อล้างด้วยน้ำ ฟลูออไรด์จะหลุดออกไป^[57]

ซิลเวอร์ไอออนจะจับกับโปรตีนทำให้โปรตีนหรือเอนไซม์ของเชื้อแบคทีเรียตกตะกอนทำให้ เชื้อหยุดการเจริญเติบโต^[54] การใช้ซิลเวอร์ไดอะมินฟลูออไรด์ทาในเนื้อฟันที่มีรอยผุจำลองและแผ่น

ชีวภาพจากเชื้อแบคทีเรียชนิด *สเตรปโตค็อกคัส มิวแทนส์* และ *แอกติโนมัยซิส แนสลันดิโอ* (*Actinomyces naeslundii*)^[14] และแผ่นชีวภาพที่มีเชื้อแบคทีเรียชนิด *สเตรปโตค็อกคัส มิวแทนส์* *สเตรปโตค็อกคัส ซอไบรน์* (*Streptococcus sobrinus*) *แลคโตบาซิลลัส อะซิโดฟิลัส* *แลคโตบาซิลลัส รอมโนซุส* และ *แอกติโนมัยซิส แนสลันดิโอ* จะทำให้เชื้อในแผ่นชีวภาพในกลุ่มที่ทาซิลเวอร์ไดอะมีนฟลูออไรด์มีจำนวนลดลง^[15] หรือการทำซิลเวอร์ไดอะมีนฟลูออไรด์ในแผ่นชีวภาพจากเชื้อชนิด *สเตรปโตค็อกคัส มิวแทนส์* เพียงชนิดเดียวจะทำให้เชื้อบนแผ่นชีวภาพตายทั้งหมด^[58]

ความเข้มข้นของสารละลายซิลเวอร์ไดอะมีนฟลูออไรด์มีผลต่อการยับยั้งรอยผุโดยที่สารละลายซิลเวอร์ไดอะมีนฟลูออไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 38 จะมีการยับยั้งรอยผุได้มากกว่าความเข้มข้นร้อยละ 12 และจากการศึกษาได้ข้อสรุปว่าการใช้สารรีดิวซ์เพื่อลดสีดําของรอยผุหุดยั้งไม่มีผลต่อประสิทธิผลของการยับยั้งรอยผุ^[59] การใช้ซิลเวอร์ไดอะมีนฟลูออไรด์ร่วมกับแก้วไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ (Fuji VII[®]) เพื่อหุดยั้งรอยผุในเนื้อฟันที่มีรอยผุจำลองร่วมกับการใช้โพตัสเซียมไอโอไดด์เป็นสารรีดิวซ์พบว่าปริมาณแคลเซียมและฟอสฟอรัสไม่มีความแตกต่างเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม กลุ่มที่บурณะด้วยแก้วไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ (Fuji VII[®]) และกลุ่มที่ทาด้วยซิลเวอร์ไดอะมีนฟลูออไรด์ โพตัสเซียมไอโอไดด์ร่วมกับการบурณะด้วยแก้วไอโอโนเมอร์ (Fuji VII[®]) ปริมาณของสตรอนเซียมในชั้นผิวของเนื้อฟันที่บурณะด้วยแก้วไอโอโนเมอร์ (Fuji VII[®]) จะมีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างมากแต่ไม่มีความแตกต่างกับกลุ่มที่ทาด้วยซิลเวอร์ไดอะมีนฟลูออไรด์และโพตัสเซียมไอโอไดด์ร่วมกับการบурณะด้วยแก้วไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ (Fuji VII[®]) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ปริมาณฟลูออไรด์ในชั้นผิวของเนื้อฟันที่บурณะด้วยแก้วไอโอโนเมอร์ (Fuji VII[®]) จะมีปริมาณน้อยกว่ากลุ่มที่ทาด้วยซิลเวอร์ไดอะมีนฟลูออไรด์และโพตัสเซียมไอโอไดด์ร่วมกับการบурณะด้วยแก้วไอโอโนเมอร์ (Fuji VII[®]) ซิลเวอร์ที่พบในกลุ่มที่ทาซิลเวอร์ไดอะมีนฟลูออไรด์และโพตัสเซียมไอโอไดด์จะพบมากในระยะ 25 ไมโครเมตรและจะค่อย ๆ มีปริมาณน้อยลง^[60]

การทบทวนเอกสารอย่างเป็นระบบ (systematic review) พบว่าซิลเวอร์ไดอะมีนฟลูออไรด์มีประสิทธิภาพในการป้องกันและหุดยั้งรอยผุในฟันน้ำนม^[61] การใช้ซิลเวอร์ไดอะมีนฟลูออไรด์ในงานทันตกรรมชุมชนเมื่อเปรียบเทียบประสิทธิผลของการยับยั้งรอยผุโดยการใช้สารละลายซิลเวอร์

ไดอะมินฟลูออไรด์ร้อยละ 38 ทุก 12 เดือนเทียบกับวารินิซฟลูออไรด์ (Duraphat®) ทุก 3 เดือนและผลของการกำจัดรอยผุที่มีลักษณะนิ่ม (soft dentin) และเคลือบฟันที่ไม่มีส่วนรองรับ (unsupported enamel) หลังจาก 18 เดือนพบว่า การใช้สารละลายซิลเวอร์ไดอะมินฟลูออไรด์ร้อยละ 38 ทำให้ฟันที่มีรอยผุมีการหยุดยั้งมากกว่าแต่ในรอยผุจะมีสีดำมากกว่าการใช้วารินิซฟลูออไรด์และเมื่อกำจัดรอยผุที่มีลักษณะนิ่ม (soft dentin) ก่อนการทำซิลเวอร์ไดอะมินฟลูออไรด์มีการเกิดรอยผุหยุดยั้งไม่แตกต่างกับการไม่กำจัดรอยผุที่มีลักษณะนิ่ม แต่การกำจัดรอยผุที่มีลักษณะนิ่มออกจะทำให้รอยผุหยุดยั้งมีสีดำน้อยลง ทำให้มีความสวยงามมากขึ้น^[62] การใช้สารละลายซิลเวอร์ไดอะมินฟลูออไรด์ทุก 6 เดือนเป็นเวลา 36 เดือนในฟันที่มีรอยผุพบว่าสามารถทำให้เกิดรอยผุหยุดยั้งและป้องกันการเกิดรอยผุซ้ำในฟันน้ำนมและฟันกรามแท้ซึ่งที่หนึ่งได้มากกว่ากลุ่มที่ไม่ได้ทำ^[63] เมื่อใช้ซิลเวอร์ไดอะมินฟลูออไรด์ทุก 6 เดือนหรือ 1 ปี หรือการใช้แก้วไอโอโนเมอร์ (Fuji VII®) ทุก 1 ปีเป็นระยะเวลา 2 ปี พบว่าอัตราการเกิดรอยผุหยุดยั้งสูงสุดคือกลุ่มที่ทำ ซิลเวอร์ไดอะมินฟลูออไรด์ทุก 6 เดือน (ร้อยละ 91) รองลงมาคือแก้วไอโอโนเมอร์ (Fuji VII®) (ร้อยละ 82) และกลุ่มที่ทำซิลเวอร์ไดอะมินฟลูออไรด์ทุก 1 ปี (ร้อยละ 79) ตามลำดับ แม้ว่าในระยะเวลา 2 ปี จะพบแก้ว ไอโอโนเมอร์ (Fuji VII®) คงอยู่ที่ฟันร้อยละ 3.5 อย่างไรก็ตามฟันที่บูรณะด้วยแก้วไอโอโนเมอร์รอยผุจะเป็นสีเหลืองหรือสีน้ำตาลซึ่งจะมีความสวยงามมากกว่าฟันที่ทำด้วยซิลเวอร์ไดอะมินฟลูออไรด์ซึ่งจะมีสีดำ^[24]

การใช้ซิลเวอร์ไดอะมินฟลูออไรด์ในชุมชนมีข้อดีคือสามารถยับยั้งการดำเนินรอยผุซึ่งถ้าไม่ได้รับการรักษาอาจทำให้มีอาการปวดหรือเกิดการติดเชื้อได้ สามารถทานออกสถานที่ได้สะดวก ใช้เวลาน้อย ไม่ต้องการอุปกรณ์ที่ซับซ้อน ราคาไม่แพง บุคลากรทางการแพทย์ระดับปฐมภูมิสามารถฝึกให้ทำได้โดยไม่ต้องอาศัยความชำนาญในการทำ ทำได้ง่ายไม่ลุกล้ำเข้าไปในเนื้อเยื่อมาก ทำให้ลดการแพร่กระจายเชื้อไปสู่บุคคลอื่น แต่จะมีข้อจำกัดคือฟันที่มีรอยผุในชั้นเนื้อฟันเมื่อทำซิลเวอร์ไดอะมินฟลูออไรด์จะได้ตะกอนสีเหลืองของซิลเวอร์ฟอสเฟต และเมื่อทำปฏิกิริยากับแสงแดดหรือสารรีดิวซ์จะทำให้รอยผุเป็นสีดำ ทำให้มีผลต่อความสวยงามของฟันโดยเฉพาะเมื่อทำในฟันหน้าที่มีรอยผุ หรือผู้ป่วยอาจไม่ให้ความร่วมมือในการทำเนื่องจากมีรสชาติของโลหะ^[13]

ในการทาซิลเวอร์ไดอะมีนฟลูออไรด์ร้อยละ 38 เพื่อช่วยลดอาการเสียวฟันในผู้ใหญ่ซึ่งพบ ปริมาณฟลูออไรด์ 0.33 มิลลิกรัมต่อครั้ง เมื่อเจาะเลือดในซีรัมจะพบปริมาณฟลูออไรด์สูงสุด 1.86 ไมโครโมลาร์ต่อลิตรภายใน 3 ชั่วโมงซึ่งมีค่าน้อยกว่าเมื่อใช้ยาสีฟันที่ผสมฟลูออไรด์ และจะมีปริมาณ ซิลเวอร์สูงสุด 206 โมลาร์ต่อลิตรภายใน 2.5 ชั่วโมง ซึ่งน้อยกว่าปริมาณซิลเวอร์ที่ทำให้เกิดอันตราย 75 เท่า^[64] นอกเหนือจากฟันที่มีรอยเปลี่ยนแปลงเป็นสีดำเมื่อทาซิลเวอร์ไดอะมีนฟลูออไรด์ จากรายงาน การศึกษาพบว่าไม่พบอาการไม่พึงประสงค์จากการทาซิลเวอร์ไดอะมีนฟลูออไรด์ เช่นอาการปวดมีตุ่ม หนอง มีลิ่วโคพลาเคีย (leukoplakia) ที่เหงือกหรือเนื้อเยื่อช่องปากหรือมีการเปลี่ยนสีของเนื้อเยื่อ ในช่องปาก^[13, 24, 59, 62, 64, 65] แต่ในการศึกษาของ Llodra และคณะ 2005^[63] พบการใช้ซิลเวอร์ ไดอะมีนฟลูออไรด์ในเด็กที่มีอายุ 6 ปีจำนวน 225 คนพบมีเด็กจำนวน 3 คนเกิดรอยโรคสีขาว บริเวณ เยื่อช่องปาก มีอาการเจ็บปวดเล็กน้อยถึงปานกลางและรอยโรคหายโดยไม่ต้องรักษาภายใน ระยะเวลา 48 ชั่วโมง

วาร์นิชฟลูออไรด์ (Fluoride varnish)

การใช้สารละลายโซเดียมฟลูออไรด์ในการลดการเกิดฟันผุเริ่มในทศวรรษที่ 1940 ในรูปแบบ ของฟลูออไรด์เจลและสารละลายฟลูออไรด์^[66] ในปี 1964 ได้มีการพัฒนาใช้โซเดียมฟลูออไรด์ร้อยละ 2 ร่วมกับสารละลายแอลกอฮอล์เรซินธรรมชาติเพื่อให้ฟลูออไรด์สามารถยึดติดกับฟันได้นานขึ้นและ ทำให้ระดับฟลูออไรด์ในเคลือบฟันสูงขึ้น ในปี 1994 คณะกรรมการอาหารและยาของสหรัฐอเมริกาได้ ขึ้นทะเบียนวาร์นิชฟลูออไรด์ Duraphat[®] สำหรับทาในโพรงฟันและรักษาอาการเสียวฟัน แต่ยังไม่ได้รับรองสำหรับการป้องกันการเกิดฟันผุ ส่วนการใช้วาร์นิชฟลูออไรด์ในการป้องกันการเกิดฟันผุมีการ ใช้อย่างแพร่หลายในยุโรป เอเชีย ตะวันออกกลาง ออสเตรเลีย นิวซีแลนด์^[67] นอกจากนี้ยังมีวาร์นิช ฟลูออไรด์เครื่องหมายการค้าอื่นได้แก่ Fluor Protector[®], Duraflo[®], Bifluorid 12[®] และ CavityShield[®]

ตารางที่ 1 แสดงปริมาณฟลูออไรด์และสารออกฤทธิ์ในวาร์นิชฟลูออไรด์

ชื่อทางการค้า	บริษัทผู้ผลิต	สารออกฤทธิ์และปริมาณฟลูออไรด์	ปริมาณฟลูออไรด์ใน 1 มิลลิลิตร
Duraphat®	Colgate Oral Pharmaceuticals	โซเดียมฟลูออไรด์ร้อยละ 5	1 มิลลิลิตร มีปริมาณฟลูออไรด์ 22.6 มิลลิกรัม (22,600 ppm)
Fluor Protector®	Vivadent	1% ไดฟลูออโรไซเรน	1 มิลลิลิตร มีปริมาณฟลูออไรด์ 1 มิลลิกรัม (1,000 ppm)
Duraflor®	Pharma Science	โซเดียมฟลูออไรด์ร้อยละ 5	1 มิลลิลิตร มีปริมาณฟลูออไรด์ 22.6 มิลลิกรัม (22,600 ppm)
CavityShield®	OMNII Oral Pharmaceuticals	โซเดียมฟลูออไรด์ร้อยละ 5	บรรจุ 0.5 มิลลิลิตร (12.5 mg NaF) และ 0.40 มิลลิลิตร (20 mg NaF)
Bifluoride 12®	Voco	โซเดียมฟลูออไรด์ร้อยละ 6 แคลเซียมฟลูออไรด์ร้อยละ 6	ปริมาณฟลูออไรด์ 55,900 ppm
Clinpro™ White Varnish	3M ESPE Company	โซเดียมฟลูออไรด์ร้อยละ 5 ไตรแคลเซียมฟอสเฟต	1 มิลลิลิตร มีปริมาณฟลูออไรด์ 22.6 มิลลิกรัม (22,600 ppm)

สารออกฤทธิ์ในวาร์นิชฟลูออไรด์คือโซเดียมฟลูออไรด์ แคลเซียมฟลูออไรด์หรือไตรแคลเซียมฟอสเฟต สารไม่ออกฤทธิ์จะแต่งรสชาติและทำให้ฟลูออไรด์ยึดติดกับผิวฟันได้แก่ สารให้ความหวาน เช่นแซคคาริน ไซฟิ่งธรรมชาติและเอทานอลจะทำให้ฟลูออไรด์ก่อตัวเป็นเจล ยางธรรมชาติป้องกันวาร์นิชฟลูออไรด์ละลายอย่างรวดเร็วในน้ำลาย การใช้วาร์นิชฟลูออไรด์ในงานทันตกรรมจากเอกสารข้อบ่งชี้การใช้โซเดียมฟลูออไรด์ ชนิด Duraphat® ของบริษัทผู้ผลิตวาร์นิชฟลูออไรด์จะช่วยป้องกันการเกิดฟันผุทั้งเด็กและผู้ใหญ่ ป้องกันการเกิดการสูญเสียรอบเครื่องมือจัดฟัน ส่งเสริมการคืนกลับของแร่ธาตุในรอยโรคขุนขาวและรอยโรคที่มีการสูญเสียแร่ธาตุในระยะเริ่มต้น ป้องกันและรักษาการเกิดฟันผุในเด็กเล็ก

การทำฟลูออไรด์เฉพาะที่ที่มีความเข้มข้นสูงเช่นวาร์นิชฟลูออไรด์จะเกิดการตะกอนของแคลเซียมฟลูออไรด์ทั้งบริเวณพื้นผิวฟันและในชั้นเคลือบฟัน^[68] ขณะที่มีการก่อตัวของผลึกแคลเซียมฟลูออไรด์จะมีหมู่ฟอสเฟตจากผิวฟันรวมตัวกับแคลเซียมฟลูออไรด์เรียกว่า สารคล้ายแคลเซียม

ฟลูออไรด์ (CaF₂ like material) ซึ่งสารคล้ายแคลเซียมฟลูออไรด์จะมีการละลายได้มากกว่าแคลเซียมฟลูออไรด์^[69] แคลเซียมฟลูออไรด์จะเป็นแหล่งของกักเก็บของฟลูออไรด์เมื่อสารละลายเป็นกลาง ฟอสเฟตและโปรตีนจะเกาะอยู่ที่พื้นผิวของแคลเซียมฟลูออไรด์ทำให้โมเลกุลของแคลเซียมฟลูออไรด์คงอยู่ในสารละลายเป็นกรดฟอสเฟสและไฮโดรเจนไอออนจะละลายแคลเซียมฟลูออไรด์แตกตัวเป็นประจุแคลเซียมไอออนและฟลูออไรด์ไอออนเข้าสู่ของเหลวในช่องปากเพื่อเข้าไปในรอยโรคที่มีการละลายของแร่ธาตุและเกิดฟลูออโรอะพาไทต์ขึ้น ทำให้ยับยั้งการสูญเสียและส่งเสริมการคืนกลับของแร่ธาตุ นอกจากนี้การเกิดแคลเซียมฟลูออไรด์บนพื้นผิวของฟันจะมากขึ้นเมื่อทาฟลูออไรด์ที่มีความเข้มข้นสูง การยึดเกาะระหว่างฟลูออไรด์และผิวฟันเป็นระยะเวลายาวนาน มีการสูญเสียแร่ธาตุในระยะเริ่มต้นหรือการพรีทรีตเมนต์ด้วยแคลเซียม^[70]

ความถี่ในการทาวาร์นิชฟลูออไรด์ การทา Duraphat[®] เปรียบเทียบกับการใช้ Fluor Protector[®] ทุก 6 เดือนและน้ำยาบ้วนปากที่มีฟลูออไรด์ร้อยละ 0.2 ปริมาณ 10 มิลลิลิตรในเด็กอายุ 13 ปีพบว่ากลุ่มที่ใช้ Duraphat[®] จะมีการเกิดฟันผุอุดต่อน้อยกว่ากลุ่มที่ใช้ Fluor Protector[®] และน้ำยาบ้วนปาก^[71] การทา Fluor Protector[®] ทุก 6 เดือนในเด็กก่อนวัยเรียนสามารถลดการเกิดฟันผุด้านประชิดของฟัน แต่อัตราการอุดต่อนั้นไม่แตกต่างจากกลุ่มที่ไม่ได้ทาวาร์นิชฟลูออไรด์^[72] ผู้ป่วยที่มีอัตราการอุดต่อนสูงเมื่อได้รับการทาวาร์นิชฟลูออไรด์ทุก 3 เดือนจะทำให้การเกิดฟันผุลดลงมากกว่าการทาทุก 6 เดือน⁽²⁷⁾ การติดตามการทาวาร์นิชฟลูออไรด์ในกลุ่มอายุ 11-15 ปี พบว่าทาสัปดาห์ละ 3 ครั้งต่อปีจะช่วยลดการเกิดฟันผุได้มากกว่ากลุ่มที่ทาปีละครั้ง^[73]

การปล่อยฟลูออไรด์ในระยะเวลายาว Duraflo[®] จะปล่อยฟลูออไรด์ออกมาในน้ำลายเทียมมากกว่า Duraphat[®] แต่ในการปล่อยฟลูออไรด์ในระยะยาว (4-24 สัปดาห์) Duraphat[®] จะปล่อยฟลูออไรด์ออกมาในน้ำลายเทียมได้ไม่แตกต่างจาก Duraflo[®]^[74] และ Duraphat[®] จะมีความคงตัวของส่วนประกอบมากกว่า Duraflo[®]^[75] ผลของการใช้วาร์นิชฟลูออไรด์ต่อแบคทีเรียพบว่าการใช้วาร์นิชฟลูออไรด์ (Bifluorid 12[®], Cavity shield[®] และ Flor-opal varnishWhite[®]) สามารถลดการเกิดแผ่นชีวภาพของเชื้อสเตร็ปโตค็อกคัส มิวแทนส์ ลดปริมาณของกลูแคนที่ไม่ละลายน้ำที่สร้างออกมานอกเซลล์ ลดการปล่อยไฮโดรเจนไอออนในช่วงแรกของการเกิดแผ่นชีวภาพ (0-31 ชั่วโมง) ได้

^[76] แต่การใช้วาร์นิชฟลูออไรด์ทางคลินิก (Duraphat[®]) ไม่มีผลต่อระดับของเชื้อสเตร็ปโตค็อกคัส
มิวแทนส์ ทั้งในน้ำลายและในคราบจุลินทรีย์^[77] ในรอยผุจำลองพบว่า Duraphat[®] และ
Clinpro[™] White Varnish สามารถทำให้เกิดการคืนกลับของฟลูออไรด์ในชั้นเคลือบฟันมากกว่ากลุ่ม
ควบคุมได้ไม่แตกต่างกัน^[78]



ตารางที่ 2 สรุปการศึกษาการใช้วาร์นิชฟลูออไรด์ในเด็ก

ผู้แต่ง,ปี	สถานที่	ขนาด ประชากร, ช่วง อายุ	ระยะ เวลา	การศึกษา	ผลการศึกษา
Koch, G. และคณะ 1975 ^[79]	Jonkoping, Sweden	121, 15 ปี	1 ปี	กลุ่มที่ 1: ทา Duraphat® ครั้งแรกและทาซ้ำทุก 6 เดือน กลุ่มที่ 2: กลุ่มควบคุม	การทาวาร์นิชฟลูออไรด์ สามารถป้องกันการเกิด ฟันผุได้ทั้งด้านบดเคี้ยว และด้านประชิดของฟัน
Twetman, S.และคณะ 1996 ^[80]	Halland, Sweden	1044, 4-5 ปี	2 ปี	กลุ่มที่ 1: ฟลูออไรด์ใน น้ำดื่ม 0.1 ppm และทา Fluor Protector® ทุก 6 เดือน กลุ่มที่ 2: ฟลูออไรด์ในน้ำดื่ม 0.1 ppm ไม่ทาวาร์นิช ฟลูออไรด์ กลุ่มที่ 3: ฟลูออไรด์ใน น้ำดื่ม 1.2 ppm และทา Fluor Protector® ทุก 6 เดือน	<ul style="list-style-type: none"> • กลุ่มฟลูออไรด์ในน้ำดื่ม 0.1 ppm และไม่ทาวาร์ นิชฟลูออไรด์มี อุบัติการณ์การเกิดฟันผุ สูงกว่ากลุ่มที่ทา • ปริมาณ mutans streptococci มี ความสัมพันธ์โดยตรงกับ อุบัติการณ์การเกิดฟันผุ
Seppa L. และคณะ 1998 ^[81]	Kuopio, Finland	326, 12- 14 ปี	3 ปี	กลุ่มที่ 1: Duraphat® ฟลูออไรด์ร้อยละ 2.26 ทา 3 ครั้งต่อปี กลุ่มที่ 2: Duraphat® ฟลูออไรด์ร้อยละ 1.13 ทา 3 ครั้งต่อปี	ค่า DMFS ระหว่างทั้งสอง กลุ่มไม่มีความแตกต่าง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
Zimmer, S และคณะ 1999 ^[82]	Hannover, Germany	269, 7.1 ปี	4 ปี	กลุ่มทดลองทา Duraphat® ตอนเริ่มต้น และทุก 4-6 เดือน ใน กลุ่มที่มีเศรษฐกิจต่ำและ มีความเสี่ยงในการเกิด ฟันผุสูง	กลุ่มที่ทา Duraphat® อย่างน้อยสองครั้งต่อปี จะ ลดการเกิดฟันผุได้มากกว่า กลุ่มควบคุม

ผู้แต่ง,ปี	สถานที่	ขนาด ประชากร, ช่วง อายุ	ระยะ เวลา	การศึกษา	ผลการศึกษา
Petersson, L. G. และ คณะ 2000 ^[11]	Halmstad, Sweden	166, 13- 14 ปี	3 ปี	กลุ่มที่ 1: Fluor Protector® ทุก 3 เดือน กลุ่มที่ 2: Cervitec® ที่มี คลอเฮกซิดีนและไทมอล ร้อยละ 1 ทุก 3 เดือน	ทั้ง Fluor Protector® และ Cervitec® ทำให้มี อุบัติการณ์การเกิดรอยผุ ด้านประชิดของฟันได้ไม่ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติ
Skold- Larsson, K และคณะ 2000 ^[83]	Sweden	30,12-17 ปี มี เครื่องมือ จัดฟัน ชนิดติด แน่น	ครั้ง แรก	spilt-mouth technique กลุ่มที่ 1: Bifluoride® กลุ่มที่ 2: Duraphat® กลุ่มที่ 3: Fluor Protector®	หลังจาก 3 วันครบ จุลินทรีย์ในกลุ่มที่ทำ Bifluoride® และDuraphat® มีปริมาณฟลูออไรด์สูงกว่า ฟันที่ไม่ได้ทำแต่หลังจาก 7 วันพบว่าBifluoride® มี ปริมาณฟลูออไรด์ในครบ จุลินทรีย์สูงกว่าฟันที่ไม่ได้ ทำ ส่วน Fluor Protector® ไม่มีความแตกต่างอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติ
Petersson LG.และ คณะ 2005 ^[84]	West Coast, Sweden	854, 13- 16 ปี ที่มีความ เสี่ยงใน การเกิด ฟันผุ ระดับสูง กลาง และต่ำ	3 ปี	ทำ Duraphat® กลุ่มที่ 1: ทำทุก 6 เดือน กลุ่มที่ 2: ทำ 3 ครั้งใน 1 สัปดาห์ กลุ่มที่ 3: ทำ 8 ครั้งต่อปี กลุ่มที่ 4: กลุ่มควบคุม	การทำ Duraphat® ทุก 6 เดือนสามารถป้องกันการ เกิดฟันผุด้านประชิดได้ใน ผู้ที่มีความเสี่ยงในการเกิด ฟันผุในระดับกลางและสูง

ผู้แต่ง,ปี	สถานที่	ขนาดประชากร, ช่วงอายุ	ระยะเวลา	การศึกษา	ผลการศึกษา
Santiago S. และคณะ 2005 ^[12]	Vina del Mar, Chile	14.7 ± 2.1 ปี	2 ปี	รอยฟันในชั้นเคลือบฟันหรือชั้นนอกของเนื้อฟัน กลุ่มที่ 1: แยกยางและเคลือบรอยผุด้านประชิดชั้นเคลือบฟันด้วยวัสดุเคลือบหลุมร่องฟัน กลุ่มที่ 2: spilt-mouth technique แยกยางและเคลือบรอยผุด้านประชิดชั้นเคลือบฟันด้วยวัสดุเคลือบหลุมร่องฟันหรือทา Duraphat® ทาทุก 6 เดือน กลุ่มที่ 3: ทา Duraphat® ทุก 6 เดือน	การเคลือบรอยผุด้านประชิดด้วยวัสดุเคลือบหลุมร่องฟันและการทา Duraphat® สามารถยับยั้งการเกิดฟันผุลูกกลมได้ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
Weintraub J. A. และคณะ 2006 ^[85]	San Francisco, USA	376, 1.8 ± 0.6 ปี	2 ปี	กลุ่มที่ 1: กลุ่มควบคุม กลุ่มที่ 2: Duraphat® ทาทุก 12 เดือน กลุ่มที่ 3: Duraphat® ทาทุก 6 เดือน	<ul style="list-style-type: none"> ● กลุ่มที่ทาวาร์นิชฟลูออไรด์มีอุบัติการณ์การเกิดฟันผุน้อยกว่ากลุ่มที่ไม่ทา ● ความถี่ในการทามากขึ้น อุบัติการณ์การเกิดฟันผุลดลง
Ekstrand K. R และคณะ 2010 ^[86]	Greenland, Denmark	50,5-8 ปี	1 ปี	spilt-mouth technique รอยฟันในชั้นเคลือบฟันหรือชั้นนอกของเนื้อฟัน กลุ่มที่ 1: resin-infiltration และ Duraphat® กลุ่มที่ 2: Duraphat® ทั้งสองกลุ่มจะทา Duraphat® ตอนเริ่มต้นและทาซ้ำทุก 6 เดือน	กลุ่มที่ใช้ resin-infiltration และ Duraphat® สามารถการยับยั้งการเกิดรอยผุด้านประชิดในฟันน้ำนมได้มากกว่าการทา Duraphat®

ผู้แต่ง,ปี	สถานที่	ขนาด ประชากร, ช่วง อายุ	ระยะเวลา	การศึกษา	ผลการศึกษา
K.M. Milsom และคณะ 2011 ^[87]	East Lancashire, England	3133,7-8 ปี	3 ปี	กลุ่มทดลองทาฟันกรามแท้ซี่แรกทุก 4 เดือน	การทำ Duraphat [®] ไม่ได้ช่วยป้องกันการเกิดฟันผุในฟันกรามแท้ซี่แรก
Suwansingha, O. และคณะ 2012 ^[88]	Chachoengsao, Thailand	90,6-11 ปี	6 เดือน	spilt-mouth technique กลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลองทาDuraphat [®] ฟันกรามแท้หรือซี่ที่สองที่ขึ้นไม่เต็มซี่ ตอนเริ่มต้นและทาซ้ำทุก 3 เดือน	การทำ Duraphat [®] ลดการเกิดฟันผุในฟันกรามแท้หรือกรามแท้ซี่ที่สองที่ขึ้นไม่เต็มซี่
Bergström EK. และคณะ 2014 ^[89]	Sweden	1143,12-17 ปีกลุ่มฟันที่ที่มีความชุกในการเกิดฟันผุต่ำ	3.5 ปี	กลุ่มที่ 1: Bifluoride [®] 2 ครั้ง/ปี กลุ่มที่ 2: Duraphat [®] 2 ครั้ง/ปี กลุ่มที่ 3: Bifluoride [®] 4 ครั้ง/ปี กลุ่มที่ 4: กลุ่มควบคุมใช้ยาสีฟันฟลูออไรด์	<ul style="list-style-type: none"> ●การทำ Bifluoride[®]และ Duraphat[®] 2 ครั้ง/ปี การเกิดฟันผุไม่มีความแตกต่างกัน ● การทาวาร์นิชฟลูออไรด์กับการใช้ยาสีฟันที่ผสมฟลูออไรด์ การเกิดฟันผุไม่มีความแตกต่างกัน

ข้อดีของการใช้วารนิชฟลูออไรด์คือใช้เวลาในการทำให้เวลาน้อย ไม่ต้องขัดฟันก่อนทา ใช้ง่าย สามารถคงตัวในช่องปากได้เมื่อมีความชื้น ไม่ต้องอาศัยความร่วมมือของผู้ป่วยมาก ไม่ต้องใช้อุปกรณ์ที่ยุ่งยากในการทา ข้อจำกัดคือเมื่อทาแล้วจะทำให้ฟันมีสีเหลืองชั่วคราว ในกรณีที่หลีกเลี่ยงฟันมีสีเหลืองให้ใช้วารนิชฟลูออไรด์สีขาวเช่น Fluor Protector® หรือ Clinpro™ White varnish ผู้ป่วยไม่ควรรับประทานอาหาร 2-4 ชั่วโมงและไม่ต้องแปรงฟันเวลากลางคืนในวันที่ทำ^[90]

ความปลอดภัยในวารนิชฟลูออไรด์ที่มีปริมาณฟลูออไรด์มากที่สุดมีฟลูออไรด์ 22600 ส่วนในล้านส่วน การใช้ในผู้ป่วยเด็กไม่พบปัญหาด้านสุขภาพใด ๆ มีรายงานปริมาณวารนิชฟลูออไรด์ Duraphat® เฉลี่ยที่ใช้ในเด็กที่มีอายุ 2-14 ปี มีค่า 5.2 มิลลิกรัม (0.7-14.5 มิลลิกรัม) ไม่มีเด็กได้รับอันตรายเฉียบพลันหลังจากการได้รับวารนิชฟลูออไรด์ ปริมาณฟลูออไรด์สูงสุดในพลาสมาของเด็กเล็กที่ทาวารนิชฟลูออไรด์ (3.2-6.3 ไมโครโมลต่อลิตร) เปรียบเทียบกับการแปรงฟันด้วยยาสีฟัน (3.6 ไมโครโมลต่อลิตร) การรับประทานฟลูออไรด์เม็ด 1 มิลลิกรัม (4.5 ไมโครโมลต่อลิตร) มีน้อยกว่าฟลูออไรด์เจล (16-47 ไมโครโมลต่อลิตร) ซึ่งระดับฟลูออไรด์สูงสุดในพลาสมาจะน้อยกว่าปริมาณฟลูออไรด์ที่ทำให้เกิดพิษ เนื่องจากวารนิชฟลูออไรด์จะยึดติดกับฟันและค่อยๆ ปล่อยฟลูออไรด์ออกมาในน้ำลายจึงทำให้การกลืนเข้าสู่ร่างกายน้อยลง^[91-93] และในเด็กอายุ 36 – 48 เดือนเมื่อใช้วารนิชฟลูออไรด์ชนิด Duraphat® ร่วมกับการใช้ยาสีฟันฟลูออไรด์ 1000 ส่วนในล้านส่วนจะพบปริมาณฟลูออไรด์ในปัสสาวะ 0.20 ± 0.09 มิลลิกรัมหลังจากทาแล้ว 6 ชั่วโมงซึ่งปริมาณฟลูออไรด์ในปัสสาวะของการใช้ยาสีฟันฟลูออไรด์ 1000 ส่วนในล้านส่วนคือ 0.11 ± 0.01 มิลลิกรัม^[94]

ยาสีฟันฟลูออไรด์

ยาสีฟันฟลูออไรด์เป็นการได้รับฟลูออไรด์เฉพาะที่เพื่อลดและป้องกันการเกิดฟันผุโดยที่ประชาชนสามารถเข้าถึงได้ง่ายเนื่องจากราคาไม่แพงและสามารถหาซื้อได้โดยไม่ต้องสั่งจ่ายโดยทันตแพทย์^[95] ประสิทธิภาพของใช้ยาสีฟันฟลูออไรด์ในการลดและป้องกันการเกิดฟันผุจะเกี่ยวข้องกับปัจจัยต่าง ๆ ได้แก่ ความเข้มข้นของฟลูออไรด์ ความถี่ของการแปรง ปริมาณยาสีฟันฟลูออไรด์ที่ใช้ในแต่ละครั้งและพฤติกรรมการบ้วนน้ำหรือรับประทานอาหารหลังการแปรงฟัน^[96]

ในการใช้ยาสีฟันฟลูออไรด์ที่มีปริมาณฟลูออไรด์ 500 และ 1100 ส่วนในล้านส่วนในรอยบุจำลองที่มีแผ่นชีวภาพพบว่าการใช้ปริมาณฟลูออไรด์ในยาสีฟัน 1100 ส่วนในล้านส่วนจะทำให้มีฟลูออไรด์ในแผ่นชีวภาพมากกว่า และช่วยลดการดำเนินของการเกิดรอยบุได้มากกว่าการใช้ยาสีฟันที่มีฟลูออไรด์ 500 ส่วนในล้านส่วน^[97] ความเข้มข้นของฟลูออไรด์ที่มีประสิทธิภาพในการป้องกันฟันผุคือ 1000 ส่วนในล้านส่วนหรือมากกว่า^[98, 99] จากการวิเคราะห์เชิงสังเคราะห์ของ Wong และคณะ ปี 2011 พบว่าในเด็กที่อายุน้อยกว่า 6 ปีควรใช้ภายใต้การดูแลของผู้ปกครอง และไม่แนะนำให้ใช้ยาสีฟันที่มีความเข้มข้นของฟลูออไรด์ต่ำ เช่น 440 หรือ 500 หรือ 550 ส่วนในล้านส่วนเนื่องจากสามารถป้องกันฟันผุได้น้อยกว่าการใช้ยาสีฟันที่มีความเข้มข้นฟลูออไรด์ตั้งแต่ 1000 ส่วนในล้านส่วน^[98] การใช้ฟลูออไรด์ที่มีความเข้มข้นสูง (1450 ส่วนในล้านส่วน) จะสามารถยับยั้งรอยบุในชั้นเนื้อฟันด้านผิวเรียบของฟัน^[100] และช่วยให้เกิดกระบวนการคืนกลับของแร่ธาตุในรอยบุจำลองในชั้นเคลือบฟัน^[101, 102] การใช้ยาสีฟันอย่างสม่ำเสมอในรอยบุจำลองจะทำให้เคลือบฟันมีปริมาณฟลูออไรด์สูงกว่าการทำวารนิชฟลูออไรด์เพียงครั้งเดียว^[103] และการใช้ยาสีฟันฟลูออไรด์ 1100 ส่วนในล้านส่วนในอาสาสมัครที่ใส่เครื่องมือชนิดถอดได้ที่มีชิ้นส่วนของเคลือบฟันและเนื้อฟันบริเวณรากฟันที่ปกคลุมด้วยแผ่นชีวภาพระยะเวลา 14 วันจะมีร้อยละการสูญเสียความแข็งผิว (percent surface hardness loss) น้อยกว่าการใช้ยาสีฟันที่ไม่มีฟลูออไรด์^[104]

ปริมาณฟลูออไรด์ในน้ำลายช่วงแรกเพิ่มสูงขึ้นหลังจากแปรงฟันด้วยยาสีฟันฟลูออไรด์ จากนั้นระดับฟลูออไรด์ในน้ำลายจะลดลงและอยู่ในน้ำลาย 2-6 ชั่วโมง^[105] และจะมีฟลูออไรด์อยู่ในระดับต่ำ ๆ ที่สามารถป้องกันการเกิดฟันผุ^[106] ปริมาณฟลูออไรด์ในน้ำลายจะลดลงสัมพันธ์กับปริมาณน้ำและความถี่ในบ้วนน้ำที่มากขึ้น^[107] หรือการรับประทานอาหารหลังการแปรงฟันด้วยยาสีฟันฟลูออไรด์จะทำให้ระดับฟลูออไรด์ในน้ำลายน้อยกว่ากลุ่มที่ไม่บ้วนน้ำหรือกลุ่มที่บ้วนน้ำยาบ้วนปากที่มีฟลูออไรด์^[108] ในผู้ป่วยที่ติดเครื่องมือจัดฟันเมื่อใช้ยาสีฟันฟลูออไรด์ร้อยละ 0.32 จะทำให้กลุ่มที่แปรงทุกครั้งหลังอาหารมีปริมาณเชื้อในกลุ่มผิวแทนส์ สเตريبโตค็อกไคในน้ำลายน้อยกว่าการแปรงเฉพาะเช้าและก่อนนอน แต่ปริมาณเชื้อกลุ่มสายพันธุ์*แลกโตบาซิลลัส*ในน้ำลายไม่มีความแตกต่างกัน

[109]

การใช้ยาสีฟันที่มีปริมาณฟลูออไรด์สูงจะเพิ่มความเสี่ยงในการเกิดฟันตกรกระ (fluorosis)^[110] แต่ความถี่ในการแปรงและปริมาณยาสีฟันที่ใช้ในแต่ละครั้งไม่มีความสัมพันธ์กับการเกิดฟันตกรกระ การลดความเสี่ยงในการเกิดฟันตกรกระควรใช้ยาสีฟันฟลูออไรด์ในเด็กที่มีอายุมากกว่า 12 เดือน^[98] แต่ในการทบทวนวรรณกรรมของ Wright 2014^[111] พบว่าควรให้เด็กเริ่มใช้ยาสีฟันฟลูออไรด์ตั้งแต่อายุ 24 เดือนจะลดโอกาสในการเกิดฟันตกรกระ และถ้าใช้ยาสีฟันฟลูออไรด์ความถี่น้อยกว่า 1 วันจะช่วยลดความเสี่ยงในการเกิดฟันตกรกระได้

แก้วไอโอโนเมอร์ (Glass ionomer cement)

แก้วไอโอโนเมอร์ (Glass ionomer cement) มีส่วนประกอบสองส่วน ได้แก่ ส่วนผงมีส่วนประกอบหลักคือผงแก้วฟลูออโรลูมิเนียมซิลิเกต (fluoroaluminosilicate glass) และส่วนเหลวคือสารละลายกรดโพลีอะคริลิก (polyacrylic acid) ปฏิกริยาการก่อตัวเป็นปฏิกริยากรดต่าง (acid-base reaction) การยึดเหนี่ยวระหว่างวัสดุบูรณะฟันชนิดแก้วไอโอโนเมอร์เมื่อเปรียบเทียบกับแก้วไอโอโนเมอร์ชนิดเรซินโมดิไฟด์กับฟันผุในชั้นเนื้อฟัน (affected dentin) พบว่า แก้วไอโอโนเมอร์มีค่าการยึดเหนี่ยว (bond strength) น้อยกว่าแก้วไอโอโนเมอร์ชนิดเรซินโมดิไฟด์^[112] ระหว่างปฏิกริยาการก่อตัวจะมีการปล่อยไอออนชนิดต่าง ๆ เช่นฟลูออไรด์ออกมาสู่สิ่งแวดล้อม การปล่อยฟลูออไรด์จะมีสองกลไก ชั้นแรกจะมีปฏิกริยาการปล่อยฟลูออไรด์ระยะสั้นเกิดจากการละลายบริเวณผิวของผงแก้วฟลูออโรลูมิเนียมซิลิเกตทำให้มีการปล่อยฟลูออไรด์ออกมาอย่างรวดเร็ว ชั้นตอนที่สองจะมีการปล่อยฟลูออไรด์ออกมาอย่างช้า ๆ โดยมีการแพร่ของฟลูออไรด์ออกจากแก้วไอโอโนเมอร์ทั้งชั้น^[113, 114] การปล่อยฟลูออไรด์จากแก้วไอโอโนเมอร์จะพบมากที่สุดภายใน 24 ชั่วโมงแรก จากนั้นต่อมาการปล่อยฟลูออไรด์จะลดลงอย่างรวดเร็วและเมื่อระยะเวลาผ่านไปฟลูออไรด์ที่ปล่อยออกมาจะค่อย ๆ ปล่อยออกมาอย่างช้า ๆ และเมื่อทาฟลูออไรด์ชนิดเฉพาะที่จะมีการปล่อยฟลูออไรด์ออกมาในระยะเวลาสั้น ๆ และหลังจากนั้นจะค่อย ๆ ปล่อยฟลูออไรด์ระดับต่ำ ๆ^[114] การศึกษาการปล่อยฟลูออไรด์ของแก้วไอโอโนเมอร์ (Chemfil Superior®) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร และมีความหนา 1-1.5 มิลลิเมตรในน้ำลายเทียมพบว่า มีปริมาณฟลูออไรด์ 13.3 ส่วนในล้านส่วน^[115, 116] แก้วไอโอโนเมอร์มีความสามารถในการปล่อยฟลูออไรด์มากกว่าแก้วไอโอโนเมอร์ ชนิดโมดิไฟด์^{[22,}

^{114, 115]} ค่าความเป็นกรดและต่างของสารละลายมีผลต่อการปล่อยและการคืนกลับฟลูออไรด์ในแก้วไอโอโนเมอร์แก้วไอโอโนเมอร์ชนิดเรซินโมดิฟายด์ในสารละลายที่มีค่าความเป็นกรดต่างต่ำจะมีการปล่อยและการคืนกลับฟลูออไรด์หลังจากการทำโซเดียมฟลูออไรด์มากกว่าสารละลายที่มีความเป็นกลาง^[22, 117] แก้วไอโอโนเมอร์จะมีความสามารถปล่อยฟลูออไรด์ในน้ำลายที่ยังไม่กระตุ้นในระยะเวลา 3 สัปดาห์เมื่อใช้ร่วมกับการแปรงฟันด้วยยาสีฟันฟลูออไรด์ ระดับของฟลูออไรด์เพิ่มขึ้นจาก 0.04 ส่วนในล้านส่วนเป็น 0.8 ส่วนในล้านส่วนและในเวลา 1 ปี จะมีระดับฟลูออไรด์ในน้ำลาย 0.3 ส่วนในล้านส่วนการศึกษาการปล่อยฟลูออไรด์ของวัสดุบูรณะแก้วไอโอโนเมอร์โดยวัดระดับฟลูออไรด์ที่อยู่ในน้ำที่ปราศจากประจุเป็นเวลา 16 สัปดาห์ หลังจากนั้นให้วัสดุสัมผัสกับยาสีฟันฟลูออไรด์ พบว่าวัสดุบูรณะแก้วไอโอโนเมอร์มีความสามารถรับฟลูออไรด์จากยาสีฟัน^[118]

ในการศึกษาการสูญเสียแร่ธาตุรอบเคลือบฟันที่บูรณะด้วยแก้วไอโอโนเมอร์เทียบกับคอมโพสิตเรซินในสิ่งแวดล้อมที่ทำให้ฟันพบว่าฟันที่บูรณะด้วยแก้วไอโอโนเมอร์จะมีความแข็งแรงมากกว่าและมีการสูญเสียแร่ธาตุน้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับคอมโพสิตเรซิน^[119] การศึกษาการคืนกลับของแร่ธาตุในรอยจุลช่องชั้นเนื้อฟันของวัสดุบูรณะชนิดของแก้วไอโอโนเมอร์ (Fuji II[®]) และแก้วไอโอโนเมอร์ชนิดโมดิฟายด์ซีเมนต์ (Fuji II LC[®], Vitremer[®]) ค่าความแข็งแรงระดับจุลภาคของบริเวณที่มีการยับยั้งรอยของวัสดุ Fuji II[®] มีค่ามากกว่า Fuji II LC[®] และ Vitremer[®] พบแคลเซียมและฟอสฟอรัสในบริเวณที่มีการยับยั้งรอย^[120] เนื้อฟันที่มีรอยผุเมื่อบูรณะด้วย Fuji IX[®] และ Fuji II LC[®] ภายใต้อุณหภูมิในสภาวะที่มีแบคทีเรียจะมีค่าความแข็งแรงระดับจุลภาคน้อยกว่าฟันที่ไม่มีแบคทีเรีย^[121] การศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของการเกิดกระบวนการการคืนแร่ธาตุในรอยผุชั้นเนื้อฟันในฟันแท้โดยการใช้วัสดุที่บูรณะแก้วไอโอโนเมอร์ โดยใช้ Fuji IX(GP)[®] ในฟันที่มีรอยผุพบว่าฟลูออไรด์และสตอนเซียมสามารถแทรกซึมในชั้นลึกของฟันทั้งในรอยโรคขนาดเล็กและใหญ่ได้และสามารถแบ่งระยะของการเกิดการสะสมแร่ธาตุได้เป็น 3 บริเวณ ได้แก่ บริเวณแรกที่ใกล้กับวัสดุบูรณะแก้วไอโอโนเมอร์มากที่สุด จะพบปริมาณแคลเซียมและฟอสฟอรัสประมาณ 10% โดยน้ำหนักบริเวณต่อมาเป็นรอยต่อระหว่างบริเวณที่ใกล้กับวัสดุบูรณะแก้วไอโอโนเมอร์กับเนื้อฟันปกติ จะพบแร่ธาตุหลักคือแคลเซียมและฟอสฟอรัส ในบริเวณนี้จะมีบริเวณที่แร่ธาตุมาสะสมมากที่สุด และบริเวณเนื้อฟันปกติ

จะพบปริมาณแคลเซียมและฟอสฟอรัสประมาณ 30% โดยน้ำหนัก^[20] การศึกษาการเปลี่ยนแปลงแร่ธาตุของฟันกรามน้ำนมของผู้ป่วยที่มีรอยผุลึกถึงชั้นเนื้อฟันและบูรณะด้วย Fuji IX(GP)[®] และ Vitremer[®] พบว่าจะมีปริมาณแคลเซียมและฟลูออไรด์ในชั้นเคลือบฟันและเนื้อฟันสูงกว่าฟันธรรมชาติ^[122]

แก้วไอโอโนเมอร์มีคุณสมบัติในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียที่ทำให้เกิดฟันผุ^[123-125] ป้องกันการเกิดฟันผุซ้ำ^[126, 127] และลดการเกิดแผ่นชีวภาพจากเชื้อ *สเตรปโตค็อกคัส มิวแทนส์* ^[128] แก้วไอโอโนเมอร์ชนิด Fuji IX[®] ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 มิลลิเมตร และสูง 2 มิลลิเมตร เมื่อทิ้งไว้ 24 ชั่วโมงจะพบฟลูออไรด์ออกมา 0.49 ± 0.2 มิลลิโมลาร์ และเมื่อใส่แก้วไอโอโนเมอร์ที่มีเชื้อ *สเตรปโตค็อกคัส มิวแทนส์* และ *สเตรปโตค็อกคัส ซอไบนัส* ที่เติมน้ำตาลกลูโคสจะทำให้ความเป็นกรดต่างในอาหารเลี้ยงเชื้อแบคทีเรียสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ไม่มีแก้วไอโอโนเมอร์ และที่ความเป็นกรดต่าง 5.5 เชื้อ *สเตรปโตค็อกคัส มิวแทนส์* และ *สเตรปโตค็อกคัส ซอไบนัส* ที่มีแก้วไอโอโนเมอร์จะมีอัตราการผลิตกรดน้อยกว่ากลุ่มควบคุมที่ไม่มีแก้วไอโอโนเมอร์^[129] การทดลองเปรียบเทียบปริมาณฟลูออไรด์ในคราบจุลินทรีย์ที่เกิดบนวัสดุบูรณะฟัน 2 ชนิดได้แก่แก้วไอโอโนเมอร์และคอมโพสิตเรซินเป็นเวลา 14 วันพบว่า ระดับฟลูออไรด์ในคราบจุลินทรีย์ของฟันที่บูรณะด้วยแก้วไอโอโนเมอร์จะมากกว่าในคอมโพสิตเรซิน คราบจุลินทรีย์ที่แก้วไอโอโนเมอร์มีระดับของเชื้อในกลุ่ม *มิวแทนส์* *สเตรปโตค็อกคัส* ใคน้อยกว่าคราบจุลินทรีย์ที่คอมโพสิตเรซิน โดยที่แก้วไอโอโนเมอร์จะมีฟลูออไรด์ในเคลือบฟันมากกว่าและมีการสูญเสียฟลูออไรด์น้อยกว่าคอมโพสิตเรซิน^[130] การใช้แก้วไอโอโนเมอร์ชนิดเรซินโมดิฟายด์สำหรับรักษาเนื้อเยื่อในทางอ้อม (Indirect pulp capping) ในฟันน้ำนมที่ผุในชั้นเนื้อฟันที่กำลังจัดเนื้อฟันที่ติดเชื้อ (infected dentin) ออกบางส่วนเป็นระยะเวลาเวลา 3 เดือนเนื้อฟันที่เหลืออยู่ที่สัมผัสกับวัสดุมีความแข็งมากขึ้นและปริมาณเชื้อ *สเตรปโตค็อกคัส มิวแทนส์* และ *สเตรปโตค็อกคัส ซอไบนัส* ลดลง^[131] แต่บางการศึกษาไม่พบผลในการลดจำนวนเชื้อในกลุ่ม *มิวแทนส์* *สเตรปโตค็อกคัส* และเชื้อกลุ่มสายพันธุ์ *แลกโตบาซิลลัส* หรือการเกิดแผ่นชีวภาพเมื่อบูรณะฟันด้วยแก้วไอโอโนเมอร์หรือแก้วไอโอโนเมอร์ชนิดโมดิฟายด์ เช่นการศึกษาปริมาณฟลูออไรด์ในคราบจุลินทรีย์ของฟันที่บูรณะด้วยแก้วไอโอโนเมอร์ชนิดเรซินโมดิฟายด์จะพบฟลูออไรด์ในระดับต่ำ ๆ

แต่มากกว่าในฟันที่บูรณะด้วยคอมโพเมอร์และคอมโพสิตเรซินแต่การกระจายของเชื้อในกลุ่ม
 มิวแทนส์ สเตรีปโตค็อกไคและเชื้อกลุ่มสายพันธุ์*แลกโตบาซิลลัส*ไม่มีความสัมพันธ์กับปริมาณ
 ฟลูออไรด์ในคราบจุลินทรีย์^[132] และปริมาณเชื้อดังกล่าวในแผ่นชีวภาพไม่มีความแตกต่างกันระหว่าง
 แก้วไอโอโนเมอร์แก้วไอโอโนเมอร์ ชนิดเรซินโมดิฟายด์และคอมโพสิตเรซิน^[127] มีบางการศึกษาพบว่า
 บริเวณผิวของแก้วไอโอโนเมอร์และแก้วไอโอโนเมอร์ชนิดเรซินโมดิฟายด์ที่สัมผัสในน้ำลายจะมีความ
 หนาของแผ่นชีวภาพมากกว่าคอมโพสิตเรซิน ไซโอเมอร์ และคอมโพเมอร์^[117]

หลังการบูรณะรอยฟันชั้นเนื้อฟันในฟันกรามน้ำนมด้วยแก้วไอโอโนเมอร์หรือแก้วไอโอ
 โนเมอร์ชนิดโมดิฟายด์ (Fuji IX(GP)[®] , Ketac MolarTM และ Vitremer[®]) จะทำให้มีปริมาณเชื้อ
 แบคทีเรียในรอยผุดลง ปริมาณแคลเซียม ฟอสฟอรัส ในเนื้อฟันมากขึ้น แต่ไม่พบการเปลี่ยนแปลง
 ของปริมาณฟลูออไรด์ในเนื้อฟัน ท่อเนื้อฟัน (dentinal tubule) มีขนาดเล็กกลวง โครงสร้างของเนื้อฟัน
 ระหว่างท่อเนื้อฟัน (intertubular dentin) และเส้นใยคอลลาเจนแน่นขึ้นและเรียงตัวเป็นระเบียบ
 มากยิ่งขึ้น^[133-135]

จากเอกสารคำแนะนำวิธีการใช้แก้วไอโอโนเมอร์ Fuji VII[®] ชนิดแคปซูล ของบริษัทผู้ผลิตจะ
 มีข้อบ่งใช้ในการเคลือบหลุมร่องฟัน การปกป้องฟันผิวยุวกฟัน ป้องกันการเสียวฟัน เป็นวัสดุบูรณะฟัน
 ชั่วคราว และช่วยยับยั้งการเกิดฟันผุ

บทที่ 3 การดำเนินการวิจัย

ประชากรเป้าหมายและกลุ่มตัวอย่าง

พืชน้ำจืดที่มีรอยผุในชั้นเนื้อพืชน้ำ

ประชากรตัวอย่าง

พืชน้ำจืดที่มีรอยผุที่หนึ่งหรือสองของขากรรไกรบนหรือล่างที่ถอนตามแผนการรักษาเนื่องจากพืชน้ำจืดโยกมีพืชน้ำจืดที่กำลังจะขึ้น

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา

ชิ้นส่วนของพืชน้ำจืดที่ผ่านเกณฑ์ในการคัดเลือกตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา

หลักเกณฑ์ในการคัดเลือกตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา

หลักเกณฑ์ในการคัดเลือกตัวอย่างเข้างานวิจัย

ชิ้นส่วนของพืชน้ำจืดที่ 1 และ 2 ของขากรรไกรบนและล่างที่มีรอยโรคพืชน้ำจืดในชั้นเนื้อพืชน้ำจืดในระยะเวลาชั้นนอก 1/3 ถึงระยะกลาง 1/3 ของความหนาชั้นเนื้อพืชน้ำจืด (outer 1/3-middle 1/3)

หลักเกณฑ์ในการคัดเลือกตัวอย่างออกจากงานวิจัย

ชิ้นส่วนของพืชน้ำจืดที่ 1 และ 2 ของขากรรไกรบนและล่าง รอยโรคพืชน้ำจืดที่หยุดลุกลามแล้ว รอยผุที่ในชั้นเคลือบพืชน้ำจืดหรือทะลุโพรงประสาทพืชน้ำจืด รอยชุ่นขาว เหลืองหรือสีน้ำตาล ร้าวแตก มีความผิดปกติของการสร้างเนื้อพืชน้ำจืด มีวัสดุบูรณะหรือพืชน้ำจืดมีขนาดเล็กจนไม่สามารถตัดแบ่งพืชน้ำจืดได้ตามวิธีการเตรียมชิ้นพืชน้ำจืดตัวอย่าง

การคำนวณขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

คำนวณจากสูตร

$$\text{จำนวนตัวอย่างต่อกลุ่ม} = \frac{(Z\alpha + Z\beta)^2 2S_p^2}{D^2}$$

โดย

D	=	ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยสองกลุ่ม
$2S_p^2$	=	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานรวม $(S_1^2 + S_2^2)/2$ (กรณีที่ $n_1 = n_2$)
Z α	=	1.64 (ค่าจากตารางความน่าจะเป็นแบบปกติ เมื่อค่า $\alpha = 0.05$)
Z β	=	1.28 (ค่าจากตารางความน่าจะเป็นแบบปกติ เมื่อค่า $\beta = 0.1$)

ขนาดตัวอย่างในงานวิจัยนี้จะคำนวณโดยอ้างอิงจากค่าเฉลี่ยและค่าความคลาดเคลื่อนจากข้อมูลการศึกษาในอดีตโดยกำหนดค่าความคลาดเคลื่อนที่ไม่ยอมรับทั้งที่สมมติฐานเป็นจริง (Type I error, α) เท่ากับ 0.05 ค่าความคลาดเคลื่อนที่ไม่ยอมรับทั้งที่สมมติฐานไม่เป็นจริง (Type II error, β) เท่ากับ 0.1

ในกรณีที่ใช้ข้อมูลจากการศึกษาของ Pereira และคณะปี 1998^[120] ซึ่งเปรียบเทียบความแข็งผิวรอยฟันจำลองชั้นเนื้อฟันของวีวเมื่อบูรณะด้วยแก้วไอโอโนเมอร์ Fuji II® โดยใช้จำนวนตัวอย่างต่อกลุ่ม 5 ชิ้นซึ่งเปรียบเทียบรอยผุระหว่างบริเวณใต้วัสดุบูรณะจะมีค่าเฉลี่ยความแข็งผิวนีพ (Knoop Hardness Test) 59.2 ± 3.8 และค่าเฉลี่ยความแข็งผิวของเนื้อฟันปกติ 52.4 ± 5.7

$$\begin{aligned} \text{จำนวนตัวอย่างต่อกลุ่ม} &= \frac{(1.64 + 1.28)^2 [(3.8^2 + 5.7^2)/2]}{(59.2 - 52.4)^2} \\ &= 8.65 \text{ ชิ้น} \end{aligned}$$

ในกรณีที่ใช้ข้อมูลจากการศึกษาของ Fernandes และคณะ ปี 2016^[136] ซึ่งเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความแข็งผิวนีพของรอยฟันจำลองชั้นเนื้อฟันของโพรงฟันชนิดที่ 1 (class I) ในฟันน้ำนมที่บูรณะด้วยแก้วไอโอโนเมอร์ Ketac Molar Easymix® 51.2 ± 11.4 กับความแข็งผิวนีพรอยฟันกลุ่มควบคุม 34.1 ± 13.5

$$\begin{aligned} \text{จำนวนตัวอย่างต่อกลุ่ม} &= \frac{(1.64 + 1.28)^2 [(11.4^2 + 13.5^2)/2]}{(51.2 - 34.1)^2} \\ &= 9.10 \text{ ชิ้น} \end{aligned}$$

เนื่องจากไม่เคยมีการศึกษาเปรียบเทียบผลความหนาแน่นแร่ธาตุของการใช้สารละลายซิลเวอร์ไดอะมินฟลูออไรด์ร้อยละ 38 วาร์นิชฟลูออไรด์ชนิดโซเดียมฟลูออไรด์ร้อยละ 5 (Duraphat®)

แก้วไอโอโนเมอร์ (Fuji VII®) ชนิดแคปซูลและยาสีฟันฟลูออไรด์ 1000 ส่วนในล้านส่วนต่อรอยผุธรรมชาติขึ้นเนื้อฟันในฟันกรามน้ำนมโดยใช้เครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ระดับไมโครเมตร จึงใช้การคำนวณจำนวนตัวอย่างจากการศึกษาค่าความแข็งผิวเนื้อของรอยผุจำลองขึ้นเนื้อฟันของฟันน้ำนมที่ใช้แก้วไอโอโนเมอร์ และประมาณการสูญเสียก่อนสิ้นสุดการวิจัยร้อยละ 10 ดังนั้นการศึกษานี้ใช้จำนวนตัวอย่างต่อกลุ่ม 11 ชิ้น

อุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัย

1. ตู้บเลี้ยงเชื้อที่มีคาร์บอนไดออกไซด์ร้อยละ 5 ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส (Forma™ Steri-Cycle™ CO₂ Incubators, Thermo Scientific, USA)
2. ตู้ปลอดเชื้อ (Laminar airflow biosafety cabinet รุ่น NU-440, Nuair, USA)
3. เครื่องวัดการดูดกลืนแสง (GENESYS™ 20 Visible Spectrophotometer, Thermo Scientific, USA)
4. เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH meter, Thermo scientific, USA)
5. เครื่องตัดความเร็วต่ำ (slow speed cutting machine, Isomer 1000, Buehler Ltd., Lake Bluff, Illinois, USA)
6. กล้องจุลทรรศน์ชนิดใช้แสง (Olympus CX22 Binocular Microscope, New York Microscope Company, USA)
7. กล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอ (Olympus SZ Binocular Stereo Zoom Microscope - 7X - 40X Zoom Magnification, New York Microscope Company, USA)
8. เครื่องเอกซเรย์ระดับไมโครเมตร (μCT35, SCANCO, Switzerland)
9. หม้อนึ่งอัดความดัน (autoclave, Tuttnauer, USA)
10. ตู้แช่ควบคุมอุณหภูมิ (Canon Ball manufacturing, Thailand)
11. เครื่องเขย่า (Labnet VX 100, MO BIO laboratories, USA)
12. เครื่องชั่งสาร (Denver instrument XL 3100, USA)

13. เครื่องกวนสารก่อนการใช้งานด้วยแม่เหล็ก (Hot plate stirrer, Framo®-Gerätetechnik, Germany)
14. เครื่องปั่นอะมัลกัม (AUTOMIX Sr., KERR, USA)
15. เครื่องฉายแสง (VISILUX XL 3000, 3M ESPE, USA)

วัสดุที่ใช้ในการทดลอง

1. เชื้อสเตรปโตค็อกคัส มิวแทนส์ (*Streptococcus mutans*) สายพันธุ์ ATCC25175
2. เชื้อแลคโตบาซิลลัส เคซีไอ (*Lactobacillus casei*) สายพันธุ์ IFO3533
3. อาหารเลี้ยงเชื้ออย่างเหลวชนิดทริปติก ซอย (Tryptic soy, HiMedia, India)
4. อาหารเลี้ยงเชื้อแบบวุ้นชนิดทริปติก ซอย (Trypticase Soy Agar, HiMedia, India)
5. สารสกัดจากยีสต์ (Yeast extract powder, HiMedia, India)
6. น้ำตาลซูโครส (Sucrose Uniar®, Ajax Finechem, Australia)
7. น้ำตาลกลูโคส (D-glucose anhydrous, Fisher Scientific, England)
8. น้ำปราศจากไอออน (ฝ่ายวิจัย คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย)
9. น้ำลายเทียม (ภาควิชาเภสัชวิทยา คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย)
10. ลูกแก้ว (glass bead) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 มิลลิเมตร
11. หลุมพลาสติก
12. พู่กันทาสาร
13. ฟันกรามน้ำนมซี่ที่หนึ่งหรือสองของชากรรไกรบนหรือล่าง
14. หลอดแก้วทดลอง
15. จานเพาะเชื้อ
16. ด้ามหลอดรูปห่วงสำหรับเขี่ยเชื้อ
17. บีเปตอัตโนมัติปริมาตร 20, 200 และ 1000 มิลลิลิตร
18. คิวเวท (cuvette)

19. ภาดหลุมสำหรับเพาะเลี้ยงเซลล์แบบ 24 หลุม (24-well plate, Thermo Fisher Scientific, China)

20. น้ำยาทาเล็บ (Seventeen nail colour®, Portland)

21. เทปกาวสองหน้า (Scotch®, USA)

สิ่งแทรกแซง

1. สารละลายซิลเวอร์ไดอะมีนฟลูออไรด์ (Silver diamine fluoride) ร้อยละ 38
2. วาร์นิชฟลูออไรด์ชนิดโซเดียมฟลูออไรด์ร้อยละ 5 (Duraphat®)
3. แก้วไอโอโนเมอร์ Fuji VII® ชนิดแคปซูล
4. ยาสีฟันฟลูออไรด์ 1000 ส่วนในล้านส่วน (ฟลูออคาริล คิเดส์ 6+กรีน กลิ่นโคล่า, DKSH, Thailand)
5. น้ำปราศจากอิออน (Deionized water)

การดำเนินการวิจัย

การเก็บฟัน

การเก็บฟันจะเก็บฟันกรามน้ำนมในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.9 ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

การเตรียมชิ้นฟันตัวอย่าง

1. นำฟันกรามน้ำนมล้างทำความสะอาดคราบเลือดและน้ำลาย ชูดเนื้อเยื่อรอบ ๆ ออกให้สะอาด
2. ตัดฟันด้วยเครื่องตัดฟันชนิดความเร็วต่ำ (slow speed cutting machine) ตัดฟันด้านบดเคี้ยว โดยวัดจากยอดฟัน 1.5 มิลลิเมตร โดยตัดให้ชิ้นส่วนของฟันด้านที่มีรอยผุมีความกว้าง 2.4 มิลลิเมตร หนา 1 มิลลิเมตร โดยมีรอยบากกึ่งกลาง ของชิ้นฟันกว้าง 0.4 มิลลิเมตรตลอดแนว ด้านหน้าเพื่อแบ่งชิ้นฟันเป็นสองส่วน คือส่วนกำหนดจุดอ้างอิงมีพื้นที่ 1x1 ตารางมิลลิเมตร ซึ่งจะใช้เข็มกรอกากเพชรเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 มิลลิเมตรกรอจุดเพื่อเป็นจุดอ้างอิงที่ 1 (รูปที่ 1 ง. และ จ.) สำหรับขั้นตอนการวัดความหนาแน่นแร่ธาตุด้วยเครื่องเอกซเรย์ระดับไมโครเมตร และส่วน

- บริเวณที่ทาสารหรือวัสดุที่ช่วยในการคืนแร่ธาตุมีพื้นที่ 1 ตารางมิลลิเมตร และทั้งชิ้นฟันตัวอย่างมีความสูง 3 มิลลิเมตร
3. เป่าชิ้นฟันตัวอย่างให้แห้งด้วยที่เป่าลมและน้ำ ทาชิ้นฟันตัวอย่างด้วยน้ำยาทาเล็บเคลือบบริเวณชิ้นฟันตัวอย่างให้ทั่วยกเว้นพื้นที่ทำการทดลอง ปล่องชิ้นฟันตัวอย่างให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง 24 ชั่วโมง
 4. เมื่อชิ้นฟันตัวอย่างแห้งนำชิ้นฟันตัวอย่างยึดกับแท่นชิ้นงานด้วยซีเมนต์ วัตถุประสงค์เพื่อใช้เครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ระดับไมโครเมตร จากนั้นทำให้ชิ้นฟันตัวอย่าง แทนยึดและถอดหลุมสำหรับเพาะเลี้ยงเซลล์ปราศจากเชื้อด้วยแก๊สฟอร์มัลดีไฮด์ และตั้งทิ้งไว้ 12 ชั่วโมง เพื่อให้แก๊สระเหยออกจากอุปกรณ์ทั้งหมด^[137]

ขั้นตอนการวัดระยะทางการสูญเสียแร่ธาตุและความหนาแน่นของแร่ธาตุเฉลี่ยก่อนการจำลองสถานะช่องปากด้วยเครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ระดับไมโครเมตร

เตรียมชิ้นฟันตัวอย่างที่ปักในแท่นยึดฟันโดยปักให้เส้นขอบสีเหลี่ยมขนานกับพื้นระนาบและยึดกับแท่นยึดด้วยซีเมนต์ จากนั้นวางแท่นยึดฟันในที่จับพลาสติกทรงกระบอกเส้นผ่านศูนย์กลาง 20.3 มิลลิเมตร แล้วยึดฐานแท่นยึดที่มีรอยบากด้านข้าง (เส้นอ้างอิงที่ 1 : รูปที่ 1จ.) และฐานที่จับพลาสติกทรงกระบอกด้วยเทปกาวเพื่อยึดแท่นยึดฟันที่มีชิ้นฟันตัวอย่างให้อยู่หนึ่งในเครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ระดับไมโครเมตร การกำหนดจุดเริ่มต้นแนวนอนด้านบนสุดของพื้นผิวของชิ้นฟันด้านทดลองและรอยบากบริเวณแท่นยึดชิ้นฟัน และแนวตั้งจะใช้ด้านบนสุดของพื้นผิวของชิ้นฟันด้านทดลองเป็นจุดเริ่มต้นในการสร้างกรอบพื้นที่สี่เหลี่ยมขนาด 1x1 ตารางมิลลิเมตร (เส้นอ้างอิงที่ 2 : รูปที่ 1จ.) โดยวัดระยะการอ่านค่าความหนาแน่นชิ้นฟันตัวอย่างจากด้านบนสุดของพื้นผิวชิ้นฟันลงมา 1.6 ไมโครเมตร

การตั้งค่าเครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ระดับไมโครเมตรจะตั้งค่าความหนาแน่นแร่ธาตุเทียบกับไฮดรอกซีอะพาไทต์บริสุทธิ์ 1200 มิลลิกรัมไฮดรอกซีอะพาไทต์ต่อลูกบาศก์เซนติเมตร เลือกความละเอียดของภาพ 1024x1024 พิกเซล ใช้รังสีเอกซเรย์ 70 kVp 57 μ A การหมุน 180 องศา การถ่าย 1 ครั้งใช้เวลา 10.3 นาทีต่อชิ้นฟันตัวอย่าง จำนวนสไลด์ 160 สไลด์ แล้ววัดระยะทางของรอยผุจาก

ผิวเนื้อฟันด้านนอกสุดของแต่ละชั้นจนถึงระดับความหนาแน่นแร่ธาตุเฉลี่ยร้อยละ 95 เป็นระยะรอยผุ
แล้วหาระยะรอยผุและค่าเฉลี่ยของความหนาแน่นแร่ธาตุถึงระยะรอยผุ

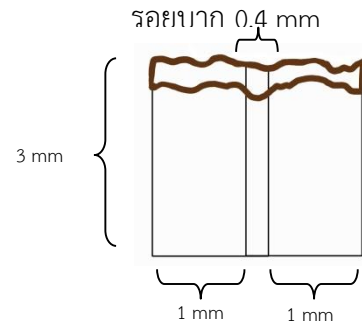




ก. ฟันกรามน้ำนมที่มีรอยฟัน ตัดด้านบด
 เคี้ยวห่างจากยอดปุ่มฟัน 1.5 มิลลิเมตร



ข. รอยฟันด้านบดเคี้ยวแสดง
 บริเวณรอยฟันชั้นเนื้อฟัน

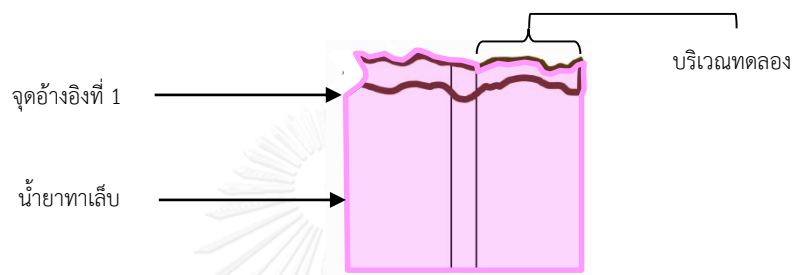


รอยปาก 0.4 mm

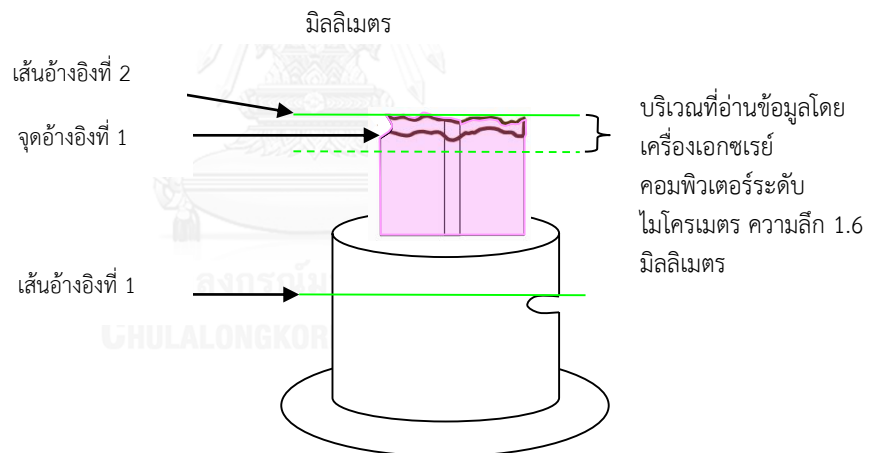
3 mm

1 mm 1 mm

ค. ชิ้นฟันตัวอย่าง



ง. ชิ้นฟันตัวอย่างที่บากชิ้นฟันด้านข้างเพื่อเป็นจุดอ้างอิงที่ 1 และทาน้ำยาทาเล็บยกเว้นบริเวณทดลอง 1x1 ตาราง



จ. ชิ้นฟันตัวอย่างปักบนแท่นยึดที่บากด้านข้างเพื่อเป็นเส้นอ้างอิงที่ 1 และเส้นสัมผัสด้านบนสุดของด้านทดลองเพื่อเป็นเส้นอ้างอิงที่ 2

รูปที่ 1 แสดงขั้นตอนการเตรียมชิ้นฟันตัวอย่างและการกำหนดจุดและเส้นอ้างอิงสำหรับเครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ระดับไมโครเมตร

ขั้นตอนการทดลองทาสารหรือวัสดุที่ทำให้เกิดการคืนกลับแร่ธาตุ

สุ่มแบ่งกลุ่มขึ้นพื้นตัวอย่างออกเป็น 5 กลุ่ม กลุ่มละ 11 ขึ้นด้วยตารางการสุ่มตัวอย่าง จากนั้นตรวจสอบการกระจายของข้อมูลความลึกของระยะรอยผุและความหนาแน่นเฉลี่ยเพื่อให้ขึ้นพื้นในกลุ่มตัวอย่างมีความใกล้เคียงกัน แخذขึ้นพื้นตัวอย่างที่ผ่านการทำให้ปราศจากเชื้อในน้ำลายเทียม เป็นระยะเวลา 1 ชั่วโมงเพื่อทำให้เกิดความชุ่มชื้นคล้ายกับรอยผุจริงในช่องปาก จากนั้นแบ่งขึ้นพื้นตัวอย่าง ทั้ง 5 กลุ่มดังนี้

กลุ่มที่ 1 การทารอยผุด้วยซิลเวอร์ไดอะมินฟลูออไรด์และแซในยาสีฟันฟลูออไรด์ 1000 ส่วนในล้านส่วน

1. หยดสารละลายซิลเวอร์ไดอะมินฟลูออไรด์ในหลุมพลาสติกปราศจากเชื้อ
2. ใช้ปิเปตอัตโนมัติดูดสารละลายซิลเวอร์ไดอะมินฟลูออไรด์ร้อยละ 38 ปริมาตร 5 ไมโครลิตร คิดเป็นปริมาณฟลูออไรด์ 0.22 มิลลิกรัมหยดบริเวณรอยผุ
3. ใช้ฟู่กันขนาดเล็กถูรอยผุ 3 นาที แล้วล้างด้วยน้ำปราศจากอ็อกซิเจนปราศจากเชื้อ ปริมาตร 1 มิลลิลิตร

กลุ่มที่ 2 การทารอยผุด้วยวาร์นิชฟลูออไรด์และแซในยาสีฟันฟลูออไรด์ 1000 ส่วนในล้านส่วน

1. หยดวาร์นิชฟลูออไรด์ในหลุมพลาสติกปราศจากเชื้อ
2. ใช้ปิเปตอัตโนมัติดูดวาร์นิชฟลูออไรด์ ปริมาตร 5 ไมโครลิตรคิดเป็นปริมาณฟลูออไรด์ 0.11 มิลลิกรัมหยดบริเวณรอยผุ

กลุ่มที่ 3 การบูรณะรอยผุด้วยแก้วไอโอโนเมอร์ Fuji VII® ชนิดแคปซูลและแซในยาสีฟันฟลูออไรด์ 1000 ส่วนในล้านส่วน

1. ทาสารปรับสภาพเนื้อฟัน 10 วินาที และทำล้างด้วยน้ำปราศจากเชื้อปราศจากอ็อกซิเจน
2. เตรียมแก้วไอโอโนเมอร์ Fuji VII® ชนิดแคปซูลตามที่บริษัทผู้ผลิตแนะนำ โดยมีเวลาการทำงานเริ่มตั้งแต่ผสม 1 นาที 40 วินาที
3. ฉีดแก้วไอโอโนเมอร์ Fuji VII® บริเวณรอยผุ
4. ฉายแสงจนวัสดุแข็งตัวใช้เวลา 4 นาที
5. เคลือบวัสดุบูรณะด้วยสารป้องกันแล้วฉายด้วยเครื่องฉายแสง 10 วินาที

กลุ่มที่ 4 การทารอยฝูด้วยน้ำปราศจากอออนปราศจากเชื้อและแซในยาสีฟันฟลูออไรด์ 1000 ส่วนในล้านส่วน

ใช้ปีเปตอัตโนมัติดูดน้ำปราศจากอออนปราศจากเชื้อดุดและหยดบริเวณรอยฝูปริมาตร 5

ไมโครลิตร

กลุ่มที่ 5 กลุ่มควบคุม โดยใช้น้ำปราศจากอออนปราศจากเชื้อ

ใช้ปีเปตอัตโนมัติดูดน้ำปราศจากอออนปราศจากเชื้อดุดและหยดบริเวณรอยฝูปริมาตร 5

ไมโครลิตร

กลุ่มที่ 1-4 แซในสารละลายยาสีฟัน วันละ 1 ครั้ง ครั้งละ 2 นาทีโดยเตรียมสารละลายยาสีฟันโดยใช้ยาสีฟันฟลูออไรด์ 1000 ส่วนในล้านส่วน ผสมกับน้ำปราศจากอออนปราศจากเชื้อโดยใช้ปริมาณฟลูออไรด์ 0.25 มิลลิกรัมต่อครั้ง และตีด้วยกวนสาร 1 นาที แซขึ้นฟันตัวอย่างในสารละลายยาสีฟันปริมาตร 1 มิลลิตร เป็นเวลา 2 นาทีแล้วล้างด้วยน้ำปราศจากอออนปราศจากเชื้อปริมาตร 10 มิลลิตร

ขั้นตอนการจำลองสภาพช่องปาก

1 การเตรียมสารละลายที่ทำให้เกิดการสูญเสียแร่ธาตุโดยเชื้อ *สเตรปโตค็อกคัส มิวแทนส์* และเชื้อ *แลกโตบาซิลลัส เคซิไอ* (ดัดแปลงจาก Fontana M. et al 1996^[2], Klein U. et al 1999^[1])

1.1 นำเชื้อ *สเตรปโตค็อกคัส มิวแทนส์* สายพันธุ์ ATCC25175 และเชื้อ *แลกโตบาซิลลัส เคซิไอ* สายพันธุ์ IFO3533 จากตู้เก็บรักษาเชื้อในกลีเซอร์อล -80 องศาเซลเซียส แยกใส่ในจานเพาะเชื้อที่มีอาหารเลี้ยงเชื้อแบบวันชนิดทริปติก ซอยและเลี้ยงในตู้อบอุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียสที่มีคาร์บอนไดออกไซด์ร้อยละ 5 เป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง

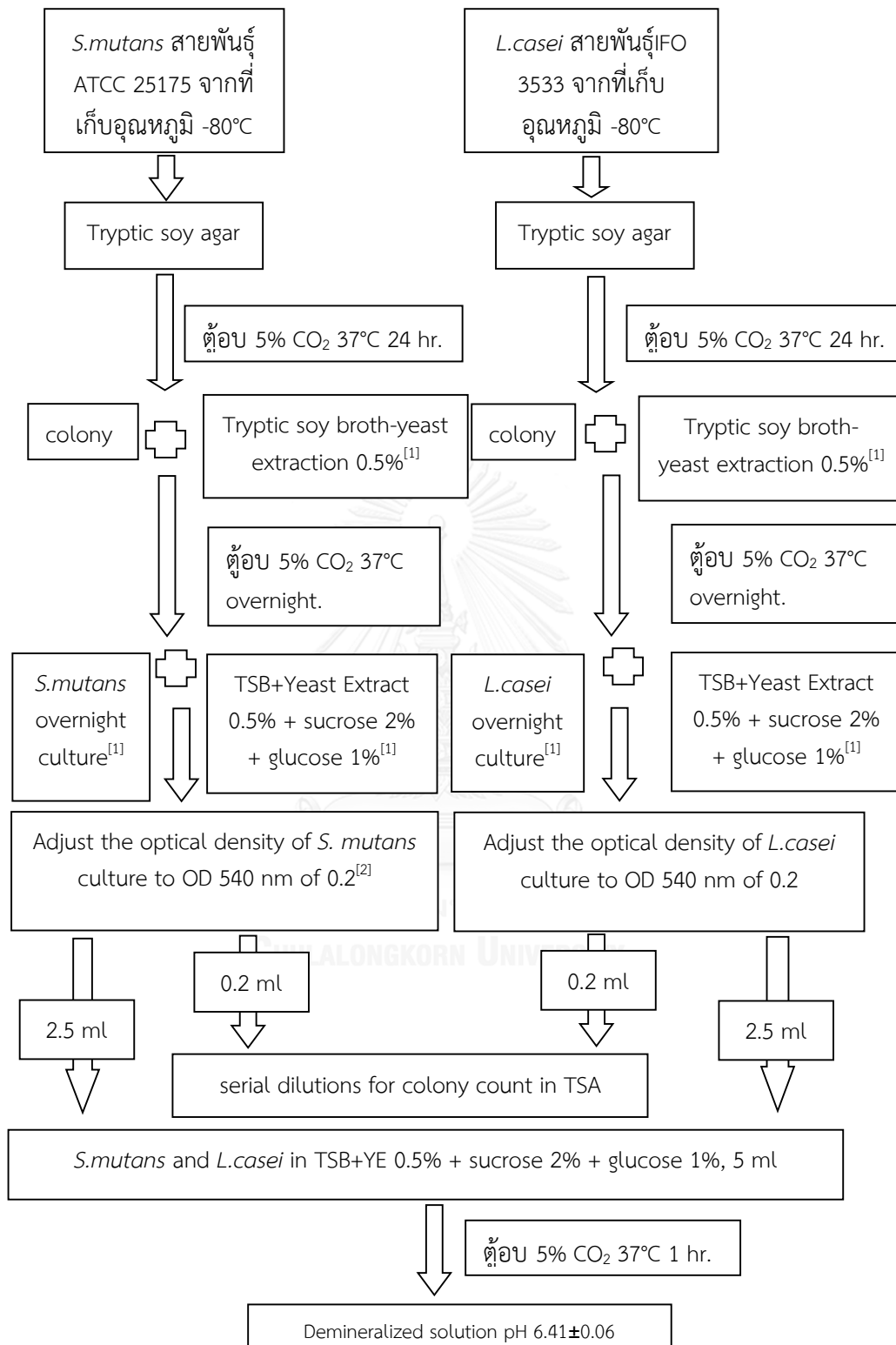
1.2. นำโคลนของเชื้อ *สเตรปโตค็อกคัส มิวแทนส์* และเชื้อ *แลกโตบาซิลลัส เคซิไอ* มาแยกใส่ในหลอดเลี้ยงเชื้อที่มีอาหารเลี้ยงเชื้ออย่างเหลวชนิดทริปติก ซอยที่มีสารสกัดจากยีสต์ร้อยละ 5 ปริมาตร 5 มิลลิตรแล้วนำเข้าสู่ตู้บเลี้ยงเชื้อที่มีคาร์บอนไดออกไซด์ร้อยละ 5 ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 16 ชั่วโมง

1.3. นำเชื้อ *สเตรปโตค็อกคัส มิวแทนส์* จากข้อ 1.2 มาเจือจางเชื้อเริ่มต้นด้วยอาหารเลี้ยงเชื้ออย่างเหลวชนิด ทริปติก ซอยที่มีสารสกัดจากยีสต์ร้อยละ 5 ซูโครสร้อยละ 2 กลูโคสร้อยละ 1 แล้ววัด

ความทึบแสงของสารละลาย (Optical density: OD) เท่ากับ 0.2 ด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตรและนำเชื้อ*แลกโตบาซิลลัส เคซีไอ* จากข้อ 1.2 มาเจือจางเชื้อเริ่มต้นด้วยอาหารเลี้ยงเชื้ออย่างเหลวชนิดทริปติก ซอยที่มีสารสกัดจากยีสต์ร้อยละ 5 ซูโครสร้อยละ 2 กลูโคสร้อยละ 1 แล้ววัดความทึบแสงของสารละลายอาหารเลี้ยงเชื้อที่ผสมเชื้อ*เชื้อสเตรปโตค็อกคัส มิวแทนส์* หรือเชื้อ*แลกโตบาซิลลัส เคซีไอ* เท่ากับ 0.2 ด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร

1.4. นำเชื้อ*สเตรปโตค็อกคัส มิวแทนส์* และเชื้อ*แลกโตบาซิลลัส เคซีไอ* จากข้อ 3. ผสมกันด้วยสัดส่วน 1 ต่อ 1 และเลี้ยงในตู้บอดูณหภูมิตั้งที่ 37 องศาเซลเซียสที่มีคาร์บอนไดออกไซด์ร้อยละ 5 เป็นระยะเวลา 1 ชั่วโมงจะได้สารละลายที่ทำให้เกิดการสูญเสียแร่ธาตุที่มีค่าความเป็นกรดต่าง 6.41 ± 0.06

1.5. นับจำนวนโคโลนีของเชื้อตอนเริ่มการทดลองโดยนำเชื้อ*สเตรปโตค็อกคัส มิวแทนส์* และ*แลกโตบาซิลลัส เคซีไอ* จากข้อ 1.3 ทำการเจือจางเป็นลำดับส่วนโดยเชื้อเริ่มต้นปริมาณ 0.2 มิลลิลิตรใส่ในหลอดอาหารเลี้ยงเชื้ออย่างเหลวชนิด ทริปติก ซอยที่มีสารสกัดจากยีสต์ร้อยละ 5 ปริมาตร 1.8 มิลลิลิตรและเขย่าด้วยเครื่องเขย่า 15 วินาที และทำต่อไปเพื่อเจือจางเชื้อลงหลอดละ 10 เท่า จากนั้นนำเชื้อจากหลอดที่เจือจางปริมาตร 0.02 มิลลิลิตรใส่ในอาหารเลี้ยงเชื้อแบบวุ้นชนิดทริปติก ซอยและกระจายเชื้อให้ทั่วโดยใช้ลูกแก้ว แล้วนำภาดอาหารเลี้ยงเชื้อเข้าตู้บอดูณหภูมิตั้งที่ 37 องศาเซลเซียสที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ร้อยละ 5 เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เมื่อครบเวลานับจำนวนโคโลนีแล้วคำนวณหาปริมาณเชื้อของหลอดตั้งต้นโดยจำนวนโคโลนีที่เหมาะสมในอาหารเลี้ยงเชื้อจะอยู่ในช่วงระหว่าง 30-300 โคโลนี โดยปริมาณเชื้อเริ่มต้นของเชื้อ*สเตรปโตค็อกคัส มิวแทนส์* 3.76×10^8 โคโลนีต่อมิลลิลิตร และเชื้อ*แลกโตบาซิลลัส เคซีไอ* 1.50×10^8 โคโลนีต่อมิลลิลิตร

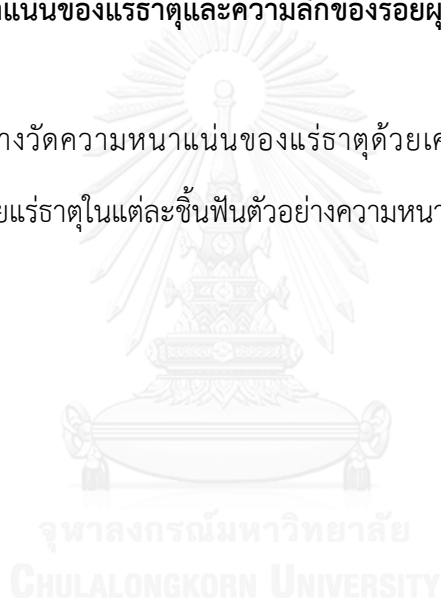


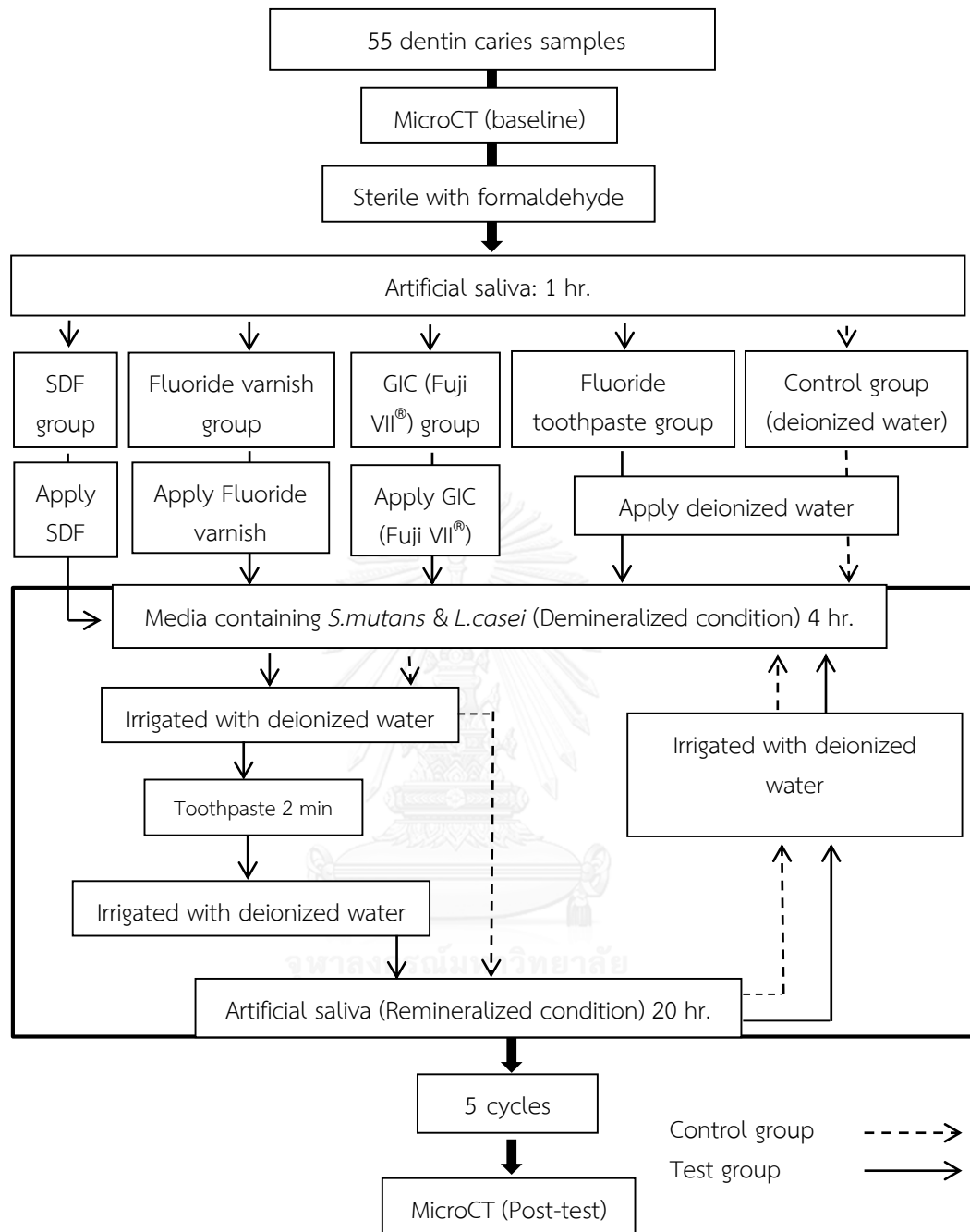
แผนผังที่ 2 การเตรียมสารละลายที่ทำให้เกิดการสูญเสียแร่ธาตุโดยเชื้อสเตรปโตค็อกคัส มิวแทนส์ และแล็กโตบาซิลลัส เคซิไอ

2. นำขึ้นฟันตัวอย่างจากขั้นตอนการทาสารหรือวัสดุที่ช่วยในการคืนแร่ธาตุทั้ง 5 กลุ่มตัวอย่าง แซในสารก่อให้เกิดการสูญเสียแร่ธาตุปริมาตร 1 มิลลิลิตรเป็นระยะเวลา 4 ชั่วโมง เมื่อครบเวลา 4 ชั่วโมงจะล้างด้วยน้ำปราศจาก อีออนปราศจากเชื้อปริมาตร 10 มิลลิลิตร เฉพาะขึ้นฟันตัวอย่างกลุ่มทดลองทั้ง 4 กลุ่มจะแซในสารละลายยาสีฟัน วันละ 1 ครั้ง ครั้งละ 2 นาที แล้วล้างด้วยน้ำปราศจากอีออนปราศจากเชื้อปริมาตร 10 มิลลิลิตร หลังจากนั้นขึ้นฟันตัวอย่างทั้งหมดแซในน้ำลายเทียมปริมาตร 1 มิลลิลิตร เป็นระยะเวลา 20 ชั่วโมงแล้วล้างด้วยน้ำปราศจากอีออน ปราศจากเชื้อปริมาตร 10 มิลลิลิตร แซสลับจนครบ 5 รอบ (แผนผังที่ 3)

ขั้นตอนการวัดความหนาแน่นของแร่ธาตุและความลึกของรอยผุด้วยเครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ระดับไมโครเมตร

นำขึ้นฟันตัวอย่างวัดความหนาแน่นของแร่ธาตุด้วยเครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ระดับไมโครเมตรและหาค่าเฉลี่ยแร่ธาตุในแต่ละขึ้นฟันตัวอย่างความหนาแน่นชั้นละ 10 ไมโครเมตร





แผนผังที่ 3 ขั้นตอนการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของความหนาแน่นแร่ธาตุ ระยะความลึกของรอยผุ และปริมาณแร่ธาตุในรอยผุที่สภาวะจำลองสภาวะในช่องปาก

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ข้อมูลจากเครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ระดับไมโครเมตร ดัดแปลงจาก Arends J. และคณะ 1992^[138]

และ Liu Y. และคณะ 2013^[139]

สร้างกราฟระหว่างระดับความลึก (แกนนอน) และค่าเฉลี่ยความหนาแน่นแร่ธาตุ (แกนตั้ง) ผิวด้านบนสุดจะมีค่าเฉลี่ยความหนาแน่นแร่ธาตุน้อยและเพิ่มขึ้นจนลักษณะของกราฟจะเป็นเส้นโค้งชันมากบริเวณใกล้ผิวฟันที่เป็นรอยโรคและมีความชันลดลงบริเวณใกล้เคียงระดับความหนาแน่นแร่ธาตุของเนื้อฟันปกติ โดยในแต่ละช่วงระดับความลึกของรอยโรคพื้นที่ได้กราฟมีลักษณะเป็นสี่เหลี่ยมด้านขนาน พื้นที่ใต้กราฟเท่ากับผลรวมของสี่เหลี่ยมด้านขนานในแต่ละช่วงระดับความลึกของรอยโรค ดังนั้นการคำนวณหาพื้นที่สี่เหลี่ยมด้านขนานในแต่ละช่วงระดับความลึกของรอยโรคจะใช้สูตรพื้นที่สี่เหลี่ยมด้านขนานคือพื้นที่สี่เหลี่ยมด้านขนาน = $\frac{1}{2} \times (\text{ผลบวกด้านคู่ขนาน}) \times \text{ความสูง}$ โดย

$\frac{1}{2} \times (\text{ผลบวกด้านคู่ขนาน})$ คือ ค่าเฉลี่ยความหนาแน่นแร่ธาตุที่อ่านได้จากเครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ระดับไมโครเมตรในแต่ละชั้น

ความสูง คือ ระดับความหนาของแต่ละชั้นรอยโรค

ระดับความลึกของรอยฟันชั้นเนื้อฟันคือระดับที่มีความหนาแน่นแร่ธาตุน้อยกว่า 95 ของความหนาแน่นแร่ธาตุเฉลี่ยเนื้อฟันปกติ

ความหนาแน่นแร่ธาตุเฉลี่ยในรอยฟันก่อน (baseline) หรือหลังการทดลอง (post-test) โดยความหนาแน่นแร่ธาตุเฉลี่ย คำนวณจาก

ผลรวมพื้นที่ใต้กราฟระหว่างระดับความลึก (แกนนอน) และค่าเฉลี่ยความหนาแน่นแร่ธาตุ (แกนตั้ง) ตั้งแต่รอยฟันบนสุดถึงระดับความลึกรอยฟัน

ความลึกรอยฟัน

ปริมาณความหนาแน่นของแร่ธาตุเฉลี่ยก่อนและหลังการจำลองสภาวะในช่องปาก โดยหาค่าร้อยละการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นแร่ธาตุเฉลี่ยในรอยโรคฟันก่อนและหลังการทดลอง คำนวณจากสูตร

$$\left(\frac{\Delta Z_{\text{baseline}} - \Delta Z_{\text{post-test}}}{\Delta Z_{\text{baseline}}} \right) \times 100$$

โดย $\Delta Z_{\text{baseline}}$ = ผลต่างพื้นที่ใต้กราฟความหนาแน่นแร่ธาตุของชั้นฟันที่มีการสูญเสียแร่ธาตุก่อนการทดลองและเนื้อฟันปกติ (พื้นที่ใต้กราฟของเนื้อฟันปกติ - พื้นที่ใต้กราฟของชั้นฟันที่มีการสูญเสียแร่ธาตุก่อนการทดลอง)

$\Delta Z_{\text{post-test}}$ = ผลต่างพื้นที่ใต้กราฟความหนาแน่นแร่ธาตุของชั้นฟันที่มีการคืนแร่ธาตุหลังการทดลองและเนื้อฟันปกติ (พื้นที่ใต้กราฟของเนื้อฟันปกติ - พื้นที่ใต้กราฟของชั้นฟันที่มีการคืนแร่ธาตุหลังการทดลอง)

พื้นที่ใต้กราฟของเนื้อฟันปกติ คือพื้นที่ใต้กราฟระหว่างระดับความลึก (แกนนอน) และค่าเฉลี่ยความหนาแน่นแร่ธาตุ (แกนตั้ง) กราฟของเนื้อฟันจะเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้าปกติ คำนวณจาก

ความหนาแน่นแร่ธาตุของเนื้อฟันปกติ x ระดับความลึกรอยโรค

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปเอสพีเอสเอส เวอร์ชัน 23.0 (SPSS 23.0, SPSS Inc., USA) ประมวลผลข้อมูล โดยทดสอบการแจกแจงข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์แบบ ซาปิโร-วิลค์ (Shapiro-Wilk test)

ข้อมูลที่มีการแจกแจงข้อมูลแบบปกติ ได้แก่

1. ความลึกรอยผุเฉลี่ยก่อนการทดลอง ทดสอบความแตกต่างของความลึกรอยผุเฉลี่ยก่อนการทดลองระหว่างกลุ่ม ด้วยสถิติชนิดความแปรปรวนทางเดียว (one way ANOVA) โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ 0.05
2. ความลึกรอยผุเฉลี่ยหลังการทดลอง ทดสอบความแตกต่างระหว่างความลึกรอยผุเฉลี่ยก่อนและหลังการทดลองในแต่ละกลุ่ม ด้วยสถิติชนิดทีเทสต์ แบบไม่เป็นอิสระต่อกัน (dependent-T-test) โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ 0.05
3. ร้อยละการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นแร่ธาตุเฉลี่ยหลังการทดลองระหว่างกลุ่ม ด้วยสถิติชนิดความแปรปรวนทางเดียว (one way ANOVA) เมื่อร้อยละการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นแร่ธาตุเฉลี่ยหลังการทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

และความแปรปรวนในแต่ละกลุ่มเท่ากัน จึงเปรียบเทียบพหุคูณ (multiple comparison) ด้วยวิธีของบอนเฟอโรนี (Bonferroni) โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ 0.05 ข้อมูลที่มีการแจกแจงแบบไม่ปกติ ได้แก่ ความหนาแน่นแร่ธาตุเฉลี่ยก่อนการทดลอง

1. ทดสอบความแตกต่างของความหนาแน่นแร่ธาตุเฉลี่ยก่อนการทดลองระหว่างกลุ่ม ด้วยสถิติทดสอบของครัสคาลและวัลลิส (Kruskal-wallis test) โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ 0.05
2. ทดสอบความแตกต่างระหว่างความหนาแน่นแร่ธาตุเฉลี่ยก่อนและหลังการทดลองในแต่ละกลุ่ม ด้วยสถิติชนิด Wilcoxon Signed Rank Test for Matched Paired Difference โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ 0.05



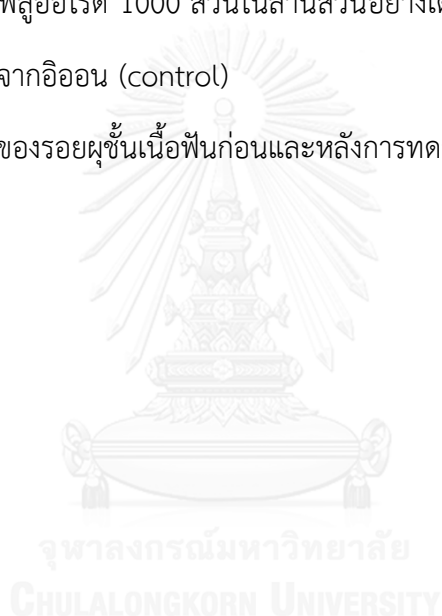
บทที่ 4

ผลการดำเนินการวิจัย

ผลการศึกษา

รอยผุในชั้นเนื้อฟันจำนวน 55 ซี่น จัดกลุ่มโดยสุ่มแบ่งรอยผุเป็น 5 กลุ่ม ได้แก่ 1) กลุ่มที่ทาสารละลายซิลเวอร์ไดอะมินฟลูออไรด์ร้อยละ 38 (SDF) 2) กลุ่มที่ทาวาร์นิชฟลูออไรด์ (varnish) 3) กลุ่มที่บูรณะด้วยแก้วไอโอโนเมอร์ (GIC) ทั้งสามกลุ่มนี้ใช้ร่วมกับยาสีฟันฟลูออไรด์ 1000 ส่วนในล้านส่วน 4) กลุ่มที่แช่ยาสีฟันฟลูออไรด์ 1000 ส่วนในล้านส่วนอย่างเดียว (F toothpaste) และ 5) กลุ่มควบคุมที่ทาน้ำกลั่นปราศจากฟลูออไรด์ (control)

ค่าเฉลี่ยความลึกของรอยผุชั้นเนื้อฟันก่อนและหลังการทดลอง แสดงดังตารางที่ 3



ตารางที่ 3 แสดงความลึกรอยผุก่อนและหลังการทดลอง (ค่าเฉลี่ย \pm ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

Materials	Mean Lesion Depth \pm SD (μm)		p-value ^b
	Baseline	Post-test	
SDF	844.61 \pm 261.82 ^a	759.06 \pm 334.03	0.045*
Varnish	930.61 \pm 295.60 ^a	950.54 \pm 354.68	0.455
GIC	811.62 \pm 312.43 ^a	781.25 \pm 316.65	0.160
F Toothpaste	823.73 \pm 259.24 ^a	847.35 \pm 260.53	0.172
Control (Deionized water)	650.70 \pm 260.04 ^a	665.07 \pm 285.08	0.384

^ano significant difference between the baseline groups (p=0.228)

^bDependent t-test

*Statistically significant different (p< 0.05)

จากตารางที่ 3 ความลึกรอยผุเฉลี่ยก่อนการทดลองของทั้ง 5 กลุ่มก่อนการทดลองไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.228) เมื่อเปรียบเทียบความลึกรอยผุก่อนและหลังการทดลองพบว่า รอยผุกลุ่มซิลเวอร์ไดอะมีนฟลูออไรด์ร้อยละ 38 จะมีความลึกรอยผุลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.045) ในขณะที่กลุ่มทดลองอื่น และกลุ่มควบคุม ไม่พบความแตกต่างระหว่างความลึกรอยผุก่อนและหลังการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ความหนาแน่นแร่ธาตุเฉลี่ยของรอยผุชั้นเนื้อฟันก่อนและหลังการทดลอง แสดงดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 แสดงความหนาแน่นแร่ธาตุเฉลี่ยก่อนและหลังการทดลอง (ค่าเฉลี่ย \pm ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

Materials	Mean mineral density \pm SD (mg HA/cm ³)		p-value ^b
	Baseline	Post-test	
SDF	551.38 \pm 119.54 ^a	763.03 \pm 123.30	0.003*
Varnish	628.23 \pm 123.67 ^a	610.49 \pm 127.85	0.424
GIC	600.22 \pm 151.28 ^a	678.43 \pm 130.98	0.013*
F Toothpaste	599.06 \pm 122.03 ^a	596.32 \pm 140.64	0.722
Control (Deionized water)	644.25 \pm 122.55 ^a	642.73 \pm 106.19	0.929

^ano significant difference between the baseline groups (p=0.462)

^bWilcoxon Signed Rank Test for Matched Pair Difference

*Statistically significant different (p< 0.05)

จากตารางที่ 4 ความหนาแน่นแร่ธาตุเฉลี่ยก่อนการทดลองของทั้ง 5 กลุ่มก่อนการทดลองไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.426) เมื่อเปรียบเทียบความหนาแน่นแร่ธาตุเฉลี่ยก่อนและหลังการทดลองพบว่ารอยผุกลุ่มซิลเวอร์ไดอะมีนฟลูออไรด์ร้อยละ 38 และรอยผุกลุ่มแก้วไอโอโนเมอร์จะมีความหนาแน่นแร่ธาตุเฉลี่ยหลังการทดลองเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.003 และ p=0.013 ตามลำดับ) ในขณะที่กลุ่มวาร์นิชฟลูออไรด์ กลุ่มยาสีฟันฟลูออไรด์ 1000 ส่วนในล้านส่วน และกลุ่มควบคุมที่ใช้น้ำกลั่นปราศจากอิออนความหนาแน่นแร่ธาตุเฉลี่ยหลังการทดลองไม่มีความแตกต่างจากความหนาแน่นแร่ธาตุเฉลี่ยก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ร้อยละการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นแร่ธาตุเฉลี่ยและการเปรียบเทียบพหุคูณของร้อยละการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นแร่ธาตุเฉลี่ยในรอยผุระหว่างกลุ่มต่าง ๆ แสดงดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 แสดงร้อยละการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นแร่ธาตุเฉลี่ย (ค่าเฉลี่ย \pm ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) และการเปรียบเทียบพหุคูณของร้อยละการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นแร่ธาตุเฉลี่ยในรอยผุระหว่างกลุ่มต่าง ๆ

Materials	%mean mineral density change	p-value ^a	Multiple comparisons (p-value ^b)			
			Materials			
			Varnish	GIC	F toothpaste	Control (Deionized water)
SDF	49.71 \pm 17.91	<0.001*	<0.001**	<0.001**	<0.001**	<0.001**
Varnish	2.03 \pm 7.43			0.086	1.000	1.000
GIC	17.21 \pm 10.13				0.018**	0.015**
F Toothpaste	-1.14 \pm 9.56					1.000
Control (Deionized water)	-1.41 \pm 16.66					

^aOne way ANOVA

*Statistical significant difference (p < 0.05)

^bPost-Hoc test (Bonferroni's Test)

**Statistical significant difference (p < 0.05)

จากตารางที่ 5 พบว่าเมื่อวิเคราะห์ค่าร้อยละการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นแร่ธาตุเฉลี่ยเปรียบเทียบพบว่าขึ้นรอยผุชั้นเนื้อฟันทั้ง 5 กลุ่มมีค่าร้อยละการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นแร่ธาตุเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.001) เมื่อเปรียบเทียบพหุคูณด้วยวิธีของบอนเฟอโรนี พบว่ารอยผุกลุ่มซิลเวอร์ไดอะไมนฟลูออไรด์ร้อยละ 38 มีร้อยละการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่น

แร่ธาตุเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากกลุ่มอื่น ๆ ทุกกลุ่ม ($p < 0.001$) และกลุ่มแก้วไอโอโนเมอร์มีร้อยละการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นแร่ธาตุเฉลี่ยแตกต่างจากกลุ่มยาสีฟันฟลูออไรด์ 1000 ส่วนในล้านส่วนและแตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.018$ และ $p = 0.015$ ตามลำดับ)



บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

อภิปรายผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระยะรอยผุ ความหนาแน่นแร่ธาตุเฉลี่ยและร้อยละการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นแร่ธาตุเฉลี่ยของรอยผุธรรมชาติชั้นเนื้อฟันที่มีความลึกของรอยผุตั้งแต่รอยผุในระดับชั้นนอก 1/3 ถึงระดับกลาง 1/3 ของความหนาแน่นเนื้อฟันในฟันกรามน้ำนมเมื่อใช้ฟลูออไรด์เฉพาะที่ที่ประชาชนใช้คือยาสีฟันฟลูออไรด์ร่วมกับการใช้ฟลูออไรด์เฉพาะที่ของทันแพทย์ได้แก่ สารละลายซิลเวอร์ไดอะไมนฟลูออไรด์ วาร์นิชฟลูออไรด์ หรือร่วมกับการบูรณะด้วยแก้วไอโอโนเมอร์ที่สามารถกักเก็บและปล่อยฟลูออไรด์ได้ หรือการใช้ยาสีฟันฟลูออไรด์เพียงอย่างเดียว เปรียบเทียบกับ รอยผุกลุ่มควบคุมที่ไม่สัมผัสฟลูออไรด์เลย การศึกษานี้มีความแตกต่างจากการศึกษาที่ผ่านมา เนื่องจากกระบวนการจำลองการสลับกรดและด่างจะใช้เชื้อแบคทีเรียก่อโรคฟันผุที่พบในเด็กปฐมวัย สลับกับการใช้น้ำลายเทียมที่ปราศจากฟลูออไรด์ (bacterial pH cycle) เพื่อศึกษาผลของฟลูออไรด์เฉพาะที่หรือจากวัสดุบูรณะโดยตรง ซึ่งแตกต่างจากการศึกษาอื่นที่มีการจำลองสลับกรดและด่างโดยใช้สารเคมี ผลจากการศึกษานี้พบว่ารอยผุชั้นเนื้อฟันเมื่อทาสารละลายซิลเวอร์ไดอะไมนฟลูออไรด์จะมีความลึกของรอยผุเฉลี่ยลดลงและความหนาแน่นแร่ธาตุเฉลี่ยมากขึ้น และมีร้อยละการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นแร่ธาตุเฉลี่ยมากกว่ากลุ่มอื่นและกลุ่มควบคุม การบูรณะรอยผุชั้นเนื้อฟันด้วยแก้วไอโอโนเมอร์จะทำให้รอยผุมีความหนาแน่นแร่ธาตุเฉลี่ยมากขึ้น และมีร้อยละการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นแร่ธาตุเฉลี่ยมากกว่าการใช้ยาสีฟันฟลูออไรด์ 1000 ส่วนในล้านส่วน และกลุ่มควบคุม

สารละลายซิลเวอร์ไดอะไมนฟลูออไรด์ร้อยละ 38 มีผลต่อรอยผุชั้นเนื้อฟันทั้งส่วนประกอบอินทรีย์ และอนินทรีย์ของเนื้อฟันและมีผลยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรีย การทาซิลเวอร์ไดอะไมนฟลูออไรด์จะทำปฏิกิริยากับโครงสร้างไฮดรอกซีอะพาไทต์ ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$) และสร้างแคลเซียมฟลูออไรด์ (CaF_2) ในสภาวะช่องปากที่มีความเป็นกรดแตกตัวเป็นแคลเซียมไอออน และฟลูออไรด์ไอออนเพื่อสร้างฟลูออโรอะพาไทต์ ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6\text{F}_2$) และซิลเวอร์ฟอสเฟต (Ag_3PO_4) การแตกตัวของซิลเวอร์ฟอสเฟต (Ag_3PO_4) หมู่ฟอสเฟตจะเสริมการสร้างฟลูออโรไฮดรอกซีอะพาไทต์และ

ฟลูออโรอะพาไทต์ ซิลเวอร์ไอออนจะจับกับโปรตีนทำให้โปรตีนหรือเอนไซม์ของเชื้อแบคทีเรียตกตะกอนซึ่งจะหยุดยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อ^[54] ทำให้แบคทีเรียในแผ่นชีวภาพบนรอยฟันจำลองลดลง^{[14] [15]} ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์เมทริกซ์ เมทัลโลโปรตีนเนส (matrix metalloproteinase) ซึ่งมีบทบาทสำคัญต่อการสลายส่วนประกอบอินทรีย์ในเนื้อฟันได้แก่เส้นใยคอลลาเจนชนิดที่ 1^[56] ทำให้รอยฟันชั้นเนื้อฟันมีการเผยผิวของเส้นใยคอลลาเจนชนิดที่ 1 น้อยลง^[15, 55]

ผลของการศึกษานี้การทาซิลเวอร์ไดอะมีนฟลูออไรด์สอดคล้องกับผลงานวิจัยทั้งการทดลองในห้องปฏิบัติการและการศึกษาการทาสารละลายซิลเวอร์ไดอะมีนฟลูออไรด์ในชุมชนซึ่งการใช้สารละลายซิลเวอร์ไดอะมีนฟลูออไรด์มีผลในการยับยั้งรอยฟันได้ เช่นการทาซิลเวอร์ไดอะมีนฟลูออไรด์จะทำให้เนื้อฟันที่มีรอยฟันมีความแข็งผิวระดับจุลภาคที่ความลึกของเนื้อฟันระดับ 25 และ 50 ไมโครเมตรมากขึ้น^[15] และพบว่ารอยฟันชั้นเนื้อฟันเมื่อทาด้วยสารละลายซิลเวอร์ไดอะมีนฟลูออไรด์จะมีรอยละการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นแร่ธาตุเฉลี่ยในรอยฟันจำลองมากกว่าการทำชั้นเคลือบฟันที่มีรอยฟันจำลองระยะแรกด้านประชิด^[140] ในทันตกรรมชุมชนการใช้สารละลายซิลเวอร์ไดอะมีนฟลูออไรด์ ร้อยละ 38 ทุก 12 เดือนทำให้ฟันที่มีรอยฟันมีการหยุดยั้งมากกว่าการใช้วารินิซฟลูออไรด์ (Duraphat®) ทุก 3 เดือน และการกำจัดรอยฟันลักษณะนี้ไม่มีผลต่อประสิทธิภาพในการยับยั้งรอยฟันเมื่อทาสารละลายซิลเวอร์ไดอะมีนฟลูออไรด์^[62] ดังนั้นการศึกษานี้จึงไม่กำจัดเนื้อฟันลักษณะนี้มาก่อนการทดลอง ส่วนการเปรียบเทียบการใช้ซิลเวอร์ไดอะมีนฟลูออไรด์กับแก้วไอโอโนเมอร์ (Fuji VII®) พบว่าการทาซิลเวอร์ไดอะมีนฟลูออไรด์ทุก 6 เดือน จะมีการเกิดรอยฟันหยุดยั้งใกล้เคียงกับการใช้แก้วไอโอโนเมอร์ (Fuji VII®)^[24]

กลไกในการคืนแร่ธาตุของแก้วไอโอโนเมอร์ (Glass ionomer cement) เป็นปฏิกิริยากรดต่าง (acid-base reaction) โดยจะมีการปล่อยไอออนชนิดต่าง ๆ เช่นฟลูออไรด์ออกมาสู่สิ่งแวดล้อม^[109, 110] ฟลูออไรด์จะปล่อยออกมามากที่สุดภายใน 24 ชั่วโมงแรก เมื่อระยะเวลาผ่านไปฟลูออไรด์ที่ปล่อยออกมาจะค่อย ๆ ปล่อยออกมาอย่างช้า ๆ^[110] แก้วไอโอโนเมอร์จะทำให้รอยฟันมีความแข็งผิวมากขึ้นและมีการสูญเสียแร่ธาตุน้อยกว่าวัสดุบูรณะชนิดอื่น^[115] สามารถพบการคืนแร่ธาตุในรอยฟันชั้นเนื้อฟัน^[116] และจะพบบริเวณที่มีแร่ธาตุสูง (hypermineralized zone) ในรอยฟันชั้นเนื้อฟัน^[20] เมื่อกำจัดรอยฟัน

ลักษณะนิ่มในฟันกรามน้ำนมแล้วแล้วบูรณะด้วยแก้วไอโอโนเมอร์จะทำให้เชื้อแบคทีเรียมีปริมาณลดลง เส้นผ่านศูนย์กลางของท่อเนื้อฟันมีขนาดลดลงหรือมีเนื้อฟันปิดบริเวณท่อเนื้อฟัน เส้นใยคอลลาเจนและเนื้อฟันบริเวณท่อเนื้อฟันแน่นขึ้นและมีความเป็นระเบียบมากขึ้น^[129-131] ในการศึกษาที่เลือกใช้แก้วไอโอโนเมอร์ชนิด Fuji VII[®] เนื่องจากสามารถปล่อยฟลูออไรด์ได้มากที่สุดในสภาวะกรดและกลางสามารถรับฟลูออไรด์และปล่อยฟลูออไรด์ได้มากที่สุด^[22] และการใช้แก้วไอโอโนเมอร์ชนิดแคปซูลจะสามารถควบคุมสัดส่วนการผสมและของเหลวซึ่งจะทำให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุดทั้งการปล่อยฟลูออไรด์และการยับยั้งรอยผุ ซึ่งผลการทดลองนี้สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Nantanee R. และคณะ ปี 2016 ซึ่งใช้แก้วไอโอโนเมอร์ชนิด Fuji VII[®] บูรณะรอยผุจำลองระยะแรกด้านประชิดชั้นเคลือบฟันมีร้อยละการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นแร่ธาตุเฉลี่ย (ร้อยละ 20.2 ± 19.2)^[140] ใกล้เคียงกับการใช้ในรอยผุธรรมชาติชั้นเนื้อฟันในฟันกรามน้ำนมตามการศึกษาที่ (ร้อยละ 17.21 ± 10.13) แต่ผลการศึกษานี้ไม่พบบริเวณที่มีแร่ธาตุสูง (hypermineralized zone) ในรอยผุในชั้นเนื้อฟัน

สารออกฤทธิ์ในวารันิชฟลูออไรด์ชนิด Duraphat[®] คือโซเดียมฟลูออไรด์ การทาวารันิชฟลูออไรด์จะเกิดการตะกอนของแคลเซียมฟลูออไรด์^[66] เมื่อสารละลายเป็นกรด ไฮโดรเจนไอออนจะละลายแคลเซียมฟลูออไรด์แตกตัวเป็นประจุแคลเซียมไอออนและฟลูออไรด์ไอออน จะเข้าไปในรอยโรคและเกิดฟลูออโรอะปาไทต์ขึ้น^[68] การใช้วารันิชฟลูออไรด์ชนิด Duraphat[®] ในชั้นเนื้อฟันทางคลินิกมีข้อบ่งใช้เช่นลดการเสียวฟันบริเวณคอฟันหรือรากฟัน^[141-144] รอยผุเริ่มต้นบริเวณรากฟันสามารถลดลงเมื่อเพิ่มความถี่ในการทา^[145] ในห้องปฏิบัติการ การทาวารันิชฟลูออไรด์ชนิด Duraphat[®] ป้องกันการสึกกร่อน (erosion) การขัดสี (abrasion)^[146] และจากการบดเคี้ยว (attrition)^[147] ได้

ที่ผ่านมายังไม่เคยมีผู้ศึกษาผลของการทาวารันิชฟลูออไรด์บริเวณที่มีรอยผุชั้นเนื้อฟันในฟันกรามน้ำนมต่อความหนาแน่นแร่ธาตุและความลึกของรอยผุในห้องปฏิบัติการ ผลการศึกษานี้ไม่พบความแตกต่างในรอยผุชั้นเนื้อฟันทั้งความหนาแน่นแร่ธาตุเฉลี่ยและความลึกของรอยผุ และร้อยละการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นแร่ธาตุเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกับกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้สัมผัสกับฟลูออไรด์ สอดคล้องกับการศึกษาทางทันตกรรมชุมชนเมื่อทาวารันิชฟลูออไรด์ชนิด Duraphat[®] ทุก 3 เดือนในรอยผุชั้นเนื้อฟันในฟันหน้าน้ำนมเป็นระยะเวลา 24 เดือนไม่พบว่ามีเกิดการรอยผุหุดยัง^[13] อย่างไรก็ตาม

ดี การศึกษาการทาวาร์นิซฟลูออไรด์ชนิด Duraphat® ในห้องปฏิบัติการส่วนมากจะศึกษาในรอยผุจำลองชั้นเคลือบฟัน ซึ่งผลการทดลองที่สอดคล้องกับผลการศึกษานี้ได้แก่การศึกษาของ Ozgul และคณะ ปี 2015 พบว่ารอยผุจำลองชั้นเคลือบฟันน้ำนมหลังจากผ่านกระบวนการจำลองสลักรดและต่างความแตกต่างของความหนาแน่นแร่ธาตุและระยะรอยผุไม่มีความแตกต่างกันระหว่างกลุ่มที่ทำวาร์นิซฟลูออไรด์ชนิด Duraphat® และกลุ่มควบคุม^[148] ผลการศึกษาที่แตกต่างจากการศึกษาอื่นเช่น การศึกษาของ Rirattanapong P. และคณะ 2014 พบว่าหลังจากผ่านการจำลองสลักรดและต่างรอยผุจำลองชั้นเคลือบฟันน้ำนมที่ทำวาร์นิซฟลูออไรด์ชนิด Duraphat® จะมีระยะรอยผุเฉลี่ยหลังการทดลองน้อยกว่ากลุ่มควบคุม^[149] หรือจากผลการศึกษาของ Mohd Said N. และคณะ ปี 2016 การทาวาร์นิซฟลูออไรด์ในรอยผุจำลองชั้นเคลือบฟันจะมีระยะรอยผุลดลงและมีการสูญเสียแร่ธาตุน้อยกว่ากลุ่มควบคุม^[150] ทั้งนี้ผลการศึกษาของการใช้วาร์นิซฟลูออไรด์มีความหลากหลายอาจมีสาเหตุมาจากการใช้ชนิดของฟันที่แตกต่างกัน ชนิดของชั้นรอยผุที่ทำการศึกษา สารละลายและระยะเวลาในกระบวนการทำให้เกิดรอยผุและกระบวนการจำลองสภาพช่องปากที่มีความแตกต่างกัน

ประสิทธิภาพของใช้ยาสีฟันผสมฟลูออไรด์ในการลดและป้องกันการเกิดฟันผุจะเกี่ยวข้องกับปัจจัยต่าง ๆ ได้แก่ ความเข้มข้นของฟลูออไรด์ ความถี่ของการแปรง ปริมาณยาสีฟันฟลูออไรด์ที่ใช้ในแต่ละครั้ง^[96] จากผลการศึกษาการใช้ยาสีฟันที่มีปริมาณฟลูออไรด์ 1000 ส่วนในล้านส่วน เป็นระยะเวลา 5 วันจะไม่มีเปลี่ยนแปลงความลึกของรอยผุเฉลี่ยและความหนาแน่นแร่ธาตุเฉลี่ยอาจเนื่องมาจากใช้เวลาในการทดลองน้อยกว่าการศึกษาอื่นหรือมีความเข้มข้นของฟลูออไรด์น้อยกว่าการศึกษาอื่น เช่นการศึกษาการเกิดรอยผุหุดยังชั้นเนื้อฟันในชุมชนในประเทศจีนที่มีการติดตามเด็กอายุ 3-6 ปีซึ่งแปรงฟันด้วยยาสีฟันผสมฟลูออไรด์ 1000 ส่วนในล้านส่วนอย่างน้อยวันละหนึ่งครั้งหลังอาหารกลางวันเป็นระยะเวลาถึง 3 ปีพบว่ามีฟันผุหุดยังในชั้นเนื้อฟันมากกว่าเด็กกลุ่มควบคุม^[151] หรือการทดลองในห้องปฏิบัติการ เช่นการศึกษาผลของปริมาณฟลูออไรด์ยาสีฟันความเข้มข้นต่าง ๆ ในรอยผุจำลองชั้นเนื้อฟันที่ผ่านกระบวนการจำลองสลักรดและต่างพบว่าการใช้ยาสีฟันที่มีปริมาณฟลูออไรด์ 1450 ส่วนในล้านส่วน ระยะเวลา 14 วันรอยผุรากฟันชั้นเนื้อฟันจะมีความแข็งผิวระดับจุลภาค (microhardness) ในระดับ 15 และ 30 ไมโครเมตรจากผิวรากฟันมากกว่าการใช้ยาสีฟัน

ปราศจากฟลูออไรด์^[152] หรือการใช้ยาสีฟันฟลูออไรด์ 1100 ส่วนในล้านส่วนในอาสาสมัครที่มีรอยผุจำลองชั้นเนื้อฟันบริเวณรากฟันบนเครื่องมือถอดได้ระยะเวลา 14 วันจะมีร้อยละการสูญเสียความแข็งแรงน้อยกว่าการใช้ยาสีฟันไม่มีฟลูออไรด์^[153] ดังนั้นทั้งปริมาณฟลูออไรด์ในยาสีฟันหรือระยะเวลาที่ใช้ในการทดลองน้อยกว่าการศึกษาอื่นจึงอาจเป็นปัจจัยทำให้การใช้ยาสีฟันฟลูออไรด์ในการศึกษานี้มีการคืนแร่ธาตุไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม

อนึ่งการศึกษาของยาสีฟันต่อรอยผุในท้องปฏิบัติการส่วนมากจะทำการศึกษาในรอยผุจำลองชั้นเคลือบฟันซึ่งยาสีฟันฟลูออไรด์มากกว่า 1000 ส่วนในล้านส่วนซึ่งยาสีฟันฟลูออไรด์สามารถลดขนาดของรอยผุ^[154] ทำให้รอยผุจำลองมีความแข็งแรงมากกว่ากลุ่มควบคุม^[155] หรือทำให้รอยผุสามารถต้านการทำลายจากกรดได้^[156] แต่ไม่มีการศึกษาใดที่ศึกษาผลของการใช้ยาสีฟันฟลูออไรด์ความเข้มข้นต่าง ๆ ที่มีต่อรอยผุชั้นเนื้อฟันธรรมชาติ เช่นความหนาแน่นแร่ธาตุเฉลี่ย ความลึกรอยผุ หรือผลต่อส่วนประกอบและโครงสร้างชั้นเนื้อฟันทั้งเนื้อฟันปกติและเนื้อฟันที่มีรอยผุจำลองหรือรอยผุธรรมชาติในท้องปฏิบัติการโดยตรง ดังนั้นข้อมูลในการสรุปผลของฟลูออไรด์ต่อการยับยั้งการเกิดฟันผุหรือการคืนแร่ธาตุในรอยผุชั้นเนื้อฟันจึงมีจำกัด

จากผลการศึกษาทั้งการทาซิลเวอร์ไดอะไมนฟลูออไรด์และการบูรณะรอยผุชั้นเนื้อฟันด้วยแก้วไอโอโนเมอร์จะทำให้ความหนาแน่นเฉลี่ยหลังการทดลองเพิ่มขึ้น วัสดุทั้งสองชนิดนอกจากมีฟลูออไรด์ช่วยในการคืนกลับแร่ธาตุซึ่งเป็นองค์ประกอบอนินทรีย์ในเนื้อฟันแล้วยังมีผลต่อโครงสร้างอินทรีย์ของเนื้อฟันซึ่งเนื้อฟันปกติจะมีสารอินทรีย์เป็นโครงสร้างถึงร้อยละ 20 จากการศึกษาที่ผ่านมา รอยผุชั้นเนื้อฟันที่ทาสารละลายซิลเวอร์ไดอะไมนฟลูออไรด์หรือบูรณะด้วยแก้วไอโอโนเมอร์จะมีเส้นใยคอลลาเจนชนิดที่ 1 ที่เรียงตัวเป็นระเบียบมากกว่ากลุ่มควบคุมหรือก่อนบูรณะรอยผุด้วยแก้วไอโอโนเมอร์ แต่สำหรับวารินิฟลูออไรด์ซึ่งมีปริมาณฟลูออไรด์ไอออนสูงถึง 22300 ส่วนในล้านส่วนหรือยาสีฟันฟลูออไรด์ 1000 ส่วนในล้านส่วน สารทั้งสองชนิดมีประสิทธิภาพในการคืนกลับแร่ธาตุในรอยผุเริ่มแรกชั้นเคลือบฟัน แต่ในการศึกษานี้ความหนาแน่นแร่ธาตุเฉลี่ยหลังการทดลองกลับไม่มีความแตกต่างกับรอยผุชั้นเนื้อฟันก่อนการทดลองหรือกลุ่มควบคุมที่ไม่สัมผัสฟลูออไรด์เลย อาจมีสาเหตุจากเคลือบฟันและเนื้อฟันมีโครงสร้างและสัดส่วนของสารอนินทรีย์ สารอินทรีย์และน้ำที่ต่างต่างกัน

จึงทำให้การใช้ฟลูออไรด์เฉพาะที่ที่มีการศึกษาผลของฟลูออไรด์ต่อโครงสร้างอินทรีย์ในเนื้อฟันเช่น เส้นใยคอลลาเจนมีอยู่อย่างจำกัด และการเพิ่มองค์ประกอบอินทรีย์อย่างเดียวกจากฟลูออไรด์อาจไม่มีประสิทธิภาพเพียงพอจนทำให้รอยผุชั้นเนื้อฟันมีการคืนกลับของแร่ธาตุได้ ทั้งนี้จึงควรมีการศึกษาในอนาคตที่เกี่ยวข้องกับกลไกการคืนแร่ธาตุในระดับโครงสร้างของรอยผุชั้นเนื้อฟัน เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับการเลือกใช้สารหรือวัสดุในการควบคุมหรือรักษาฟันผุในชั้นเนื้อฟันอย่างเหมาะสมหรือเพื่อพัฒนาสารหรือวัสดุที่ยั่งยืนและส่งเสริมการคืนแร่ธาตุในรอยผุเนื้อฟัน

การจำลองสภาวะการเปลี่ยนแปลงในช่องปากในการศึกษานี้ใช้แบคทีเรียสายพันธุ์ที่พบได้ในรอยผุชั้นเนื้อฟันที่สามารถผลิตกรดเพื่อจำลองสภาวะการสูญเสียแร่ธาตุและใช้น้ำลายเทียมที่ไม่มีฟลูออไรด์ จำลองสภาวะการคืนแร่ธาตุโดยดัดแปลงระยะเวลาที่รอยผุอยู่ในสภาวะต่าง ๆ จากการศึกษาของ Totiam และคณะ ปี 2007^[137] ซึ่งใช้จำลองสภาวะการสูญเสียแร่ธาตุโดยแช่รอยผุชั้นเนื้อฟันในอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีเชื้อ *สเตรปโตคอกคัส มิวแทนส์* 4 ชั่วโมงและแช่ในสารละลายคืนแร่ธาตุ 20 ชั่วโมงโดยเมื่อสลับระหว่างสารละลายจะล้างด้วยน้ำปราศจากไอออน แต่ความถี่การแช่จะแบ่งเป็น 4 ช่วงเวลาใน 24 ชั่วโมง โดยแช่ในอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีเชื้อ *สเตรปโตคอกคัส มิวแทนส์* 1 ชั่วโมงสลับการแช่สารละลายการคืนแร่ธาตุ 5 ชั่วโมง ด้วยเครื่องจำลองสภาวะช่องปากระบบอัตโนมัติเพื่อเพิ่มความถี่ต่อวันในการสัมผัสกับสภาวะการสูญเสียแร่ธาตุมากยิ่งขึ้น แต่ในการวิจัยนี้ไม่สามารถทำตามวิธีตามการศึกษานี้ได้เนื่องจากไม่มีเครื่องมือจำลองสภาวะช่องปากระบบอัตโนมัติดังกล่าว ในการวิจัยนี้จึงเลือกแช่ในอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีเชื้อ *สเตรปโตคอกคัส มิวแทนส์* และ *แลกโตบาซิลลัส เคซิไอ* ต่อเนื่องติดต่อกัน 4 ชั่วโมงจำลองช่วงเวลาการสูญเสียแร่ธาตุ และแช่ในน้ำลายเทียมปราศจากฟลูออไรด์ 20 ชั่วโมงเพื่อจำลองช่วงเวลาการคืนแร่ธาตุตามความเป็นไปได้และการทำงานในห้องปฏิบัติการ อย่างไรก็ตาม การศึกษาในห้องปฏิบัติการไม่สามารถจำลองสภาวะต่าง ๆ ที่เกิดในช่องปากเช่น พฤติกรรมการรับประทานอาหารและการทำความสะอาดช่องปาก การใช้ผลิตภัณฑ์ฟลูออไรด์หรือการได้รับฟลูออไรด์จากแหล่งต่าง ๆ อัตราการไหลและองค์ประกอบของน้ำลาย ปริมาณและชนิดของเชื้อต่าง ๆ ที่ก่อตัวเป็นชุมชนของเชื้อหรือแผ่นชีวภาพบนพื้นผิวของฟันและอวัยวะต่าง ๆ ในช่องปากซึ่งมีคุณลักษณะเช่นการเคลื่อนไหว พื้นผิวและคุณลักษณะที่มีความหลากหลาย เป็นต้น ทำให้การเกิด

กระบวนการการเกิดรอยผุและกระบวนการคืบแร่ธาตุไม่สามารถเกิดได้อย่างต่อเนื่องและสมบูรณ์ ดังนั้นข้อมูลที่ได้จากการวิจัยนี้จึงเป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการศึกษาผลของฟลูออไรด์จากผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ที่มีการใช้งานในทางปฏิบัติต่อรอยผุในเนื้อฟันและเป็นข้อมูลสำหรับการศึกษาการรักษาการรักษารอยผุชั้นเนื้อฟันในอนาคตต่อไป



สรุปผลการวิจัย

การทาสารละลายซิลเวอร์ไดอะมีนฟลูออไรด์ร้อยละ 38 จะทำให้รอยฟุขึ้นเนื้อฟันมีความลึกของรอยผุลดลงและความหนาแน่นแร่ธาตุเฉลี่ยมากขึ้น และมีร้อยละการเปลี่ยนแปลงแร่ธาตุเฉลี่ยมากกว่ากลุ่มอื่นและกลุ่มควบคุม และการใช้แก้วไอโอโนเมอร์ชนิด Fuji VII® บุรณะรอยฟุขึ้นเนื้อฟันมีความหนาแน่นแร่ธาตุเฉลี่ยมากขึ้น และมีร้อยละการเปลี่ยนแปลงแร่ธาตุเฉลี่ยมากกว่าการใช้ยาสีฟันฟลูออไรด์ 1000 ส่วนในล้านส่วนและกลุ่มควบคุม



รายการอ้างอิง

1. Klein, U., M.J. Kanellis, and D. Drake, *Effects of four anticaries agents on lesion depth progression in an in vitro caries model*. *Pediatr Dent*, 1999. **21**(3): p. 176-80.
2. Fontana, M., et al., *An in vitro microbial model for studying secondary caries formation*. *Caries Res*, 1996. **30**(2): p. 112-8.
3. Miller, J., et al., *Dental caries and children's weights*. *J Epidemiol Community Health*, 1982. **36**(1): p. 49-52.
4. Moura-Leite, F.R., et al., *Prevalence, intensity and impact of dental pain in 5-year-old preschool children*. *Oral Health Prev Dent*, 2008. **6**(4): p. 295-301.
5. Bonecker, M., et al., *Impact of dental caries on preschool children's quality of life: an update*. *Braz Oral Res*, 2012. **26 Suppl 1**: p. 103-7.
6. Murdoch-Kinch, C.A. and M.E. McLean, *Minimally invasive dentistry*. *J Am Dent Assoc*, 2003. **134**(1): p. 87-95.
7. DenBesten, P. and H.S. Ko, *Fluoride levels in whole saliva of preschool children after brushing with 0.25 g (pea-sized) as compared to 1.0 g (full-brush) of a fluoride dentifrice*. *Pediatr Dent*, 1996. **18**(4): p. 277-80.
8. Holtta, P. and S. Alaluusua, *Effect of supervised use of a fluoride toothpaste on caries incidence in pre-school children*. *Int J Paediatr Dent*, 1992. **2**(3): p. 145-9.
9. American Dental Association Council on Scientific, A., *Fluoride toothpaste use for young children*. *J Am Dent Assoc*, 2014. **145**(2): p. 190-1.
10. Autio-Gold, J.T. and F. Courts, *Assessing the effect of fluoride varnish on early enamel carious lesions in the primary dentition*. *J Am Dent Assoc*, 2001. **132**(9): p. 1247-53; quiz 1317-8.
11. Petersson, L.G., et al., *Effect of quarterly treatments with a chlorhexidine and a fluoride varnish on approximal caries in caries-susceptible teenagers: a 3-year clinical study*. *Caries Res*, 2000. **34**(2): p. 140-3.

12. Gomez, S.S., C.P. Basili, and C.G. Emilson, *A 2-year clinical evaluation of sealed noncavitated approximal posterior carious lesions in adolescents*. Clin Oral Investig, 2005. **9**(4): p. 239-43.
13. Chu, C.H., E.C. Lo, and H.C. Lin, *Effectiveness of silver diamine fluoride and sodium fluoride varnish in arresting dentin caries in Chinese pre-school children*. J Dent Res, 2002. **81**(11): p. 767-70.
14. Chu, C.H., et al., *Effects of silver diamine fluoride on dentine carious lesions induced by Streptococcus mutans and Actinomyces naeslundii biofilms*. Int J Paediatr Dent, 2012. **22**(1): p. 2-10.
15. Mei, M.L., et al., *Antibacterial effects of silver diamine fluoride on multi-species cariogenic biofilm on caries*. Ann Clin Microbiol Antimicrob, 2013. **12**: p. 4.
16. Chu, C.H. and E.C. Lo, *Microhardness of dentine in primary teeth after topical fluoride applications*. J Dent, 2008. **36**(6): p. 387-91.
17. Mei, M.L., et al., *Inhibitory effect of silver diamine fluoride on dentine demineralisation and collagen degradation*. J Dent, 2013. **41**(9): p. 809-17.
18. Delbem, A.C., et al., *Effect of fluoridated varnish and silver diamine fluoride solution on enamel demineralization: pH-cycling study*. J Appl Oral Sci, 2006. **14**(2): p. 88-92.
19. Frencken, J.E. and C.J. Holmgren, *Caries management through the Atraumatic Restorative Treatment (ART) approach and glass-ionomers: update 2013*. Braz Oral Res, 2014. **28**(1): p. 5-8.
20. Ngo, H.C., et al., *Chemical exchange between glass-ionomer restorations and residual carious dentine in permanent molars: an in vivo study*. J Dent, 2006. **34**(8): p. 608-13.
21. van 't Hof, M.A., et al., *The atraumatic restorative treatment (ART) approach for managing dental caries: a meta-analysis*. Int Dent J, 2006. **56**(6): p. 345-51.
22. Gandolfi, M.G., et al., *Fluoride release and absorption at different pH from glass-ionomer cements*. Dent Mater, 2006. **22**(5): p. 441-9.

23. Bayrak, S., et al., *Fluoride release and recharge from different materials used as fissure sealants*. Eur J Dent, 2010. **4**(3): p. 245-50.
24. Zhi, Q.H., E.C. Lo, and H.C. Lin, *Randomized clinical trial on effectiveness of silver diamine fluoride and glass ionomer in arresting dentine caries in preschool children*. J Dent, 2012. **40**(11): p. 962-7.
25. Selwitz, R.H., A.I. Ismail, and N.B. Pitts, *Dental caries*. Lancet, 2007. **369**(9555): p. 51-9.
26. Loesche, W.J., *Role of Streptococcus mutans in human dental decay*. Microbiol Rev, 1986. **50**(4): p. 353-80.
27. Garcia-Godoy, F. and M.J. Hicks, *Maintaining the integrity of the enamel surface: the role of dental biofilm, saliva and preventive agents in enamel demineralization and remineralization*. J Am Dent Assoc, 2008. **139** Suppl: p. 25S-34S.
28. Nyvad, B. and M. Kilian, *Microbiology of the early colonization of human enamel and root surfaces in vivo*. Scand J Dent Res, 1987. **95**(5): p. 369-80.
29. Hojo, K., et al., *Bacterial interactions in dental biofilm development*. J Dent Res, 2009. **88**(11): p. 982-90.
30. Aas, J.A., et al., *Bacteria of dental caries in primary and permanent teeth in children and young adults*. J Clin Microbiol, 2008. **46**(4): p. 1407-17.
31. Banas, J.A., *Virulence properties of Streptococcus mutans*. Front Biosci, 2004. **9**: p. 1267-77.
32. Hamada, S., T. Koga, and T. Ooshima, *Virulence factors of Streptococcus mutans and dental caries prevention*. J Dent Res, 1984. **63**(3): p. 407-11.
33. Gross, E.L., et al., *Bacterial 16S sequence analysis of severe caries in young permanent teeth*. J Clin Microbiol, 2010. **48**(11): p. 4121-8.
34. Becker, M.R., et al., *Molecular analysis of bacterial species associated with childhood caries*. J Clin Microbiol, 2002. **40**(3): p. 1001-9.
35. Borgstrom, M.K., et al., *On the pH-lowering potential of lactobacilli and mutans streptococci from dental plaque related to the prevalence of caries*. Community Dent Oral Epidemiol, 1997. **25**(2): p. 165-9.

36. Badet, M.C., B. Richard, and G. Dorignac, *An in vitro study of the pH-lowering potential of salivary lactobacilli associated with dental caries*. J Appl Microbiol, 2001. **90**(6): p. 1015-8.
37. Svensater, G., et al., *Acid tolerance response and survival by oral bacteria*. Oral Microbiol Immunol, 1997. **12**(5): p. 266-73.
38. Piwat, S., et al., *Acid production and growth by oral Lactobacillus species in vitro*. J Investig Clin Dent, 2012. **3**(1): p. 56-61.
39. Piwat, S. and R. Teanpaisan, *16S rRNA PCR-Denaturing Gradient Gel Electrophoresis of Oral Lactobacillus casei Group and Their Phenotypic Appearances*. ISRN Microbiol, 2013. **2013**: p. 342082.
40. Jeremy bagg, T.W.M., Ian R.Poxton, Chris H. Miller, *Jeremy bagg, T. Wallace Macfarlane, Ian R.Poxton, Chris H. Miller. Dental Caries .in:Jeremy bagg,editor.Essentials of Microbiology for Dental Students.1st edition .Hong kong:Oxford;1999.p 249-258*.
41. Tanzer, J.M., J. Livingston, and A.M. Thompson, *The microbiology of primary dental caries in humans*. J Dent Educ, 2001. **65**(10): p. 1028-37.
42. Willcox, M.D., et al., *Coaggregation of oral lactobacilli with streptococci from the oral cavity*. Oral Microbiol Immunol, 1993. **8**(5): p. 319-21.
43. Byun, R., et al., *Quantitative analysis of diverse Lactobacillus species present in advanced dental caries*. J Clin Microbiol, 2004. **42**(7): p. 3128-36.
44. Caufield, P.W., et al., *Diversity of lactobacilli in the oral cavities of young women with dental caries*. Caries Res, 2007. **41**(1): p. 2-8.
45. Svec, P., et al., *Lactobacillus spp. associated with early childhood caries*. Folia Microbiol (Praha), 2009. **54**(1): p. 53-8.
46. Piwat, S., et al., *Lactobacillus species and genotypes associated with dental caries in Thai preschool children*. Mol Oral Microbiol, 2010. **25**(2): p. 157-64.
47. Featherstone, J.D., *Dental caries: a dynamic disease process*. Aust Dent J, 2008. **53**(3): p. 286-91.
48. Balooch, M., et al., *Mechanical properties of mineralized collagen fibrils as influenced by demineralization*. J Struct Biol, 2008. **162**(3): p. 404-10.

49. Tjaderhane, L., et al., *Matrix metalloproteinases and other matrix proteinases in relation to cariology: the era of 'dentin degradomics'*. Caries Res, 2015. **49**(3): p. 193-208.
50. Takahashi, N. and B. Nyvad, *Ecological Hypothesis of Dentin and Root Caries*. Caries Res, 2016. **50**(4): p. 422-31.
51. Clarkson, B.H., et al., *Effects of phosphoprotein moieties on the remineralization of human root caries*. Caries Res, 1991. **25**(3): p. 166-73.
52. Bertassoni, L.E., et al., *Biomechanical perspective on the remineralization of dentin*. Caries Res, 2009. **43**(1): p. 70-7.
53. Kinney, J.H., et al., *The importance of intrafibrillar mineralization of collagen on the mechanical properties of dentin*. J Dent Res, 2003. **82**(12): p. 957-61.
54. Yamaga, R., et al., *Diamine silver fluoride and its clinical application*. J Osaka Univ Dent Sch, 1972. **12**: p. 1-20.
55. Mei, M.L., et al., *An ex vivo study of arrested primary teeth caries with silver diamine fluoride therapy*. J Dent, 2014. **42**(4): p. 395-402.
56. Mei, M.L., et al., *The inhibitory effects of silver diamine fluoride at different concentrations on matrix metalloproteinases*. Dent Mater, 2012. **28**(8): p. 903-8.
57. Lou, Y.L., M.G. Botelho, and B.W. Darvell, *Reaction of silver diamine [corrected] fluoride with hydroxyapatite and protein*. J Dent, 2011. **39**(9): p. 612-8.
58. Savas, S., et al., *Effects of different antibacterial agents on enamel in a biofilm caries model*. J Oral Sci, 2015. **57**(4): p. 367-72.
59. Yee, R., et al., *Efficacy of silver diamine fluoride for Arresting Caries Treatment*. J Dent Res, 2009. **88**(7): p. 644-7.
60. Knight, G.M., et al., *Ion uptake into demineralized dentine from glass ionomer cement following pretreatment with silver fluoride and potassium iodide*. Aust Dent J, 2006. **51**(3): p. 237-41.
61. Duangthip, D., et al., *Non-surgical treatment of dentin caries in preschool children--systematic review*. BMC Oral Health, 2015. **15**: p. 44.

62. Lo, E.C., C.H. Chu, and H.C. Lin, *A community-based caries control program for pre-school children using topical fluorides: 18-month results*. J Dent Res, 2001. **80**(12): p. 2071-4.
63. Llodra, J.C., et al., *Efficacy of silver diamine fluoride for caries reduction in primary teeth and first permanent molars of schoolchildren: 36-month clinical trial*. J Dent Res, 2005. **84**(8): p. 721-4.
64. Vasquez, E., et al., *Short term serum pharmacokinetics of diammine silver fluoride after oral application*. BMC Oral Health, 2012. **12**: p. 60.
65. Junior, V.E.d.S., et al., *Adverse events on the use of interim therapeutic in schoolchildren: Silver diamine fluoride x interim therapeutic restorative – a pilot study*. Rev Odonto Cienc, 2012. **27**(1): p. 26-30.
66. Armstrong, J.W.K.a.W.D., *The Effect of Topically Applied Sodium Fluoride on Dental Caries Experience*. Public Health Reports (1896-1970), 1943. **Vol. 58** (No. 47 (Nov. 19, 1943)): p. pp. 1701-1715.
67. Newbrun, E., *Evolution of professionally applied topical fluoride therapies*. Compend Contin Educ Dent, 1999. **20**(1 Suppl): p. 5-9; quiz 34.
68. Duschner, H., H. Gotz, and B. Ogaard, *Fluoride-induced precipitates on enamel surface and subsurface areas visualised by electron microscopy and confocal laser scanning microscopy*. Eur J Oral Sci, 1997. **105**(5 Pt 2): p. 466-72.
69. Christoffersen, J., et al., *Kinetics of dissolution and growth of calcium fluoride and effects of phosphate*. Acta Odontol Scand, 1988. **46**(6): p. 325-36.
70. Saxegaard, E. and G. Rolla, *Fluoride acquisition on and in human enamel during topical application in vitro*. Scand J Dent Res, 1988. **96**(6): p. 523-35.
71. Axelsson, P., et al., *Effect of fluoride containing dentifrice, mouthrinsing, and varnish on approximal dental caries in a 3-year clinical trial*. Community Dent Oral Epidemiol, 1987. **15**(4): p. 177-80.
72. Petersson, L.G., S. Twetman, and G.N. Pakhomov, *The efficiency of semiannual silane fluoride varnish applications: a two-year clinical study in preschool children*. J Public Health Dent, 1998. **58**(1): p. 57-60.

73. Petersson, L.G., et al., *Caries-inhibiting effects of different modes of Duraphat varnish reapplication: a 3-year radiographic study*. Caries Res, 1991. **25**(1): p. 70-3.
74. Castillo, J.L., et al., *Evaluation of fluoride release from commercially available fluoride varnishes*. J Am Dent Assoc, 2001. **132**(10): p. 1389-92; quiz 1459-60.
75. Shen, C. and J. Autio-Gold, *Assessing fluoride concentration uniformity and fluoride release from three varnishes*. J Am Dent Assoc, 2002. **133**(2): p. 176-82.
76. Chau, N.P., et al., *Evaluation of Streptococcus mutans adhesion to fluoride varnishes and subsequent change in biofilm accumulation and acidogenicity*. J Dent, 2014. **42**(6): p. 726-34.
77. Zickert, I. and C.G. Emilson, *Effect of a fluoride-containing varnish on Streptococcus mutans in plaque and saliva*. Scand J Dent Res, 1982. **90**(6): p. 423-8.
78. Rirattanapong, P., et al., *Effect of fluoride varnishes containing tri-calcium phosphate sources on remineralization of initial primary enamel lesions*. Southeast Asian J Trop Med Public Health, 2014. **45**(2): p. 499-504.
79. Koch, G. and L.G. Petersson, *Caries preventive effect of a fluoride-containing varnish (Duraphat) after 1 year's study*. Community Dent Oral Epidemiol, 1975. **3**(6): p. 262-6.
80. Twetman, S., L.G. Petersson, and G.N. Pakhomov, *Caries incidence in relation to salivary mutans streptococci and fluoride varnish applications in preschool children from low- and optimal-fluoride areas*. Caries Res, 1996. **30**(5): p. 347-53.
81. Seppa, L., L. Pollanen, and H. Hausen, *Caries-preventive effect of fluoride varnish with different fluoride concentrations*. Caries Res, 1994. **28**(1): p. 64-7.
82. Zimmer, S., F.J. Robke, and J.F. Roulet, *Caries prevention with fluoride varnish in a socially deprived community*. Community Dent Oral Epidemiol, 1999. **27**(2): p. 103-8.

83. Skold-Larsson, K., T. Modeer, and S. Twetman, *Fluoride concentration in plaque in adolescents after topical application of different fluoride varnishes*. Clin Oral Investig, 2000. **4**(1): p. 31-4.
84. Moberg Skold, U., et al., *Effect of school-based fluoride varnish programmes on approximal caries in adolescents from different caries risk areas*. Caries Res, 2005. **39**(4): p. 273-9.
85. Weintraub, J.A., et al., *Fluoride varnish efficacy in preventing early childhood caries*. J Dent Res, 2006. **85**(2): p. 172-6.
86. Ekstrand, K.R., A. Bakhshandeh, and S. Martignon, *Treatment of proximal superficial caries lesions on primary molar teeth with resin infiltration and fluoride varnish versus fluoride varnish only: efficacy after 1 year*. Caries Res, 2010. **44**(1): p. 41-6.
87. Milsom, K.M., et al., *A cluster-randomized controlled trial: fluoride varnish in school children*. J Dent Res, 2011. **90**(11): p. 1306-11.
88. Suwansingha, O. and P. Rirattanapong, *Effect of fluoride varnish on caries prevention of partially erupted of permanent molar in high caries risk*. Southeast Asian J Trop Med Public Health, 2012. **43**(3): p. 808-13.
89. Bergstrom, E.K., et al., *Approximal caries increment in adolescents in a low caries prevalence area in Sweden after a 3.5-year school-based fluoride varnish programme with Bifluorid 12 and Duraphat*. Community Dent Oral Epidemiol, 2014.
90. Weintraub, J.A., *Fluoride varnish for caries prevention: comparisons with other preventive agents and recommendations for a community-based protocol*. Spec Care Dentist, 2003. **23**(5): p. 180-6.
91. Ekstrand, J., G. Koch, and L.G. Petersson, *Plasma fluoride concentration and urinary fluoride excretion in children following application of the fluoride-containing varnish Duraphat*. Caries Res, 1980. **14**(4): p. 185-9.
92. Ekstrand, J., G. Koch, and L.G. Petersson, *Plasma fluoride concentrations in pre-school children after ingestion of fluoride tablets and toothpaste*. Caries Res, 1983. **17**(4): p. 379-84.

93. Milgrom, P., et al., *Pharmacokinetics of fluoride in toddlers after application of 5% sodium fluoride dental varnish*. *Pediatrics*, 2014. **134**(3): p. e870-4.
94. Lockner, F., S. Twetman, and C. Stecksén-Blicks, *Urinary fluoride excretion after application of fluoride varnish and use of fluoride toothpaste in young children*. *Int J Paediatr Dent*, 2017.
95. Lewis, C.W., *Fluoride and dental caries prevention in children*. *Pediatr Rev*, 2014. **35**(1): p. 3-15.
96. Davies, R.M., R.P. Ellwood, and G.M. Davies, *The rational use of fluoride toothpaste*. *Int J Dent Hyg*, 2003. **1**(1): p. 3-8.
97. Cury, J.A., et al., *Low-fluoride toothpaste and deciduous enamel demineralization under biofilm accumulation and sucrose exposure*. *Eur J Oral Sci*, 2010. **118**(4): p. 370-5.
98. Wong, M.C., et al., *Cochrane reviews on the benefits/risks of fluoride toothpastes*. *J Dent Res*, 2011. **90**(5): p. 573-9.
99. Elkhadem, A. and S. Wanees, *Limited evidence suggests standard fluoride toothpaste reduces caries potential in preschool children*. *Evid Based Dent*, 2014. **15**(1): p. 5.
100. Zaura, E., C. van Loveren, and J.M. ten Cate, *Efficacy of fluoride toothpaste in preventing demineralization of smooth dentin surfaces and narrow grooves in situ under frequent exposures to sucrose or bananas*. *Caries Res*, 2005. **39**(2): p. 116-22.
101. Duggal, M.S., et al., *Enamel demineralization in situ with various frequencies of carbohydrate consumption with and without fluoride toothpaste*. *J Dent Res*, 2001. **80**(8): p. 1721-4.
102. Lagerweij, M.D. and J.M. ten Cate, *Remineralisation of enamel lesions with daily applications of a high-concentration fluoride gel and a fluoridated toothpaste: an in situ study*. *Caries Res*, 2002. **36**(4): p. 270-4.
103. Maia, L.C., I.P. de Souza, and J.A. Cury, *Effect of a combination of fluoride dentifrice and varnish on enamel surface rehardening and fluoride uptake in vitro*. *Eur J Oral Sci*, 2003. **111**(1): p. 68-72.

104. Kusano, S.C., et al., *Timing of fluoride toothpaste use and enamel-dentin demineralization*. Braz Oral Res, 2011. **25**(5): p. 383-7.
105. Zero, D.T., et al., *Fluoride concentrations in plaque, whole saliva, and ductal saliva after application of home-use topical fluorides [published eerratum appears in J Dent Res 1993 Jan;72(1):87]*. J Dent Res, 1992. **71**(11): p. 1768-75.
106. Campus, G., M.R. Lallai, and R. Carboni, *Fluoride concentration in saliva after use of oral hygiene products*. Caries Res, 2003. **37**(1): p. 66-70.
107. Duckworth, R.M., D.T. Knoop, and K.W. Stephen, *Effect of mouthrinsing after toothbrushing with a fluoride dentifrice on human salivary fluoride levels*. Caries Res, 1991. **25**(4): p. 287-91.
108. Sjogren, K. and D. Birkhed, *Effect of various post-brushing activities on salivary fluoride concentration after toothbrushing with a sodium fluoride dentifrice*. Caries Res, 1994. **28**(2): p. 127-31.
109. Peros, K., et al., *Antimicrobial effect of different brushing frequencies with fluoride toothpaste on Streptococcus mutans and Lactobacillus species in children with fixed orthodontic appliances*. Korean J Orthod, 2012. **42**(5): p. 263-9.
110. Tavener, J.A., et al., *The prevalence and severity of fluorosis and other developmental defects of enamel in children who received free fluoride toothpaste containing either 440 or 1450 ppm F from the age of 12 months*. Community Dent Health, 2004. **21**(3): p. 217-23.
111. Wright, J.T., et al., *Fluoride toothpaste efficacy and safety in children younger than 6 years: a systematic review*. J Am Dent Assoc, 2014. **145**(2): p. 182-9.
112. Palma-Dibb, R.G., et al., *Bond strength of glass-ionomer cements to caries-affected dentin*. J Adhes Dent, 2003. **5**(1): p. 57-62.
113. Lee, S.Y., et al., *Fluoride ion diffusion from a glass-ionomer cement*. J Oral Rehabil, 2000. **27**(7): p. 576-86.
114. De Witte, A.M., et al., *Fluoride release profiles of mature restorative glass ionomer cements after fluoride application*. Biomaterials, 2000. **21**(5): p. 475-82.

115. Perrin, C., M. Persin, and J. Sarrazin, *A comparison of fluoride release from four glass-ionomer cements*. Quintessence Int, 1994. **25**(9): p. 603-8.
116. Bell, A., et al., *The effect of saliva on fluoride release by a glass-ionomer filling material*. J Oral Rehabil, 1999. **26**(5): p. 407-12.
117. Al-Naimi, O.T., et al., *Fluoride release for restorative materials and its effect on biofilm formation in natural saliva*. J Mater Sci Mater Med, 2008. **19**(3): p. 1243-8.
118. Hatibovic-Kofman, S. and G. Koch, *Fluoride release from glass ionomer cement in vivo and in vitro*. Swed Dent J, 1991. **15**(6): p. 253-8.
119. Salas, C.F., et al., *Mineral loss on adjacent enamel glass ionomer cements restorations after cariogenic and erosive challenges*. Arch Oral Biol, 2011. **56**(10): p. 1014-9.
120. Pereira, P.N., et al., *Microhardness of in vitro caries inhibition zone adjacent to conventional and resin-modified glass ionomer cements*. Dent Mater, 1998. **14**(3): p. 179-85.
121. Kitasako, Y., et al., *Physiological remineralization of artificially demineralized dentin beneath glass ionomer cements with and without bacterial contamination in vivo*. Oper Dent, 2003. **28**(3): p. 274-80.
122. Bezerra, A.C., et al., *Ion concentration adjacent to glass-ionomer restorations in primary molars*. Dent Mater, 2012. **28**(11): p. e259-63.
123. Loyola-Rodriguez, J.P., F. Garcia-Godoy, and R. Lindquist, *Growth inhibition of glass ionomer cements on mutans streptococci*. Pediatr Dent, 1994. **16**(5): p. 346-9.
124. Davidovich, E., et al., *Surface antibacterial properties of glass ionomer cements used in atraumatic restorative treatment*. J Am Dent Assoc, 2007. **138**(10): p. 1347-52.
125. da Silva, R.C., et al., *Antibacterial activity of four glass ionomer cements used in atraumatic restorative treatment*. J Mater Sci Mater Med, 2007. **18**(9): p. 1859-62.
126. Benelli, E.M., et al., *In situ anticariogenic potential of glass ionomer cement*. Caries Res, 1993. **27**(4): p. 280-4.

127. Sousa, R.P., et al., *In situ effects of restorative materials on dental biofilm and enamel demineralisation*. J Dent, 2009. **37**(1): p. 44-51.
128. Brambilla, E., et al., *Influence of different adhesive restorative materials on mutans streptococci colonization*. Am J Dent, 2005. **18**(3): p. 173-6.
129. Nakajo, K., et al., *Fluoride released from glass-ionomer cement is responsible to inhibit the acid production of caries-related oral streptococci*. Dent Mater, 2009. **25**(6): p. 703-8.
130. Forss, H., et al., *Fluoride and mutans streptococci in plaque grown on glass ionomer and composite*. Caries Res, 1991. **25**(6): p. 454-8.
131. Duque, C., et al., *Clinical and microbiological performance of resin-modified glass-ionomer liners after incomplete dentine caries removal*. Clin Oral Investig, 2009. **13**(4): p. 465-71.
132. van Dijken, J.W., et al., *Fluoride and mutans streptococci levels in plaque on aged restorations of resin-modified glass ionomer cement, compomer and resin composite*. Caries Res, 1997. **31**(5): p. 379-83.
133. Massara, M.L., J.B. Alves, and P.R. Brandao, *Atraumatic restorative treatment: clinical, ultrastructural and chemical analysis*. Caries Res, 2002. **36**(6): p. 430-6.
134. Wambier, D.S., et al., *Ultrastructural and microbiological analysis of the dentin layers affected by caries lesions in primary molars treated by minimal intervention*. Pediatr Dent, 2007. **29**(3): p. 228-34.
135. Chibinski, A.C., et al., *Clinical, mineral and ultrastructural changes in carious dentin of primary molars after restoration*. Int Dent J, 2016. **66**(3): p. 150-7.
136. Fernandes, G., et al., *The hardness and chemical changes in demineralized primary and - . dentin treated by fluoride and glass ionomer cement*. Rev Odontol UNESP.
137. Totiam, P., et al., *A new in vitro model to study the relationship of gap size and secondary caries*. Caries Res, 2007. **41**(6): p. 467-73.
138. Arends, J. and J.J. ten Bosch, *Demineralization and remineralization evaluation techniques*. J Dent Res, 1992. **71 Spec No**: p. 924-8.

139. Liu, Y., et al., *Subablative Er:YAG laser effect on enamel demineralization*. Caries Res, 2013. **47**(1): p. 63-8.
140. Nantanee, R., et al., *Silver diamine fluoride and glass ionomer differentially remineralize early caries lesions, in situ*. Clin Oral Investig, 2016. **20**(6): p. 1151-7.
141. Ritter, A.V., et al., *Treating cervical dentin hypersensitivity with fluoride varnish: a randomized clinical study*. J Am Dent Assoc, 2006. **137**(7): p. 1013-20; quiz 1029.
142. Merika, K., F. HeftitArthur, and P.M. Preshaw, *Comparison of two topical treatments for dentine sensitivity*. Eur J Prosthodont Restor Dent, 2006. **14**(1): p. 38-41.
143. Yilmaz, H.G., S. Kurtulmus-Yilmaz, and E. Cengiz, *Long-term effect of diode laser irradiation compared to sodium fluoride varnish in the treatment of dentine hypersensitivity in periodontal maintenance patients: a randomized controlled clinical study*. Photomed Laser Surg, 2011. **29**(11): p. 721-5.
144. Wang, L., et al., *Treatment of Dentin Hypersensitivity Using Nano-Hydroxyapatite Pastes: A Randomized Three-Month Clinical Trial*. Oper Dent, 2016. **41**(4): p. E93-E101.
145. Fure, S. and P. Lingstrom, *Evaluation of different fluoride treatments of initial root carious lesions in vivo*. Oral Health Prev Dent, 2009. **7**(2): p. 147-54.
146. Magalhaes, A.C., et al., *Effect of NaF and TlF(4) varnish and solution on bovine dentin erosion plus abrasion in vitro*. Acta Odontol Scand, 2012. **70**(2): p. 160-4.
147. Li, H., et al., *The influence of fluoride varnish on the attrition of dentine*. Caries Res, 2007. **41**(3): p. 219-22.
148. Ozgul, B.M., K. Orhan, and F.T. Oz, *Micro-computed tomographic analysis of progression of artificial enamel lesions in primary and permanent teeth after resin infiltration*. J Oral Sci, 2015. **57**(3): p. 177-83.
149. Rirattanapong, P., et al., *Effect of Fluoride Varnishes Containing Different Calcium Phosphate Sources on Mineralization of Initial Primary Enamel Lesions*. Southeast Asian J Trop Med Public Health, 2014. **45**(6): p. 1503-10.

150. Mohd Said, S.N., M. Ekambaram, and C.K. Yiu, *Effect of different fluoride varnishes on remineralization of artificial enamel carious lesions*. Int J Paediatr Dent, 2016.
151. Lo, E.C., E. Schwarz, and M.C. Wong, *Arresting dentine caries in Chinese preschool children*. Int J Paediatr Dent, 1998. **8**(4): p. 253-60.
152. Diamanti, I., et al., *In vitro evaluation of fluoride and calcium sodium phosphosilicate toothpastes, on root dentine caries lesions*. J Dent, 2011. **39**(9): p. 619-28.
153. Botelho, J.N., et al., *The effect of fluoride toothpaste on root dentine demineralization progression: a pilot study*. Braz Oral Res, 2014. **28 Spec No:** p. 1-5.
154. Pulido, M.T., et al., *The inhibitory effect of MI paste, fluoride and a combination of both on the progression of artificial caries-like lesions in enamel*. Oper Dent, 2008. **33**(5): p. 550-5.
155. Newby, E.E., et al., *A randomised clinical study to evaluate experimental children's toothpastes in an in-situ palatal caries model in children aged 11-14 years*. Int Dent J, 2013. **63 Suppl 2:** p. 31-8.
156. Kato, M.T., et al., *Preventive effect of commercial desensitizing toothpastes on bovine enamel erosion in vitro*. Caries Res, 2010. **44**(2): p. 85-9.



ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาคผนวก ก

เอกสารผลการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์



No.029/2015

Study Protocol and Consent Form Approval Certificate of Exemption

The Human Research Ethics Committee of the Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand has approved the following study to be carried out according to the protocol and patient/participant information sheet dated and/or amended as follows in compliance with the ICH/GCP with exemption

Study Title : Effect of remineralizing agents on dentin caries lesion in primary teeth: in vitro study

Study Code : HREC-DCU 2015-029


Study Center : Chulalongkorn University

Principle Investigator : Dr. Maneekarn Kongsomjit

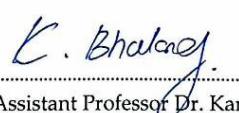
Protocol Date : March 30, 2015

Date of Approval : April 7, 2015

Date of Expiration : April 6, 2017



 (Associate Professor Dr. Veera Lertchirakarn)
 Chairman of Ethics Committee



 (Assistant Professor Dr. Kanokporn Bhalang)

Associate Dean for Research

*A list of the Ethics Committee members (names and positions) present at the Ethics Committee meeting on the date of approval of this study has been attached (upon requested). This Study Protocol Approval Form will be forwarded to the Principal Investigator.

Approval is granted subject to the following conditions: (see back of the approval)

ภาคผนวก ข

เอกสารข้อมูลคำอธิบายสำหรับขอพิน เพื่อใช้ในการทำวิจัย (Inform consent)

เรียน เจ้าของคลินิก รวมทันตแพทย์คลินิก

ข้าพเจ้านางสาวมณีกาญจน์ คงสมจิตต์ จะทำการวิจัยเรื่อง ผลของสารคีนแร่ธาตุต่อรอยผุชั้นเนื้อฟันในฟันกรามน้ำนม : การศึกษาในห้องปฏิบัติการ ซึ่งเป็นการดำเนินการที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาเปรียบเทียบผลต่อการคืนกลับแร่ธาตุสู่รอยผุชั้นเนื้อฟันของการใช้สารละลายซิลเวอร์ไดอะมีนฟลูออไรด์ วารินิซฟลูออไรด์ แก้วไอโอโนเมอร์ และยาสีฟันฟลูออไรด์ 1000 ส่วนในล้านส่วน ภายใต้สภาวะจำลองช่องปาก

ประโยชน์ที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้จะนำไปสู่เป็นข้อมูลเบื้องต้นในการเลือกใช้สารคีนแร่ธาตุในรอยผุชั้นเนื้อฟัน เพื่อรักษาฟันผุชั้นเนื้อฟันในฟันน้ำนมหรือวางแผนการศึกษาทางคลินิกเพิ่มเติม

ทั้งนี้ การวิจัยนี้จะต้องใช้ฟันกรามน้ำนมบนหรือล่าง ซี่ที่หนึ่งหรือสอง ที่ถอนจากอาสาสมัครตามแผนการรักษา จำนวน 60 ซี่ โดยผู้วิจัยจะไม่เก็บข้อมูลโดยตรงจากอาสาสมัคร และไม่ต้องการเชื่อมโยงถึงข้อมูลต่างๆ ของอาสาสมัคร

จึงเรียนมาเพื่อขอใช้ฟันกรามน้ำนมบนหรือล่าง ซี่ที่หนึ่งหรือสอง ที่ถอนจากอาสาสมัครตามแผนการรักษา ซึ่งอยู่ในการดูแล/ครอบครองของท่าน และข้าพเจ้าจะจัดการกับสิ่งที่ขอใช้ดังกล่าวเมื่อเสร็จสิ้นการวิจัยดังนี้ จะทิ้งชิ้นฟันตัวอย่างกำจัดรวมพร้อมกับขยะติดเชื้อของโรงพยาบาลคณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ขอแสดงความนับถือ

(นางสาวมณีกาญจน์ คงสมจิตต์)

ผู้วิจัยหลัก

หมายเลขโทรศัพท์มือถือ 089-062-2391

(รศ.ทพญ.วัชรภรณ์ ทศจันทร์)

อาจารย์ที่ปรึกษา

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

เอกสารข้อมูลคำอธิบายสำหรับขอพิน เพื่อใช้ในการทำวิจัย (Inform consent)

เรียน หัวหน้าฝ่ายทันตสาธารณสุข โรงพยาบาลสามชุก

ข้าพเจ้านางสาวมณีกาญจน์ คงสมจิตต์ จะทำการวิจัยเรื่อง ผลของสารคืนแร่ธาตุต่อรอยผุชั้นเนื้อฟันในฟันกรามน้ำนม : การศึกษาในห้องปฏิบัติการ ซึ่งเป็นการดำเนินการที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาเปรียบเทียบผลต่อการคืนกลับแร่ธาตุสู่รอยผุชั้นเนื้อฟันของการใช้สารละลายซิลเวอร์ไดอะมีนฟลูออไรด์ วาร์นิชฟลูออไรด์ แก้วไอโอโนเมอร์ และยาสีฟันฟลูออไรด์ 1000 ส่วนในล้านส่วน ภายใต้สภาวะจำลองช่องปาก

ประโยชน์ที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้จะนำไปสู่เป็นข้อมูลเบื้องต้นในการเลือกใช้สารคืนแร่ธาตุในรอยผุชั้นเนื้อฟัน เพื่อรักษาฟันผุชั้นเนื้อฟันในฟันน้ำนมหรือวางแผนการศึกษาทางคลินิกเพิ่มเติม

ทั้งนี้ การวิจัยนี้จะต้องใช้ฟันกรามน้ำนมบนหรือล่าง ซี่ที่หนึ่งหรือสอง ที่ถอนจากอาสาสมัครตามแผนการรักษา จำนวน 60 ซี่ โดยผู้วิจัยจะไม่เก็บข้อมูลโดยตรงจากอาสาสมัคร และไม่ต้องการเชื่อมโยงถึงข้อมูลต่างๆ ของอาสาสมัคร

จึงเรียนมาเพื่อขอใช้ฟันกรามน้ำนมบนหรือล่าง ซี่ที่หนึ่งหรือสอง ที่ถอนจากอาสาสมัครตามแผนการรักษา ซึ่งอยู่ในการดูแล/ครอบครองของท่าน และข้าพเจ้าจะจัดการกับสิ่งที่ขอใช้ดังกล่าวเมื่อเสร็จสิ้นการวิจัยดังนี้ จะทิ้งชิ้นฟันตัวอย่างกำจัดรวมพร้อมกับขยะติดเชื้อของโรงพยาบาลคณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ขอแสดงความนับถือ

.....
 (นางสาวมณีกาญจน์ คงสมจิตต์) ภัณฑิมาวิทยาลัย (รศ.ทพญ.วัชรภรณ์ ทัศนจันทร์)

ผู้วิจัยหลัก CHULALONGKORN UNIVERSITY อาจารย์ที่ปรึกษา

หมายเลขโทรศัพท์มือถือ 089-062-2391

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ภาคผนวก ค

เอกสารยินยอมเข้าร่วมการวิจัย (Consent Form)

การวิจัยเรื่อง ผลของสารคืนแร่ธาตุต่อรอยผู้ชั้นเนื้อฟันในฟันกรามน้ำนม : การศึกษาในห้องปฏิบัติการ

ผู้วิจัยหลัก ทันตแพทย์หญิง มณีกาญจน์ คงสมจิตต์

ก่อนที่จะลงนามในเอกสารยินยอมนี้ ข้าพเจ้าได้รับการอธิบายจากผู้วิจัยถึงวัตถุประสงค์ของการวิจัย วิธีการวิจัย รวมถึงประโยชน์ที่จะเกิดขึ้นจากการวิจัยอย่างละเอียด และมีความเข้าใจดีแล้ว ข้าพเจ้าขอมอบ

- ฟันที่ได้รับความยินยอมจากผู้ป่วยให้ถอนออกเนื่องจากเหตุผลทางการแพทย์
- เนื้อเยื่อที่ติดกับฟันที่ได้รับความยินยอมจากผู้ป่วยให้ถอนออกเนื่องจากเหตุผลทางการแพทย์
- ภาพรังสี
- ข้อมูล
- สิ่งอื่นๆ (โปรดระบุ)

จำนวนเท่าที่ผู้วิจัยขอมา ที่อยู่ในความดูแล/ครอบครองของข้าพเจ้า เพื่อนำไปใช้ในการวิจัยดังกล่าว ทั้งนี้เพื่อให้เกิดการสร้างความรู้/องค์ความรู้ ที่เป็นประโยชน์แก่ส่วนรวม โดยการวิจัยจะไม่มีการเกี่ยวข้อง เชื่อมโยง หรือมีผลกระทบต่ออาสาสมัคร/ผู้ป่วย ซึ่งเป็นเจ้าของสิ่งที่ข้าพเจ้าได้มอบให้แก่ผู้วิจัยแต่อย่างใด

ลงนาม.....ผู้ยินยอม

(.....)

ตำแหน่ง.....

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้

ภาควิชาทันตกรรมสำหรับเด็ก คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนอังรีดูนังต์ แขวงวังใหม่ เขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร 10330

ภาคผนวก ง

แสดงส่วนประกอบของสารที่ใช้ในการศึกษา

ส่วนประกอบของน้ำลายเทียม

เตรียมโดยภาควิชาเภสัชศาสตร์ คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โดยประกอบด้วยโพตัสเซียมคลอไรด์	0.75 กรัม
แมกนีเซียมคลอไรด์	0.07 กรัม
แคลเซียมคลอไรด์	0.199 กรัม
ไดโพตัสเซียมไฮโดรเจนฟอสเฟต	0.965 กรัม
โพตัสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต	0.439 กรัม
โซเดียมคาร์บอกซีเมตทิลเซลลูโลส	6 กรัม
ซอร์บิทอลร้อยละ 70	36 กรัม
โซเดียม เบนโซเอต	2.4 กรัม

จากนั้นนำไปทำให้ปราศจากเชื้อโดยการทำให้ปราศจากเชื้อด้วยเครื่องอบไอน้ำความดันสูงที่

อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที

ส่วนประกอบของแก้วไอโอโนเมอร์ชนิด Fuji VII®

ส่วนผง Alumino-fluoro-silicate glass, pigment

ส่วนเหลว polyacrylic acid, distilled water, poly-base carboxylic acid

สารปรับสภาพเนื้อฟัน 20% polyacrylic acid

ส่วนประกอบของวารีนีซฟลูออไรด์ (Duraphat®)

sodium fluoride, Ethanol, white beeswax, shellac, colophony BP, mastic, sodium saccharin, flavour

ส่วนประกอบของยาสีฟันฟลูออไรด์ ฟลูโอคาริล คิตส์ 6+ กรีน กลิ่นโคล่า

Sorbitol, Hydrated Silica, Water, PEG-8, Cocamidopropyl Betaine, Flaver, Flavor,

Sodium Lauryl Sulphate, Cellulose Gum, Sodium Monofluorophosphate, Sodium

Saccharin, Sodium Fluoride, Methylparaben, Propylparaben, CI47005, CI42051

ภาคผนวก จ
การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อแบคทีเรีย

1. อาหารเลี้ยงเชื้อแบคทีเรียอย่างเหลวชนิดทริปติก ซอยที่มีสารสกัดจากยีสต์ร้อยละ 0.5
เตรียมโดยละลายผงทริปติก ซอยอย่างเหลว 30 กรัม และสารสกัดจากยีสต์ 5 กรัมในน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 1 ลิตร แล้วทำให้ปราศจากเชื้อด้วยเครื่องอบไอน้ำความดันสูงที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที
2. อาหารเลี้ยงเชื้อแบคทีเรียแบบวุ้นชนิดทริปติก ซอย
เตรียมโดยละลายผงเบรน-ฮาร์ทอนฟิวชันแบบวุ้น 40 กรัมในน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 1 ลิตร ต้มสารละลายแล้วทำให้ปราศจากเชื้อด้วยเครื่องอบไอน้ำความดันสูงที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาทีจากนั้นเทในจานเพาะเชื้อแล้วตั้งทิ้งไว้ให้อาหารเลี้ยงเชื้อแข็งตัวที่อุณหภูมิห้อง
3. อาหารเลี้ยงเชื้อแบคทีเรียอย่างเหลวชนิดทริปติก ซอยที่มีสารสกัดจากยีสต์ร้อยละ 0.5 น้ำตาลซูโครส ร้อยละ 2 น้ำตาลกลูโคสร้อยละ 1
เตรียมโดยละลายผงทริปติก ซอยอย่างเหลว 30 กรัม และสารสกัดจากยีสต์ 5 กรัม น้ำตาลซูโครส 20 กรัม น้ำตาลกลูโคส 10 กรัมในน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 1 ลิตร การทำให้ปราศจากเชื้อด้วยเครื่องอบไอน้ำความดันสูงที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที

ภาคผนวก ฉ

รายละเอียดข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

LDbefore	ระยะรอยผุก่อนการทดลองของรอยผุชั้นเนื้อฟัน
LDbeforeSDF	ระยะรอยผุก่อนการทดลองของรอยผุชั้นเนื้อฟันกลุ่มที่ใช้ซิลเวอร์ไดอะมีน ฟลูออไรด์ร้อยละ 38 ร่วมกับยาสีฟันฟลูออไรด์ 1000 ส่วนในล้านส่วน
LDafterSDF	ระยะรอยผุหลังการทดลองของรอยผุชั้นเนื้อฟันกลุ่มที่ใช้ซิลเวอร์ไดอะมีน ฟลูออไรด์ร้อยละ 38 ร่วมกับยาสีฟันฟลูออไรด์ 1000 ส่วนในล้านส่วน
LDbeforeVarnish	ระยะรอยผุก่อนการทดลองของรอยผุชั้นเนื้อฟันกลุ่มที่ใช้วารนิชฟลูออไรด์ ร่วมกับยาสีฟันฟลูออไรด์ 1000 ส่วนในล้านส่วน
LDafterVarnish	ระยะรอยผุหลังการทดลองของรอยผุชั้นเนื้อฟันกลุ่มที่ใช้วารนิชฟลูออไรด์ ร่วมกับยาสีฟันฟลูออไรด์ 1000 ส่วนในล้านส่วน
LDbeforeGI	ระยะรอยผุก่อนการทดลองของรอยผุชั้นเนื้อฟันกลุ่มที่ใช้แก้วไอโอโนเมอร์ ร่วมกับยาสีฟันฟลูออไรด์ 1000 ส่วนในล้านส่วน
LDafterGI	ระยะรอยผุหลังการทดลองของรอยผุชั้นเนื้อฟันกลุ่มที่ใช้แก้วไอโอโนเมอร์ ร่วมกับยาสีฟันฟลูออไรด์ 1000 ส่วนในล้านส่วน
LDbeforeTP	ระยะรอยผุหลังการทดลองของรอยผุชั้นเนื้อฟันกลุ่มที่ใช้ยาสีฟันฟลูออไรด์ 1000 ส่วนในล้านส่วน
LDafterTP	ระยะรอยผุหลังการทดลองของรอยผุชั้นเนื้อฟันกลุ่มที่ใช้ยาสีฟันฟลูออไรด์ 1000 ส่วนในล้านส่วน
LDbeforeControl	ระยะรอยผุก่อนการทดลองของรอยผุชั้นเนื้อฟันกลุ่มควบคุม
LDafterControl	ระยะรอยผุหลังการทดลองของรอยผุชั้นเนื้อฟันกลุ่มควบคุม
MDbefore	ความหนาแน่นแร่ธาตุเฉลี่ยก่อนการทดลองของรอยผุชั้นเนื้อฟัน
MDbeforeSDF	ความหนาแน่นแร่ธาตุเฉลี่ยก่อนการทดลองของรอยผุชั้นเนื้อฟันกลุ่มที่ใช้ซิล เวอร์ไดอะมีนฟลูออไรด์ร้อยละ 38 ร่วมกับยาสีฟันฟลูออไรด์ 1000 ส่วนใน ล้านส่วน

MDafterSDF	ความหนาแน่นแร่ธาตุเฉลี่ยหลังการทดลองของรอยผู้ขึ้นเนื้อฟันกลุ่มที่ใช้ซิลเวอร์ไดอะมีนฟลูออไรด์ร้อยละ 38 ร่วมกับยาสีฟันฟลูออไรด์ 1000 ส่วนในล้านส่วน
MDbeforeVarnish	ความหนาแน่นแร่ธาตุเฉลี่ยก่อนการทดลองของรอยผู้ขึ้นเนื้อฟันกลุ่มที่ใช้วารนิชฟลูออไรด์ร่วมกับยาสีฟันฟลูออไรด์ 1000 ส่วนในล้านส่วน
MDafterVarnish	ความหนาแน่นแร่ธาตุเฉลี่ยหลังการทดลองของรอยผู้ขึ้นเนื้อฟันกลุ่มที่ใช้วารนิชฟลูออไรด์ร่วมกับยาสีฟันฟลูออไรด์ 1000 ส่วนในล้านส่วน
MDbeforeGI	ความหนาแน่นแร่ธาตุเฉลี่ยก่อนการทดลองของรอยผู้ขึ้นเนื้อฟันกลุ่มที่ใช้แก้วไอโอโนเมอร์ร่วมกับยาสีฟันฟลูออไรด์ 1000 ส่วนในล้านส่วน
MDafterGI	ความหนาแน่นแร่ธาตุเฉลี่ยหลังการทดลองของรอยผู้ขึ้นเนื้อฟันกลุ่มที่ใช้แก้วไอโอโนเมอร์ร่วมกับยาสีฟันฟลูออไรด์ 1000 ส่วนในล้านส่วน
MDbeforeTP	ความหนาแน่นแร่ธาตุเฉลี่ยหลังการทดลองของรอยผู้ขึ้นเนื้อฟันกลุ่มที่ใช้ยาสีฟันฟลูออไรด์ 1000 ส่วนในล้านส่วน
MDafterTP	ความหนาแน่นแร่ธาตุเฉลี่ยหลังการทดลองของรอยผู้ขึ้นเนื้อฟันกลุ่มที่ใช้ยาสีฟันฟลูออไรด์ 1000 ส่วนในล้านส่วน
MDbeforeControl	ความหนาแน่นแร่ธาตุเฉลี่ยก่อนการทดลองของรอยผู้ขึ้นเนื้อฟันกลุ่มควบคุม
MDafterControl	ความหนาแน่นแร่ธาตุเฉลี่ยหลังการทดลองของรอยผู้ขึ้นเนื้อฟันกลุ่มควบคุม
ReminMDSDF	ร้อยละการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นแร่ธาตุเฉลี่ยหลังการทดลองของรอยผู้ขึ้นเนื้อฟันกลุ่มที่ใช้ซิลเวอร์ไดอะมีนฟลูออไรด์ร้อยละ 38 ร่วมกับยาสีฟันฟลูออไรด์ 1000 ส่วนในล้านส่วน

ReminMDVarnish	ร้อยละการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นแร่ธาตุเฉลี่ยหลังการทดลองของรอย ผู้ขึ้นเนื้อฟันกลุ่มที่ใช้วารินิซฟลูออไรด์ร่วมกับยาสีฟันฟลูออไรด์ 1000 ส่วน ในล้านส่วน
ReminMDGI	ร้อยละการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นแร่ธาตุเฉลี่ยหลังการทดลองของรอย ผู้ขึ้นเนื้อฟันกลุ่มที่ใช้แก้วไอโอโนเมอร์ร่วมกับยาสีฟันฟลูออไรด์ 1000 ส่วน ในล้านส่วน
ReminMDTP	ร้อยละการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นแร่ธาตุเฉลี่ยหลังการทดลองของรอย ผู้ขึ้นเนื้อฟันกลุ่มที่ใช้ยาสีฟันฟลูออไรด์ 1000 ส่วนในล้านส่วน
ReminMDControl	ร้อยละการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นแร่ธาตุเฉลี่ยหลังการทดลองของรอย ผู้ขึ้นเนื้อฟันกลุ่มควบคุม

ตารางที่ 6 แสดงข้อมูลความถี่รอยผุ: MD (ไมโครเมตร) ความหนาแน่นแร่ธาตุ: LD (mg HA/cm³)
และร้อยละการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นแร่ธาตุ (% MDchange) ของรอยผุธรรมชาติของแต่ละขึ้น
ฟันตัวอย่างในกลุ่มซิลเวอร์ไดอะไมนฟลูออไรด์

ตัวอย่างที่	baseline		Post-test		% MDchange
	LD (μm)	MD (mg HA/cm ³)	LD (μm)	MD (mg HA/cm ³)	
1	670.6861	662.2824	479.6215	953.5698	81.45319
2	1214.272	415.2763	1183.984	544.8698	44.8596
3	1021.704	420.3347	1011.235	745.4459	50.91218
10	871.3557	487.3569	697.9796	779.959	65.01923
12	943.0738	533.0765	859.5162	778.7827	54.19946
13	644.7744	386.5451	683.0813	593.6519	24.68777
15	716.1604	644.3862	688.1843	820.4945	49.42651
16	1319.905	505.924	1433.914	697.9618	19.03284
37	535.8115	749.7143	419.007	883.0202	45.16228
38	822.4735	650.6559	482.578	882.1873	67.23547
39	530.5328	609.653	410.5574	713.3337	44.83682

ตารางที่ 7 แสดงข้อมูลความลึกรอยผุ: MD (ไมโครเมตร) ความหนาแน่นแร่ธาตุ: LD (mg HA/cm³) และร้อยละการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นแร่ธาตุ (% MDchange) ของรอยผุธรรมชาติของแต่ละชิ้นฟันตัวอย่างในกลุ่มวารันนิซฟลูออไรด์

ตัวอย่างที่	baseline		Post-test		% MDchange
	LD (μm)	MD (mg HA/cm ³)	LD (μm)	MD (mg HA/cm ³)	
4	635.8479	823.8418	635.7942	746.5642	-3.48201
5	751.4736	612.9353	713.0649	619.7245	9.940493
17	1276.186	454.7263	1311.191	310.6551	0.242644
18	1364.68	670.6643	1436.869	643.6918	2.634402
19	713.4074	528.4613	733.4074	495.8958	-6.48825
23	376.2413	837.0444	233.438	745.5596	7.178765
24	903.6532	636.1783	867.2435	709.0482	16.63215
40	1087.298	614.3265	1094.751	609.7285	5.070267
41	1025.302	504.5722	1228.773	573.7501	-6.52925
42	930.7171	694.5795	990.5351	703.2856	-5.68151
43	1171.969	533.246	1210.872	557.5376	2.823005

ตารางที่ 8 แสดงข้อมูลความลึกรอยผุ: MD (ไมโครเมตร) ความหนาแน่นแร่ธาตุ: LD (mg HA/cm³) และร้อยละการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นแร่ธาตุ (% MDchange) ของรอยผุธรรมชาติของแต่ละชิ้นฟันตัวอย่างในกลุ่มแก้วไอโอโนเมอร์

ตัวอย่างที่	baseline		Post-test		% MDchange
	LD (μm)	MD (mg HA/cm ³)	LD (μm)	MD (mg HA/cm ³)	
25	847.5606	536.8228	803.0778	613.725	11.70762
26	536.3844	636.4842	521.921	833.7625	29.55832
27	1087.784	447.4679	1086.315	484.6797	5.270471
28	1087.172	476.3145	910.1464	652.0533	36.53503
29	1226.265	349.5939	1225.862	416.1456	10.32772
30	762.8405	748.4023	673.0404	760.3824	19.80608
32	169.6287	861.1145	126.4655	802.2525	4.538647
33	797.2208	736.1207	751.4958	775.111	15.61382
34	768.6108	544.4394	730.7355	670.4931	24.70056
35	1103.362	568.3628	1168.095	722.1379	20.6014
36	541.0123	697.2612	596.6062	731.9313	10.67265

ตารางที่ 9 แสดงข้อมูลความลึกรอยผุ: MD (ไมโครเมตร) ความหนาแน่นแร่ธาตุ: LD (mg HA/cm³) และร้อยละการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นแร่ธาตุ (% MDchange) ของรอยผุธรรมชาติของแต่ละชิ้นฟันตัวอย่างในกลุ่มยาสีฟันฟลูออไรด์

ตัวอย่างที่	baseline		Post-test		% MDchange
	LD (μm)	MD (mg HA/cm ³)	LD (μm)	MD (mg HA/cm ³)	
7	834.7112	513.7042	889.0805	446.411	-5.6321
8	949.5442	557.5238	1006.409	541.7834	-5.33097
9	1133.234	562.3257	1126.119	611.1053	8.25744
20	829.3522	678.4322	824.5514	672.4088	-3.32469
21	1235.992	607.7525	1345.325	591.9028	-19.5541
22	798.5962	506.6865	786.2146	465.6236	-6.25597
44	843.2407	544.0258	858.432	518.5872	-3.33722
45	524.5989	488.7404	518.8818	479.3964	2.085996
46	624.7235	708.7223	655.6548	760.8355	12.76032
47	331.0468	899.8394	428.0854	914.048	-5.04813
48	955.9995	521.9241	882.138	557.3938	12.79419

ตารางที่ 10 แสดงข้อมูลความลึกรอยผุ: MD (ไมโครเมตร) ความหนาแน่นแร่ธาตุ: LD (mg HA/cm³) และร้อยละการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นแร่ธาตุ (% MDchange) ของรอยผุธรรมชาติของแต่ละชิ้นฟันตัวอย่างในกลุ่มควบคุม

ตัวอย่างที่	baseline		Post-test		% MDchange
	LD (μm)	MD (mg HA/cm ³)	LD (μm)	MD (mg HA/cm ³)	
49	624.2992	621.907	625	605.7795	-4.53447
50	671.7439	595.4323	706.2036	643.6733	7.239003
51	780.563	615.9201	780.9762	568.6539	-8.67473
52	1159.79	546.9142	1160.163	528.1783	2.13
53	896.0837	685.5403	996.9815	663.5884	-18.2343
54	497.2694	694.0928	418.3942	729.4608	27.15693
55	244.076	777.8677	226.829	782.4894	0.844333
56	366.8541	665.9844	366.8197	601.1296	-1.99372
58	549.2307	577.5777	519.2307	620.1766	17.78617
59	852.4778	418.3329	931.4291	487.101	-1.90368
60	515.276	887.195	583.7296	839.8038	-35.3671

ตารางที่ 11 แสดงการวิเคราะห์การกระจายของข้อมูลของความหนาแน่นแร่ธาตุเฉลี่ย ความลึกกรอยผุเฉลี่ย และร้อยละการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นแร่ธาตุเฉลี่ย (Test of Normality: Shapiro-Wilk test)

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
MDbeforeSDF	.145	11	.200 [*]	.943	11	.554
MDafterSDF	.117	11	.200 [*]	.971	11	.896
ReminMDSDF	.211	11	.186	.956	11	.721
LDbeforeSDF	.143	11	.200 [*]	.938	11	.501
LDafterSDF	.209	11	.195	.900	11	.183
MDbeforeVarnish	.142	11	.200 [*]	.938	11	.500
MDafterVarnish	.158	11	.200 [*]	.893	11	.152
ReminMDVarnish	.135	11	.200 [*]	.937	11	.485
LDbeforeVarnish	.100	11	.200 [*]	.981	11	.974
LDafterVarnish	.132	11	.200 [*]	.960	11	.767
MDbeforeGI	.129	11	.200 [*]	.983	11	.981
MDafterGI	.176	11	.200 [*]	.911	11	.253
ReminMDGI	.161	11	.200 [*]	.949	11	.629
LDbeforeGI	.175	11	.200 [*]	.935	11	.462
LDafterGI	.115	11	.200 [*]	.957	11	.734
MDbeforeTP	.255	11	.045	.813	11	.014
MDafterTP	.185	11	.200 [*]	.892	11	.149
ReminMDTP	.227	11	.120	.904	11	.206
LDbeforeTP	.189	11	.200 [*]	.967	11	.851
LDafterTP	.164	11	.200 [*]	.974	11	.922
MDbeforeControl	.160	11	.200 [*]	.971	11	.897
MDafterControl	.149	11	.200 [*]	.964	11	.825
ReminMDCControl	.153	11	.200 [*]	.963	11	.808
LDbeforeControl	.106	11	.200 [*]	.983	11	.979
LDafterControl	.101	11	.200 [*]	.983	11	.979

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

a. Lilliefors Significance Correction

ตารางที่ 12 แสดงการวิเคราะห์การทดสอบความเป็นเอกพันธ์ของความแปรปรวน (Test of Homogeneity of Variances) และความแตกต่างระหว่างความถี่ร้อยละของรอยผู้ชั้นเนื้อฟัน 5 กลุ่มก่อนการทดลอง (one-way ANOVA)

Test of Homogeneity of Variances

LDbefore

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.177	4	50	.949

ANOVA

LDbefore

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	454185.344	4	113546.336	1.462	.228
Within Groups	3883672.919	50	77673.458		
Total	4337858.263	54			

ตารางที่ 13 แสดงการวิเคราะห์การทดสอบความแตกต่างระหว่างความหนาแน่นแร่ธาตุเฉลี่ยของรอยผู้ชั้นเนื้อฟัน 5 กลุ่มก่อนการทดลอง (Kruskal-Wallis Test)

Test Statistics^{a,b}

	MDbefore
Chi-Square	3.604
df	4
Asymp. Sig.	.462

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable:
group

ตารางที่ 14 แสดงการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงความถี่ร้อยละของรอยผู้ชั้นเนื้อฟันทั้ง 5 กลุ่มก่อนและหลังการทดลอง (dependent-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			
Pair 1	LDbeforeSDF - LDafterSDF	85.55377	123.64232	37.27956	2.48973	168.61781	2.295	10	.045
Pair 2	LDbeforeVarnish - LDafterVarnish	-19.92396	84.97728	25.62161	-77.01247	37.16456	-.778	10	.455
Pair 3	LDbeforeGI - LDafterGI	30.37094	66.41929	20.02617	-14.25014	74.99203	1.517	10	.160
Pair 4	LDbeforeTP - LDafterTP	-23.62301	53.22032	16.04653	-59.37691	12.13089	-1.472	10	.172
Pair 5	LDbeforeControl - LDafterControl	-14.37213	52.37792	15.79254	-49.56009	20.81584	-.910	10	.384

ตารางที่ 15 การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นแร่ธาตุเฉลี่ยชั้นฟันทั้ง 5 กลุ่มก่อนและหลังการทดลอง (Wilcoxon Signed Ranks test)

Test Statistics^a

	MDafterSDF - MDbeforeSDF	MDafterVarnish - MDbeforeVarnish	MDafterGI - MDbeforeGI	MDafterTP - MDbeforeTP	MDafterControl - MDbeforeControl
Z	-2.934 ^b	-.800 ^c	-2.490 ^b	-.356 ^c	-.089 ^c
Asymp. Sig. (2-tailed)	.003	.424	.013	.722	.929

a. Wilcoxon Signed Ranks Test

b. Based on negative ranks.

c. Based on positive ranks.

ตารางที่ 16 แสดงการวิเคราะห์การทดสอบความเป็นเอกพันธ์ของความแปรปรวน (Test of Homogeneity of Variances) การเปรียบเทียบค่าร้อยละการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นแร่ธาตุเฉลี่ยในรอยฟันชั้นเนื้อฟันทั้ง 5 กลุ่ม (one-way ANOVA) และ เปรียบเทียบพหุคูณด้วยวิธีของบอนเฟอโรนี (Bonferroni)

Test of Homogeneity of Variances

Reminafter

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1.271	4	50	.294

ANOVA

Reminafter

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	20825.310	4	5206.327	30.720	.000
Within Groups	8473.934	50	169.479		
Total	29299.244	54			

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Reminafter

Bonferroni

(I) group	(J) group	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
silver diamine fluoride	fluoride varnish	47.68042*	5.55106	.000	31.3771	63.9837
	glass ionomer cement	32.49937*	5.55106	.000	16.1961	48.8026
	fluoride toothpaste	50.85551*	5.55106	.000	34.5522	67.1588
	deionized water	51.12517*	5.55106	.000	34.8219	67.4284
fluoride varnish	silver diamine fluoride	-47.68042*	5.55106	.000	-63.9837	-31.3771
	glass ionomer cement	-15.18106	5.55106	.086	-31.4843	1.1222
	fluoride toothpaste	3.17508	5.55106	1.000	-13.1282	19.4784
	deionized water	3.44475	5.55106	1.000	-12.8585	19.7480
glass ionomer cement	silver diamine fluoride	-32.49937*	5.55106	.000	-48.8026	-16.1961
	fluoride varnish	15.18106	5.55106	.086	-1.1222	31.4843
	fluoride toothpaste	18.35614*	5.55106	.018	2.0529	34.6594
	deionized water	18.62580*	5.55106	.015	2.3225	34.9291
fluoride toothpaste	silver diamine fluoride	-50.85551*	5.55106	.000	-67.1588	-34.5522
	fluoride varnish	-3.17508	5.55106	1.000	-19.4784	13.1282
	glass ionomer cement	-18.35614*	5.55106	.018	-34.6594	-2.0529
	deionized water	.26966	5.55106	1.000	-16.0336	16.5729
deionized water	silver diamine fluoride	-51.12517*	5.55106	.000	-67.4284	-34.8219
	fluoride varnish	-3.44475	5.55106	1.000	-19.7480	12.8585
	glass ionomer cement	-18.62580*	5.55106	.015	-34.9291	-2.3225
	fluoride toothpaste	-.26966	5.55106	1.000	-16.5729	16.0336

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.



ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวมณีกาญจน์ คงสมจิตต์ เกิดวันที่ 27 เมษายน พ.ศ.2529 ที่จังหวัด กรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาทันตแพทยศาสตรบัณฑิต (เกียรตินิยม) คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อเดือนมีนาคม พ.ศ.2554 ได้รับราชการตำแหน่งทันตแพทย์ระดับปฏิบัติการ ที่โรงพยาบาลสามชุก จังหวัดสุพรรณบุรี ระหว่างปี พ.ศ.2554-2556 ปัจจุบันศึกษาต่อ ในหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาทันตกรรมสำหรับเด็ก คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

