ผลของการใช้สารลดการเสียวฟันชนิดสารเรซินที่มีตัวเติม ต่อการป้องกันการสึกกร่อนของเนื้อฟันจากการแปรงฟัน

นางชมพูนุช แสงพานิชย์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาปริทันตศาสตร์ ภาควิชาปริทันตวิทยา
คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2542

ISBN 974-334-623-6

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I19274488

EFFECT OF FILLED-RESIN DESENSITIZING AGENT ON THE PREVENTION OF DENTIN ABRASION CAUSED BY TOOTH BRUSHING

Mrs.Chompoonuch Sangpanich

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science in Periodontics
Department of Periodontology
Faculty of Dentistry
Chulalongkorn University
Academic Year 1999

ISBN 974-334-623-6

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลของการใช้สารลดการเสียวฟันชนิดสารเรซินที่มีตัวเติมต่อการป้องกันการสึกกร่อนของเนื้อฟันจากการแปรงฟัน
โดย	นางชมพูนุช แสงพานิชย์
ภาควิชา	ปริทันตวิทยา
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ ทันตแพทย์หญิง สุวภา ประภากมล
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	อาจารย์ ทันตแพทย์ ดร. สุชิต พูลทอง

คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะทันตแพทยศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ทันตแพทย์ สุรสิทธิ์ เกียรติพงษ์สาร)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทันตแพทย์หญิง ฐิติมา ภู่ศิริ)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(อาจารย์ ทันตแพทย์หญิง สุวภา ประภากมล)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(อาจารย์ ทันตแพทย์ ดร. สุชิต พูลทอง)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทันตแพทย์ ดร. ไพฑูรย์ สังวรินทะ)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทันตแพทย์ ดร. มโน คูรัตน์)

ชมพูนุช แสงพานิชย์ : ผลของการใช้สารลดการเสียวฟันชนิดสารเรซินที่ตัวเติมต่อการป้องกันการสึกกร่อนของเนื้อฟันจากการแปรงฟัน. (EFFECT OF FILLED-RESIN DESENSITIZING AGENT ON THE PREVENTION OF DENTIN ABRASION CAUSED BY TOOTH BRUSHING) อ. ที่ปรึกษา : อ.ทพญ. สุวภา ประภากมล, อ. ที่ปรึกษาร่วม : อ.ทพ.ดร. สุชิต พูลทอง, 64 หน้า. ISBN 974-334-623-6

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินผลการใช้สารลดการเสียวฟันชนิดสารเรซินที่มีตัวเติม ต่อการป้องกันการสึกกร่อนของเนื้อฟันจากการแปรงฟันในห้องทดลอง การวิจัยใช้ฟันกรามน้อย 40 ซี่ นำมาตัดแต่งและกำจัดชั้นเคลือบรากฟันออก จะได้ชิ้นเนื้อฟันบริเวณรากฟันทั้งหมด 40 ชิ้น แบ่งชิ้นรากฟันออกเป็น 4 กลุ่ม ตามชนิดของสารเรซินที่ใช้ในการเคลือบผิวเนื้อฟัน โดยในกลุ่มแรกใช้สารเรซินที่มีตัวเติม กลุ่มที่สองใช้สารเรซินที่ไม่มีตัวเติม ที่เป็นวัสดุชนิดเดียวกับกลุ่มแรกแต่ไม่มีตัวเติม กลุ่มที่สามใช้สารเรซินที่ไม่มีตัวเติมชนิดอื่น กลุ่มที่สี่เป็นกลุ่มควบคุมไม่เคลือบด้วยสารใดๆ ใช้วิธีวัดการสึกกร่อนของเนื้อฟันจากปริมาณสารกัมมันตรังสีในสารละลายยาสีฟันที่ได้จากการแปรงฟันด้วยเครื่องแปรงฟัน V 8 และนำไปนับโดยเครื่องตรวจนับปริมาณกัมมันตรังสี ซึ่งจะนับเป็นหน่วย count per minute (cpm) ออกมา

ผลการวิจัยพบว่า ปริมาณการสึกกร่อนของเนื้อฟัน มีความแตกต่างระหว่างกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยกลุ่มที่เคลือบด้วยสารเรซินที่มีตัวเติมมีค่าเฉลี่ยจำนวนการสึกกร่อนของเนื้อฟันน้อยที่สุด และแตกต่างจากกลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ผลจากการวิจัยนี้แสดงว่า สารลดการเสียวฟันชนิดสารเรซินที่มีตัวเติมสามารถลดการสึกกร่อนของเนื้อฟันจากการแปรงฟันได้ และอาจเป็นแนวทางในการนำมาใช้รักษาผู้ป่วยต่อไป อย่างไรก็ตามควรมีการประเมินผลทางคลินิกด้วย

ภาควิชา ปริทันตวิทยา ลายมือชื่อนิสิต.....

สาขาวิชา ปริทันตศาสตร์ ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

ปีการศึกษา 2542 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

CHOMPOONUCH SANGPANICH : EFFECT OF FILLED-RESIN DESENSITIZING AGENT ON THE PREVENTION OF DENTIN ABRASION CAUSED BY TOOTH BRUSHING.THESIS ADVISOR : DR. SUVAPA PRAPAKAMOL, THESIS COADVISOR : DR. SUCHIT POOLTHONG, 64 pp. ISBN 974-334-623-6

The purpose of this in vitro study was to evaluate the effect of filled-resin desensitizing agent on the prevention of dentin abrasion caused by tooth brushing. Forty root dentin segments were prepared from 40 extracted premolar teeth and a diamond bur was used to remove the cementum layer. The 40 root dentin segments were randomly assigned to 4 groups. In group 1, the dentin surface was treated with filled-resin agent. In group 2, the dentin surface was treated with unfilled-resin agent that have the composition like group 1 but no filler. In group 3, the dentin surface was treated with another unfilled-resin agent. And group 4, control group was left untreated. Dentin abrasion was measured by a radiotracer technique, using a modification of the ADA recommended methodology. A V 8 cross-brushing machine was set at 3,000 strokes. After tooth brushing, samples of the slurry were put in a scintillation counter and mean net counts per minute (cpm) per millilitre of slurry was calculated.

The results showed that there were significant differences in the amount of dentin lost among groups by one way analysis of variance ($p<0.05$). The lowest amount of dentin lost was found in the filled-resin treated group. The results indicate that filled-resin desensitizing agent can reduce dentin abrasion and may be further used for root hypersensitivity treatment. However clinical trials are required to support this in vitro study.

ภาควิชา ปริทันตวิทยา ลายมือชื่อนิสิต.....

สาขาวิชา ปริทันตศาสตร์ ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

ปีการศึกษา 2542 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลือของบุคคลหลายฝ่าย โดยเฉพาะอย่างยิ่ง อาจารย์ทันตแพทย์หญิง สุวภา ประภากมล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ทันตแพทย์ ดร. สุชิต พูลทอง อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ซึ่งท่านทั้งสองได้กรุณาให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่างๆ รวมทั้งให้ความช่วยเหลือในงานวิจัยด้วยดีมาตลอด ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณมา ณ. ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. เอมอร เบญจวงศ์กุลชัย ที่กรุณาให้คำแนะนำในเรื่องการทดสอบสารกัมมันตรังสีในยาสีฟัน รวมทั้งให้ข้อมูลสำหรับอ้างอิงในงานวิจัยบางส่วน และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ของศูนย์ทดสอบผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพช่องปากและศูนย์วิจัยชีววิทยาช่องปากทุกท่านที่ช่วยเหลืออำนวยความสะดวกระหว่างการทำวิจัย

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ของศูนย์พลังงานปรมาณูเพื่อสันติที่กรุณาให้ความช่วยเหลือในการอาบรังสีให้ฟัน, เจ้าหน้าที่ศูนย์สถิติคณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ได้ให้คำแนะนำในเรื่องของสถิติ และขอขอบคุณทันตแพทย์ ภาณุวัฒน์ ไตรภัทรนันท์ ที่ได้ให้ความช่วยเหลือในการถ่ายภาพประกอบวิทยานิพนธ์

ขอกราบขอบพระคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ทุกท่านที่ได้ให้คำแนะนำและตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์

ขอกราบขอบพระคุณบุพการีที่ได้ให้กำลังใจในการศึกษามาโดยตลอด

ขอขอบพระคุณนายแพทย์ อรุณชัย แสงพานิชย์ที่ได้ช่วยเหลือในการจัดพิมพ์และเป็นกำลังใจในการศึกษามาตั้งแต่ต้นตลอดจนทุกท่านที่มิอาจกล่าวนามได้หมด

ท้ายที่สุดขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย สำหรับการสนับสนุนทุนวิจัยบางส่วน

ประโยชน์อันพึงได้รับจากการศึกษาในงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

ชมพูนุช แสงพานิชย์

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....จ

กิตติกรรมประกาศ.....ฉ

สารบัญตาราง.....ญ

สารบัญภาพ.....ฎ

สารบัญแผนภาพ.....ฏ

บทที่ 1 บทนำ.....1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....1

วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....7

ประโยชน์ของการวิจัย.....7

สมมติฐานการวิจัย.....7

ขอบเขตการวิจัย.....7

ข้อตกลงเบื้องต้น.....8

ความไม่สมบูรณ์ของการวิจัย.....10

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง.....11

องค์ประกอบของกลไกในการทำให้เกิดอาการเสียวฟัน.....11

ทฤษฎีการเกิดอาการเสียวฟัน.....11

เส้นประสาทภายในโพรงประสาทฟัน.....16

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่ออาการเสียวฟัน.....17

การให้การรักษา.....19

สารเรซิน.....19

เนื้อฟัน.....21

เคลือบรากฟัน.....23

การวัดการสึกกร่อนจากการแปรงฟัน.....26

กัมมันตภาพรังสี.....27

หลักการเกิดและสลายตัวของ P^{32}.....28

การวิจัยทางทันตกรรม.....29

บทที่ 3 ระเบียบวิธีวิจัย.....30

วิธีดำเนินการวิจัย.....30

วัสดุอุปกรณ์และสารเคมี.....38

บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....40

บทที่ 5 การวิจารณ์สรุปข้อวิจัยและข้อเสนอแนะ.....43

รายการอ้างอิง.....50

ภาคผนวก.....60

ประวัติผู้เขียน.....64

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1 แสดงส่วนประกอบของเนื้อฟัน, เคลือบรากฟันและกระดูกโดยน้ำหนัก.....24

2 แสดงค่าเฉลี่ยปริมาณสารกัมมันตรังสี, ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานที่
วัดได้หลังจากการแปรงชิ้นฟันที่เคลือบด้วยสารที่ใช้ทำการทดลอง.....41

สารบัญแผนภาพ

แผนภาพที่		หน้า
1	แสดงการตัดชิ้นรากฟัน	8
2	แสดงการยึดรากฟันในอคริลิกเรซิน	31

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ภาวะไวต่อความรู้สึกของเนื้อฟัน หรืออาการเสียวฟัน (dentin hypersensitivity) จัดเป็นปัญหาที่พบได้ทั่วไป เป็นสภาวะหนึ่งของการปวดฟัน ซึ่งเป็นการตอบสนองรูปแบบหนึ่งของฟัน เมื่อเนื้อฟัน (dentin) ได้รับการกระตุ้นจากสิ่งกระตุ้นต่าง ๆ เช่นสารเคมี, ความร้อน, ความเย็น, การสัมผัสโดยตรง[1] หรือจากสารละลายที่มีความเข้มข้นสูง โดยบอกไม่ได้ว่าเป็นความบกพร่องของฟัน (tooth defect) หรือเป็นพยาธิสภาพ (pathology)[2] ความรู้สึกที่ได้รับ อาจเป็นเพียงเล็กน้อยจนถึงรุนแรง ทั้งนี้ขึ้นกับตำแหน่งที่เป็น ระดับความรู้สึกของแต่ละบุคคลและอาจเกี่ยวข้องกับภาวะทางอารมณ์และสภาพร่างกายของบุคคลนั้น โดยพบว่าเป็นภาวะที่ซับซ้อนของอาการ (symptom complex) มากกว่าการเป็นโรคที่แท้จริง[3]

ความชุกของการเกิดอาการเสียวฟันพบประมาณ 8–30 % ในผู้ใหญ่ โดยพบในช่วงอายุ 20–40 ปี และเพิ่มขึ้นตามอายุจนถึงอายุประมาณ 40 ปี หลังจากนั้นจะพบน้อยลง ซึ่งสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของเนื้อเยื่อโพรงประสาทฟัน (pulp tissue) และเนื้อฟันที่พบในผู้สูงอายุ[4] Addy และ Urquhart [5] คาดว่าความชุกของการเกิดอาการเสียวฟัน จะพบมากขึ้นเรื่อยๆ เนื่องจากในปัจจุบันมีความสามารถที่จะเก็บรักษาฟันไว้ได้มากขึ้น ร่วมกับการพบมีภาวะเหงือกร่นเพิ่มขึ้น

สาเหตุของการเกิดอาการเสียวฟันยังไม่ทราบแน่ชัด แต่พบว่ามีความสัมพันธ์กับการเผยออกของเนื้อฟัน (exposed dentin) ซึ่งพบในกรณีที่มีการสูญเสียเคลือบฟัน (enamel) และ/หรือการไม่มีเนื้อเยื่อปริทันต์ (periodontal tissue) ปกคลุมผิวรากฟัน อาการที่เป็นมักมีลักษณะการปวดแบบปวดแปลับ (sharp pain) ปวดในช่วงระยะเวลาสั้น ๆ (short duration) อย่างไรก็ตามอาจพบลักษณะอาการแบบนี้ได้ในหลายสภาวะที่มีการเผยออกของเนื้อฟันเช่นการมีฟันผุ (dental caries),ฟันร้าว (cracked tooth syndrome),วัสดุอุดฟันแตกหัก(fractured restoration) เป็นต้น การวินิจฉัยแยกโรค (differential diagnosis) จึงเป็นสิ่งสำคัญ [6]

อาการเสียวฟันไม่พบในฟันทุกซี่ที่มีการเผยออกของเนื้อฟัน อาจเนื่องจากมีการสร้างเนื้อฟันซ่อมแซม (reparative dentin) , มีสเคลอโรสด์เดนทีน (sclerosed dentin) หรือมีการสะสมของสิ่งต่างๆ บนผิวเนื้อฟัน เช่น หินน้ำลาย (calculus)[3, 6]

การเผยออกของเนื้อฟันจากการไม่มีเนื้อเยื่อปริทันต์ปกคลุมผิวรากฟัน อาจเกิดเนื่องจากการมีภาวะเหงือกร่น และทำให้มีการสูญเสียเคลือบรากฟัน (cementum) ตามมา[4] โดยทั่วไปมักพบการสึกของเนื้อฟันที่บริเวณคอฟัน (cervical dentin) โดยเกิดขึ้นที่ด้านใกล้แก้ม บริเวณที่พบมากคือบริเวณฟันเขี้ยว (canines) และฟันกรามน้อย (premolars)[7]

พบว่าปัจจัยสำคัญของการเกิดภาวะเหงือกร่นนั้น มาจากการแปรงฟันที่ผิดวิธี การเป็นโรคปริทันต์อักเสบและการรักษาทางปริทันต์ เช่น การทำศัลย์ปริทันต์ รวมถึงอายุที่เพิ่มขึ้น[3]

จากการศึกษาดูความสัมพันธ์ระหว่างอายุกับการสูญเสียเนื้อเยื่อยึดเกาะ (attachment loss) พบว่าเมื่ออายุมากขึ้น จะมีการสูญเสียเนื้อเยื่อยึดเกาะอย่างน้อยที่สุด 0.1 มิลลิเมตรต่อปี ซึ่งจะนำไปสู่ภาวะเหงือกร่นตามมา[8]

Chabanski และคณะ[9] พบว่ามีอาการเสียวฟันเกิดขึ้นประมาณ 84 % ในคนไข้ที่ได้รับการรักษาทางปริทันต์

เคลือบรากฟันบริเวณคอฟัน (cervical root cementum) ประกอบด้วยสารอนินทรีย์[10] (inorganic components) ประมาณ 45-50 % และมีความหนาเพียง 20–50 ไมครอนส์ (microns) ทำให้มีลักษณะนุ่ม มีการซึมผ่านของของเหลว (permeability) สูง ดังนั้นถ้าขาดการปกป้องจากขอบเหงือก (marginal gingiva) แล้ว เคลือบรากฟันบริเวณคอฟันก็จะถูกทำลายได้โดยง่าย โดยแรงจากการแปรงฟัน หรือจากการแทรกซึมของเชื้อจุลินทรีย์ (microorganism) เมื่อเคลือบรากฟันถูกทำลายแล้วจะทำให้มีการเผยออกของเนื้อฟันเกิดขึ้น มีการเปิดออกของท่อเนื้อฟัน (dentinal tubule) และเพิ่มการซึมผ่านของของเหลวมากขึ้นทำให้มีการกระตุ้นเส้นใยประสาท (nerve fibers) ก่อให้เกิดอาการเสียวฟันขึ้น

จากการศึกษาของ Absi และคณะ[11] พบว่าบริเวณคอฟันที่มีอาการเสียวฟันจะมีท่อเนื้อฟันเปิด ซึ่งเห็นได้จากการใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็คตรอนชนิดส่องกราด (scanning electron microscope) ซึ่งพบว่ามีประมาณ 8 เท่าของบริเวณเนื้อฟันที่ไม่มีอาการเสียวฟัน

เนื้อฟันบริเวณคอฟัน ประกอบด้วยสารอนินทรีย์ ประมาณ 70 % ทำให้มีความแข็งกว่าเคลือบรากฟัน อย่างไรก็ตามเมื่อศึกษาโครงสร้างในระดับละเอียด (microstructure)พบว่าบริเวณผิวนอกของเนื้อฟันบริเวณรากฟันมีการสะสมของแร่ธาตุน้อย[12] (hypomineralized zone) จึงอาจมีความแข็งน้อยกว่าและอาจสึกกร่อนได้ง่ายกว่าเนื้อฟันที่อยู่ลึกลงไป

ปัจจุบันยังไม่พบกลไกที่แน่นอนเกี่ยวกับการเกิดอาการเสียวฟัน ทฤษฎีที่ได้รับการยอมรับมากที่สุดในปัจจุบันคือ ทฤษฎีการเคลื่อนไหวของของเหลว (hydrodynamic theory)[13] โดยอธิบายว่า ภายในท่อเนื้อฟันจะมีของเหลวบรรจุอยู่ ซึ่งของเหลวนั้นจะกระจายไปถึงชั้นโอดอนโตบลาสท์ (odontoblast) ที่อยู่ใต้เนื้อฟันใกล้เนื้อเยื่อโพรงประสาทฟัน บริเวณนี้จะพบเส้นใยประสาทตามขอบ (marginal nerve fibers) มาสิ้นสุดเป็นจำนวนมาก เมื่อมีสิ่งกระตุ้นเร้าจากภายนอกจะทำให้เกิดการเคลื่อนไหวของของเหลวในท่อเนื้อฟันได้ ทำให้เกิดแรงไปกระตุ้นสัญญาณประสาทขึ้น การรักษาจึงมุ่งที่จะลดการเคลื่อนไหวของของเหลว โดยทำให้มีการอุดตัน (occlude) หรือเคลือบ (seal) ปิดท่อเนื้อฟัน และลดความไวในการตอบรับต่อสิ่งกระตุ้นของเส้นใยประสาทฟัน[14]

ได้มีการนำสารต่างๆมาใช้ในการรักษา โดยทำให้เกิดผลึกอุดตันท่อเนื้อฟัน เช่นแคลเซียมไฮดรอกไซด์ (calcium hydroxide), สารในกลุ่มออกซาเลต (oxalate) พบว่าสารเหล่านี้สามารถทำให้เกิดผลึกอุดตันท่อเนื้อฟันได้ แต่ให้ผลในการอุดตันในช่วงระยะเวลาสั้นๆ เนื่องจากมีการหลุดออกหรือมีการละลายตัวของผลึกเกิดขึ้น จึงมีข้อจำกัดเรื่องเวลาในการใช้สารเหล่านี้[15]

สารเรซิน เป็นสารที่ใช้ในการอุดฟัน ได้ถูกนำมาใช้ครั้งแรกในการลดอาการเสียวฟัน โดย Brannstrom และคณะ[16] พบว่าการใช้สารเรซินปิดเข้าไปในท่อเนื้อฟันจะช่วยลดการไหลของของเหลวในท่อเนื้อฟันได้ และการใช้สารเหล่านี้ก่อให้เกิดการอักเสบของประสาทฟันน้อย สารเรซินที่ใช้ได้แก่สารยึดติดที่ไม่มีตัวเติม (unfilled bonding agent) ซึ่งต้องมีการปรับสภาพผิว

เนื้อฟันโดยการทาด้วยกรดก่อน และใช้เทคนิคการเป่าลมเพื่อทำให้เกิดเรซิน แทก (resin tag) ซึ่งช่วยในการยึดกับผิวเนื้อฟัน

ได้มีการศึกษา[6] เปรียบเทียบการใช้สารยึดติดที่ไม่มีตัวเติมชนิดทำให้แข็งตัวด้วยแสง (light curing) และส่วนผสมของโซเดียมฟลูออไรด์ 0.42 % ร่วมกับสทรอนเทียมคลอไรด์ (strontium choride) 3.96 % ในการลดอาการเสียวฟัน พบว่าสารยึดติดสามารถลดอาการเสียวฟันได้ทันที ลดได้มากกว่าส่วนผสมของโซเดียมฟลูออไรด์ 0.42 % ร่วมกับสทรอนเทียมคลอไรด์ (strontium choride) 3.96 % และคงอยู่ได้นานอย่างน้อย 6 เดือน

อย่างไรก็ตามมีรายงานว่าการใช้สารเรซินดังกล่าว ทำให้เกิดอาการเสียวฟันได้[17] เนื่องจากการปรับสภาพผิวเนื้อฟันด้วยกรดอาจทำให้มีท่อเนื้อฟันเปิดเพิ่มขึ้นทำให้ยากที่จะเคลือบปิดได้หมดทุกท่อ[15]

ได้มีการพยายามหาสารที่สามารถยึดเนื้อฟันได้โดยที่ไม่ต้องมีการปรับสภาพเนื้อฟันก่อน Javid และคณะ[18] ได้ใช้วิธีการทาด้วยสารแอดฮีสีพ (adhesive) ไอโซบิวทิลไซยาโนอะคริเลต (isobutyl cyanoacrylate) พบว่าสามารถลดอาการเสียวฟันได้อย่างทันทีทันใด แต่กลับมาเป็นใหม่ภายใน 6 สัปดาห์ เนื่องจากมีการหลุดออกของสาร

อีกการศึกษา[19] ได้ใช้สารเรซินยึดติดเนื้อฟันที่ไม่มีตัวเติม (unfilled dentin bonding resin) ที่พัฒนาใหม่ ทาใต้วัสดุอุดฟันคอมโพสิต เรซิน (composite resin) โดยที่ไม่ต้องมีการเตรียมผิวเนื้อฟันก่อน พบว่ามีการยึดอยู่ถึง 100 % ในช่วง 6 เดือน และ 90 % ในช่วง 12 เดือน และมีการลดลงของอาการเสียวฟันได้อย่างเด่นชัดเมื่อใช้กรดปรับสภาพที่ขอบเคลือบฟัน (enamel margin)

ต่อมาได้มีการปรับปรุงทำให้สารเรซินสามารถยึดติดกับเนื้อฟันได้ดีขึ้นโดยมีเดนทีนไพรเมอร์ (dentin primer) ที่สามารถแทรกซึมเข้าไปในท่อเนื้อฟันได้ดีขึ้น มีประสิทธิภาพมากขึ้น

มีหลายรายงานที่พบว่าการใช้ระบบสารยึดติดเนื้อฟัน (dentin bonding system) ที่ปรับปรุงใหม่นี้ช่วยลดอาการเสียวฟันได้[20,21] และจากการศึกษาในห้องทดลองของ Simpson

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

และคณะ[22] ได้ช่วยยืนยันความสามารถของสารเหล่านี้ ในการอุดตันท่อเนื้อฟัน และลดการเคลื่อนของของเหลวในท่อเนื้อฟัน

จากการศึกษาของ Knight และคณะ[23] ในห้องทดลองเพื่อเปรียบเทียบดูการอุดตันของท่อเนื้อฟันจากการใช้สารต่าง ๆเหล่านี้คือ สารเรซินที่ทำให้แข็งตัวด้วยแสง (light-cured dental resin), สารประกอบฟลูออไรด์ (fluoride compound), โปแตสเซียมออกซาเลท (potassium oxalate), กลีเซอรีน (glycerin), เฟอริกออกซาเลท (ferric oxalate) และโปแตสเซียมไนเตรท (potassium nitrate) พบว่าสารเรซินสามารถทำให้เกิดการอุดตันท่อเนื้อฟันได้มากที่สุด

ได้มีการพยายามคิดค้นสารเรซินให้มีคุณสมบัติต่างๆดีขึ้น เช่น ได้มีการนำสารเรซินที่มีฟลูออไรด์เป็นองค์ประกอบอยู่ (fluoride containing resin) มาใช้เพื่อหวังผลในการช่วยอุดตันท่อเนื้อฟันและต้านทานฟันผุ ซึ่งพบว่าฟลูออไรด์สามารถสะสมได้ที่ผิวเคลือบฟันและลึกลงไป[24]

จากการศึกษาของ Tavares และคณะ[25] ในการใช้สารเรซิน ที่สามารถปลดปล่อยฟลูออไรด์ (fluoride releasing resin) เพื่อลดอาการเสียวฟันบริเวณคอฟัน โดยแบ่งผู้ป่วยเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มแรก มีเหงือกร่นและมีฟันสึกร่วมด้วย กลุ่มที่สอง มีเหงือกร่นแต่ไม่มีฟันสึก กลุ่มแรกรักษาโดยการทาสารเรซินที่สามารถปลดปล่อยฟลูออไรด์ร่วมกับอุดฟันด้วยวัสดุคอมโพสิตเรซิน กลุ่มที่สองรักษาด้วยการทาสารเรซินที่ปลดปล่อยฟลูออไรด์ได้เพียงอย่างเดียว ทำการบันทึกผลในระยะเวลา 3 เดือน , 6 เดือน และ 12 เดือน พบว่าทั้งสองกลุ่มสามารถบรรเทาอาการได้ แต่ระยะเวลาการกลับมามีอาการใหม่นั้นสัมพันธ์กับการหลุดออกของเรซิน ซึ่งพบว่าเมื่อเวลาผ่านไป 6 เดือน กลุ่มที่สองจะมีวัสดุหลุดออกไปประมาณ 50 %

จากการศึกษาที่ผ่านมาแสดงให้เห็นว่า ความสำเร็จในการลดอาการเสียวฟันด้วยการเคลือบเนื้อฟันนั้น ขึ้นกับการยึดอยู่ของสารบนผิวเนื้อฟัน

ถ้าสารเรซินที่นำมาใช้เคลือบผิวฟันนี้ เป็นชนิดไม่มีตัวเติม อาจไม่ทนทานต่อการสึกกร่อน ทำให้สึกและหลุดได้ง่าย เช่น สึกและหลุดเนื่องจากการแปรงฟัน ถ้าใช้ร่วมกับวัสดุอุดฟันซึ่งมีตัวเติมอยู่จะทำให้สารมีความคงทนขึ้น แต่ต้องมีการสูญเสียเนื้อฟันมากเพียงพอที่จะทำให้มีบริเวณสำหรับเป็นที่อยู่ของวัสดุอุดฟัน อีกทั้งตัวเติมที่ใช้กับวัสดุอุดฟันอาจจะมีขนาดใหญ่ ทำให้ไม่

สามารถแทรกซึมเข้าไปในท่อเนื้อฟันได้ จึงได้มีการผลิตสารเรซินชนิดใหม่ออกมา เพื่อใช้สำหรับลดอาการเสียวฟัน ซึ่งมีชื่อทางการค้าว่า Seal & Protect®

Seal & Protect® เป็นสารเรซินที่มีตัวเติม (filled resin) ชนิดแข็งตัวด้วยแสง มีลักษณะเป็นสารละลายใส สามารถยึดเกาะกับเนื้อฟันและเคลือบผิวเนื้อฟัน มีองค์ประกอบสำคัญที่ทำให้สามารถปกป้องเนื้อฟันคือ ตัวเติมชนิด นาโนฟิลเลอร์ (*nanofiller*) นอกจากนี้ยังมีสารอื่นๆที่ช่วยเสริมคุณสมบัติให้ดีขึ้นได้แก่ ไตรโคลซาน (triclosan) ช่วยต้านทานจุลินทรีย์ และสารที่สามารถปลดปล่อยฟลูออไรด์ได้[9]

นาโนฟิลเลอร์ เป็นตัวเติมที่มีขนาดเล็กมาก ได้ถูกเติมเข้าไปในสารเรซินชนิดใหม่นี้เพื่อต้องการให้มีความคงทน แต่ขณะเดียวกันก็มีขนาดเล็กเพียงพอที่จะทำให้สารสามารถแทรกซึมเข้าไปในท่อเนื้อฟันได้ จึงอาจทำให้สารเรซินชนิดใหม่นี้สามารถป้องกันการสึกกร่อนบริเวณคอฟันจากการแปรงฟัน[26]

จากรายงานจากห้องทดลองของADA (American Dental Association)[27] ได้แนะนำการทดสอบการสึกกร่อนจากการแปรงฟันด้วยการใช้เครื่องแปรงฟัน V8 (V8 Cross–brushing machine) ซึ่งพัฒนาจากเครื่องแปรงฟันที่ประดิษฐ์ขึ้นโดย Manly[28] และตรวจวัดค่าการสึกกร่อนของเนื้อฟันจากสารกัมมันตรังสี (radioactive–dentin abrasion) ตามวิธีการของ Grabenstetter และคณะ[29] โดยก่อนการทดสอบ จะนำชิ้นฟันไปอาบรังสีก่อน ซึ่งเนื้อฟันจะได้รับประจุนิวตรอน (neutron) ทำให้ฟอสฟอรัส (phosphorus) ที่เป็นส่วนประกอบของไฮดรอกซีอพาไทต์ (hydroxyapatite) ในฟัน เปลี่ยนเป็นสารกัมมันตรังสี ต่อมาจึงนำไปทดสอบการแปรงฟัน ถ้ามีการสึกกร่อนของเนื้อฟันเกิดขึ้น จะพบว่ามีสารกัมมันตรังสีปนอยู่ในสารละลายยาสีฟัน การตรวจวัดค่าการสึกกร่อนของเนื้อฟัน จึงสามารถวัดได้จากปริมาณของสารนี้

Schemehorn[26] ได้ใช้วิธีการนี้ ในการทดสอบผลการใช้สาร Seal & Protect® ในการป้องกันการสึกกร่อนของเนื้อฟัน โดยเปรียบเทียบระหว่างการทาสาร 1 ครั้ง และทาสาร 2 ครั้งที่ผิวเนื้อฟัน ซึ่งพบว่าการทาสาร 2 ครั้ง ให้ผลดีกว่า ในการป้องกันการสึกกร่อนของเนื้อฟัน

เนื่องจากยังมีข้อมูลน้อยเกี่ยวกับสารชนิดนี้ การวิจัยนี้จึงต้องการศึกษาดูผลการใช้สารเรซิน Seal & Protect® เคลือบเนื้อฟันในด้านของการปกป้องเนื้อฟันจากการสึกกร่อน โดยเปรียบเทียบกับสารเรซินที่ไม่มีตัวเติม ทั้งชนิดที่เป็นวัสดุชนิดเดียวกับ Seal & Protect® แต่ไม่มีตัวเติม และสารเรซินชนิดอื่น

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาเปรียบเทียบการสึกกร่อนของเนื้อฟันจากการแปรงฟัน ระหว่างการใช้สารเรซินที่มีตัวเติม Seal & Protect® และการใช้สารเรซินไม่มีตัวเติม 2 ชนิด ได้แก่ สารเรซินที่เป็นวัสดุชนิดเดียวกับ Seal & Protect® แต่ไม่มีตัวเติม และสารเรซินชนิดอื่นเคลือบผิวเนื้อฟัน

ประโยชน์ของการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาถึงผลการใช้สารเรซินที่มีตัวเติม Seal & Protect® เคลือบปิดเนื้อฟันต่อการป้องกันการสึกกร่อนของเนื้อฟันจากการแปรงฟัน โดยผลการศึกษานี้จะเป็นข้อมูลพื้นฐานในการเลือกใช้สารเรซินเคลือบผิวเนื้อฟันต่อไป

สมมติฐานการวิจัย

การสึกกร่อนที่เกิดจากการแปรงฟันของเนื้อฟันที่เคลือบด้วยสารเรซิน Seal & Protect® มีปริมาณน้อยกว่าการสึกกร่อนของเนื้อฟันที่เคลือบด้วยสารเรซินที่ไม่มีตัวเติมทั้ง 2 ชนิด

ขอบเขตการวิจัย

1. เป็นการศึกษาตัวอย่างชิ้นฟันบริเวณคอฟัน ที่ได้รับการกำจัดเคลือบรากฟันออกจนถึงชั้นเนื้อฟันและเคลือบผิวเนื้อฟันด้วยสารเรซิน Seal & Protect® และสารเรซินที่ไม่มีตัวเติมที่เป็นวัสดุชนิดเดียวกับ Seal & Protect® แต่ไม่มีตัวเติม และสารเรซินชนิดอื่น จากนั้นนำไปทดสอบความสึกกร่อนจากการแปรงฟันด้วยเครื่องแปรงฟัน V8

2. การศึกษาทุกขั้นตอนทำในห้องปฏิบัติการ

<u>ข้อตกลงเบื้องต้น</u>

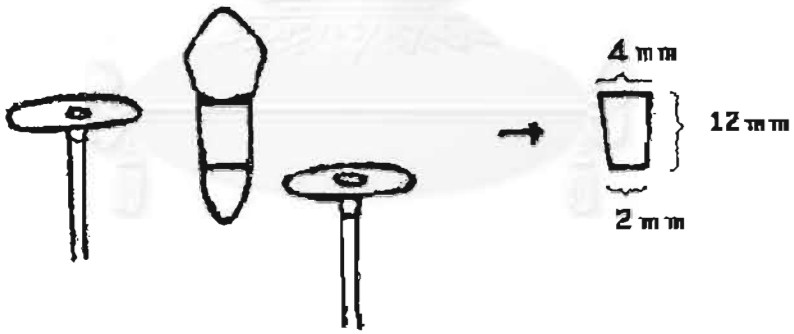
1. ตัวอย่างที่นำมาทดลอง

ฟันกรามน้อยที่ถูกถอนมาไม่ทราบประวัติผู้ป่วยโดยส่วนของรากต้องอยู่ในสภาพดี ไม่มีฟันผุ ไม่เคยได้รับการรักษารากฟัน แช่เก็บไว้ในสารละลาย ฟอร์มัลดีไฮด์ (formaldehyde) เจือจาง 4 %

2. การเตรียมตัวอย่างฟัน

2.1 เกลารากฟันเพื่อกำจัดเคลือบรากฟันออกด้วยหัวกรอคาร์ไบด์ (carbide bur) รูปทรงกระบอก

2.2 ใช้หัวกรอกากเพชร (diamond disc) ตัดส่วนตัวฟัน และปลายรากออก ใช้ดินสอดำ 2 B และไม้บรรทัดวัดขนาดชิ้นรากฟันให้ได้ความยาว 12 มิลลิเมตร มีความกว้าง 4 มิลลิเมตร ในส่วนใกล้คอฟัน และมีความกว้าง 2 มิลลิเมตร ในส่วนใกล้ปลายรากฟันตัดชิ้นรากฟันให้ได้ขนาดตามที่วัดไว้ (แผนภาพที่ 1)



แผนภาพที่ 1 แสดงการตัดชิ้นรากฟัน

2.3 เกลาหน้าตัดของรากฟันที่โค้งนูนทางด้านใกล้แก้ม (buccal) ให้เป็นหน้าตัดแบนด้วยหัวกรอคาร์ไบด์รูปทรงกระบอก

2.4 แช่ชิ้นรากฟันเก็บไว้ในน้ำกลั่น

3. สารที่นำมาใช้ในการทดสอบ เป็นสารเรซิน 3 ชนิด ได้แก่

3.1 สารเรซินที่มีตัวเติม Seal & Protect®

3.2 สารเรซินที่ไม่มีตัวเติม ที่เป็นวัสดุชนิดเดียวกับ Seal & Protect® แต่ไม่มีตัวเติม

3.3 สารเรซินที่ไม่มีตัวเติมชนิดอื่น ในการวิจัยนี้ ใช้สารเรซินที่มีชื่อทางการค้าว่า All-Bond 2®

4. การทดสอบการสึกกร่อนจากการแปรงฟัน ใช้วิธีการแปรงฟันด้วยเครื่องแปรงฟัน V8

5. แปรงสีฟัน

ใช้แปรงสีฟันคอลเกต (Colgate®) ชนิดขนนุ่มปานกลาง หน้าตัดเรียบ จำนวนขนแปรง 43 กลุ่ม ตัดแปรงสีฟันให้ได้ความยาวเท่ากับแปรงสีฟันตัวอย่างที่ใช้กับเครื่องแปรงฟัน V8 ด้วยแผ่นคาร์โบรันดัม (carborandum disk) เจาะรูที่ด้ามแปรงเพื่อให้สามารถใส่เข้ากับที่ยึดที่เครื่องแปรงฟันได้ แช่แปรงสีฟันในน้ำทิ้งไว้หนึ่งคืน ก่อนนำมาทดสอบ

6. ยาสีฟัน

ใช้ยาสีฟันโกล้ชิดไวท์เทนนิ่ง (Close-up whitening®) ที่มีค่า RDA (Relative Dentin Abrasion) อยู่ในระดับ 92 ซึ่งใกล้เคียงกับค่ามาตรฐานยาสีฟันอ้างอิงของ ADA[30] ที่มีค่า RDA อยู่ในระดับ 100

7. ผู้เตรียมตัวอย่าง ผู้ทดลอง และผู้ประเมินผลการวิจัย เป็นคนเดียวกัน

8. ผู้ให้หมายเลขชิ้นตัวอย่าง จะไม่ใช่ผู้ปฏิบัติงานในข้อ 7

9. การประเมินผล

ตรวจหาปริมาณสารกัมมันตรังสีในตัวอย่างสารละลายยาสีฟัน ที่ได้จากการแปรงชิ้นรากฟันด้วยเครื่องแปรงฟัน V8 ด้วยเครื่องตรวจนับสารกัมมันตรังสี (liquid scintillation beta counter)

<u>ความไม่สมบูรณ์ของการวิจัย</u>

การศึกษาในห้องปฏิบัติการในครั้งนี้ จัดทำขึ้นเพื่อศึกษาผลของการใช้สารลดการเสียวฟันชนิดสารเรซินที่มีตัวเติม ต่อการป้องกันการสึกกร่อนของเนื้อฟันจากการแปรงฟันที่ได้รับการอาบรังสีก่อนนำมาทดลอง โดยวัดผลจากปริมาณสารกัมมันตรังสีที่พบในตัวอย่างสารละลายยาสีฟันที่ได้จากการแปรงฟัน ดังนั้นผลจากปริมาณสารกัมมันตรังสีที่นับได้ จึงน่าจะเป็นปริมาณของเนื้อฟันที่เกิดจากการสึกกร่อนจากการแปรงฟัน ถ้าหากมีการยืนยันผลด้วยการดูลักษณะทางจุลกายวิภาคศาสตร์และดูผลทางคลินิก จะทำให้ผลการศึกษาจากการวิจัยนี้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

บทที่ 2
วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

<u>องค์ประกอบของกลไกในการทำให้เกิดอาการเสียวฟันประกอบด้วย</u>

1. เส้นประสาทภายใน โพรงประสาทฟัน และ เนื้อฟัน
2. ท่อเนื้อฟัน
3. ของเหลวภายในท่อเนื้อฟัน
4. โอดอนโตบลาสท์และส่วนยื่น

<u>ทฤษฎีการเกิดอาการเสียวฟัน</u>

ปัจจุบันยังไม่พบกลไกที่แน่นอนเกี่ยวกับการเกิดอาการเสียวฟัน มีทฤษฎีหรือสมมติฐานอยู่ 3 ประการ[31,32] คือ

I <u>ทฤษฎีเส้นประสาทสิ้นสุดโดยตรง (Direct nerve ending theory)</u>

ทฤษฎีนี้อธิบายว่าภายในส่วนของเนื้อฟันและท่อของเนื้อฟัน มีเส้นใยประสาทอยู่ด้วย เมื่อเนื้อฟันได้รับภยันตรายจากสิ่งกระตุ้นเร้าภายนอก เยื่อหุ้มเส้นใยประสาท (nerve membrane) ที่อยู่ติดกับท่อเนื้อฟันก็ได้รับการกระตุ้นด้วย แต่จากการศึกษาลักษณะทางจุลกายวิภาคศาสตร์ไม่พบเส้นใยประสาทที่ยื่นเข้าไปในเนื้อฟันไกลเกินกว่า 100 ไมครอนส์[33]

Gunji[31] ได้แบ่งชนิดของเส้นประสาทตามตำแหน่งที่สิ้นสุด ดังนี้ (ภาพที่ 1)

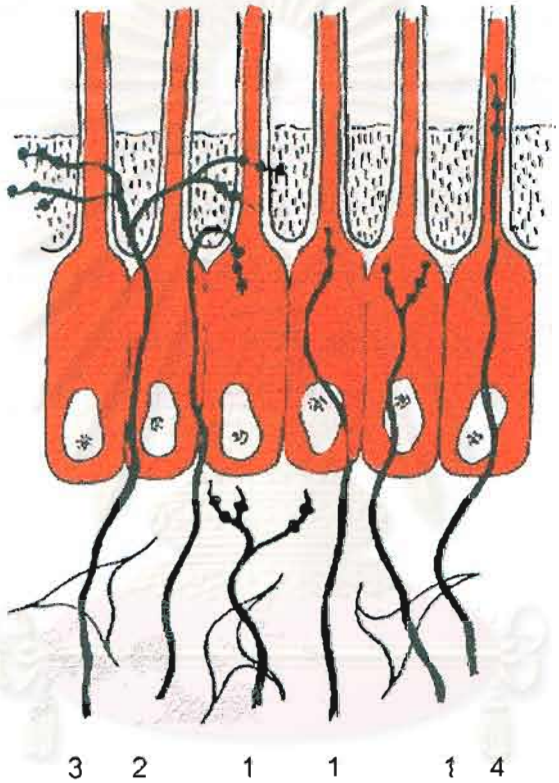
1. เส้นใยประสาทตามขอบ จะอยู่บริเวณโพรงประสาทฟัน สิ้นสุดที่ชั้นโอดอนโตบลาสท์ จะมีจำนวนมากที่สุด

2. เส้นใยประสาทพรีเดนทีนธรรมดา (simple predentinal nerve fibers) อยู่ระหว่างโอดอนโตบลาสท์กับพรีเดนทีน (predentin)หรือยื่นเข้าไปในพรีเดนทีน

3. เส้นใยประสาทพรีเดนทีนเชิงซ้อน (complex predentinal nerve fibers) จะสิ้นสุดภายในพรีเดนทีน

4. เส้นใยประสาทเนื้อฟัน (dentinal nerve fibers) จะผ่านชั้นพรีเดนทีน โดยไม่มีการแตกแขนงแล้วไปสิ้นสุดที่เนื้อฟัน

จะเห็นได้ว่าเนื้อฟันส่วนนอก มีเส้นประสาทอยู่น้อยมาก จะมีก็เฉพาะเนื้อฟันส่วนที่อยู่ใกล้โพรงประสาทฟัน (และส่วนใหญ่พบอยู่ในพรีเดนทีน) นี่คือเหตุผลที่ว่าเหตุใด เมื่อนำสารที่สามารถกระตุ้นให้เกิดอาการปวดเมื่อสัมผัสกับเส้นประสาทเช่น เบรดิไคนิน (bradykinin) และอเซทิลโคลีน (acetylcholine) สัมผัสไปที่เนื้อฟันจึงไม่สามารถกระตุ้นให้เกิดอาการปวดได้[34,35]



ภาพที่ 1 แสดงเส้นใยประสาทของฟัน

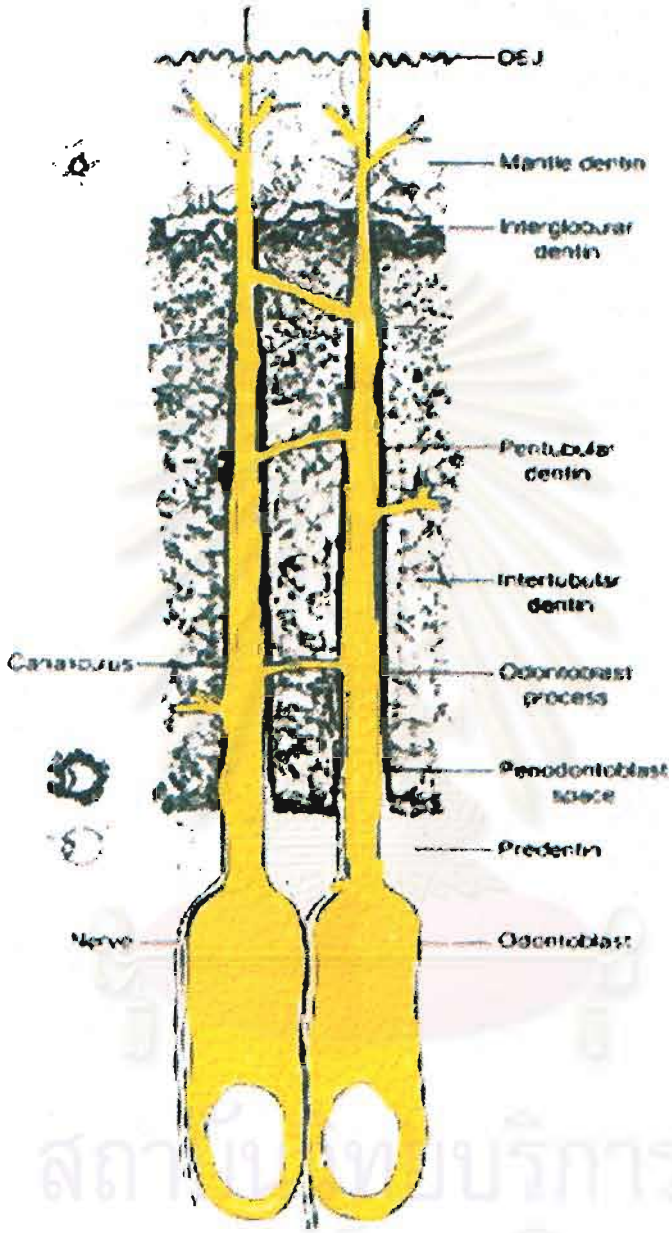
1. เส้นใยประสาทตามขอบ
2. เส้นใยประสาทพรีเดนทีนธรรมดา
3. เส้นใยประสาทพรีเดนทีนเชิงซ้อน
4. เส้นใยประสาทเนื้อฟัน

ข้อมูลจาก Trowbridge[31]

II <u>ทฤษฎีหน่วยรับความรู้สึกโอดอนโตบลาสท์ (Odontoblast receptor theory)</u>

เนื่องจากโอดอนโตบลาสท์ มีส่วนยื่นเข้าไปในท่อเนื้อฟัน ดังนั้นทฤษฎีนี้จึงเชื่อว่า โอดอนโตบลาสท์และเส้นใยประสาทจะประกอบกันเป็นหน่วยรับเชิงซ้อน (receptor complex) เมื่อมีภยันตรายเกิดขึ้นต่อผนังของโอดอนโตบลาสท์หรือส่วนยื่นของมัน โอดอนโตบลาสท์จะสร้างสารขึ้นมากระตุ้นปลายประสาทอิสระ (free nerve endings) ที่อยู่รอบๆเซลล์โอดอนโตบลาสท์ รวมทั้งส่วนที่อยู่ในท่อเนื้อฟัน[36]

จากการศึกษาในระยะแรก พบว่าส่วนยื่นของโอดอนโตบลาสท์ มักจะยื่นเข้าไปในท่อเนื้อฟันประมาณหนึ่งในสอง หรือหนึ่งในสามของความยาวของท่อเนื้อฟันเท่านั้น[37,38] ต่อมาค้นพบว่าส่วนยื่นนี้มักจะสิ้นสุดที่บริเวณรอยต่อระหว่างเคลือบฟันกับเนื้อฟัน(dentino-enamel junction) และในบางครั้งยังอาจยาวเลยรอยต่อนี้เข้าไปอยู่ในส่วนของเคลือบฟันนี้เล็กน้อย (ภาพที่ 2) ดังที่รู้จักกันในชื่อว่า อีนาเมล สปินเดิล (enamel spindle)[12,39] ทำให้ทฤษฎีนี้ น่าจะมีบทบาทเกี่ยวกับกลไกรับความรู้สึกของฟัน อย่างไรก็ตามยังอธิบายไม่ได้ว่าทำไมเมื่อชั้นของโอดอนโตบลาสท์ขาดหายไปแล้ว ยังคงมีอาการเสียวฟันอยู่

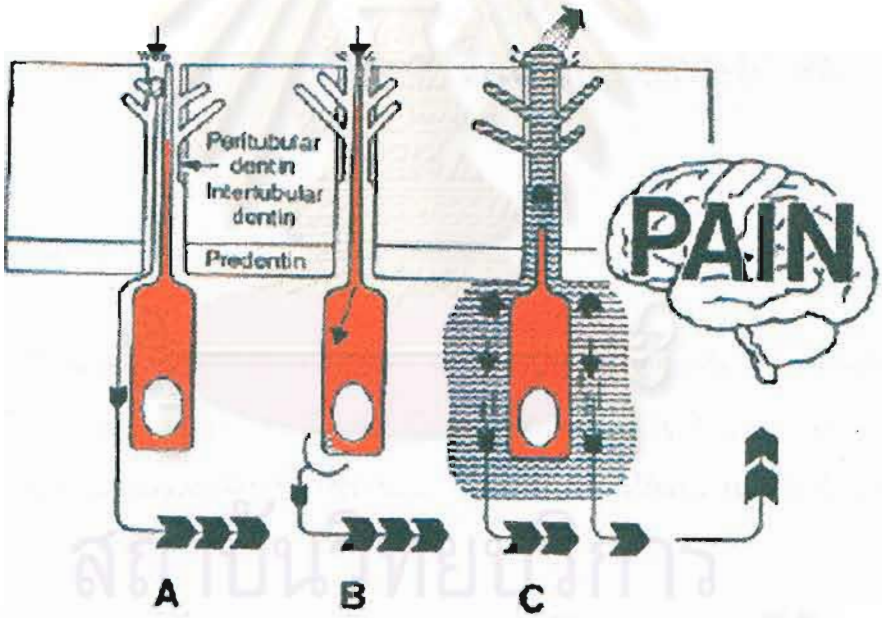


ภาพที่ 2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างส่วนยื่นของโอดอนโตบลาสท์และท่อเนื้อฟัน ข้อมูลจาก Plesco[12]

III <u>ทฤษฎีการเคลื่อนไหวของของเหลว</u> [32]

ทฤษฎีนี้เป็นที่ยอมรับกันมากในปัจจุบัน โดยมีพื้นฐานจากกฎของปัวเซย์ (Poiseuille's law)ที่ว่าการไหลของของเหลวภายในท่อเล็กๆ จะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับรัศมีของท่อยกกำลัง 4 ดังนั้นถ้าขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อกว้างขึ้นจะทำให้มีการเคลื่อนไหวของของเหลวภายในท่อมากขึ้น

ตามทฤษฎีการเคลื่อนไหวของของเหลว ภายในท่อเนื้อฟัน จะมีของเหลวบรรจุอยู่ ซึ่งของเหลวนั้น จะกระจายไปถึงชั้นโอดอนโตบลาสท์ที่อยู่ใต้เนื้อฟันใกล้โพรงประสาทฟัน บริเวณนี้จะพบเส้นใยประสาทตามขอบมาสิ้นสุดอยู่เป็นจำนวนมาก เมื่อมีสิ่งกระตุ้นเร้าจากภายนอก จะทำให้เกิดการเคลื่อนไหวของของเหลวในท่อเนื้อฟันได้ 2 ลักษณะคือ เคลื่อนที่เข้าหาหรือออกจากโพรงประสาทฟัน ซึ่งขึ้นกับชนิดของสิ่งกระตุ้นเร้า และผลจากการเคลื่อนไหวของของเหลวนี้ จะเกิดแรงไปกระตุ้นให้เกิดสัญญาณประสาทขึ้น (ภาพที่ 3 C)



ภาพที่ 3 แสดงทฤษฎีของการเกิดอาการเสียวฟัน

A ทฤษฎีเส้นประสาทสิ้นสุดโดยตรง

B ทฤษฎีหน่วยรับความรู้สึกโอดอนโตบลาสท์

C ทฤษฎีการเคลื่อนไหวของของเหลว

ข้อมูลจาก Pashley [14]

พบว่าถ้าอุณหภูมิสูงขึ้นของเหลวจะขยายตัว เกิดการเคลื่อนที่ของๆเหลวเข้าไปในท่อเนื้อฟัน ถ้าอุณหภูมิต่ำลงของเหลวจะเกิดการหดตัว เกิดการเคลื่อนที่ออกจากท่อเนื้อฟัน หรือการใช้สารละลายอิ่มตัวที่มีแรงดันออสโมติกสูงๆ เช่น สารละลายน้ำตาลทาบนผิวเนื้อฟัน จะทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของของเหลวจากที่มีแรงดันออสโมติกต่ำ ไปยังที่ที่มีแรงดันออสโมติกสูง

<u>เส้นประสาทภายในโพรงประสาทฟัน (pulpal innervation)</u>[31]

ภายในโพรงประสาทฟัน มีเส้นประสาทอยู่มากมาย เส้นประสาทเข้าไปในโพรงประสาทฟันโดยผ่านทางรูเปิดปลายรากฟัน (apical foramen) และเข้าไปจนถึงส่วนบนของโพรงประสาทฟัน (coronal pulp) เส้นประสาทจะแตกแขนงเรื่อยๆ สุดท้ายกลายเป็นตาข่ายหนาแน่น (dense network) อยู่บริเวณรอยต่อของเนื้อเยื่อโพรงประสาทฟันและเนื้อฟัน (pulp-dentin border) ซึ่งจะมีเส้นใยประสาทเล็กๆ แตกแขนงเข้าไปในท่อเนื้อฟัน

ในจำนวนเส้นใยประสาททั้งหมด ประกอบด้วย เส้นใยประสาทที่ไม่มีเยื่อหุ้มไมอีลิน (non myelinated sheath) ประมาณ 75% และเส้นประสาทที่มีเยื่อหุ้มไมอีลิน (myelinated sheath) ประมาณ 25%

เส้นประสาทรับความรู้สึกของฟัน มี 2 ชนิดคือ

A-fiber เป็นเส้นประสาทที่มีเยื่อไมอีลินหุ้ม ส่วนใหญ่ที่พบในฟันจะเป็น A *d* ทำหน้าที่รับความรู้สึกสัมผัส อุณหภูมิ และความเจ็บปวด มีความไวต่อการกระตุ้น (low threshold) ความรู้สึกเจ็บปวดจะเป็นแบบปวดแปล๊บเป็นอยู่ชั่วขณะ บอกตำแหน่งได้แน่นอน ซึ่งความรู้สึกเสียวฟันจะนำโดยเส้นประสาทชนิดนี้

C-fiber เป็นเส้นประสาทที่ไม่มีเยื่อไมอีลินหุ้ม ถูกกระตุ้นได้โดยสารเคมีสื่อประสาท (chemical mediators of inflammation) ไม่ไวต่อการกระตุ้น (high threshold) ความรู้สึกเจ็บปวดจะเป็นแบบปวดตื้อๆ (dull pain) ไม่สามารถบอกตำแหน่งได้ มักใช้แสดงภาวะการอักเสบของโพรงประสาทฟัน

<u>ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่ออาการเสียวฟัน (Influencing Factors)</u>

การอักเสบของโพรงประสาทฟัน

การอักเสบของเนื้อเยื่อในโพรงประสาทฟัน ภายใต้บริเวณที่มีอาการเสียวฟันอาจเป็นสาเหตุหนึ่งของอาการเสียวฟัน[3,14] บริเวณที่มีอาการเสียวฟันจะมีท่อเนื้อฟันเปิดอยู่ทำให้แบคทีเรียสามารถแทรกซึมเข้าไปในท่อเนื้อฟันได้แต่แบคทีเรียต้องมีขนาดเล็กกว่าท่อเนื้อฟัน[40] Adrians และผู้ร่วมงาน (1988)[41] พบว่าแบคทีเรียเข้าไปอยู่ในเนื้อฟันได้ในบริเวณที่ติดกับร่องลึกปริทันต์ (periodontal pocket) มากกว่าบริเวณอื่นๆ ของรากฟัน ส่วนใหญ่แบคทีเรียเข้าไปได้เฉพาะส่วนรอบนอกเท่านั้น มีบ้างที่เข้าไปถึงโพรงประสาทฟันในฟันที่เป็นโรคปริทันต์แม้ฟันซี่นั้นไม่แสดงอาการ การศึกษานี้แสดงถึงบริเวณเนื้อฟันบริเวณใกล้เคียงกับร่องลึกปริทันต์ แต่ยังไม่มีการศึกษาในฟันที่มีอาการเสียวฟัน สิ่งที่สามารถแทรกซึมเข้าไปถึงประสาทฟันได้ก่อนแบคทีเรีย คือ พิษของแบคทีเรีย (bacterial toxins) ซึ่งทำให้เกิดการอักเสบของเนื้อเยื่อในโพรงประสาทฟันได้

การอักเสบของเนื้อเยื่อในโพรงประสาทฟัน ทำให้เส้นใยประสาทในฟันไวต่อการกระตุ้นจากสิ่งกระตุ้นภายนอกมากขึ้น อาจเกิดเนื่องมาจากการสะสมของสารเคมีสื่อกลางการอักเสบเช่นฮีสตามีน(histamine), ไคนินส์ (kinins) และพรอสตาแกลนดินส์ (prostaglandins) ทำให้ตอบสนองต่อสิ่งกระตุ้นของเส้นใยประสาทบริเวณใกล้เคียงกับท่อเนื้อฟันที่เปิดง่ายขึ้น[14]

อย่างไรก็ตามการศึกษาส่วนใหญ่ที่ทำขึ้น มักทำในฟันที่กรอเตรียมไว้เป็นช่องและใส่แบคทีเรียไปในบริเวณนั้น ซึ่งความหนาของเนื้อฟันที่เหลืออยู่ย่อมบางกว่าเนื้อฟันที่มีอาการเสียวฟัน โดยที่ไม่มีการสึกของเนื้อฟัน[42] จึงอาจทำให้แบคทีเรียหรือพิษของแบคทีเรียเข้าไปถึงประสาทฟันได้และเกิดการอักเสบของโพรงประสาทฟัน โดยปัจจัยที่มีผลต่อการแทรกซึมของผลผลิตจากแบคทีเรีย (bacterial product) เข้าไปในโพรงประสาทฟันขึ้นกับหลายปัจจัยที่สำคัญได้แก่ ความหนาของเนื้อฟัน ความเข้มข้นของผลผลิตจากแบคทีเรีย พื้นที่เนื้อฟันที่เผยและคุณสมบัติในการซึมผ่านได้การมีหรือไม่มีสเมียร์แลย์และความรุนแรงของผลผลิตจากแบคทีเรีย[14] แต่สำหรับอาการเสียวฟันจากเนื้อฟันเผย เมื่อทำการปิดท่อเนื้อฟันแล้วมักลดอาการเสียวฟันลงไปได้[16] แต่ถ้าอาการเสียวฟันไม่ลดลง แสดงว่าโพรงประสาทฟันมีอาการอักเสบ[43]

ดังนั้นคงบอกได้แต่เพียงว่า ถ้ามีอาการอักเสบในโพรงประสาทฟันจะส่งผลให้เกิดอาการเสียวฟันได้มากขึ้นแต่ไม่สามารถกล่าวได้อย่างชัดเจนว่าอาการเสียวฟันจากการมีเนื้อฟันเผย มีสาเหตุมาจากการอักเสบในโพรงประสาทฟัน

คราบจุลินทรีย์และการแปรงฟัน

กล่าวกันว่าเมื่อมีผิวรากฟันเผย ถ้าควบคุมคราบจุลินทรีย์ไม่ดีพอจะเกิดอาการเสียวฟัน[14] ในทางกลับกันพบว่าฟันที่มีเหงือกร่นและมีอาการเสียวฟันมักเป็นบริเวณที่ทำความสะอาดอย่างดี[44] ฟันเขี้ยวและฟันกรามน้อยซี่แรกมักพบว่าเป็นบริเวณที่มีเหงือกร่นและอาการเสียวฟันมากที่สุด ในขณะที่มีคะแนนสะสมคราบจุลินทรีย์ต่ำที่สุด อีกทั้งอาการเสียวฟันมักเกิดบริเวณด้านข้างแก้มซึ่งเป็นบริเวณที่การแปรงฟันทำได้อย่างสะดวก ดังนั้นการแปรงฟันอาจจะเป็นปัจจัยเสริมปัจจัยหนึ่งในการเกิดอาการเสียวฟัน

จากการทดลองโดย Absi และคณะ[45] ในเรื่องของการแปรงฟันพบว่าการแปรงฟันทำให้ท่อเนื้อฟันที่ปกคลุมด้วยสเมียร์แลย์เปิดกว้างขึ้นแต่ใช้เวลาแปรงนานถึงครึ่งชั่วโมง ในขณะที่แปรงฟันบนท่อเนื้อฟันที่เปิดจะเกิดสเมียร์แลย์มาปิดท่อเนื้อฟันให้แคบลงต้องใช้เวลานานถึง 4 ชั่วโมง นอกจากนี้การศึกษาของ McAndrew และ Kourkouta[46] ได้ทำการศึกษาในห้องทดลองโดยเลียนแบบให้ใกล้เคียงธรรมชาติโดยแปรงผิวเนื้อฟันที่มีท่อเนื้อฟันเปิดอยู่ เป็นเวลาสองนาทีพบว่าการแปรงฟันอย่างเดียวไม่ทำให้เกิดสเมียร์แลย์อย่างแท้จริง เมื่อแปรงร่วมกับยาสีฟันจึงเกิดการอุดตันท่อเนื้อฟันโดยผงขัดในยาสีฟันชนิดซิลิกาซึ่งสามารถยึดหรือปกคลุมผิวฟันได้แต่ผงขัดนี้หลุดออกโดยง่ายเมื่อสัมผัสกับกรดจากอาหาร การแปรงฟันก่อนหรือหลังการสัมผัสกรดมีผลเปิดท่อเนื้อฟันมากขึ้น ดังนั้นจึงมีข้อแนะนำว่าผู้มีอาการเสียวฟันไม่ควรแปรงฟันก่อนหรือหลังมื้ออาหารทันที

อาหาร

จากการศึกษาของ Addy และคณะ[47] โดยใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็คตรอนชนิดส่องกราดเพื่อดูผิวเนื้อฟันเผยเมื่อสัมผัสกับเครื่องดื่ม เช่น ไวน์แดง ไวน์ขาว น้ำผลไม้ชนิดเปรี้ยว น้ำแอปเปิ้ลและนมเปรี้ยวเป็นเวลา 5 นาที พบว่าสามารถกำจัดสเมียร์แลย์และเปิดท่อเนื้อฟันเป็นจำนวนมากแต่สำหรับโคคาโคล่าซึ่งมีค่าความเป็นกรดไม่มีผลการกัดผิวเนื้อฟัน

การให้การรักษา

หลังจากได้ซักประวัติ ตรวจทางคลินิกและวินิจฉัยสาเหตุของรอยโรคแล้ว การเลือกวิธีการลดการเสียวฟันควรใช้หลักพิจารณา ดังนี้ คือ ควรเป็นวิธีที่ให้ผลทันที ผลการลดอาการเสียวคงทนและอยู่ได้นาน การใช้งานทำได้ง่าย ผู้ป่วยทนต่อการรักษาได้ดี ไม่เป็นอันตรายต่อประสาทฟัน ไม่ติดสีบนตัวฟัน และราคาไม่แพง[6] ทั้งนี้พิจารณาร่วมกับการกระจายตัวของบริเวณที่เกิดอาการ ซึ่งอาจเป็นเฉพาะบางซี่หรือเป็นทั่วไปทั้งปาก ความรุนแรงของอาการเสียวฟันที่ทำให้ผู้ป่วยรู้สึกไม่สบาย

สำหรับการลดความไวในการตอบรับต่อสิ่งกระตุ้นของเส้นใยประสาทฟันนั้นเป็นที่ทราบกันดีว่าการเหนี่ยวนำประสาทสามารถหยุดได้ด้วยการเพิ่มความเข้มข้นของโปตัสเซียมอิออนภายนอกเซลล์ประสาทฟัน[48] จากการทดลองใช้สารละลายโปตัสเซียมทาบริเวณเนื้อฟันที่กรอเตรียมไว้ในห้องปฏิบัติการ พบว่ามีผลลดการกระตุ้นประสาทฟันได้

สำหรับการใช้สารเพื่อทำให้เกิดการอุดตันในท่อเนื้อฟัน ซึ่งเกิดได้หลายวิธี เช่น สารไปปกคลุมผิวฟันหรือไปเปลี่ยนแปลงส่วนประกอบของของเหลวในท่อเนื้อฟัน โดยการจับตัวเป็นกลุ่มก้อน (coagulation) การตกตะกอนโปรตีน (protein precipitation) หรือ การสร้างสารประกอบแคลเซียมที่ไม่ละลายน้ำนั้น[36] อดีตได้มีการใช้สารและวิธีการหลายวิธีเพื่อลดอาการเสียวฟันโดยการอุดตันท่อเนื้อฟัน ได้แก่ คาวิตี้วานิช (cavity varnish), คอร์ติโคสเตียรอยด์ (corticosteroids), การขัดถูเนื้อฟัน (burnishing dentin), ซิลเวอร์ไนเตรท (silver nitate) ทำให้โปรตีนของส่วนยื่นโอดอนโตบลาสท์ตกตะกอน อุดตันท่อเนื้อฟันและแคลเซียมไฮดรอกไซด์ เป็นต้น ซึ่งสารเหล่านี้ให้ผลในระยะสั้นและไม่ชัดเจน[6] สำหรับสารที่ยังคงเป็นที่นิยมใช้ในปัจจุบัน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ สารที่ซื้อใช้ได้เอง เช่น ยาสีฟันที่มีโปตัสเซียมไนเตรท หรือ สตรอนเทียมคลอไรด์ และกลุ่มที่ใช้โดยทันตบุคลากร (professional application) เช่น ฟลูออไรด์ สารในกลุ่มออกซาเลท และสารเรซิน

สารเรซิน

การใช้สารเรซินเพื่ออุดตันท่อเนื้อฟันที่เปิดอยู่ของฟันที่มีการเสียวฟันเป็นวิธีการหนึ่งที่สามารถทำได้จากการศึกษาในมนุษย์พบว่าการใช้สารเรซินสามารถลดอาการเสียวฟันได้อย่างมี

ประสิทธิภาพ ในอดีตการนำสารเรซินชนิดที่ไม่ชอบน้ำมาใช้กับบริเวณเนื้อฟันที่เผยออกจะมีปัญหากับความชื้นของเนื้อฟัน[20,25] ทำให้สารเรซินติดอยู่ได้ไม่นาน Brannstrom[16] จึงเสนอแนวทางการใช้สารเรซินเพื่อแทรกลงไปในท่อเนื้อฟันได้โดยใช้กรดกัดเนื้อฟันนาน 5 วินาที ล้างออก แล้วเป่าลมนาน 15 ถึง 20 วินาที เพื่อให้ของเหลวในท่อเนื้อฟันระเหยออกและเกิดการรวมตัวกันของแร่ธาตุอุดตันท่อเนื้อฟันไว้ ทำให้ส่วนนอกของท่อถูกแทนที่ด้วยอากาศแล้วจึงทาสารเรซินให้แทรกซึมเข้าไปแทนที่ในส่วนนี้ แต่พบว่าสารเรซินนี้สามารถหลุดออกได้ง่ายจากการเคลื่อนที่ของฟัน เช่น ขณะบดเคี้ยว การใช้ระบบสารยึดติดเนื้อฟันที่ต้องใช้กรดปรับสภาพพื้นผิวเนื้อฟันก่อนและทำให้เนื้อฟันมีสภาพที่ชื้นเพื่อให้สารเรซินซึ่งมีคุณสมบัติชอบน้ำ (hydrophilic) เข้าไปแทนที่และเกิดชั้นไฮบริด (hybrid layer) และเรซิน แทก (resin tag) แต่สารเรซินนี้ก็พบว่ามีความต้านทานต่อการสึกกร่อนต่ำ การแปรงฟันก็ทำให้ชั้นเรซินนี้หลุดออกได้ตลอดเวลา

จากการศึกษาของ Tavares และคณะ[25] โดยใช้สารเรซินชนิดที่มีฟลูออไรด์ พบว่าสามารถลดอาการเสียวฟันได้ถึง 6 เดือน อย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับตัวควบคุม แต่พบว่า สารเรซินหายไปเกือบร้อยละ 50 เมื่อเวลาผ่านไป 6 เดือน

การใช้กรดกัดเนื้อฟันบริเวณที่มีอาการเสียวฟันทำให้กรดไปเปิดท่อเนื้อฟันบริเวณใกล้เคียงซึ่งเป็นบริเวณที่ไม่มีอาการเสียวฟันด้วย ทำให้เกิดอาการเสียวฟันมากขึ้น ขณะใช้กรดกัดก่อนที่ท่อเนื้อฟันจะถูกปิดด้วยชั้นเรซินและเรซิน แทก อย่างไรก็ตามยังมีอีกทางเลือกหนึ่งซึ่งก็คือการทาสารไพร์เมอร์ที่มีคุณสมบัติชอบน้ำลงไปในบริเวณท่อเนื้อฟันที่เปิดอยู่โดยไม่ต้องใช้กรดกัดก่อน[21]

ต่อมาได้มีพัฒนาการใช้สารแขวนลอยโพลีเมอร์ (polymer) สำหรับการรักษาอาการเสียวฟันโดยไม่ต้องใช้กรดกัดเนื้อฟันก่อน Zhang[15] ได้ศึกษาความสามารถในการลดการซึมผ่านของของเหลวในท่อเนื้อฟันในห้องทดลองหลังจากใช้สารแขวนลอยโพลีเมอร์ พบว่าสามารถลดลงร้อยละ 57-99 หลังทาสารทันทีและเมื่อแช่ในน้ำลายนาน 1 เดือน การซึมผ่านของของเหลวจะเกิดได้มากขึ้น ปัจจุบันได้มีการผลิต สารเรซิน ที่มีตัวเติมขึ้น เพื่อต้องการให้สารมีความต้านทานต่อการสึกกร่อนเพิ่มมากขึ้น โดยหวังให้ผลการรักษาคงอยู่นาน

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประเภทของสารเรซิน [49,50]

1. สารเรซินที่ไม่มีตัวเติม ได้แก่ สารเรซินที่ไม่ได้ผสมกับตัวเติม ซึ่งจะมีความแข็งแรงน้อย ขยายตัว-หดตัว เมื่อถูกความร้อน และดูดน้ำมาก

2. สารเรซินที่มีตัวเติม ได้แก่ สารเรซินที่ผสมตัวเติมลงไปเนื่องจากต้องการให้มีความแข็งแรงเพิ่มขึ้น มีการสึกกร่อน การหดตัว และดูดน้ำน้อยลง แบ่งออกเป็นชนิดต่างๆ ตามขนาดของตัวเติม คือ

2.1 คอนเวนชันแนล (conventional) ตัวเติมมีขนาดประมาณ 15-35 ไมครอนส์

2.2 อินเทอร์มีเดียต (intermediate) ตัวเติมมีขนาดประมาณ 1-5 ไมครอนส์

2.3 ไมโครฟิลส์ (microfilles) ตัวเติมมีขนาดประมาณไม่เกิน 0.04 ไมครอนส์

2.4 นาโนฟิลเลอร์[26] จากความก้าวหน้าทางวิทยาการทำให้สามารถผลิตตัวเติมที่มีขนาดเล็กมากขึ้นมาได้ ซึ่งมีขนาดประมาณ 0.007 ไมครอนส์หรือประมาณ 7 นาโนเมตร (nanometre)

อัตราการสึกกร่อนขึ้นกับขนาดและความแข็งของตัวเติม โดยพบว่า ตัวเติมที่มีขนาดใหญ่จะกระจายแรงผ่านไปยัง เรซิน แมทริกซ์ (resin matrix) ส่งผลให้เกิดรอยแตกเล็กๆ ของแมทริกซ์ขึ้น จึงทำให้ส่วนที่ช่วยพยุงตัวเติมสูญเสียไป ดังนั้นการลดอัตราการสึกกร่อนอาจทำได้โดยการลดขนาดของตัวเติม เพื่อทำให้แรงเครียด (stress) ที่อยู่รอบตัวเติมลดลง[49]

<u>เนื้อฟัน</u>[12]

เนื้อฟัน เป็นองค์ประกอบส่วนใหญ่ของทั้งตัวฟันและรากฟัน เนื้อฟันส่วนที่เป็นตัวฟันถูกปกคลุมด้วยเคลือบฟัน เนื้อฟันส่วนที่เป็นรากฟันจะถูกปกคลุมด้วยเคลือบรากฟัน ลักษณะทางจุลกายวิภาคศาสตร์ของเนื้อฟัน ประกอบด้วย เซลล์โอดอนโตบลาสท์ มีรูปร่างลักษณะเป็นแท่ง (columnar cell) จัดเรียงตัวแถวเดียวอยู่ทางด้านใกล้เนื้อเยื่อโพรงประสาทฟัน ทำหน้าที่สร้างเด็นทินอล แมทริกซ์ (dentinal matrix) ต่อมาจึงมีการสะสมแร่ธาตุเกิดขึ้นเซลล์โอดอนโตบลาสท์ จะมีส่วนยื่นเข้าไปในเนื้อฟัน โดยทอดอยู่ในท่อเนื้อฟัน

ลักษณะทางกายภาพของเนื้อฟัน

เนื้อฟันเป็นเนื้อเยื่อที่มีสีเหลืองอ่อน มีความยืดหยุ่นสูงกว่าเคลือบฟัน จัดเป็นเนื้อเยื่อที่มีชีวิต มีความแข็งกว่าเคลือบรากฟันและกระดูก

ส่วนประกอบทางเคมีของเนื้อฟัน

เนื้อฟันประกอบด้วยสารอนินทรีย์ร้อยละ 65.5 และมีสารอินทรีย์ร้อยละ 30 โดยน้ำหนัก[10] สารอินทรีย์ที่เป็นองค์ประกอบของเนื้อฟันได้แก่ เส้นใยคอลลาเจนและสารพื้นอะมอฟัส (amorphous ground substance) ได้แก่ โปรติโอไกลแคน และไกลโคโปรตีน ส่วนสาร อนินทรีย์ที่เป็นองค์ประกอบของเนื้อฟัน อยู่ในรูปของผลึกไฮดรอกซีอพาไทต์ ซึ่งมีแคลเซียมและฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบหลัก ผลึกไฮดรอกซีอพาไทต์ จะเรียงตัวทอดยาวไปตามเส้นใยคอลลาเจน

โครงสร้างของเนื้อฟัน

เนื้อฟันประกอบด้วย โอดอนโตบลาสท์ ที่ให้ส่วนยื่นเข้าไปในท่อเนื้อฟัน การเรียงตัวของท่อเนื้อฟัน จะเรียงจากส่วนที่อยู่ใกล้เนื้อเยื่อโพรงประสาทฟัน ออกไปสู่บริเวณเชื่อมต่อระหว่างเนื้อฟันกับเคลือบฟัน และระหว่างเนื้อฟันกับเคลือบรากฟันเป็นรูปตัว S ท่อเนื้อฟันจะมีความกว้างประมาณ 3-4 ไมโครเมตรและค่อนข้างเบียดชิดกัน ที่บริเวณใกล้เนื้อเยื่อโพรงประสาทฟัน และจะแคบลงพร้อมทั้งมีความห่างมากขึ้นที่บริเวณไกลจากเนื้อเยื่อโพรงประสาทฟัน

การแบ่งประเภทของเนื้อฟันตามตำแหน่ง แบ่งได้เป็น[12]

1. Peritubular dentin เป็นเนื้อฟันที่อยู่รอบ ส่วนยื่นของโอดอนโตบลาสท์
2. Intertubular dentin เป็นเนื้อฟันที่อยู่ระหว่าง peritubular dentin
3. Mantle dentin เป็นเนื้อฟันที่อยู่บริเวณส่วนนอก ซึ่งเป็นเนื้อฟันที่ถูกสร้างขึ้นมาในระยะเริ่มแรก
4. Circumpulpal dentin เป็นเนื้อฟันส่วนที่อยู่ใกล้เนื้อเยื่อโพรงประสาทฟัน ถูกสร้างขึ้นมาหลัง *mantle dentin*

การแบ่งประเภทของเนื้อฟันตามการสะสมแร่ธาตุ แบ่งได้เป็น[12]

1. Globular dentin เป็นเนื้อฟัน ที่สร้างขึ้นมา จากการรวมตัวกันของผลึกไฮดรอกซีอพาไทต์ ทำให้ได้เนื้อฟันที่แข็ง สม่ำเสมอ

2. Intraglobular dentin เป็นเนื้อฟันที่มีการสะสมของแร่ธาตุน้อย อยู่ระหว่าง mantle และ circumpulpal dentin โดยปกติจะพบอยู่ในส่วนของตัวฟันเท่านั้น

3. Tomes granular layer เป็นบริเวณที่มีการสะสมของแร่ธาตุน้อย ของเนื้อฟันบริเวณรากฟัน เป็นเนื้อฟันที่อยู่ถัดจากเคลือบรากฟันเข้ามา คล้ายกับ intraglobular dentin ที่อยู่ในส่วนของตัวฟัน

4. Sclerotic dentin เป็นเนื้อฟันที่มีการสะสมของแร่ธาตุมาก จนทำให้เกิดการอุดตัน ของท่อเนื้อฟัน

<u>เคลือบรากฟัน</u>[10,51,52]

ผิวรากฟันที่ปกติจะมีชั้นเคลือบรากฟัน ซึ่งเป็นเนื้อเยื่อชนิดแข็งปกคลุมรากฟัน โดยรอบตั้งแต่รอยต่อระหว่างเคลือบรากฟันกับเคลือบฟัน(cemento-enamel junction)ถึงบริเวณปลายสุดของรากฟัน (apex) ลักษณะทางจุลกายวิภาคศาสตร์ของเคลือบรากฟัน ประกอบด้วย เซลล์สร้างเคลือบรากฟัน (cementoblast) ซึ่งเป็นเซลล์ที่มีรูปร่างคล้ายลูกบาศก์เรียงตัวเพียงชั้นเดียว และสารระหว่างเซลล์ (intercellular substance) ซึ่งจะมีสารอนินทรีย์มาตกตะกอนในระหว่างที่มีการสร้างเคลือบรากฟัน จะมีเส้นใยคอลลาเจน (collagen fiber) ของเอ็นยึดปริทันต์สอดแทรกเข้ามาฝังตัวอยู่ภายในเนื้อเยื่อของเคลือบรากฟัน เรียกว่า เส้นใยชาร์ปเปย์ (Sharpey's fiber) ซึ่งจะเป็นส่วนสำคัญของเอ็นยึดปริทันต์ในการทำหน้าที่ยึดฟันไว้ในกระดูกเบ้าฟัน

ลักษณะทางกายภาพของเคลือบรากฟัน

เคลือบรากฟันเป็นเนื้อเยื่อที่มีความแข็ง ไม่มีความวาวและสีคล้ำกว่าเนื้อฟัน ลักษณะโครงสร้างของเคลือบรากฟัน จะคล้ายกับโครงสร้างของกระดูกเบ้าฟัน แตกต่างกันตรงที่ เคลือบรากฟันไม่มีระบบหมุนเวียนเลือดมาหล่อเลี้ยง และไม่สามารถเกิดการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง (remodelling) ได้เหมือนกับกระดูกเบ้าฟัน[52]

ส่วนประกอบทางเคมีของเคลือบรากฟัน

เคลือบรากฟันประกอบด้วย สารอนินทรีย์ร้อยละ 45-50 (โดยน้ำหนัก) ซึ่งมีปริมาณน้อยกว่ากระดูกและเนื้อฟัน(ตารางที่ 1) และมีสารอินทรีย์ร้อยละ 50-55 (โดยน้ำหนัก)[10] สารอนินทรีย์ที่เป็นองค์ประกอบของเคลือบรากฟัน ได้แก่ แคลเซียม และฟอสฟอรัส ซึ่งอยู่ในรูปของผลึกไฮดรอกซีอพาไทต์ ส่วนสารอินทรีย์ที่เป็นองค์ประกอบของเคลือบรากฟัน ได้แก่ โปรตีโอไกลแคน (proteoglycan) และไกลโคโปรตีน (glycoprotein) ซึ่งเป็นส่วนของสารอะมอฟัสที่อยู่

ระหว่างเซลล์ (amorphous intercellular substance) และ เส้นใยคอลลาเจนซึ่งจะพบชนิดที่ 1 (type I collagen) เป็นส่วนใหญ่ และชนิดที่ 3 (type III collagen) เป็นส่วนน้อย คือ ไม่เกินร้อยละ 5 ของสารอินทรีย์ทั้งหมด เส้นใยคอลลาเจนชนิดที่ 3 ที่พบนี้ เชื่อว่ามาจากเส้นใยชาร์ปเปย์ของเอ็นยึดปริทันต์ที่เข้ามาฝังตัวอยู่ภายในชั้นเคลือบรากฟัน

ส่วนประกอบ	เคลือบรากฟัน (%)	กระดูก (%)	เนื้อฟัน (%)
สารอินทรีย์	50-55	30-35	30
สารอนินทรีย์	45-50	60-65	65.5

ตารางที่ 1 แสดงส่วนประกอบของเนื้อฟัน , เคลือบรากฟัน และกระดูกโดยน้ำหนัก ข้อมูลจาก Avery[10]

ชั้นเคลือบรากฟันสามารถแบ่งตามลักษณะที่มีหรือไม่มีเซลล์เคลือบรากฟัน (cementocyte) ได้เป็นสองส่วนคือ เคลือบรากฟันไร้เซลล์ (acellular cementum) และเคลือบรากฟันมีเซลล์ (cellular cementum)[51]

เคลือบรากฟันไร้เซลล์

เคลือบรากฟันไร้เซลล์ เป็นชั้นเคลือบรากฟันบางๆ ปกคลุมชั้นเนื้อฟัน โดยจะหนาประมาณ 20-50 ไมครอนส์ บริเวณใกล้คอฟัน และหนาประมาณ 150–200 ไมครอนส์ บริเวณใกล้ปลายรากฟัน จากลักษณะทางจุลกายวิภาคศาสตร์ของชั้นเคลือบรากฟันที่ผ่าตามแนวแกนของฟัน พบว่าภายในชั้นของเคลือบรากฟันไร้เซลล์จะมีเส้นอินครีเมนทัล (incremental line) ซึ่งแสดงถึงลักษณะการพอกพูนของสารอนินทรีย์ที่มาตกตะกอนบนผิวฟันเป็นชั้นๆ บริเวณที่อยู่ใกล้ชั้นเนื้อฟันจะมีการตกตะกอนของสารอนินทรีย์น้อยกว่าบริเวณรอบนอกแต่เมื่อเทียบกับเคลือบรากฟันมีเซลล์แล้ว เคลือบรากฟันไร้เซลล์มีสารอนินทรีย์มาตกตะกอนมากกว่า[51] จากลักษณะทางจุลทรรศน์อิเล็กตรอน พบว่า ในชั้นของเคลือบรากฟันไร้เซลล์ประกอบด้วยเส้นใยคอลลาเจนที่เรียงตัวในแนวเดียวกันในทิศทางตั้งฉากกับผิวรากฟัน และเชื่อมประสานต่อเนื่องกับเส้นใยคอลลาเจนของเส้นใยชาร์ปเปย์ เมื่อพิจารณาถึงลักษณะของแร่ธาตุที่ตกตะกอนในชั้นเคลือบรากฟัน พบว่าเส้นใยคอลลาเจน ที่อยู่ภายในชั้นเคลือบรากฟันไร้เซลล์ จะปกคลุมไปด้วยผลึกไฮดรอกซีอพาไทต์ (hydroxyapatite crystal) สะสมอยู่เป็น

ชั้นบางๆ ขนาดของผลึกใหญ่ที่สุดประมาณ 40 x 2 x 2 นาโนเมตร โดยมีการเรียงตัวของผลึกไฮดรอกซีอพาไทต์ขนานไปกับแนวแกนของเส้นใยคอลลาเจน ส่วนบริเวณพื้นผิวนอกของชั้นเคลือบรากฟันมีการตกตะกอนของผลึก ทำให้มีลักษณะเป็นตุ่มเล็กๆรอบเส้นใยคอลลาเจนของเอ็นยึดปริทันต์ที่มาฝังตัวอยู่ที่ชั้นเคลือบรากฟัน[51] ทำให้เห็นพื้นผิวของเคลือบรากฟันมีลักษณะเป็นตุ่มยื่นเล็กๆ อยู่ทั่วไปเมื่อดูจากภาพถ่ายจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด และ ตรงกลางของตุ่มยื่นเล็กๆ เหล่านั้น มีรอยหวำซึ่งเชื่อว่า น่าจะเป็นที่ยึดเกาะของเส้นใยคอลลาเจนจากเอ็นยึดปริทันต์[53]

เคลือบรากฟันมีเซลล์

เคลือบรากฟันมีเซลล์ พบที่บริเวณใกล้ปลายราก โดยมีความหนาตั้งแต่ 1 มิลลิเมตรจนถึงหลายมิลลิเมตร ซึ่งจะเพิ่มขึ้นตามอายุ[51] เชื่อว่าเกิดจากการสร้างชั้นเคลือบรากฟันอย่างรวดเร็ว จนทำให้เซลล์สร้างเคลือบรากฟันไม่สามารถเคลื่อนตัวออกมาได้ทันการตกตะกอนของสารอนินทรีย์ในบริเวณนั้น จึงถูกสารอนินทรีย์พอกพูนทับถมเอาไว้ในเนื้อเยื่อของเคลือบรากฟัน เซลล์เหล่านี้จึงถูกเรียกชื่อใหม่ว่า เซลล์เคลือบรากฟัน โดยอาศัยอยู่ในแอ่งลาคูนา (lacuna) ภายในชั้นเคลือบรากฟัน และจะยังคงเป็นเซลล์ที่มีชีวิต โดยได้รับสารอาหารผ่านทางคานาลิคูไล (canaliculi) ซึ่งเป็นช่องทางเล็กๆ ที่เกิดจากส่วนยื่นของแขนงไซโตพลาสซึม (cytoplasmic process) ของเซลล์เองเชื่อมต่อกับเซลล์เคลือบรากฟันข้างเคียง และเปิดสู่ช่องของเอ็นยึดปริทันต์ (periodontal space) เพื่อรับสารอาหารเข้ามาหล่อเลี้ยงตัวเซลล์ได้[54] จากลักษณะทางจุลทรรศน์อิเล็กตรอนพบว่าเคลือบรากฟันมีเซลล์ประกอบด้วยสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์เหมือนกับเคลือบรากฟันไร้เซลล์[51] แต่การเรียงตัวของสารอินทรีย์แตกต่างกัน คือ มีเส้นใยคอลลาเจนจากเอ็นยึดปริทันต์ที่เข้ามาฝังตัวในชั้นเคลือบรากฟันมีเซลล์ เช่นเดียวกับในเคลือบรากฟันไร้เซลล์ โดยมีเส้นใยคอลลาเจนบางส่วนที่เรียงตัวขนานกับผิวของเคลือบรากฟัน แต่มีบางส่วนที่เรียงตัวในทิศทางอื่นๆ ซึ่งไม่เป็นระเบียบเหมือนกับเส้นใยคอลลาเจนในเคลือบรากฟันไร้เซลล์[55] นอกจากนี้ ชั้นของเคลือบรากฟันมีเซลล์มีการสะสมของสารอนินทรีย์ต่างๆ น้อยกว่าชั้นเคลือบรากฟันไร้เซลล์[56]

การวัดการสึกกร่อนจากการแปรงฟัน

การวัดการสึกกร่อนจากการแปรงฟันจากภายในช่องปากโดยตรง ยังทำได้ค่อนข้างยาก จึงมีการคิดค้นวิธีที่จะวัดการสึกกร่อนจากการแปรงฟันในห้องทดลอง ในระยะเริ่มแรกได้ใช้การวัดการสึกกร่อน จากการแปรงด้วยมือบนฟันที่ถูกถอนออกมาเปรียบเทียบกับการแปรงบนแท่งโลหะ โดยวัดจากอัตราของน้ำหนักที่สูญเสียไป อย่างไรก็ตาม Tainter และ Epstein พบว่า การสึกกร่อนของโลหะไม่สัมพันธ์กับการสึกกร่อนจากการแปรงฟัน ผลลัพธ์ของอัตราการสึกกร่อนที่ได้จากการแปรงบนโลหะให้ค่าต่ำกว่า การสึกกร่อนที่เกิดจากการแปรงบนฟันธรรมชาติ[29]

ต่อมาจึงได้เป็นที่ยอมรับกันว่า จำเป็นต้องใช้ฟันจริง ซึ่งควรเป็นฟันของมนุษย์ในการวัดการสึกกร่อนจากการแปรงฟัน

เนื้อฟันเป็นเนื้อเยื่อที่ใช้ในการศึกษามากที่สุด เนื่องจากมีความเสี่ยงต่อการสึกกร่อนมากกว่าเคลือบฟัน ในกระบวนการวัดการสึกกร่อนในห้องทดลอง มักใช้การวัดมวลของฟันที่หายไป ตัวอย่างเช่น Phineuf และคณะ [57] ใช้วิธีวัดน้ำหนักที่สูญเสียไปเปรียบเทียบระหว่างการแปรงด้วยมือและเครื่องแปรงอัตโนมัติ แต่เนื่องจากเนื้อฟันและเคลือบฟันเป็นเนื้อเยื่อที่มีน้ำเป็นองค์ประกอบในปริมาณต่างๆ กัน ความแตกต่างของปริมาณน้ำที่เป็นองค์ประกอบ จะมีผลต่อการวัดน้ำหนักที่สูญเสียไป ในอีกทางหนึ่งการทำให้ฟันมีความแห้งอย่างสมบูรณ์ ก็จะมีความเสี่ยงต่อการเกิดการสึกกร่อน

โดยทั่วไปแล้วพบว่า การใช้วิธีการวัดน้ำหนักที่สูญเสียไปนี้ เหมาะสมสำหรับการวัดวัสดุทันตกรรมมากกว่าเนื้อฟัน[58]

Grabenstetter และคณะ[29] ได้พัฒนาวิธีการทดสอบ การสึกกร่อนของเนื้อฟันขึ้น เรียกว่า Radioactive dentin abrasion test โดยวิธีการนี้จะนำชิ้นส่วนฟันไปอาบรังสีก่อน เมื่อเนื้อฟันที่ได้รับการอาบรังสีมาถูกแปรง, สารกัมมันตรังสีที่หลุดจากเนื้อฟัน จะเป็นตัวตรรชนีที่บอกถึงการสึกกร่อน ซึ่งวิธีการนี้ ได้รับการปรับปรุงให้ประสบความสำเร็จมากขึ้น โดย Bull และคณะ[59] และ Stookey และ Muhler[60]

ในที่ประชุม ADA ได้มีการทบทวนดูประวัติย้อนหลัง ถึงวิธีการวัดการสึกกร่อนของเนื้อฟัน ซึ่งจุดประสงค์ของการประชุมก็เพื่อให้มีแนวทางสำหรับการทดสอบการสึกกร่อนของเนื้อฟันในห้องปฏิบัติการ ซึ่งต้องเป็นวิธีที่สะดวก ประหยัดและน่าเชื่อถือ ใช้เครื่องมือพิเศษน้อยชิ้นที่สุด และวิธีการต้องเป็นที่ยอมรับในการวิจัยทางชุมชน ซึ่งที่ประชุมได้สรุปว่า วิธีการที่ดัดแปลงจากกรรมวิธีของ Grabenstetter และคณะ เป็นวิธีการที่เหมาะสมที่สุด[27]

<u>กัมมันตภาพรังสี (Radioactivity)</u> [61,62]

ไอโซโทปของธาตุต่างๆ มีหลายตัว สามารถแยกออกเป็นสองชนิด คือ ไอโซโทปเสถียร (stable isotope) และไอโซโทปที่ไม่เสถียรหรือไอโซโทปรังสี (radioisotope)

สารกัมมันตรังสี (radioactive material) คือ สารที่ประกอบด้วยนิวเคลียส (nucleus) ที่ไม่เสถียรที่มีการสลายตัวตลอดเวลา และมีการปลดปล่อยพลังงานออกมาในรูปของรังสี

กัมมันตภาพรังสี คือ อัตราการสลายตัวของไอโซโทปรังสี โดยที่นิวเคลียสที่ไม่เสถียรของอะตอมบางชนิด ที่พยายามปรับตัวเองให้ไปสู่สภาวะที่เสถียรกว่า เป็นผลให้มีการปลดปล่อยอนุภาคต่างๆ หรือคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เช่น อนุภาคแอลฟา (alpha) , อนุภาคเบตา (beta) , อนุภาคโปรตอน (proton) ,อนุภาคนิวตรอน และรังสีแกมมา (gamma ray) เป็นต้น

เครื่องปฏิกรณ์ปรมาณู

เป็นอุปกรณ์ผลิตนิวตรอนขนาดใหญ่ โดยอาศัยการเกิดปฏิกิริยาลูกโซ่ที่สามารถควบคุมและรักษาสภาพไว้ได้ มีองค์ประกอบที่สำคัญๆ คือ แกนเครื่องปฏิกรณ์ (reactor core), แท่งเชื้อเพลิง (fuel element), ตัวหน่วงความเร็วนิวตรอน (modulator), ตัวสะท้อนนิวตรอน (reflector) สิ่งกำบังรังสี (shields), ตัวระบายความร้อน (coolant) และอุปกรณ์ควบคุมปฏิกิริยา (control mechanisms)ในบางครั้งเราเรียกเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูว่า "เตาปฏิกรณ์ปรมาณู" (atomic furnace)

ประเภทของเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณู

แบ่งได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ

1. เครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูวิจัย (research reactor) จะมุ่งใช้ประโยชน์ จากนิวตรอนฟลักซ์ ความร้อนที่เกิดขึ้นในชั้นแรกจะถูกส่งไปยังตัวแลกถ่ายความร้อน และจะมีระบบน้ำเย็นในชั้นที่สองรับความร้อนไปถ่ายเทสู่บรรยากาศต่อไป

2. เครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูกำลัง (power reactor) มุ่งใช้ประโยชน์จากความร้อนที่เกิดขึ้นโดยนำพลังงาน ความร้อนเปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้าแบบนี้ จะมีขนาดใหญ่กว่าแบบที่ใช้ในการวิจัยมาก

ลักษณะของเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูของไทย

เครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูของไทยในปัจจุบัน เป็นแบบวิจัยขนาด กำลังสม่ำเสมอ (steady state) 2 เมกกะวัตต์ (ความร้อน) สามารถทำงานแบบทวีกำลัง (pulsing) ได้ถึงประมาณ 2,000 เมกกะวัตต์ ในระยะเวลาสั้นๆ ประมาณ 10.5 มิลลิวินาที (หนึ่งมิลลิวินาทีเท่ากับหนึ่งส่วนพันวินาที)

การเกิดปฏิกิริยาลูกโซ่ (Fission Chain Reaction) ในแกนเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณู

ปฏิกิริยาลูกโซ่ในแกนเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูเกิดขึ้นได้ เนื่องจากนิวเคลียสของวัสดุนิวเคลียร์พิเศษ (special nuclear material) เช่น พลูโตเนียม–239, ยูเรเนียม–238 หรือยูเรเนียม–235 เครื่องที่มีในไทยใช้ ยูเรเนียม–235 ดูดจับเอานิวตรอนที่มีพลังงานเหมาะสม ซึ่งจะทำให้นิวเคลียสแตกตัว แล้วปล่อยนิวตรอนเพิ่มขึ้นมาอีก 2-3 ตัว และพลังงานอีกจำนวนหนึ่ง นิวตรอนที่ถูกปล่อยออกมานี้ก็มีโอกาสถูกจับโดยนิวคลีไอ (nuclei) ตัวอื่นๆ อีก ปฏิกิริยาก็เกิดซ้ำอีกทำให้จำนวนนิวตรอนเพิ่มปริมาณขึ้นเรื่อยๆ ปฏิกิริยาเช่นนี้จะรักษาสภาพตัวมันเอง (self–sustaining) เมื่อจำนวนนิวตรอนที่ปล่อยออกมาในเวลาหนึ่งๆ เท่ากับหรือใกล้เคียงกับจำนวนนิวตรอนที่หายไป โดยการถูกจับเข้าไปในวัสดุที่ไม่สามารถแตกตัวได้ (non-fissioning material) หรือโดยการหนีออกไปจากระบบ

<u>หลักการเกิดและสลายตัวของ P^{32} (62)</u>

การเกิดรังสีของ P^{32} มาจากการที่นำ P^{31} ซึ่งเป็นธาตุที่เสถียรมายิงด้วยนิวตรอน ทำให้เกิดความไม่เสถียรของธาตุขึ้น

$$P^{31} + n \longrightarrow P^{32}$$

และเมื่อธาตุ P^{32} ทำการสลายตัว เพื่อให้ตัวเองกลับไปสู่ภาวะเสถียร ก็จะได้เป็นธาตุใหม่คือ S^{32}

<u>การวิจัยทางทันตกรรม</u>

ความแรงของรังสีที่นำมาใช้ทดสอบ มีค่าประมาณ 5 ไมโครคิวรี (μCi) พันที่นำมาอาบรังสี จะได้รับการยิงประจุนิวตรอนเข้าไป ทำให้ P^{31} ซึ่งเป็นส่วนประกอบของ ไฮดรอกซีอพาไทต์ กลายเป็น P^{32} มีพลังงาน 1.77 เมกกะอิเล็กตรอนโวลท์ (Mev) มีครึ่งชีวิต (half life)14.3 วัน และแผ่รังสีเบต้าออกมามี พิสัย 13 เซนติเมตร ส่วนประกอบอื่นๆ ของไฮดรอกซีอพาไทต์ เช่น แคลเซียม เมื่อได้รับประจุนิวตรอน จะให้สารกัมมันตรังสีปริมาณน้อยๆออกมา ซึ่งจะแผ่รังสีเบต้าอย่างอ่อนๆ,ออกซิเจน (oxygen) เมื่อได้รับประจุนิวตรอน จะแผ่ทั้งรังสีเบต้าและแกมมาออกมา แต่จะมีครึ่งชีวิตที่สั้น , ไฮโดรเจน (hydrogen) จะให้ ดิวทิเรียม (deuterium) ที่เสถียรออกมา ส่วนธาตุอื่นๆ ที่มีอยู่จะมีปริมาณน้อยมากซึ่งไม่สำคัญ

ดังนั้นจึงมีฟอสฟอรัสเพียงตัวเดียวเท่านั้น ที่ให้สารกัมมันตรังสีที่มีอายุยืนและมีปริมาณเพียงพอที่จะนำมาใช้ในการวัดได้[29]

บทที่3
ระเบียบวิธีวิจัย

ประชากร

ฟันซึ่งมีคุณสมบัติดังแสดงในข้อตกลงเบื้องต้นทั้งหมดจำนวน 40 ซี่

กลุ่มตัวอย่าง

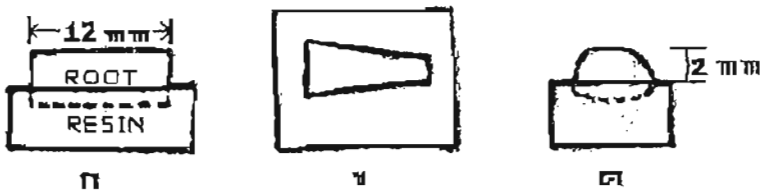
เป็นชิ้นฟันที่ได้จากการตัดชิ้นรากฟัน ด้วยวิธีการที่แสดงในข้อตกลงเบื้องต้น โดยฟัน 1 ซี่ เมื่อตัดแต่งแล้วจะได้ชิ้นฟันจำนวน 1 ชิ้น ดังนั้นจึงได้จำนวนตัวอย่างทั้งหมด 40 ชิ้น

วิธีดำเนินการวิจัย

1. เตรียมตัวอย่างฟันตามข้อตกลงเบื้องต้น จะได้ชิ้นรากฟันที่มีความยาวประมาณ 12 มิลลิเมตร มีความกว้างประมาณ 4 มิลลิเมตร ในส่วนใกล้คอฟัน และมีความกว้างประมาณ 2 มิลลิเมตร. ในส่วนใกล้ปลายรากฟัน มีหน้าตัดด้านใกล้แก้มเป็นหน้าตัดแบน (ภาพที่ 4)

2. นำชิ้นรากฟัน ไปอาบรังสี (irradiation) โดยส่งไปที่ศูนย์พลังงานปรมาณูเพื่อสันติ กรุงเทพมหานคร หลังจากผ่านการอาบรังสีแล้วทิ้งชิ้นรากฟันไว้ 2 สัปดาห์ (ให้มีครึ่งชีวิตเหลือประมาณ 14 วัน) จึงนำมาทดลองต่อไป

3. ยึด (mount) ชิ้นรากฟันในอคริลิกเรซิน (acrylic resin) โดยผสมอคริลิกเรซินใสลงในแบบ (mold) วางรากฟันให้ด้านยาวของรากขนานกับผิวของอคริลิกเรซิน วางเหนือพื้นผิวของ อคริลิกเรซิน โดยวัดจากพื้นผิวอคริลิกเรซินถึงส่วนบนสุดของผิวรากฟัน 2 มิลลิเมตร (แผนภาพที่ 2) คอยจนอคริลิกเรซินแข็งตัว



แผนภาพที่ 2 แสดงการยึดรากฟันใน อคริลิกเรซิน

ก.ภาพด้านข้าง ตามความยาวของชิ้นฟัน

ข.ภาพด้านบน ตามความยาวของชิ้นฟัน

ค.ภาพด้านข้าง ตามความกว้างของชิ้นฟัน

4. แบ่งตัวอย่างชิ้นรากฟันออกเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มละ 10 ชิ้ โดยวิธีการสุ่ม

กลุ่ม 1 เคลือบด้วยสารเรซินที่มีตัวเติม Seal & Protect® (ภาพที่ 5)

กลุ่ม 2 เคลือบด้วยสารเรซินที่ไม่มีตัวเติมที่เป็นวัสดุชนิดเดียวกับ Seal & Protect® แต่ไม่มีตัวเติม (ภาพที่ 6)

กลุ่ม 3 เคลือบด้วยสารเรซินที่ไม่มีตัวเติม All – Bond 2.® (ภาพที่ 7)

กลุ่ม 4 กลุ่มควบคุมไม่เคลือบด้วยสารใด ๆ

นำชิ้นรากฟันกลุ่ม 1 , กลุ่ม 2 และ กลุ่ม 3 มาเคลือบด้วยสารเรซิน ตามวิธีการใช้ของสารเรซินแต่ละชนิด

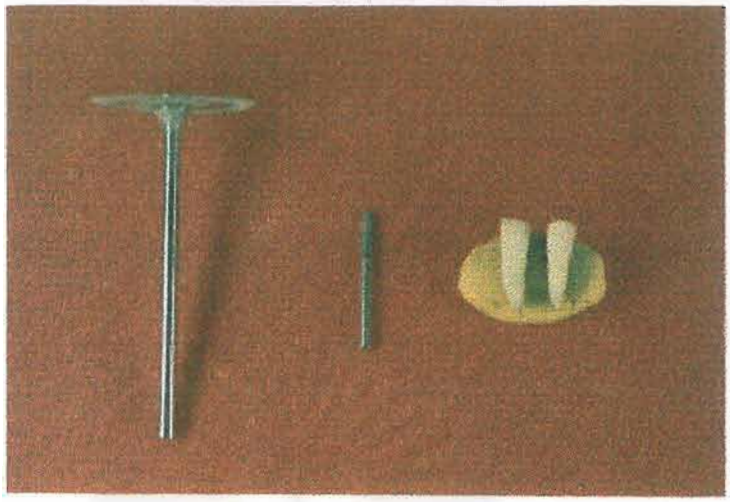
กลุ่ม 1 เคลือบด้วยสารเรซินที่มีตัวเติม Seal & Protect® ตามวิธีการที่บริษัทผู้ผลิตกำหนด

วิธีการ

1. ทำความสะอาดชิ้นรากฟันด้วยการขัดด้วยหัวขัดยางรูปถ้วย (rubber cup) และผงขัด(pumice) ฉีดล้างด้วยน้ำ เป่าให้แห้งหมาดๆ

2. ใช้แอพพลิเคชั่น ทิป (application tip) ที่บริษัทให้มา จุ่มสารละลายเรซินทาที่ผิวเนื้อฟัน เป่าลมเบาๆให้กระจาย ทำให้แข็งด้วยแสงเป็นเวลา 10 วินาที

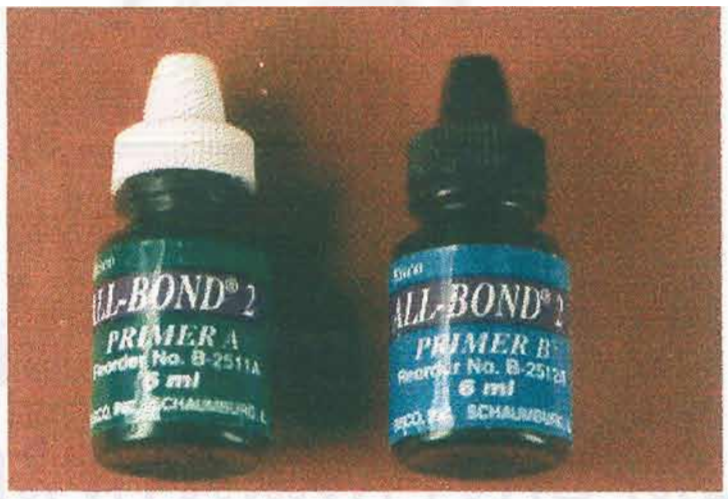
3. ทาครั้งที่ 2 ซ้ำโดยทำเหมือนครั้งแรกเป่าลมเบาๆ ให้กระจาย ทำให้แข็งด้วยแสงเป็นเวลา 10 วินาที



ภาพที่ 4 แสดงตัวอย่างฟันที่ตัดแล้วพร้อมเครื่องมือที่ใช้ในการตัด

ภาพที่ 5 แสดงสารที่ใช้ทดสอบ ได้แก่ สารเรซินที่มีตัวเติม Seal&Protect®

ภาพที่ 6 แสดงสารที่ใช้ทดสอบ ได้แก่ สารเรซินที่ไม่มีตัวเติม ที่เป็นวัสดุชนิดเดียวกับ Seal&Protect® แต่ไม่มีตัวเติม



ภาพที่ 7 แสดงสารที่ใช้ทดสอบ ได้แก่ สารเรซินที่ไม่มีตัวเติมชนิดอื่น คือ All-bond 2

กลุ่ม 2 เคลือบด้วยสารเรซินที่ไม่มีตัวเติมที่เป็นวัสดุชนิดเดียวกับ Seal & Protect® แต่ไม่มีตัวเติม

วิธีการ

ใช้วิธีการเคลือบแบบเดียวกับกลุ่ม 1

กลุ่ม 3 เคลือบด้วยสารเรซินที่ไม่มีตัวเติม All – Bond 2®

วิธีการ

1. ทำความสะอาดชิ้นรากฟันด้วยการขัดด้วยหัวขัดยางรูปถ้วยและผงขัด ฉีดล้างด้วยน้ำเป่าให้แห้งหมาด ๆ

2. หยดสารละลายในขวด A และ B ใส่ในถาดหลุมผสมกัน ใช้แอพพลิเคชั่นทิปจุ่มสารละลายทาที่ผิวฟัน

3. ทาซ้ำทั้งหมด 5 ครั้ง โดยใช้วิธีการเหมือนครั้งแรก

4. ทำให้แข็งด้วยแสง เป็นเวลา 20 วินาที

ให้หมายเลขสำหรับรากฟันแต่ละชิ้นก่อนนำไปเตรียมในขั้นต่อไป โดยผู้ให้หมายเลขจะเป็นคนละคนกับผู้ทดลองและประเมินผล

5. นำชิ้นรากฟันที่ยึดแล้วทั้ง 4 กลุ่ม ไปทดสอบการสึกกร่อนจากการแปรงฟันด้วยเครื่องแปรงฟัน V8 โดยใช้แปรงสีฟันที่เตรียมไว้ตามข้อตกลงเบื้องต้น (ภาพที่ 8)

5.1 เลือกชิ้นรากฟันขึ้นมาครั้งละ 8 ชิ้น

5.2 นำชิ้นรากฟันใส่ลงในเครื่องตามตำแหน่งที่ยึดชิ้นฟัน ซึ่งเครื่องแปรงฟัน V8 จะมีที่ยึดชิ้นฟันทั้งหมด 8 ตำแหน่ง

5.3 ตั้งเครื่องแปรงฟัน[27] โดยปรับให้มีแรงจากการแปรงฟัน (brush tension) ที่หัวแปรงแต่ละอัน ให้มีขนาดเท่ากันคือ 150 กรัม โดยใช้เครื่องวัดแรง (tension gauge) (ภาพที่ 9) ซึ่งมีลักษณะเป็นสปริง มีปลายเป็นตะขอเกี่ยวที่หัวแปรง วัดให้ได้แรงกดของแปรงลงบนชิ้นฟันเท่ากับ 150 กรัม โดยให้ขนแปรงสัมผัสอยู่ที่ผิวชิ้นฟัน (การปรับแรงกดของหัวแปรงทำได้โดยการขันน็อตที่ยึดอยู่ที่ด้ามแปรงให้แน่นเข้าหรือคลายออก) ปรับจำนวนการแปรงฟันให้อยู่ในระดับ 3,000 สโตรคส์ (strokes) (1 สโตรคเท่ากับการเคลื่อนของแปรงขึ้น 1 ครั้งลง 1ครั้ง ตามแนวดิ่ง) เนื่องจากค่ามาตรฐานการสึกกร่อนของเนื้อฟันอยู่ในระดับ1,500 สโตรคส์ ในการทดลองนี้จึงตั้ง

ภาพที่ 8 แสดงเครื่องแปรงฟัน V 8

ภาพที่ 9 แสดงเครื่องวัดแรงแปรงฟัน

I19274488

ค่าที่มากกว่า 1,500 สโตรคส์ โดยตั้งไว้ที่ระดับ 3,000 สโตรคส์ ความเร็วในการแปรง 50 สโตรคส์ต่อ 1 นาที

5.4 ชั่งยาสีฟันตามข้อตกลงเบื้องต้น 25 กรัม ด้วยเครื่องชั่งไฟฟ้าชนิดละเอียด ใส่ลงในหลอดทดลอง เติมน้ำกลั่น 40 มิลลิลิตรลงในหลอดทดลอง กวนให้เป็นเนื้อเดียวกันด้วยเครื่องกวนแบบแตกตัว จากนั้นนำหลอดทดลองไปใส่ไว้ที่ ที่ยึดหลอดในเครื่อง ซึ่งแปรงสีฟันและชิ้นรากฟันจะแช่อยู่ในสารละลายยาสีฟันในหลอดทดลอง

6. เมื่อผ่านการแปรงเรียบร้อยแล้วจึงนำตัวอย่างสารละลายยาสีฟันในหลอดทดลองมาหาปริมาณสารกัมมันตรังสี (radiation detection)

6.1 ใช้ปิเปตอัตโนมัติ (automatic pipet)ดูดสารละลายยาสีฟันจำนวน 1 มิลลิลิตร นำมาใส่ในหลอดเก็บตัวอย่าง เติม scintillation cocktail จำนวน 3 มิลลิลิตร ลงไปผสมให้เข้ากัน ด้วยเครื่องเขย่าสารละลาย (voltex mixer)เป็นเวลา 15 วินาที

6.2 ทำการเก็บตัวอย่างทั้งหมด 3 ครั้งต่อสารละลายยาสีฟัน 1 หลอดทดลอง โดยเปลี่ยนส่วนปลายสำหรับดูดสารของปิเปตอัตโนมัติทุกครั้งที่ทำการเก็บตัวอย่างในแต่ละหลอด มีสารละลายยาสีฟันทั้งหมด 8 หลอด จึงต้องทำการเก็บตัวอย่างทั้งหมด 24 ครั้ง ในการทดสอบแต่ละรอบ

6.3 ดวง scintillation cocktail จำนวน 3 มิลลิลิตร ใส่ลงในหลอดเก็บตัวอย่างที่ไม่มีส่วนผสมยาสีฟัน อีก 1 หลอด เพื่อวัดปริมาณสารกัมมันตรังสีที่มีอยู่ใน scintillation cocktail

7. การคำนวณ

7.1 นำหลอดเก็บตัวอย่างทั้งหมดในข้อ6ไปใส่ในเครื่องตรวจนับปริมาณสารกัมมันตรังสี(ภาพที่ 10) เครื่องจะแสดงผลการนับปริมาณสารกัมมันตรังสีออกมาเป็นหน่วย count per minute (cpm)

7.2 กำหนดให้การแปรงด้วยเครื่องจำนวน 60 สโตรคส์เทียบเท่ากับการแปรง 2 ครั้งใน1 วัน [25] ในการศึกษานี้แปรงจำนวน 3,000 สโตรคส์

8. ระยะเวลาที่ทำการวิจัย

7 เดือน ตั้งแต่วันที่ 1 กันยายน 2542 ถึง วันที่ 31 มีนาคม 2543

ภาพที่ 10 แสดงเครื่องตรวจนับปริมาณสารกัมมันตรังสี

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วัสดุอุปกรณ์และสารเคมี

1. มอเตอร์กรอฟัน

2. หัวกรอคาร์ไบด์รูปทรงกระบอก , หัวกรอกากเพชร เบอร์ 237 D

3. ดินสอดำ 2B , ไม้บรรทัด

4. น้ำยาฟอร์มาลีน ความเข้มข้น 4 %

5. ผงอคริลิกเรซิน , น้ำยาโมโนเมอร์ (monomer) สำหรับผสม

6. หัวขัดยางรูปถ้วยและผงขัด

7. สารเรซิน Seal & Protect ® Lot No.9904001598 ผลิตโดยบริษัท Dentsply ประเทศเยอรมัน

8. สารเรซินที่ไม่มีตัวเติมที่เป็นวัสดุชนิดเดียวกับ Seal & Protect ®แต่ไม่มีตัวเติม Lot No.9908000351 ผลิตโดยบริษัท Dentsply ประเทศเยอรมัน

9. สารเรซิน All-Bond 2.® ประกอบด้วยสารละลายในขวด A Lot No. 9900004482 และสารละลายในขวด B Lot No.9900004474 ผลิตโดยบริษัท Bisco ประเทศ สหรัฐอเมริกา

10. เครื่องฉายแสงเพื่อทำให้เรซินแข็งตัว Translux® EC ผลิตโดยบริษัท Kulzer ประเทศ สหรัฐอเมริกา

11. หลอดทดลองพลาสติกขนาดความยาว 5.5 นิ้ว เส้นผ่าศูนย์กลาง 1.2 นิ้ว

12.หลอดเก็บตัวอย่างขนาด 5 มิลลิลิตร

13. ยาสีฟัน ไกล้ชิด ไวท์เทนนิ่ง ผลิตโดยบริษัทยูนิลีเวอร์ ไทยโฮลดิ้งส์ จำกัด

14. แปรงสีฟันคอลเกต ชนิดขนนุ่มปานกลาง หน้าตัดเรียบ จำนวนขนแปรง 43 กลุ่มผลิตโดยบริษัท คอลเกต-ปาล์มโอลีฟ (ประเทศไทย) จำกัด

15. เครื่องแปรงฟัน V8 ผลิตโดยบริษัท Sabri dental enterprise ประเทศสหรัฐอเมริกา

16. เครื่องวัดแรง รุ่น 1303 160Z ผลิตโดยบริษัท E.T.M.Corporation ประเทศสหรัฐอเมริกา

17. เครื่องชั่งไฟฟ้าชนิดละเอียด รุ่น HF3000 GD ผลิตโดยบริษัท AND ประเทศญี่ปุ่น

18. เครื่องกวนแบบแตกตัว รุ่น RW 20.n ผลิตโดยบริษัท Ika ประเทศเยอรมัน

19. เครื่องเขย่าสารละลาย รุ่น MS 1 minishaker ผลิตโดยบริษัท Ika ประเทศเยอรมัน

20. ปิเปตอัตโนมัติ ผลิตโดยบริษัท Gilson ประเทศฝรั่งเศส

21. เครื่องตรวจวัดปริมาณรังสี รุ่น 1414 Win Spectral ™ ผลิตโดยบริษัท Wallac ประเทศฟินแลนด์

22. น้ำยา Scintillation cocktail ผลิตโดยบริษัท Wallac ประเทศฟินแลนด์

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

เมื่อวัดปริมาณสารกัมมันตรังสีในตัวอย่างสารละลายยาสีฟัน ที่ได้จากการแปรงชิ้นรากฟันด้วยเครื่องแปรงฟัน V 8 และแบ่งเป็นกลุ่มต่างๆคือ กลุ่ม 1 เคลือบด้วยสารลดการเสียวฟันชนิดสารเรซินที่มีตัวเติม Seal&Protect® กลุ่ม 2 เคลือบด้วยสารเรซินที่เป็นวัสดุชนิดเดียวกับ Seal&Protect® แต่ไม่มีตัวเติม กลุ่ม 3 เคลือบด้วยสารเรซินที่ไม่มีตัวเติมชนิดอื่น กลุ่ม 4 กลุ่มควบคุมไม่เคลือบด้วยสารใดๆ (ภาคผนวกตารางที่ 1)

จากผลการทดลองพบว่า ปริมาณสารกัมมันตรังสีในยาสีฟันที่วัดได้จากกลุ่มทดลองทั้ง 4 กลุ่ม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยพบว่าปริมาณสารกัมมันตรังสีในยาสีฟันที่วัดได้จากกลุ่มที่เคลือบด้วยสารเรซินที่มีตัวเติมแตกต่างจากกลุ่มที่เคลือบด้วยสารเรซินที่ไม่มีตัวเติมทั้งสองชนิด และแตกต่างจากกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) (ภาคผนวกตารางที่ 3)

ค่าเฉลี่ยปริมาณสารกัมมันตรังสี ในสารละลายยาสีฟันที่ได้จากการแปรงชิ้นรากฟันทั้ง 4 กลุ่ม มีค่าดังนี้ กลุ่มที่เคลือบด้วยสารเรซินที่มีตัวเติม Seal&Protect® มีค่าเฉลี่ย 234.6±120.1 cpm กลุ่มที่เคลือบด้วยสารเรซินที่ไม่มีตัวเติมที่เป็นวัสดุชนิดเดียวกับ Seal&Protect® แต่ไม่มีตัวเติม มีค่าเฉลี่ย 2716.2±1532.7 cpm กลุ่มที่เคลือบด้วยสารเรซินที่ไม่มีตัวเติมที่เป็นวัสดุชนิดอื่นมีค่าเฉลี่ย 1202.3±434.9 cpm กลุ่มควบคุมที่ไม่ได้เคลือบด้วยสารใดๆมีค่าเฉลี่ย 7170.9±2283.4 cpm (ตารางที่ 2, ภาพที่ 11 และ ภาคผนวกตารางที่ 2) นั่นคือค่าเฉลี่ยปริมาณสารกัมมันตรังสีในกลุ่มที่เคลือบด้วยสารเรซินที่มีตัวเติม Seal&Protect® มีค่าน้อยที่สุด รองลงมา ได้แก่ กลุ่มที่เคลือบด้วยสารเรซินที่ไม่มีตัวเติมที่เป็นวัสดุชนิดอื่น และกลุ่มที่เคลือบด้วยสารเรซินที่ไม่มีตัวเติมที่เป็นวัสดุชนิดเดียวกับ Seal&Protect® ตามลำดับ ส่วนค่าเฉลี่ยในกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้เคลือบด้วยสารใดๆมีค่ามากที่สุด

เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปริมาณสารกัมมันตรังสีในยาสีฟัน ระหว่างกลุ่มที่เคลือบด้วยสารเรซินที่มีตัวเติม Seal&Protect® กับกลุ่มอื่นๆได้แก่กลุ่มที่เคลือบด้วยสารเรซินที่ไม่มีตัวเติมที่เป็นวัสดุชนิดเดียวกับ Seal&Protect® แต่ไม่มีตัวเติม , กลุ่มที่เคลือบด้วยสารเรซินที่ไม่มีตัวเติมที่

เป็นวัสดุชนิดอื่นรวมทั้งกลุ่มควบคุมพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) และพบว่าค่าเฉลี่ยปริมาณสารกัมมันตรังสีในยาสีฟัน ในกลุ่มทดลองที่เคลือบด้วยสารเรซินทั้ง 3 กลุ่ม มีความแตกต่างจากกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้เคลือบด้วยสารใดๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) แต่เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยปริมาณสารกัมมันตรังสีในยาสีฟันระหว่างกลุ่มที่เคลือบด้วยสารเรซินที่ไม่มีตัวเติมทั้งสองกลุ่ม ได้แก่กลุ่มที่เคลือบด้วยสารเรซินที่เป็นวัสดุชนิดเดียวกับ Seal&Protect® แต่ไม่มีตัวเติมและกลุ่มที่เคลือบด้วยสารเรซินชนิดอื่น พบว่าทั้งสองกลุ่มไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) (ภาคผนวกตารางที่ 4)

	สารเคลือบผิวเนื้อฟัน			ไม่ได้เคลือบสาร
	Seal&Protect®	Allbond 2®	Seal&Protect® without filler	Control
ปริมาณสารกัมมันตรังสี	234.6±120.1 (10)	1202.3±434.9* (10)	2716.2±532.7* (10)	7170.9±283.4* (10)

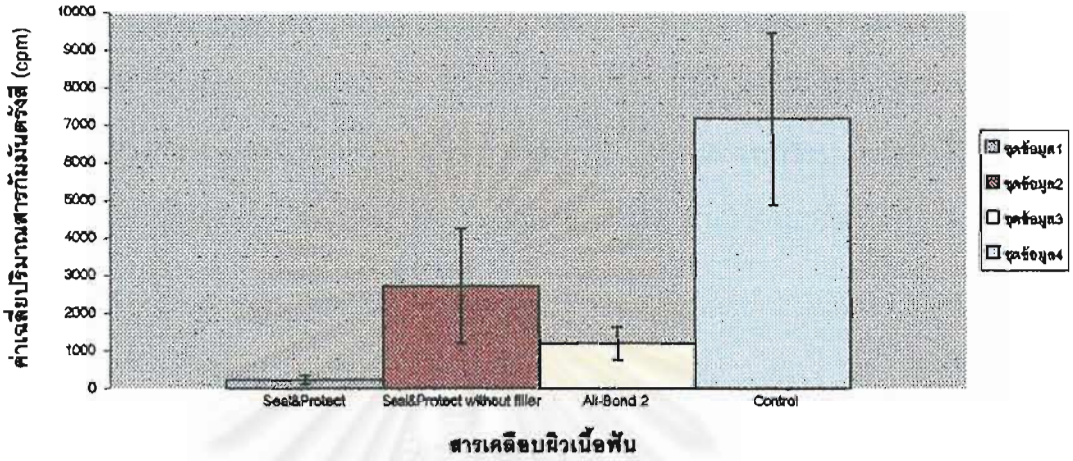
± ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน

( ) จำนวนตัวอย่างที่ใช้ทดลอง

* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับกลุ่มที่เคลือบด้วย Seal&Protect®

ตารางที่ 2 แสดงค่าเฉลี่ยปริมาณสารกัมมันตรังสี , ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานที่วัดได้หลังจากการแปรงชิ้นฟันที่เคลือบด้วยสารที่ใช้ทำการทดลอง

แผนภูมิที่ 1: แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยปริมาณสารกัมมันตรังสีกับชนิดของสารเคลือบผิวเนื้อฟัน



I แสดงค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเฉลี่ยปริมาณสารกัมมันตรังสี

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่5
การวิจารณ์สรุปผลวิจัยและข้อเสนอแนะ

มีผู้ป่วยจำนวนมากที่รู้สึกไม่สบายจากการเกิดความรู้สึกเสียวฟัน ซึ่งพบว่าอาจเกิดจากการเผยออกของเนื้อฟันต่อสภาวะในช่องปากไม่ว่าจะด้วยสาเหตุอะไร และมักพบได้บ่อยภายหลังจากการเกิดภาวะเหงือกร่น ซึ่งอาจมีสาเหตุมาจากการแปรงฟันที่ผิดวิธีหรือภายหลังการรักษาโรคปริทันต์ จากการศึกษาของ Uchida และคณะ[63] ในการเปรียบเทียบการเกิดอาการเสียวฟัน ของผู้ป่วยผู้ใหญ่ ก่อนและหลังการทำศัลย์ปริทันต์ พบว่าภายหลังการทำศัลย์ปริทันต์ผู้ป่วยมีอาการเสียวฟันเพิ่มขึ้นมากกว่า 100%

ถึงแม้ว่ากลไกของการเกิดอาการเสียวฟันยังเป็นข้อถกเถียงกันอยู่ แต่ทฤษฎีที่เป็นที่ยอมรับและสามารถใช้อธิบายการเกิดอาการเสียวฟันได้ดีที่สุดคือ ทฤษฎีการเคลื่อนไหวของของเหลว ซึ่งอธิบายว่าเมื่อของเหลวที่บรรจุในท่อเนื้อฟันมีการเคลื่อนที่อย่างรวดเร็ว จะเป็นการกระตุ้นเส้นใยประสาทบริเวณเนื้อเยื่อโพรงประสาทฟัน ทำให้เกิดความรู้สึกเสียวฟันได้ ดังนั้นทางเลือกหนึ่งในการรักษาอาการเสียวฟันอาจเกิดขึ้นได้ต่อเมื่อทำให้ท่อเนื้อฟันถูกอุดตัน เพื่อมิให้เกิดการเคลื่อนที่ของของเหลวในท่อเนื้อฟันหรือลดความไวในการตอบรับต่อสิ่งกระตุ้นของเส้นใยประสาทฟัน การอุดตันอาจเกิดขึ้นได้เองตามธรรมชาติแต่ต้องอาศัยเวลา[64] หรือภาวะที่เหมาะสมโดยไม่สัมผัสกับกรดและคราบจุลินทรีย์[16] รวมทั้งภาวะที่มีแร่ธาตุอิ่มตัวในน้ำลายระดับสูง[14] ดังนั้นจึงมีการคิดค้นสารที่จะช่วยรักษาอาการเสียวฟัน ซึ่งจุดประสงค์ในการรักษาอาการเสียวฟันทางคลินิกก็คือ การทำให้ท่อเนื้อฟันถูกเคลือบปิดอย่างถาวร[65] แต่จากการศึกษาที่ผ่านมามักพบว่าสารต่างๆที่นำมาใช้นั้น ถึงแม้จะสามารถปิดท่อเนื้อฟันได้ มักจะคงอยู่ได้ไม่นาน เช่น Absi และคณะ[66] ได้ทำการศึกษาในห้องทดลองเพื่อดูความคงอยู่ของส่วนประกอบยาสีฟันบนชิ้นเนื้อฟัน หลังจากแช่ในน้ำ ซึ่งพบว่าโดยส่วนใหญ่แล้วผลึกมักจะหลุดออกจากผิวเนื้อฟัน และจากรายงานของ Jain และคณะ[67] ที่ได้ทำการศึกษาในห้องทดลองเกี่ยวกับปริมาณของผลึกแคลเซียมออกซาเลต ซึ่งเป็นสารหนึ่งที่ได้รับความสนใจในการนำมาใช้ลดการเสียวฟัน โดยเปรียบเทียบความคงอยู่ของผลึกก่อนและหลังการแปรงฟัน ซึ่งพบว่ากลุ่มที่ได้รับการแปรงฟันมีปริมาณของผลึกลดน้อยลง

หลายการศึกษาที่ผ่านมา[16,68] พบว่าการใช้สารยึดเนื้อฟัน ซึ่งมีส่วนประกอบเป็นสารเรซินสามารถใช้รักษาอาการเสียวฟันได้ สารเรซินจึงได้รับการพัฒนามากขึ้นเรื่อยๆ Watanabe[21] ได้ใช้สารไพรเมอร์ที่มีคุณสมบัติชอบน้ำทาบริเวณผิวเนื้อฟัน โดยไม่ต้องปรับสภาพผิวเนื้อฟันด้วยกรด เนื่องจากเชื่อว่าบริเวณดังกล่าว ซึ่งมีอาการเสียวฟันเกิดขึ้นนั้น มีท่อเนื้อฟันเปิดอยู่แล้ว Zhangและคณะ[15]ได้ศึกษาการใช้สารเรซินที่มีลักษณะเป็นสารแขวนลอยโพลีเมอร์ (polymer) ในการลดการซึมผ่านของของเหลวในท่อเนื้อฟัน พบว่าสามารถลดได้ทันทีหลังทาสาร แต่พบว่ามีการซึมผ่านของของเหลวมากขึ้น เมื่อแช่ชิ้นฟันไว้ในน้ำลายนานหนึ่งเดือน

อย่างไรก็ตามที่ผ่านมาสารเรซินที่นำมาใช้ ถึงแม้จะสามารถเคลือบผิวเนื้อฟันได้แต่ก็มีแนวโน้มจะหลุดออกได้ง่ายจากการแปรงฟัน[15] ซึ่งคุณสมบัติของสารเรซินที่นำมาใช้เคลือบผิวฟันเพื่อลดการเสียวฟันนั้น ควรอยู่ในรูปแบบที่ใช้ได้ง่าย มีลักษณะใสเมื่อทาที่ผิวฟัน และมีความทนทานสามารถคงอยู่ได้นาน ตามหลักของ Grossman[6] ในอดีตที่ผ่านมา ตัวเติมได้ถูกนำมาใส่ในสารเรซิน เพื่อเพิ่มคุณสมบัติให้สารมีความทนทานต่อการสึกกร่อนมากขึ้น แต่ตัวเติมที่ผลิตได้นั้นมีขนาดใหญ่ทำให้ไม่เหมาะนำมาใช้เคลือบผิวเนื้อฟัน อีกทั้งยังพบว่าตัวเติมที่มีขนาดใหญ่ทำให้เกิดการสึกกร่อนได้ง่ายกว่าตัวเติมที่มีขนาดเล็ก[69] การลดขนาดตัวเติมลงจึงอาจช่วยลดอัตราการสึกกร่อนได้[49] ด้วยความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีในปัจจุบัน ทำให้สามารถผลิตตัวเติมที่มีขนาดเล็กมากประมาณ 7 นาโนเมตรขึ้นมาได้ ตัวเติมดังกล่าวนี้จึงถูกนำมาใส่ไว้ในสารลดการเสียวฟันชนิดสารเรซินเพื่อปรับปรุงคุณสมบัติให้มีความทนทานต่อการสึกกร่อนมากขึ้น

การวัดการสึกกร่อนสามารถทำได้หลายวิธีในห้องทดลอง ตัวอย่างเช่น การวัดน้ำหนักที่สูญเสียไปภายหลังการแปรงฟัน แต่วิธีการนี้มีปัญหาเนื่องจากฟันเป็นเนื้อเยื่อที่มีน้ำเป็นองค์ประกอบอยู่ การวัดการสึกกร่อนด้วยสารกัมมันตรังสีจึงเป็นที่นิยมมากกว่า และเนื้อฟันมีความนุ่มกว่าเคลือบฟัน จึงอาจถูกทำลายได้ง่ายกว่า ดังนั้นจึงมีความเหมาะสมในการนำมาทดสอบการสึกกร่อนจากการแปรงฟัน[70] เนื่องจากเคลือบรากฟันมีลักษณะนุ่มและบาง ถ้าไม่มีการปกป้องจากขอบเหงือกแล้ว อาจถูกทำลายได้ง่าย และทำให้เกิดการเผยออกของเนื้อฟันเกิดขึ้น มีรายงานว่าอาการเสียวฟันพบมากที่บริเวณรากฟันในส่วนใกล้คอฟัน[4,7] การศึกษาการสึกกร่อนของเนื้อฟัน จึงมักใช้เนื้อฟันบริเวณรากฟันในการทดสอบ

ในการวิจัยได้ศึกษาเปรียบเทียบการสึกกร่อนของเนื้อฟันจากการแปรงฟันระหว่างการใช้สารลดการเสียวฟันชนิดสารเรซิน Seal&Protect® และการใช้สารเรซินไม่มีตัวเติม 2 ชนิด ได้แก่ สารเรซินที่เป็นวัสดุชนิดเดียวกับ Seal&Protect® แต่ไม่มีตัวเติม และสารเรซินชนิดอื่นเคลือบผิวเนื้อฟัน ตามวิธีการใช้สารเรซินแต่ละชนิดที่ใช้รักษาอาการเสียวฟันในผู้ป่วย โดยเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมซึ่งไม่ได้เคลือบด้วยสารใดๆ ซึ่งวัดค่าการสึกกร่อนของเนื้อฟัน จากการวัดปริมาณสารกัมมันตรังสีในตัวอย่างสารละลายยาสีฟันที่ได้จากการแปรงฟันด้วยเครื่องแปรงฟัน V8 ตามวิธีการที่ Hefferen[27] ได้รายงานไว้

เนื่องจากสารกัมมันตรังสีเป็นสารที่ประกอบด้วยนิวเคลียสที่ไม่เสถียร จึงมีการสลายตัวและปลดปล่อยพลังงานออกมาตลอดเวลาเพื่อให้ตัวเองกลับไปสู่ภาวะเสถียร ความแตกต่างของระยะเวลาในการนำชิ้นฟันที่อาบรังสีแล้วมาทดสอบจึงอาจมีผลต่อปริมาณสารกัมมันตรังสีที่วัดได้ นั่นคือกรณีที่ชิ้นฟันที่ได้รับการอาบรังสีมาพร้อมกัน แต่ถูกนำมาทดสอบในระยะเวลาต่างกัน ชิ้นฟันที่นำมาทดสอบก่อนอาจวัดปริมาณสารกัมมันตรังสีได้มากกว่าชิ้นฟันที่นำมาทดสอบทีหลัง ในการวิจัยนี้ได้ใช้ชิ้นฟันในการทดสอบทั้งหมด 40 ชิ้น ในขณะที่เครื่องแปรงฟัน V8 สามารถใส่ชิ้นฟันสำหรับทดสอบได้ครั้งละ 8 ชิ้น จึงไม่สามารถทำการทดสอบชิ้นฟันทุกชิ้นพร้อมกันได้ ปัญหานี้ได้รับการแก้ไขโดยการส่งชิ้นฟันที่จะทำการทดสอบในรุ่นเดียวกันไปอาบรังสีพร้อมกัน เพื่อให้การสลายตัวของสารกัมมันตรังสีอยู่ในระดับใกล้เคียงกันเมื่อนำมาใช้ทดสอบ

ในการวิจัยนี้ได้ใช้ยาสีฟันที่มีค่า RDA ใกล้เคียงกับค่ามาตรฐานของยาสีฟันอ้างอิงของ ADA เนื่องจากปริมาณสารขัดสี (abrasives) ในยาสีฟันมีผลต่อการสึกกร่อนของเนื้อฟัน[60] เช่น ถ้ายาสีฟันมีค่า RDA มากจะทำให้มีการสึกกร่อนของเนื้อฟันเพิ่มมากขึ้น และได้ปรับให้มีแรงจากการแปรงฟันที่หัวแปรงแต่ละอันมีขนาดเท่ากันคือ 150 กรัม เพราะแรงที่ใช้ในการแปรงฟันก็มีผลต่อการสึกกร่อนของเนื้อฟันเช่นกัน[29,60] แต่เนื่องจากเครื่องแปรงฟัน V8 ที่ใช้ไม่สามารถตั้งค่าแรงจากการแปรงฟันได้ จึงต้องใช้เครื่องวัดแรงต่างหาก ซึ่งใช้การถ่วงหัวแปรงด้วยสปริงให้ได้ขนาด 150 กรัม ทำให้แรงในการแปรงชิ้นฟันแต่ละชิ้นอาจมีความคลาดเคลื่อนได้ ชิ้นตัวอย่างฟันที่ใช้ในการวิจัยนี้ได้ตัดแต่งให้มีหน้าตัดเรียบและกำหนดขนาดของพื้นที่ไว้ เพื่อให้ได้พื้นที่ผิวสัมผัสกับหน้าตัดขนแปรงของชิ้นฟันแต่ละชิ้นมีขนาดใกล้เคียงกัน

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณสารกัมมันตรังสีในสารละลายยา

สีฟันที่วัดได้จากกลุ่มที่เคลือบด้วยสารเรซินและกลุ่มที่ไม่ได้เคลือบด้วยสารเรซิน พบว่ามีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งปริมาณสารกัมมันตรังสี ในตัวอย่างสารละลายยาสีฟันเป็นตัวที่บ่งบอกถึงปริมาณการสึกกร่อนของเนื้อฟันจากการแปรงฟัน ความแตกต่างที่วัดได้นี้จึงแสดงให้เห็นว่า กลุ่มที่เคลือบด้วยสารเรซินและกลุ่มที่ไม่ได้เคลือบด้วยสารเรซิน มีปริมาณการสึกกร่อนของเนื้อฟันที่เกิดจากการแปรงฟันแตกต่างกัน

เมื่อดูที่ค่าเฉลี่ยของปริมาณสารกัมมันตรังสีในแต่ละกลุ่ม พบว่ากลุ่มที่เคลือบด้วยสารเรซินที่มีตัวเติม มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด และพบว่ามีความแตกต่างจากกลุ่มที่เคลือบด้วยสารเรซินที่ไม่มีตัวเติมทั้งสองกลุ่มรวมทั้งแตกต่างจากกลุ่มควบคุม ที่ไม่เคลือบด้วยสารใดๆอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งแสดงว่าสารเรซินที่มีตัวเติมสามารถลดการสึกกร่อนของเนื้อฟันได้ดีที่สุด

Miyazakiและคณะ[71] พบว่าตัวเติมที่ใส่เข้าไปในสารเรซินยึดเนื้อฟันที่ไม่มีตัวเติม อาจเป็นปัจจัยหนึ่งที่สำคัญในการช่วยเสริมความสามารถในการยึดของสารกับเนื้อฟัน จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าการยึดของสารเรซินที่ไม่มีตัวเติมกับเนื้อฟัน อาจเกิดขึ้นได้ในสองรูปแบบ[72] คือ รูปแบบแรกเกิดจากการที่สารเรซินแทรกซึมเข้าไปในท่อเนื้อฟัน เกิดลักษณะที่เรียกว่าเรซิน แทกขึ้น โดยสารยึดติดในปัจจุบัน จะมีไพรเมอร์ซึ่งมีส่วนประกอบของแอลกอฮอล์ (alcohol) หรือ อะซีโตน (acetone) ที่มีคุณสมบัติเป็นสารที่ชอบน้ำ จึงสามารถทะลุทะลวงและไหลตามเข้าไปในท่อเนื้อฟันซึ่งมีความชุ่มชื้นหรือมีของเหลวอยู่ทำให้สารเรซินไหลตามเข้าไปเป็นผลทำให้เรซิน แทกมีความยาวเพิ่มขึ้นมากกว่าในสารยึดติดรุ่นแรกๆ ซึ่งเรซิน แทก อาจมีความยาวถึงกว่า 100 ไมครอนส์ ส่งผลทำให้เกิดการอุดตันท่อเนื้อฟันได้มากและลึกขึ้น [73] รูปแบบที่สองเกิดจากการที่สารเรซินไหลแทรกเข้าไปเสริมในส่วนของเส้นใยคอลลาเจนที่เผยออก (exposed collagen fibres) เกิดลักษณะที่เรียกว่าชั้นไฮบริดขึ้น ซึ่งชั้นไฮบริดในเนื้อฟันเกิดจากการที่สารอนินทรีย์ เช่น ไฮดรอกซีอพาไทต์ถูกละลายโดยการใช้กรดกัดเนื้อฟัน เหลือไว้แต่ส่วนที่เป็นเส้นใยคอลลาเจน สารเรซินจะเข้าไปเสริมในส่วนของไฮดรอกซีอพาไทต์ที่ถูกละลายออกมาทำให้เกิดการยึดติด หรือหลอมเป็นเนื้อเดียวกันระหว่างเนื้อฟันกับสารเรซิน[74,75] ทั้งสองรูปแบบที่เกิดขึ้นนี้เป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้กำลังความแข็งแรงของการยึดติด (bond strength) ของสารเรซินยึดเนื้อฟันในยุคปัจจุบันสูงขึ้นมาก และทำให้สารหลุดจากเนื้อฟันได้ยากขึ้น

พบว่าองค์ประกอบของตัวเติมโดยทั่วไป มักเป็นสารที่มีความแข็ง[49] เช่นควอทซ์

(quartz) ในเทคโนโลยีสมัยใหม่สามารถผลิตตัวเติมให้มีขนาดเล็กลงได้ คือ จากเดิมประมาณ 40 นาโนเมตร[76] สามารถผลิตได้เล็กลงถึงประมาณ 7 นาโนเมตร[26] จึงทำให้ตัวเติมขนาดเล็กเหล่านี้สามารถแทรกซึมเข้าไปเสริมความแข็งแรงให้แก่ชั้นไฮบริด ซึ่งเดิมจะใช้สารเรซินที่ไม่มีตัวเติมซึ่งมีคุณสมบัติทางกายภาพด้อยกว่าไฮดรอกซีอพาไทต์ที่ถูกละลายออกไปโดยกรด ดังนั้นการเข้าไปเสริมความแข็งแรงของตัวเติมขนาดเล็กนี้ น่าจะเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้สารเรซินที่มีตัวเติมช่วยลดการสึกกร่อนของเนื้อฟันได้มากกว่าสารเรซินที่ไม่มีตัวเติม

จากรายงานของ Schemehorn[26] ในการทดสอบผลการใช้สารลดการเสียวฟันชนิดสารเรซินที่มีตัวเติม Seal&Protect® ในการป้องกันการสึกกร่อนของเนื้อฟันจากการแปรงฟัน โดยวัดจากปริมาณสารกัมมันตรังสีในสารละลายยาสีฟัน เปรียบเทียบระหว่างการเคลือบสารหนึ่งครั้งและเคลือบสารสองครั้งกับกลุ่มควบคุม พบว่ากลุ่มที่เคลือบด้วยสารสองครั้งให้ผลการสึกกร่อนน้อยที่สุด

จากการวิจัยนี้ เมื่อเปรียบเทียบปริมาณสารกัมมันตรังสี ในสารละลายยาสีฟันระหว่างกลุ่มที่เคลือบด้วยสารเรซินที่เป็นวัสดุชนิดเดียวกับ Seal&Protect® แต่ไม่มีตัวเติม และกลุ่มที่เคลือบด้วยสารเรซินที่ไม่มีตัวเติมชนิดอื่น พบว่าปริมาณสารกัมมันตรังสีที่วัดได้จากทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แสดงว่าสารเรซินที่ไม่มีตัวเติมทั้งสองชนิดสามารถลดการสึกกร่อนของเนื้อฟันจากการแปรงฟันได้ใกล้เคียงกัน

ดังนั้นจากผลการทดลองจะเห็นได้ว่า สารลดการเสียวฟันชนิดสารเรซินไม่ว่าจะมีตัวเติมหรือไม่ก็ตามมีผลต่อการลดการสึกกร่อนของเนื้อฟันจากการแปรงฟัน โดยเนื้อฟันที่เคลือบด้วยสารเรซิน จะทำให้เกิดการสึกกร่อนของเนื้อฟันจากการแปรงฟันได้น้อยกว่าเนื้อฟันที่ไม่ได้เคลือบ

พบว่าปริมาณสารกัมมันตรังสีที่วัดได้ในกลุ่มที่ไม่ได้เคลือบสาร มีการกระจายค่อนข้างสูง ซึ่งอาจบ่งบอกได้ถึงความต้านทานต่อการสึกกร่อนของเนื้อฟันในแต่ละซี่ที่นำมาทดลอง มีค่าไม่เท่ากัน แต่เนื่องจากการวิจัยนี้ได้คัดเลือกตัวอย่างฟันที่นำมาทดลองโดยวิธีการสุ่ม จึงเป็นการช่วยลดความคลาดเคลื่อนที่อาจเกิดขึ้นได้จากความแตกต่างของชิ้นฟัน

ในการวิจัยนี้ได้กำหนดให้จำนวนการแปรงฟันอยู่ในระดับ 3000 สโตรคส์ ซึ่งมาก

กว่าค่ามาตรฐานการสึกกร่อนของเนื้อฟันจากการแปรงฟัน ที่อยู่ในระดับ 1500 สโตรคส์ และกำหนดให้การแปรงด้วยเครื่องจำนวน 60 สโตรคส์ เทียบเท่ากับการแปรงฟัน 2 ครั้งในหนึ่งวัน[26] การแปรงในระดับ 3000 สโตรคส์ จึงอาจประมาณได้เท่ากับการแปรงฟันวันละ 2 ครั้งจำนวน 50 วัน จากการที่สามารถวัดปริมาณสารกัมมันตรังสีได้ในทุกตัวอย่างสารละลายยาสีฟันที่นำมาจากกลุ่มที่เคลือบด้วยสารเรซิน แสดงว่ามีการหลุดออกของสารเรซินที่เคลือบผิวเนื้อฟัน ทำให้มีการสึกกร่อนของเนื้อฟันเกิดขึ้น แต่ทั้งนี้ไม่อาจบอกได้ว่าสารนี้หลุดออกหมดจากเนื้อฟัน เนื่องจากอาจมีส่วนของเรซิน แทก เหลือค้างอยู่ในท่อเนื้อฟัน

จากผลการวิจัยทั้งหมดนี้อาจนำไปประยุกต์ใช้ในทางคลินิก ในการเลือกสารลดการเสียวฟันที่ต้องการให้ผลคงอยู่นาน และสามารถลดการสึกกร่อนของเนื้อฟันจากการแปรงฟัน การเลือกใช้สารลดการเสียวฟันชนิดสารเรซินที่มีตัวเติมจึงอาจเป็นวิธีการหนึ่งที่เหมาะสมเมื่อดูจากผลการวิจัยนี้ แต่อย่างไรก็ตามการเลือกใช้สารลดการเสียวฟันชนิดสารเรซินที่ไม่มีตัวเติมเคลือบผิวเนื้อฟัน ก็สามารถลดการสึกกร่อนของเนื้อฟันจากการแปรงฟันได้ในระดับหนึ่ง ถึงแม้จะให้ผลน้อยกว่าการใช้สารเรซินที่มีตัวเติม

เนื่องจากยังมีรายงานน้อยเกี่ยวกับสารลดการเสียวฟันชนิดสารเรซินที่มีตัวเติม จึงยังคงต้องมีการศึกษาซ้ำอีกเพื่อยืนยันผล อีกทั้งการศึกษานี้เป็นการศึกษาในห้องทดลอง ที่สามารถควบคุมสภาวะแวดล้อมได้ เช่นการใช้เครื่องแปรงฟัน การใช้ยาสีฟันอ้างอิง แต่ในสภาพความเป็นจริง ยังมีปัจจัยอื่นๆเกี่ยวข้องอีก เช่นสภาพแวดล้อมภายในช่องปาก อาหารที่รับประทาน พฤติกรรมของผู้แปรงฟัน ชนิดของแปรงและยาสีฟันที่ใช้เป็นต้น

สรุปผลการวิจัย

สารลดการเสียวฟันชนิดสารเรซินที่มีตัวเติม สามารถลดการสึกกร่อนของเนื้อฟันจากการแปรงฟันได้มากกว่าสารเรซินที่ไม่มีตัวเติมทั้งสองชนิด อย่างไรก็ตามสารเรซินที่ไม่มีตัวเติมก็สามารถลดการสึกกร่อนของเนื้อฟันได้มากกว่าการไม่เคลือบด้วยสารใดๆ

<u>ข้อเสนอแนะ</u>

1. การศึกษาถึงผลการใช้สารลดการเสียวฟันชนิดสารเรซินที่มีตัวเติมต่อการป้องกันการสึกกร่อนของเนื้อฟันจากการแปรงฟันนี้ เป็นการศึกษาโดยดูผลจากปริมาณสารกัมมันตรังสีในสารละลายยาสีฟันที่ได้จากการแปรงฟัน ซึ่งเป็นการศึกษาเพียงด้านเดียว ควรจะมีการศึกษาในระดับจุลกายวิภาคศาสตร์ เพื่อดูในด้านอื่นๆเช่น การยึดของสารกับผิวเนื้อฟัน ความสามารถของสารในการเคลือบปิดท่อเนื้อฟัน เป็นต้น และในการศึกษานี้ได้จำกัดจำนวนการแปรงฟัน ให้อยู่ในระดับ 3000 สโตรคส์ ซึ่งควรจะศึกษาจำนวนการแปรงฟันในหลายๆระดับเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของการสึกกร่อนของเนื้อฟัน ในระยะเวลาต่างๆกัน

2. เนื่องจากการศึกษานี้เป็นการศึกษาในห้องทดลองที่สามารถควบคุมสภาวะแวดล้อมได้ จึงควรมีการศึกษาเพิ่มเติมทางคลินิกด้วย เพื่อให้ได้ผลที่สามารถนำไปรักษาผู้ป่วยได้อย่างมีประสิทธิภาพ

รายการอ้างอิง

1. Brannstrom, M. ; Linden, L.A. ; and Johnson, G. Movement of dentinal and pulpal fluid caused by clinical procedures. J. Dent. Res. 47 (1968) : 679–682.

2. Addy, M. Etiology and clinical implication of dentin hypersensitivity. Dent. Clin. North Am. 34 (1990) : 503–513.

3. Dowell, P. ; and Addy, M. Dentin hypersensitivity : a review : aetiology, symptom and theories of pain production. J. Clin. Periodontol. 10 (1983) : 341-350.

4. Graf, H. ; and Galasse, R. Morbidity, prevalence and intraoral distribution of hypersensitive teeth. J. Dent. Res. 56 (1977) : A 162, 2 Abstract 479.

5. Addy, M. ; and Urquhart, E. Dentin hypersensitivity : Its prevalence, aetiology and clinical management . Dent . Update (December 1992) : 407–412.

6. Trowbridge, H.O. ; and Silver, D.R. A review of current approaches to in–office management of tooth hypersensitivity. Dent. Clin. North Am. 34 (1990) : 561–181.

7. Orchardson, R. ; and Collins, W.J. Clinical features of hypersensitive teeth. Br. Dent. J. 162 (1987) : 253–256.

8. Loe, H. ; Ancrud, A. ; Boysen, H. ;and Smith, M. The natural history of periodontal disease in man. The rate of periodontal destruction before 40 years of age. J. Periodontol. 49 (1978) : 607.

9. Chabanski, M.B. ; Gillam, D.G. ; Bulman, J.S. ; and Newman, H.N. Prevalence of cervical dentin sensitivity in a population of patients referred to a specialist periodontology department. J. Clin. Periodontol. 23 (1996) : 989–992.

10. Avery, J.K. Histology of the periodontium : alveolar bone, cementum and periodontal ligament. In Oral development and histology, 2nd ed. , pp.144-162. New York : Thieme medical publishers,1994.

11. Absi, E.G. ; Addy,M. ; and Adam, D. Dentin hypersensitivity, A study of the patency of dentinal tubules in sensitive and non–sensitive cervical dentin. J. Clin. Periodontol. 14 (1987) : 280–284.

12. Piesco, N.P. Histology of dentin. In Avery, J.K. (ed.) , Oral development and histology,2nd ed. , pp. 242–260. New York : Thieme medical publishers, 1994.

13. Brannstrom, M. ; and Astorm, A. The hydrodynamics of the dentin : Its possible relationship to dentinal pain. Int. Dent. J. 22 (1972) : 219–227.

14. Pashley, D.H. Dentin permeability, dentin sensitivity and treatment through tubule occlusion. J. Endodont. 12 (1986) : 465–474.

15. Zhang, Y. ; Agee, K. ; Pashley, D.H. ; and Pashley E.L. The effects of Pain–Free® dentin permeability and tubule occlusion overtime, in vitro. J. Clin. Periodontol. 25 (1998) : 884–891.

16. Brannstrom, M. ; Johnson, G. ; and Nordenvall K-J. Transmission and control of dentinal pain : resin impregnation for the desensitization of dentin. J. Am. Dent. Assoc. 99 (1979) : 612–618.

17. Gangarosa, L.P. Current strategies for dentist-applied treatment in the management of hypersensitive dentin. Archs. Oral Biol. 39 (1994) : 1015–1065.

18. Javid, B. ; Barkhordar, R.A. ; and Bhinda, S.V. Cyanoacrylate–a new treatment for hypersensitive dentin and cementum. J. Am. Dent. Assoc. 114 (1987) 486-488.

19. Ziemiecki, T.L. ; Dennison, J.B. ; and Charbeneau, G.T. Clinical evaluation of cervical composite resin restorations placed without retention. Oper. Dent . 19 (1987) : 27–33.

20. Felton, D.A. ; Bergenholtz, G. ; and Kanoy, B.E. Evaluation of the desensitizing effect of gluma dentin bond on teeth prepared for completed coverage. Int. J. Prosth. 4(1991) : 292-298.

21. Watanabe, T. ; Sano, M. ; Itoh, K. ; and Wakumotos. The effects of primers on the sensitivity of dentin. Dent. Materials 7 (1991) : 148–150.

22. Simpson, M.D. ; Ciarlone, A.E. ; and Pashley, D.H. Effects of dentin primers on dentin permeability. J. Dent. Res. 72 (1993) : 127.

23. Knight, N.N. ; Lie, T ; Clark, S.M.; and Adams, D.F. Hypersensitive dentin : testing of procedures for mechanical and chemical obliteration of dentinal tubuli. J. Periodontol. 64 (1993) : 366–373.

24. Capilouto, M.L. ; De Paolo, P.F. ; and Gron, P. In vivo study of slow-releasing fluoride resin and enamel uptake. Caries Res. 24 (1990) : 441-445.

25. Tavares, M. ; De Paolo, P.F. ; and Soparkar, P. Using a fluoride-releasing resin to reduce cervical sensitivity. J. Am. Dent. Assoc. 125 (1994) : 1337-1342.

26. Dentsply Detrey. Seal & Protect® protective sealant for exposed dentin. Technical manual (1999) : 1-26. (Mimeographed)

27. Hefferren, J.J. A laboratory method for assessment of dentifrice abrasivity. J. Dent. Res. 55 (1976) : 563-573.

28. Manly, R.S. Factors influencing tests on the abrasion of dentin by brushing with dentifrices. J. Dent. Res. 23 (1944) : 59-72.

29. Grabenstetter, R.J. ; Broge, R.W. ; Jackson, F.L. ; and Radike, A.W. The measurement of the abrasion of human teeth by dentifrice abrasives : A test utilizing radioactive teeth . J. Dent. Res. 37 (1958) : 1060-1068.

30. เอมอร เบญจวงศ์กุลชัย. ความสามารถในการทำความสะอาดและการขัดสีของยาสีฟันในประเทศไทย. กรุงเทพมหานคร : คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2542. (เอกสารไม่ตีพิมพ์)

31. Trowbridge, H.O. Review of dental pain-histology and physiology. J. Endodont. 12 (1986) : 445-452.

32. Pashley, D.H. Mechanisms of dentin sensitivity. Dent. Clin. North Am. 34 (1990) : 449-473.

33. Scott, D. ; and Tempel, T.R. Neurophysiological response of single receptor units tooth of the cats. J. Dent. Res. 44 (1965) : 20-27.

34. Brannstrom, M. The elicitation of pain in human dentin and pulp by chemical stimuli. Arch. Oral Biol. 7 (1962) : 59-62.

35. Anderson, D.J. ; and Naylor, M.N. Chemical excitants of pain in human dentin and dental pulp. Arch. Oral Biol. 7 (1962) : 413–415.

36. Collaert, B. ; and Fisher, C. Dentin hypersensitivity. Endod. Dent. Traumatol. 7 (1991) : 145–152.

37. Thomas, H.F. The extent of the odontoblast process in human dentin. J. Dent. Res. 58S (1979) : 2207–2218.

38. Thomas, H.F. ; and Payne, R.C. The ultrastructure of dentinal tubules from erupted human premolar teeth. J. Dent. Res. 62 (1983) : 532-536.

39. Sigal, M. J. ; Pitaru, S. ; Aubin, J.E. ; and Ten Cate, A.R. A combined scanning electron microscopy and immunofluorescence study demonstrating that the odontoblast process extends to the dentinoenamel junction in human teeth. Anat. Rec. 210 (1984) : 453–462.

40. Olgart, L. ; Brannstrom, M. ; and Johnson, G. Invasion of bacteria into dentinal tubules. Experiments in vivo and in vitro. Acta Odontol. Scand. 32 (1974) : 61-70.

41. Adrians, P.A. ; Deboever, J.A. ; and Loesche, W.J. Bacterial invasion in root cementum and radicular dentin of periodontally diseased teeth in humans. A reservoir of peridontopathic bacteria. J. Periodontol. 59 (1988) : 222–230.

42. Bergenholtz G. Effect of bacterial products on inflammatory reaction in the dental pulp. Scand. J. Dent. Res. 85 (1997) : 122-129.

43. Holland, G.R. Morphological features of dentin and pulp related to dentin sensitivity. Arch. Oral Biol. 39 Suppl. (1994) : 3–11.

44. Addy, M. ; Mustafa, P. ; and Newcombe, R.G. Dentin hypersensitivity : the distribution of recession , sensitivity and plaque. J. Dent. 15 (1987) : 242–248.

45. Absi, E.G. ; Addy, M. ; and Adams, D. Dentin hypersensitivity : the effect of tooth brushing and dietary compounds on dentin in. vitro : and SEM study. J. Oral Rehab. 19 (1992) : 101–110.

46. McAndrew, R. ; and Kourkouta, S. Effect of toothbrushing prior and / or subsequent to dietary acid application on smear layer formation and the patency of dentinal tubules : and SEM study. J. Periodontol. 66 (1995) : 443–448.

47. Addy, M. ; Absi, E.G. ; and Adams, D. Dentin hypersensitivity. The effect in vitro of acids and dietary substances on root planed and burred dentin. J. Clin. Periodontol. 14 (1987) : 274–279.

48. Orchardson, R. ; and Peacock, J.M. Factor affecting nerve excitability and conduction as a basis for desensitizing. Arch. Oral Biol. 39 suppl. (1994) : 81-86.

49. Leinfelder, K.F. Composite resins. Dent. Clin. North Am. 29 (1985) : 359–371.

50. เจน รัตนไพศาล. ทันตวัสดุศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 2 . กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช, 2533.

51. Terranova, V.P. ; Goldman, H.M. ; and Listgarten, M.A. The periodontal attachment apparatus. Structure, function and chemistry. In Genco, R.J. ; Goldman, H.M. ; and Gohen, D.W. (eds.), Contemporary periodontics, pp. 33-38. St. Louis : C.V. Mosby, 1990.

52. Moss–Salentijn, L. ; and Hendricks–Klyvert, M. Cementum and alveolar bone. In dental and oral tissues : an introduction, 3rd.ed. , pp. 261–268. Philadelphia : Lea and Fediger, 1990.

53. Eide, B. ; Lie, T. ; and Selvig, K.A. Surface coating on dental cementum incident to periodontal disease(II). Scanning electron microscopic confirmation of a mineralized cuticle. J. Clin. Periodontol. 11 (1984) : 565–575.

54. Furseth, R. ; Selvig, K.A. ; and Mjor, I.A. Cementum. In Mjor, I.A. ; and Fejerskov, O. (eds.), Human oral embryology and histology, pp. 144–160. Copenhagen : Munksgaard, 1986.

55. Stahl, S.S. The nature of healthy and diseased root surfaces. J. Periodontol. 46 (1975) : 152–161.

56. Schroeder, H.E. ; and Page, R.C. The normal periodontium. In Shluger, S. ; Yoodelis, R. ; Page, R.C. ; and Johnson (eds.), Peridontal disease, 2nd ed. , pp. 38-42. Philadelphia : Lea and Febiger, 1990.

57. Phineuf, E.A. ; Harrington, J.H. ; Dale, P.P. ; and Shklar, G. Automatic toothbrush : a new reciprocating action. J. Am. Dent. Assoc. 65 (1962) : 12-25.

58. Terry, I.A. ; and Harrington, J.H. Abrasion tests on acrylics. J. Am. Dent. Assoc. 65(1962) : 377.

59. Bull, W.H. ; Callender, R.M. ; Pugh, B.R. ; and Wood, G.D. The abrasion and cleaning properties of dentifrices. Br. Dent. J. 125 (1968) : 331–337.

60. Stookey, G.K. ; and Muhler, J.C. Laboratory studies concerning the enamel and dentin abrasion properties of common dentifrice polishing agents. J. Dent. Res. 47 (1968) : 524–532.

61. กองปฏิกรณ์ปฏิบัติ. เอกสารเผยแพร่และประชาสัมพันธ์. กรุงเทพมหานคร : สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ, 2540.

62. สุรพงษ์ พิมพ์จันทร์ และคณะ. ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับรังสีและกัมมันตภาพรังสี. ใน การฝึกอบรมหลักสูตรการป้องกันอันตรายจากรังสี, หน้า 1-29. กรุงเทพมหานคร : สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ, 2542.

63. Uchida, A. ; Wakano, Y. ; Fukuyama, O. ; Miki, T. ; and Okada, H. Controlled clinical evaluation of a 10% strontium chloride dentifrice in treatment of dentin hypersensitivity following periodontal surgery. J. Periodontol. 51 (1980) : 578–581.

64. Kerns, D.G. ; Scheidt, M.I. ; Pashly, D.H. ; Horner, I.A. ; Strong, S.L. ; and van Dyke, T.E. Dentinal tubule occlusion and root hypersensitivity. J. Periodontol. 62 (1991) : 421–427.

65. Cox, F.C. Etiology and treatment of root hypersensitivity. Am. J. Dent. 7 (1994) : 266–270.

66. Absi, E.G. ; Addy, M. ; and Adam, D. Dentin hypersensitivity : uptake of toothpaste onto dentin and effects of brushing, washing and dietary acid SEM vitro study. J. Oral Rehab. 22 (1995) : 175–182.

67. Jain, P. ; Vargas, A.M. ; Denehy, E.G. ; and Boyer, B.D. Dentin desensitizing agents : SEM and X-ray microanalysis assesment. Am. J. Dent. 10 (1997) : 21–26.

68. Dayton, R.E. ; De Mareo, T.I. ; and Swedlow, D. Treatment of hypersensitive root surfaces with dental adhesive materials. J. Periodontol. 45 (1974) : 873–878.

69. Lang, B.R. ; Jaarda, M. ; and Wang, R.F. Filler particle size and composite resin classification system. J. Oral Rehab. 19 (1992) : 569–584.

70. Schemchorn, B.R. ; and Zwart, A.C. The dentin abrasivity potential of a new electric toothbrush. Am. J. Dent. 9 (1996) : 519-520.

71. Miyazaki, M. ; Ando, S. ; Hinoura, K. ; Onse, H. ; and Moore, K.B. Influence of filler addition to bonding agents on shear bond strength to bovine dentin. Dent. Material 11 (1995) : 234-238.

72. Mount, G.J. Basic principles for restorative dentistry. In Mount,G.J. ; and Hume, W.R. (eds.), Preservation and restoration of tooth structure, pp. 55-67. London : Mosby, 1998.

73. Gwinnett, A.J. ; and Kanca, J. Micromorphological relationship between resin and dentin in vivo and in vitro. Am. J. Dent. 5 (1992) : 19-23.

74. Nakabayashi, N. ; Ashizawa, M. ; and Nakamura, M. Identification of a resin dentin hybrid layer in vital human dentin created in vivo : durable bonding to vital dentin. Quintessence Int. 23 (1992) : 135-141.

75. Meerbeek, B.V. ; Inokoshi, S. ; Bream, M. ; Lambrechts, P. ; and Vanherle, G. Morphological aspects of the resin dentin interdiffusion zone with different dentin adhesive systems. J. Dent. Res. 71 (1992) : 1530-1540.

76. Craig, R.G. Direct esthetic restorative materials. In Restorative dental materials, 10th ed. , pp. 245. St. Louis : Mosby, 1997.

ภาคผนวก

Raw Data

Seal & Protect®		Seal & Protect® Without filler		All-bond 2®		Control	
159.0		2474.6		1271.4		5630.5	
175.8	180.6	2508.1	2491.2	1200.2	1193.2	5590.5	5955.3
206.9		2490.9		1108.0		6644.9	
484.0		4841.9		1076.6		4081.8	
444.7	470.8	4859.7	4867.7	1086.0	1052.0	4114.5	4123.0
483.6		4901.5		993.4		4172.7	
341.7		5814.0		1371.6		10131.8	
304.9	305.5	5868.3	5888.2	1539.7	1414.1	9993.6	9930.4
270.0		5982.3		1331.0		9665.7	
113.3		3411.4		2168.5		3524.0	
665.4	330.3	3402.4	3304.8	2084.6	2117.7	3671.6	3609.2
212.1		3100.6		2099.9		3631.9	
127.2		2100.4		1375.7		8861.9	
47.5	60.3	1769.4	1988.5	1438.4	1389.6	9067.8	9057.0
6.2		2095.6		1372.7		9241.3	
194.2		1604.4		838.4		10446.2	
187.0	197.5	1652.1	1608.5	840.7	811.7	10121.7	10435.6
211.4		1569.0		756.6		10738.8	
210.3		1187.5		757.5		6188.9	
228.3	235.6	1306.1	1294.3	716.9	723.1	6276.5	6099.7
268.1		1389.2		694.8		5833.8	
295.7		2284.5		571.4		7282.6	
306.7	300.5	2289.5	2271.2	672.4	625.1	8272.0	7834.7
299.0		2239.5		631.8		7949.4	
149.1		1898.1		1509.1		8422.1	
124.0	127.9	1897.9	1957.4	1274.9	1391.1	6893.8	7340.6
110.7		2076.2		1389.2		6705.9	
136.3		1571.6		1265.2		6997.9	
131.4	136.8	1417.5	1490.4	1327.9	1305.6	8074.3	7323.5
142.6		1482.0		1323.7		6898.3	

ตารางที่ 1 แสดงปริมาณสารกัมมันตรังสีในสารละลายยาสีฟันที่วัดได้จากกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

Mean

Report

RADIA

Seal&Protect	Mean	234.5700
	N	10
	Std. Deviation	120.1499
Seal&Protect without filler	Mean	2716.2200
	N	10
	Std. Deviation	1532.6935
All-bond 2	Mean	1202.3200
	N	10
	Std. Deviation	434.9007
Control	Mean	7170.8900
	N	10
	Std. Deviation	2283.3573
Total	Mean	2831.0000
	N	40
	Std. Deviation	3005.6215

ตารางที่ 2 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาณสารกัมมันตรังสีในสารละลายยาสีฟันที่วัดได้จากกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

Oneway Anova

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
RADIA	Between Groups	2.8E+08	3	9.4E+07	48.485	.000
	Within Groups	7.0E+07	36	1941611		
	Total	3.5E+08	39			

ตารางที่ 3 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณสารกัมมันตรังสีในสารละลายยาสีฟันที่วัดได้จากกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้สถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบแจกแจงทางเดียว (one way analysis of variance) กำหนดระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติ $p<0.05$

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent Variable: RADIA

Tamhane

(I) AGENTS	(J) AGENTS	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Seal&Protect	Seal&Protect without filler	-2481.650*	623.155	.004	-4105.50	-857.7974
	All-bond 2	-967.7500*	623.155	.000	-1429.68	-505.8186
	Control	-6936.320*	623.155	.000	-9355.65	-4516.99
Seal&Protect without filler	Seal&Protect	2481.6500*	623.155	.004	857.7974	4105.5026
	All-bond 2	1513.9000	623.155	.074	-114.6330	3142.4330
	Control	-4454.670*	623.155	.001	-7067.89	-1841.45
All-bond 2	Seal&Protect	967.7500*	623.155	.000	505.8186	1429.6814
	Seal&Protect without filler	-1513.900	623.155	.074	-3142.43	114.6330
	Control	-5968.570*	623.155	.000	-8388.28	-3548.86
Control	Seal&Protect	6936.3200*	623.155	.000	4516.9939	9355.6461
	Seal&Protect without filler	4454.6700*	623.155	.001	1841.4466	7067.8934
	All-bond 2	5968.5700*	623.155	.000	3548.8619	8388.2781

*. The mean difference is significant at the .05 level.

ตารางที่ 4 แสดงการวิเคราะห์ความแตกต่างของปริมาณสารกัมมันตรังสีในสารละลายยาสีฟันของแต่ละกลุ่ม ใช้สถิติ Post Hoc Comparisons ด้วยวิธี Tamhane Test กำหนดระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติ $p<0.05$

ประวัติผู้เขียน

นางชมพูนุช แสงพานิชย์ เกิดเมื่อวันที่ 13 กันยายน พ.ศ. 2511 ที่จังหวัดนครนายก สำเร็จการศึกษาทันตแพทยศาสตรบัณฑิต จากคณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2535 ได้เข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิตสาขาวิชาปริทันตศาสตร์ ภาควิชาปริทันตวิทยา บัณฑิตวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2541 ปัจจุบันรับราชการในตำแหน่งทันตแพทย์ระดับ 6 กลุ่มงานทันตกรรม โรงพยาบาลนครนายก จังหวัดนครนายก

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย