ผลของการกำจัดชั้นสเมียร์ก่อนการฟอกสีฟันภายในตัวฟันต่อประสิทธิภาพการฟอกสีฟันและความแข็งผิวเนื้อฟัน

Effect of Smear Layer Removal Prior to Intracoronal Bleaching on Shade Improvement and Dentin Hardness

ขวัญเกล้า สายเชื้อ

Kwunklao Saichuea

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพช่องปาก

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of

Master of Science in Oral Health Sciences

Prince of Songkla University

2560

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ชื่อวิทยานิพนธ์ ผลของการกำจัดชั้นสเมียร์ก่อนการฟอกสีฟันภายในตัวฟันต่อประสิทธิภาพการฟอกสีฟันและความแข็งผิวเนื้อฟัน

ผู้เขียน นางสาวขวัญเกล้า สายเชื้อ

สาขาวิชา วิทยาศาสตร์สุขภาพช่องปาก

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

……..……

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เกวลิน ธรรมสิทธิ์บูรณ์)

คณะกรรมการสอบ

……...ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ปัทมา ชัยเลิศวณิชกุล)

…….กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เกวลิน ธรรมสิทธิ์บูรณ์)

…….กรรมการ

(ดร.สุพิชชา ตลึงจิตร)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพช่องปาก

……

(รองศาสตราจารย์ ดร.ธีระพล ศรีชนะ)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ขอรับรองว่า ผลงานวิจัยนี้มาจากการศึกษาของนักศึกษาเอง และได้แสดงความขอบคุณบุคคลที่มีส่วนช่วยเหลือแล้ว

ลงชื่อ……..
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เกวลิน ธรรมสิทธิ์บูรณ์)
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ลงชื่อ……..
(นางสาวขวัญเกล้า สายเชื้อ)
นักศึกษา

ข้าพเจ้าขอรับรองว่า ผลงานวิจัยนี้ไม่เคยเป็นส่วนหนึ่งในการอนุมัติปริญญาในระดับใดมาก่อน และไม่ได้ถูกใช้ในการยื่นขออนุมัติปริญญาในขณะนี้

ลงชื่อ.....
(นางสาวขวัญเกล้า สายเชื้อ)
นักศึกษา

ชื่อวิทยานิพนธ์ ผลของการกำจัดชั้นสเมียร์ก่อนการฟอกสีฟันภายในตัวฟันต่อประสิทธิภาพการฟอกสีฟันและความแข็งผิวเนื้อฟัน
ผู้เขียน นางสาวขวัญเกล้า สายเชื้อ
สาขาวิชา วิทยาศาสตร์สุขภาพช่องปาก
ปีการศึกษา 2559

บทคัดย่อ

บทนำ: ชั้นสเมียร์ เป็นปัจจัยหนึ่งที่อาจมีผลต่อประสิทธิภาพของการฟอกสีฟัน จึงมีการแนะนำให้กำจัดชั้นสเมียร์ก่อนฟอกสีฟันเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการฟอกสีฟันภายในตัวฟัน ปัจจุบัน ยังไม่มีหลักฐานทางการศึกษาที่แน่ชัดเกี่ยวกับประโยชน์ของการกำจัดชั้นสเมียร์ก่อนการฟอกสีฟันต่อประสิทธิภาพการฟอกสีฟันภายในตัวฟัน

วัตถุประสงค์: เพื่อศึกษาประสิทธิภาพการฟอกสีฟันและความแข็งผิวเนื้อฟันภายหลังการกำจัดชั้นสเมียร์ด้วยกรดฟอสฟอริก ความเข้มข้นร้อยละ 37 หรือสารละลายอีดีทีเอ ความเข้มข้นร้อยละ 17 แล้วฟอกสีฟันด้วยสารโซเดียมเพอร์โบเรตผสมน้ำกลั่น

วัสดุและวิธีการ: นำฟันกรามน้อย จำนวน 90 ซี่ มาทำการย้อมสีฟันด้วยเลือดมนุษย์ โดยแบ่งฟันออกเป็น 3 กลุ่ม เพื่อกำจัดชั้นสเมียร์ก่อนฟอกสีฟัน ดังนี้ กลุ่มที่ 1 ล้างผิวเนื้อฟันบริเวณโพรงเนื้อเยื่อในด้วยน้ำกลั่น 10 มิลลิลิตร เป็นเวลา 60 วินาที กลุ่มที่ 2 กำจัดชั้นสเมียร์โดยทาผิวเนื้อฟันบริเวณโพรงเนื้อเยื่อในด้วยกรดฟอสฟอริก ความเข้มข้นร้อยละ 37 15 วินาที แล้วล้างออกด้วยน้ำกลั่น 10 มิลลิลิตร เป็นเวลา 60 วินาที กลุ่มที่ 3 กำจัดชั้นสเมียร์โดยล้างผิวเนื้อฟันบริเวณโพรงเนื้อเยื่อในด้วยสารละลายอีดีทีเอ ความเข้มข้นร้อยละ 17 5 มิลลิลิตร แล้วแช่ทิ้งไว้ 60 วินาที ล้างออกด้วยน้ำกลั่น 10 มิลลิลิตร เป็นเวลา 60 วินาที ฟอกสีฟันด้วยโซเดียมเพอร์โบเรตผสมน้ำกลั่น โดยเปลี่ยนสารฟอกสีฟันเมื่อครบ 7, 14 และ 21วัน วัดสีฟันด้วยเครื่องวัดสีฟันและวัดความแข็งผิวเนื้อฟัน วิเคราะห์โดยใช้สถิติ ANOVA และเปรียบเทียบเชิงซ้อนโดยใช้ post-hoc test (Tukey Honestly Significant Difference (HSD)) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ผลการทดลอง: เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการฟอกสีฟันภายในกลุ่มทดลองเดียวกันที่เวลา 7, 14 และ 21 วัน พบว่า ประสิทธิภาพการฟอกสีฟันด้วยสารโซเดียมเพอร์โบเรตผสมน้ำกลั่นร่วมกับการกำจัดชั้นสเมียร์ด้วยกรดฟอสฟอริก ความเข้มข้นร้อยละ 37 หรือสารละลายอีดีทีเอ ความเข้มข้นร้อยละ 17 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทุกกลุ่มทดลอง (กลุ่ม DW $p = 0.001$, กลุ่ม H_3PO_4 $p = 0.001$, กลุ่ม EDTA $p = 0.000$) แต่เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มทดลองที่

เวลา 7, 14 และ 21 วัน พบว่า ประสิทธิภาพการฟอกสีฟัน (7 วัน p = 0.746, 14 วัน p = 0.272, 21 วัน p = 0.897) และความแข็งผิวเนื้อฟันภายหลังการฟอกสีฟัน (7 วัน p = 0.492, 14 วัน p = 0.706, 21 วัน p = 0.897) ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่มทดลอง

สรุป: ภายใต้ข้อจำกัดของงานวิจัยนี้ พบว่า การฟอกสีฟันด้วยสารโซเดียมเพอร์โบเรตผสมน้ำกลั่นร่วมกับการกำจัดชั้นสเมียร์ด้วยกรดฟอสฟอริก ความเข้มข้นร้อยละ 37 หรือสารละลายอีดีทีเอ ความเข้มข้นร้อยละ 17 ไม่มีผลเพิ่มประสิทธิภาพการฟอกสีฟันและไม่มีผลเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ยความแข็งผิวเนื้อฟัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Thesis Title Effect of Smear Layer Removal Prior to Intracoronal Bleaching on Shade Improvement and Dentin Hardness

Author Miss Kwunklao Saichuea

Major Program Oral Health Sciences

Academic Year 2016

ABSTRACT

Introduction: Removal of smear layer has been suggested prior to placement of bleaching agent in order to improve the effectiveness of intracoronal bleaching. However, there is no evidence available on the benefit of smear layer removal on the effectiveness of intracoronal bleaching.

Objectives: To evaluate the effects of smear layer removal, using 37 % phosphoric acid or 17% EDTA prior to intracoronal bleaching on shade improvement and dentin hardness

Materials and methods: Ninety extracted premolars were artificially stained with human blood and divided into 3 groups according to smear layer removal protocol. Group I: distilled water 10 ml, Group II: 37% phosphoric acid gel for 15s and Group III: 17% EDTA 5 ml, for 60s followed by rinsing with distilled water. Subsequently, sodium perborate mixed with distilled water was placed and changed at day 7, 14 and 21. Shade measurement and dentin hardness testing were performed at 7, 14 and 21 days. Data were analysed by ANOVA and post-hoc test (Tukey Honestly Significant Difference (HSD)) ($p < 0.05$).

Results: In all groups, significant shade improvements were observed at all time points (DW $p = 0.001$, H_3PO_4 $p = 0.001$, EDTA $p = 0.000$). However, there were no significant differences among groups on shade improvement (7 days $p = 0.746$, 14 days $p = 0.272$, 21 days $p = 0.897$) and dentin hardness at 7, 14 and 21 days (7 days $p = 0.492$, 14 days $p = 0.706$, 21 days $p = 0.897$).

Conclusion: Within the limitations of this study, smear layer removal with either 37% phosphoric acid or 17 % EDTA did not increase the effectiveness of intracoronal bleaching on shade improvement and did not affect hardness of the dentin.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาช่วยเหลือจากบุคคลหลายท่าน ขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทันตแพทย์หญิงเกวลิน ธรรมสิทธิ์บูรณ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทันตแพทย์หญิงบุญรัตน์ สัตพัน ที่กรุณาเป็นที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และเสียสละเวลาในการให้คำปรึกษา ตลอดจนตรวจสอบแก้ไขวิทยานิพนธ์จนสำเร็จลุล่วง ขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.ทันตแพทย์หญิงปัทมา ชัยเลิศวณิชกุล และ ดร.ทันตแพทย์หญิงสุพิชชา ตลึงจิตรที่ให้ข้อแนะนำในการสอบโครงร่างวิทยานิพนธ์ รวมทั้งคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผู้ให้ข้อแนะนำเพื่อแก้ไขปรับปรุงวิทยานิพนธ์ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณคลินิกบัณฑิตศึกษา คลินิกศัลยศาสตร์ช่องปากและแม็กซิลโลเฟเชียล โรงพยาบาลทันตกรรม ศูนย์วิจัยกลางและห้องปฏิบัติการทันตวัสดุศาสตร์ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ที่เอื้อเฟื้ออำนวยสถานที่ เครื่องมือ และอุปกรณ์ในการปฏิบัติงาน นอกจากนี้ ขอขอบคุณอาจารย์จรรยา ชื่นอารมณ์ นักวิทยาศาสตร์ประจำห้องปฏิบัติการทันตวัสดุศาสตร์ ที่ให้ความช่วยเหลือและให้คำแนะนำในการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ในการทำวิจัยเป็นอย่างดียิ่ง

ข้าพเจ้าขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ที่ให้ทุนอุดหนุนงานวิจัย และฝ่ายทันตสาธารณสุข โรงพยาบาลโชคชัย จังหวัดนครราชสีมาซึ่งเป็นต้นสังกัดที่ให้การสนับสนุนในการลาศึกษาต่อ รวมถึงขอขอบคุณเจ้าหน้าที่หน่วยบัณฑิตศึกษาในการตรวจสอบและแก้ไขรูปเล่มวิทยานิพนธ์ครั้งนี้ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณบิดามารดาที่ให้การสนับสนุนในทุกๆเรื่องและเป็นกำลังใจที่ดีให้ข้าพเจ้าเสมอมา และสุดท้ายนี้ ขอขอบคุณพี่น้องสาขาวิชาวิทยาเอ็นโดดอนต์ ภาควิชาทันตกรรมอนุรักษ์ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ทุกท่าน ที่คอยให้ความช่วยเหลือข้าพเจ้าในทุกๆด้านตลอดระยะเวลาที่ผ่านมา

ขวัญเกล้า สายเชื้อ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(1)
Abstract	(3)
กิตติกรรมประกาศ	(4)
สารบัญ	(5)
รายการตาราง	(7)
รายการรูป	(8)
บทที่	
1 บทนำ	1
บทนำต้นเรื่อง	1
การทบทวนวรรณกรรม	3
สาเหตุของการเปลี่ยนสีของฟัน	3
การแก้ไขฟันเปลี่ยนสี	5
ประวัติการฟอกสีฟัน	5
ปฏิกิริยาการฟอกสีฟัน	6
ปัจจัยที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการฟอกสีฟัน	9
สารเคมีที่ใช้ในการฟอกสีฟัน	9
ชั้นสเมียร์	11
ประเภทของการฟอกสีฟัน	15
ผลของสารฟอกสีฟันต่อโครงสร้างทางกายภาพ	16
การวัดสีฟัน	16
การเก็บฟัน	18
วัตถุประสงค์	19
สมมติฐาน	19
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	19

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
2	วัสดุ อุปกรณ์ วิธีการ	20
	วัสดุ	20
	อุปกรณ์	21
	วิธีการวิจัย	23
	การเตรียมกลุ่มตัวอย่าง	23
	การวัดสีฟัน	26
	การย้อมสีฟัน	28
	การฟอกสีฟันภายในตัวฟัน	30
	การวัดความแข็งผิวระดับจุลภาคของเนื้อฟันภายหลังการฟอกสีฟัน	32
	การวิเคราะห์ผล	36
	การคำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่าง	37
3	ผลการวิจัย	39
	ตอนที่ 1 ลักษณะของกลุ่มตัวอย่าง	39
	ตอนที่ 2 ผลของการฟอกสีฟันจากการกำจัดชั้นสเมียร์ที่แตกต่างกันก่อนการฟอกสีฟัน	39
	ตอนที่ 3 ผลค่าเฉลี่ยความแข็งผิวระดับจุลภาควิกเกอร์สของเนื้อฟันหลังการฟอกสีฟันโดยการกำจัดชั้นสเมียร์ที่แตกต่างกันก่อนฟอกสีฟัน	44
4	บทวิจารณ์	46
5	บทสรุป	50
เอกสารอ้างอิง		51
ภาคผนวก		56
ประวัติผู้เขียน		66

รายการตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ขนาดกลุ่มตัวอย่างการศึกษา	37
2	แสดงค่าเฉลี่ยผลต่าง (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) ของสีฟันของกลุ่ม DW กลุ่ม H_3PO_4 และกลุ่ม EDTA โดยเปรียบเทียบระหว่างเวลา 7, 14 และ 21 วัน	40
3	แสดงค่านัยสำคัญทางสถิติ (p-value) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยผลต่างของสีฟันของกลุ่ม DW กลุ่ม H_3PO_4 และกลุ่ม EDTA โดยเปรียบเทียบระหว่างเวลา 7, 14 และ 21 วัน ภายในกลุ่มการทดลองเดียวกัน	40
4	แสดงค่านัยสำคัญทางสถิติ (p-value) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยผลต่างของสีฟันของกลุ่ม DW กลุ่ม H_3PO_4 และกลุ่ม EDTA โดยเปรียบเทียบระหว่างเวลา 7, 14 และ 21 วัน ระหว่างกลุ่มการทดลอง 3 กลุ่ม	41
5	ค่าเฉลี่ยสีฟัน (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) ก่อนและหลังฟอกสีฟันที่เวลา 7, 14 และ 21 วัน	42
6	แสดงค่านัยสำคัญทางสถิติ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของค่า L* a* b* ภายในกลุ่ม DW กลุ่ม H_3PO_4 และกลุ่ม EDTA ก่อนและหลังฟอกสีฟันที่เวลา 7, 14 และ 21 วัน	42
7	แสดงค่านัยสำคัญทางสถิติ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของค่า L* a* b* ระหว่างกลุ่ม DW กลุ่ม H_3PO_4 และกลุ่ม EDTA ก่อนและหลังฟอกสีฟันที่เวลา 7, 14 และ 21 วัน	43
8	แสดงค่าเฉลี่ยความแข็งผิวระดับจุลภาค (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) และค่านัยสำคัญทางสถิติเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม DW กลุ่ม H_3PO_4 และกลุ่ม EDTA ในวันที่ 7, 14 และ 21	62
9	แสดงค่าเฉลี่ยความแข็งผิวระดับจุลภาค (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) และค่านัยสำคัญทางสถิติเปรียบเทียบภายในแต่ละกลุ่มการทดลอง ในวันที่ 7, 14 และ 21	63
10	แสดงค่าเฉลี่ยความแข็งผิวระดับจุลภาค (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) และค่านัยสำคัญทางสถิติเปรียบเทียบระหว่างตำแหน่งในระดับเหนือรอยต่อเคลือบฟันกับเคลือบรากฟัน 1 และ 3 มิลลิเมตร ในวันที่ 7, 14 และ 21	64
11	แสดงค่าเฉลี่ยความแข็งผิวระดับจุลภาค (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) และค่านัยสำคัญทางสถิติเปรียบเทียบ ณ ตำแหน่งที่ห่างจากผนังคลองรากฟัน 0.5 และ 1 มิลลิเมตร ในวันที่ 7, 14 และ 21	65

รายการรูป

รูปที่		หน้า
1	ลักษณะโครงสร้างของไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์	7
2	แสดงปฏิกิริยาการแตกตัวของไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ A (รูปแบบที่ 1) B (รูปแบบที่ 2) และ C (รูปแบบที่ 3)	7
3	แสดงการเปลี่ยนแปลงโมเลกุลสารสีจากการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน	8
4	กลไกการออกฤทธิ์ของสารฟอกสีฟัน (a) การแตกตัวของสารฟอกสีฟัน โซเดียมเพอร์บอเรตเป็นโซเดียมเมตาบอเรตและไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ (b) การแตกตัวของไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์เป็นไฮโดรเจนและเพอร์ไฮดรอกซิล	10
5	แสดงปฏิกิริยาการแตกตัวของคาร์บาไมด์เพอร์ออกไซด์	10
6	สูตรโครงสร้างของกรดฟอสฟอริก	12
7	สูตรโครงสร้างของสารละลายอีดีทีเอ	13
8	แสดงปฏิกิริยาของสารละลายอีดีทีเอเมื่อทำปฏิกิริยากับแคลเซียมไอออน	13
9	แสดงลักษณะเนื้อฟัน (ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางท่อเนื้อฟัน) หลังกำจัดชั้นสเมียร์ด้วยกรดฟอสฟอริกความเข้มข้นร้อยละ 37 เป็นเวลา 60 วินาที (A) และสารละลายอีดีทีเอความเข้มข้นร้อยละ 24 เป็นเวลา 60 วินาที (B)	14
10	แสดงลักษณะเนื้อฟัน (ความลึกของท่อเนื้อฟัน) หลังกำจัดชั้นสเมียร์ด้วยกรดฟอสฟอริกความเข้มข้นร้อยละ 37 เป็นเวลา 60 วินาที (A) และสารละลายอีดีทีเอความเข้มข้นร้อยละ 24 เป็นเวลา 60 วินาที (B)	15
11	แสดงการถ่ายภาพรังสีก่อนและหลังเตรียมฟันทดลอง	25
12	แสดงการตัดปลายรากห่างจากใต้ระดับรอยต่อเคลือบฟันกับเคลือบรากฟันด้านแก้ม 4 มิลลิเมตร ด้วยเครื่องตัดชิ้นงาน Buehler รุ่น Isomet 4000	26
13	แสดงการสร้างชั้นสเมียร์ก่อนฟอกสีฟัน	26
14	การปรับมาตรฐานเครื่องวัดสีฟันก่อนทำการวัดสีฟัน	28
15	การวัดสีฟันด้วยเครื่องวัดสีฟัน	28
16	แสดงการกำหนดจุดด้านแก้มเพื่อแสดงตำแหน่งวัดสีฟัน (จุดสีแดง)	28
17	เครื่องปั่นเหวี่ยงแบบตั้งโต๊ะชนิดควบคุมอุณหภูมิ	29
18	การเตรียมตัวอย่างในการย้อมสีฟัน	29
19	ตัวอย่างหลังการย้อมสีฟัน	29

รายการรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
20	กรดฟอสฟอริก ความเข้มข้นร้อยละ 37	31
21	สารละลายอีดีทีเอ ความเข้มข้นร้อยละ 17	31
22	เครื่องชั่งไฟฟ้าชนิดวัดความเปลี่ยนน้ำหนักอย่างรวดเร็ว	31
23	วัสดุบูรณะฟันชั่วคราวเคาวิตอน	31
24	สารฟอกสีฟันโซเดียมเพอร์บอเรต	31
25	แสดงการอุดคลองรากฟันและการฟอกสีฟัน	32
26	แสดงแนวการตัดซี่ฟันทดสอบเพื่อวัดความแข็งผิวระดับจุลภาค	33
27	ตำแหน่งทดสอบความแข็งผิวระดับจุลภาควิกเกอร์ส	33
28	แสดงรอยกดความแข็งผิวระดับจุลภาควิกเกอร์ส	34
29	เครื่องตัด Buehler รุ่น Isomet 4000	34
30	เครื่องขัดชนิดจานหมุน	35
31	เครื่องทดสอบความแข็งจุลภาคและกล้องจุลทรรศน์แบบวัดระยะความยาว	35
32	แสดงการเตรียมตัวอย่างในการศึกษา	38
33	กราฟแท่งแสดงค่าเฉลี่ยผลต่างของสีฟันเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม DW กลุ่ม H_3PO_4และกลุ่ม EDTA ที่เวลา 7, 14 และ 21 วัน	43
34	กราฟแท่งแสดงค่าเฉลี่ยความแข็งผิวระดับจุลภาคเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม DW กลุ่ม H_3PO_4และกลุ่ม EDTA หลังฟอกสีฟัน 7, 14 และ 21 วัน ณ ตำแหน่งที่ห่างจากผนังคลองรากฟัน 0.5 และ 1 มิลลิเมตร ในระดับเหนือรอยต่อเคลือบฟันกับเคลือบรากฟัน 1 และ 3 มิลลิเมตร	45

บทที่ 1

บทนำ

บทนำต้นเรื่อง

การเปลี่ยนสีของฟัน (tooth discoloration) หรือฟันมีสีคล้ำผิดไปจากปกติ เกิดได้จากสองสาเหตุหลักได้แก่ สาเหตุจากภายในฟัน (intrinsic discoloration) และสาเหตุจากภายนอกฟัน (extrinsic discoloration) หรือเกิดร่วมกันของทั้งสองอย่าง [1] การเปลี่ยนสีจากสาเหตุภายในฟันเกิดจากการมีโมเลกุลของสารสีที่เรียกว่า โครมาเจน (chromagen) ฝังอยู่ในเนื้อฟันและเคลือบฟันระหว่างกระบวนการสร้างฟันในสภาวะต่างๆ [2] เช่น การได้รับฟลูออไรด์มากเกิน (fluorosis) การได้รับยาเตตราไซคลีน (tetracycline) ระหว่างการสร้างฟัน การกระทบกระเทือนหน่อฟัน ฟันที่มีอายุมากขึ้น หรือการตายและสลายตัวของเนื้อเยื่อใน ฟันที่ได้รับอุบัติเหตุหรือฟันผุทะลุโพรงเนื้อเยื่อใน ส่วนการเปลี่ยนสีจากสาเหตุภายนอกมักเกิดขึ้นในส่วนของตัวฟันที่เข้าไปทำความสะอาดได้ยากเกิดการติดสีจากอาหารหรือเครื่องดื่ม เช่น ชา กาแฟ การสูบบุหรี่ การใช้ยา หรือการรับประทานผักหรือผลไม้บางชนิดเป็นประจำ การแก้ไขสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การขัดผิวเคลือบฟันระดับจุลภาค (microabrasion) การใช้ยาสีฟันที่มีส่วนผสมของสารฟอกขาว การฟอกสีฟันภายในตัวฟัน (intracoronal bleaching) ในกรณีที่รักษาคลองรากฟันแล้ว การฟอกสีฟันภายนอกตัวฟัน (extracoronal bleaching) ซึ่งส่วนใหญ่ทำในฟันที่มีชีวิต หรือการทำครอบฟันหรือวีเนียร์ (veneer)

ปัจจุบันการฟอกสีฟันเป็นทางเลือกหนึ่งของการรักษาฟันที่เปลี่ยนสีซึ่งได้รับความนิยม เนื่องจากเป็นวิธีการรักษาในเชิงอนุรักษ์ (conservative) ทำได้ง่าย และราคาไม่แพงเมื่อเปรียบเทียบกับการทำครอบฟันหรือวีเนียร์ ส่วนใหญ่ให้ผลเป็นที่น่าพอใจแก่ผู้ป่วย โดยการฟอกสีฟันในฟันที่ได้รับการรักษาคลองรากฟันแล้วนิยมทำการฟอกสีฟันภายในตัวฟัน ซึ่งวัสดุและวิธีการฟอกสีฟันมีหลายวิธี อย่างไรก็ตาม บางการศึกษา [3, 4] พบว่า ชั้นสเมียร์ (smear layer) เป็นปัจจัยหนึ่งที่อาจมีผลต่อประสิทธิภาพของการฟอกสีฟัน เนื่องจากชั้นสเมียร์จะลดการซึมผ่านของเนื้อฟัน ซึ่งอาจส่งผลต่อการแพร่ของสารฟอกสีฟันได้ ดังนั้น จากการศึกษาของ Fuss และคณะ [5] จึงแนะนำให้กำจัดชั้นสเมียร์ก่อนฟอกสีฟัน โดยการเตรียมพื้นผิวก่อนฟอกสีฟันด้วย กรดฟอสฟอริก (phosphoric acid) ความเข้มข้นร้อยละ 37 เป็นเวลา 15 วินาที แล้วล้างออกด้วยน้ำกลั่น พบว่าเทคนิคดังกล่าวสามารถกำจัดชั้นสเมียร์ได้ดีและเป็นการเปิดท่อเนื้อฟัน (dentinal tubules) ทำให้

สารฟอกสีฟันสามารถผ่านเข้าไปในเนื้อฟันได้มากขึ้น อาจช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการฟอกสีฟันได้ อย่างไรก็ตาม บางการศึกษา[6, 7] พบว่า การกำจัดชั้นสเมียร์ด้วยกรดฟอสฟอริก ความเข้มข้นร้อยละ 37 ไม่มีผลในการเพิ่มประสิทธิภาพการฟอกสีฟัน ดังนั้น การเตรียมผิวฟันก่อนการฟอกสีฟันโดยการกำจัดชั้นสเมียร์จึงยังคงเป็นประเด็นที่มีการถกเถียงกันอยู่ นอกจากนี้ จากการศึกษาของ Lewinstein และคณะ[8] พบว่า การฟอกสีฟันมีผลต่อโครงสร้างทางกายภาพของฟัน เช่น ผลต่อความแข็งแรงระดับจุลภาคของเคลือบฟัน และความต้านทานต่อการขัดสี ซึ่งค่าที่ได้จะมีความแตกต่างกันไปตามวิธีการทดลอง

ปัจจุบันยังไม่มีรายงานผลของการฟอกสีฟันโดยการใช้สารละลายอีดีทีเอ (EDTA) มาใช้ในการเตรียมผิวฟันก่อนการฟอกสีฟันเพื่อกำจัดชั้นสเมียร์ ซึ่งบางการศึกษา[7, 9, 10] พบว่า สารละลายอีดีทีเอ ความเข้มข้นร้อยละ 17 มีความสามารถในการละลายสารอนินทรีย์ซึ่งเป็นส่วนประกอบของชั้นสเมียร์ได้ดี จึงมีคุณสมบัติในการกำจัดชั้นสเมียร์ได้ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีสมมติฐานว่าการเตรียมผิวฟันก่อนการฟอกสีฟันภายในตัวฟัน โดยการกำจัดชั้นสเมียร์ด้วยกรดฟอสฟอริก ความเข้มข้นร้อยละ 37 และสารละลายอีดีทีเอ ความเข้มข้นร้อยละ 17 จะให้ประสิทธิภาพในการฟอกสีฟัน และมีผลต่อความแข็งผิวเนื้อฟันไม่แตกต่างกัน ผลการวิจัยเรื่องนี้อาจนำไปสู่ทางเลือกในการฟอกสีฟันภายในตัวฟันต่อไป

การทบทวนวรรณกรรม

สาเหตุของการเปลี่ยนสีของฟัน

สีของฟันเป็นผลมาจากสีภายในตัวฟันและสีภายนอกที่อยู่บนผิวฟัน โดยสีภายในตัวฟันจะเกี่ยวข้องกับคุณสมบัติการกระเจิงแสงและการดูดซับแสงของเคลือบฟันและเนื้อฟันซึ่งคุณสมบัติของเนื้อฟันจะส่งผลอย่างมากต่อสีฟันโดยรวม การเปลี่ยนสีของฟันเกิดได้จากหลายสาเหตุ โดยส่วนใหญ่แบ่งเป็น 2 สาเหตุหลัก [11] ดังนี้

1. สาเหตุจากภายนอกตัวฟัน การติดสีจากปัจจัยภายนอกตัวฟันมักเกิดขึ้นจากการรับประทานอาหารที่มีสีเป็นประจำ เช่น ไวน์ ชา กาแฟ แครอท เป็นต้น โดยการติดสีมักเกิดขึ้นในบริเวณที่ทำความสะอาดได้ไม่ดี เกิดเป็นคราบจุลินทรีย์บนผิวฟันและถูกส่งเสริมโดยการสูบบุหรี่ การบริโภคอาหารที่มีสารแทนนิน (tanin) และการใช้สารบางชนิดที่มีประจุบวก เช่น คลอร์เฮกซิดีน เกลือของโลหะ เช่น ดีบุก หรือ เหล็ก ซึ่งมีความสามารถในการเกาะติดกับผิวฟันได้ดี จะส่งเสริมให้เกิดการติดสีมากขึ้นและกำจัดได้ยาก เนื่องจากสารที่อยู่ระหว่างปริซึมของเคลือบฟันจะมีการดูดเอาประจุและโมเลกุลเล็กๆ จากของเหลวในช่องปาก (oral fluid) ได้ ส่วนโมเลกุลขนาดใหญ่ เม็ดสี และสีย้อมจะทำให้เกิดการติดสีขึ้น โดยเม็ดสี (pigment) นั้นเป็นสารสีที่ประกอบไปด้วยกลุ่มสีที่แน่นอน (color-bearing group) หรือที่เรียกว่า กลุ่มธาตุที่ทำให้เกิดสีบนสารประกอบ (chromophore) และโมเลกุลอื่นๆ โดยสารสีนั้นปกติจะมาจากชา กาแฟ แกง ซอสมะเขือเทศ ไวน์แดง เป็นต้น

2. สาเหตุจากภายในตัวฟัน การเปลี่ยนแปลงของสีในตัวฟัน อาจมีสาเหตุมาจากการมีสารสีในชั้นเคลือบฟันหรือเนื้อฟัน โดยแบ่งเป็น 2 สาเหตุหลักคือ

2.1 ปัจจัยทางระบบ ได้แก่ ยาบางชนิด และพันธุกรรมบางชนิด

ก. ยาบางชนิด การเปลี่ยนสีของฟันจากการได้รับยาบางชนิด อาจเกิดได้ทั้งก่อนและหลังการสร้างฟัน โดยส่วนใหญ่ยาที่มักจะส่งผลต่อการเปลี่ยนสีของฟัน ได้แก่ ยาเตตราไซคลีน ซึ่งส่งผลต่อการเปลี่ยนสีของเนื้อฟันในช่วงการสะสมแร่ธาตุของฟันโดยอาจเกี่ยวกับการจับกับแคลเซียมก่อให้เกิดเตตราไซคลีนออโทฟอสเฟต (tetracycline orthophosphate) ซึ่งสารประกอบที่เกิดขึ้นจะมีความหลากหลายและแต่ละชนิดจะส่งผลให้ฟันมีสีที่แตกต่างกัน [12]

ข. พันธุกรรมบางชนิด การมีโรคพันธุกรรมบางชนิดจะส่งผลต่อการเปลี่ยนสีของฟันได้ โดยสาเหตุการเกิดและการเปลี่ยนสีของฟันจะแตกต่างกันออกไป เช่น ภาวะฟันตกกระ โรคเกี่ยวกับกระบวนการสร้างเนื้อฟันไม่สมบูรณ์ (Dentinogenesis imperfecta) เป็นต้น

2.2 ปัจจัยเฉพาะที่ ได้แก่ การตายของเนื้อเยื่อใน (pulp necrosis) การมีเลือดออกในโพรงเนื้อเยื่อใน (Intrapulpal hemorrhage) การหลงเหลือเนื้อเยื่อในภายหลังการรักษาคลองรากฟัน วัสดุที่ใช้ในการรักษาคลองรากฟัน วัสดุบูรณะฟันบางชนิด การละลายของรากฟัน และการมีอายุมากขึ้น

ก. การตายของเนื้อเยื่อใน การตายของเนื้อเยื่อในก่อให้เกิดการสร้างสารที่ไม่พึงประสงค์ (noxious by-products) ที่สามารถแพร่ผ่านท่อเนื้อฟันและมีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนสีของเนื้อฟันรอบๆได้โดยความเข้มของสีที่เปลี่ยนขึ้นอยู่กับระยะเวลาของเนื้อเยื่อในที่เกิดการตาย

ข. การมีเลือดออกในโพรงเนื้อเยื่อใน การที่ฟันได้รับการกระทบกระเทือนอย่างรุนแรง เช่น การเกิดอุบัติเหตุ การได้รับบาดเจ็บจากการเล่นกีฬา เป็นต้น ส่งผลให้เกิดการฉีกขาดของหลอดเลือดภายในโพรงเนื้อเยื่อใน ทำให้เลือดไหลซึมเข้าสู่ท่อเนื้อฟันและเกิดการเปลี่ยนสีของเนื้อฟันขึ้น โดยในช่วงแรกจะมีสีชมพู ต่อมา เมื่อเม็ดเลือดแดง (erythrocytes) มีการสลายตัวจะเกิดการเปลี่ยนสีเป็นสีเทาหรือสีดำได้ และเมื่อเกิดกระบวนการย่อยสลาย (hemolysis) ทำให้มีการปล่อยฮีโมโกลบิน (haemoglobin) หรือฮีมาทิน (hematin) ออกมา ซึ่งฮีโมโกลบินนี้เป็นสารประกอบที่ประกอบด้วย โกลบิน (globin) ซึ่งเป็นส่วนโปรตีน และกลุ่มที่ไม่ใช่โปรตีนคือ ฮีม (haem) โดยหากมีการติดเชื้อจะมีการปลดปล่อยธาตุเหล็กออกมาจากวงแหวนโฟโทพอไฟริน (photophorphyrin ring) ซึ่งอยู่ในส่วนที่ไม่ใช่โปรตีนนี้ ธาตุเหล็กเหล่านี้จะไปจับกับไฮโดรเจนซัลไฟด์ (hydrogen sulfide) ทำให้เกิดเป็นสารประกอบไอรอนซัลไฟด์ (iron sulphide) และมีผลทำให้ฟันเกิดการเปลี่ยนสีขึ้นได้ อย่างไรก็ตาม หากไม่มีการติดเชื้อก็มักจะไม่เกิดการปลดปล่อยธาตุเหล็กออกมาจากวงแหวนโฟโทพอไฟริน เนื่องจากไม่มีผลผลิตพลอยได้จากแบคทีเรีย (bacterial by-product) ในฟันที่ได้รับอุบัติเหตุและเกิดการฉีกขาดของหลอดเลือดในโพรงเนื้เยื่อใน ทำให้มองเห็นเป็นสีชมพู หากฟันมีการสร้างเส้นเลือดใหม่ (revascularized) สีชมพูนี้อาจหายไปได้ในเวลา 2-3 เดือน

ค. การหลงเหลืออยู่ของเนื้อเยื่อในภายหลังการรักษาคลองรากฟัน การกำจัดเนื้อเยื่อในอาจก่อให้เกิดเลือดออกในโพรงเนื้อเยื่อใน หรือการกำจัดเอาเนื้อเยื่อในออกไม่หมด เนื้อเยื่อเหล่านี้จะเกิดการเสื่อมสลายและซึมเข้าสู่ท่อเนื้อฟัน ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสีฟันได้

ง. วัสดุในการรักษาคลองรากฟัน การหลงเหลือวัสดุอุดคลองรากฟันหรือยาที่ใช้เพื่อรักษาคลองรากฟันในโพรงเนื้อเยื่อในเมื่อเกิดการสัมผัสกับเนื้อฟันเป็นเวลานานๆ สามารถทำให้ฟันที่ผ่านการรักษาคลองรากฟันเปลี่ยนสีได้

จ. วัสดุบูรณะฟันบางชนิด การรั่วซึมของวัสดุบูรณะเรซินคอมโพสิต อาจก่อให้เกิดการติดสีเข้มบริเวณขอบและสามารถทำให้เนื้อฟันข้างเคียงเปลี่ยนสีได้ นอกจากนี้ อมัลกัมสามารถทำให้เนื้อฟันเปลี่ยนเป็นสีเทาเข้มได้

ฉ. การมีอายุมากขึ้น เมื่อฟันมีอายุมากขึ้นจะมีการสร้างเนื้อฟันชุดที่สอง (secondary dentin) ทำให้โพรงเนื้อเยื่อในมีลักษณะแคบลง ส่งผลให้มีโครงสร้างเนื้อฟันเพิ่มมากขึ้น ซึ่งมีผลต่อคุณสมบัติการส่องผ่านของแสง ทำให้ฟันมีสีเข้มขึ้น นอกจากนี้ ลักษณะโครงสร้างทางเคมีของฟันยังมีการเปลี่ยนแปลงไปตามเวลาอีกด้วย

การแก้ไขฟันเปลี่ยนสี

การแก้ไขฟันเปลี่ยนสีสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การขัดผิวเคลือบฟันระดับจุลภาค การใช้ยาสีฟันที่มีส่วนผสมของสารฟอกขาว การฟอกสีฟันภายในตัวฟันในกรณีที่รักษาคลองรากฟันแล้ว การฟอกสีฟันภายนอกตัวฟันในฟันที่มีชีวิต หรือการทำครอบฟันหรือวีเนียร์ โดยแนวทางในการรักษาจะขึ้นอยู่กับสาเหตุการเปลี่ยนสีของฟันและระดับความรุนแรง

ปัจจุบันการฟอกสีฟันเป็นทางเลือกหนึ่งของการแก้ไขฟันเปลี่ยนสีในฟันที่ได้รับการรักษาคลองรากฟัน โดยนิยมทำการฟอกสีฟันภายในตัวฟันเนื่องจากเป็นวิธีการรักษาในเชิงอนุรักษ์ ทำได้ง่าย และราคาไม่แพงเมื่อเปรียบเทียบกับการทำครอบฟันหรือวีเนียร์ นอกจากนี้จากการศึกษาของ Plotino และคณะ [13] พบว่า การฟอกสีฟันในฟันที่ได้รับการรักษาคลองรากฟันแล้วสามารถแก้ไขฟันเปลี่ยนสีได้ผลสำเร็จและเป็นที่น่าพอใจแก่ผู้ป่วยคิดเป็นร้อยละ 75-90 ของผู้ป่วยที่รับการรักษา

ประวัติการฟอกสีฟัน

การฟอกสีฟันเป็นทางเลือกหนึ่งในการรักษาฟันที่เปลี่ยนสี ซึ่งมีการนำมาใช้เพื่อปรับปรุงสีฟันให้อ่อนลงและเป็นที่น่าพึงพอใจมากขึ้นเป็นเวลามากกว่า 100 ปีแล้ว โดยในช่วงประมาณกลางศตวรรษที่ 18 มีการพบสารฟอกสีฟันกลุ่มสารประกอบคลอรีนจากปูนขาวหรือแคลเซียมออกไซด์โดยถูกนำมาใช้ฟอกสีฟันในฟันที่ไม่มีชีวิต [13] ต่อมา ในปี ค.ศ.1864 Truman เป็นคนแรกที่นำเสนอวิธีการฟอกสีฟันภายในตัวฟันในฟันที่ไม่มีชีวิต โดยการนำสารประกอบคลอรีนจากแคลเซียมไฮดรอกไซด์ผสมกับสารละลายน้ำส้มสายชู (acetic acid solution) นอกจากนี้ในช่วงศตวรรษที่ 18 ยังมีการนำสารฟอกสีฟันชนิดอื่นๆมาใช้ในการฟอกสีฟันในฟันที่ไม่มีชีวิตอีกหลายชนิด ได้แก่ อลูมิเนียมคลอไรด์ (aluminium chloride) กรดออกซาลิก (oxalic acid) ไพโรโซน (pyrozone) ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ (hydrogen peroxide) โซเดียมเพอร์ออกไซด์ โซเดียมไฮโปฟอสเฟต และไซยาไนด์ (cyanide of potassium) ซึ่งสารประกอบเหล่านี้จะทำหน้าที่เป็นตัว

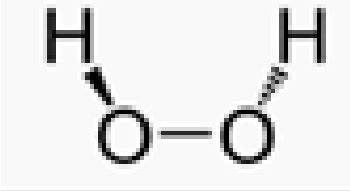
ออกซิไดซ์ทั้งทางตรงและทางอ้อมเมื่อสัมผัสกับสารประกอบอินทรีย์บนตัวฟัน อย่างไรก็ตาม พบว่า สารฟอกสีฟันที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดและให้ความปลอดภัยคือ สารประกอบกลุ่มคลอไรด์ ในปีค.ศ.1884 Harlan ได้นำไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์มาใช้ในการฟอกสีฟัน และในปีค.ศ. 1918 Abbot ได้นำสารซูเปอร์รอกซอล หรือไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ ความเข้มข้นร้อยละ 30 (superoxol or 30% hydrogen peroxide) มาใช้ในการฟอกสีฟัน ต่อมาในปี ค.ศ. 1961 Spasser เป็นคนแรกที่นำเสนอการใช้โซเดียมเพอร์บอเรต (sodium perborate) ผสมกับน้ำกลั่นใส่ลงในโพรงเนื้อเยื่อในและทำการเปลี่ยนให้ผู้ป่วยเป็นระยะในทุกครั้งที่ผู้ป่วยกลับมาพบทันตแพทย์ (walking bleach) ซึ่งพบว่า วิธีดังกล่าวสามารถทำให้ฟันขาวขึ้นได้ นอกจากนี้ ยังมีการนำความร้อน แสง หรือกระแสไฟฟ้ามาช่วยเร่งปฏิกิริยาในการฟอกสีฟันในเวลาต่อมาอีกด้วย แต่อย่างไรก็ตาม บางการศึกษา [14, 15] พบว่า การใช้ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ ความเข้มข้นร้อยละ 30 และการใช้ความร้อนกระตุ้นในการฟอกสีฟันมีผลทำให้เกิดการละลายของรากฟันบริเวณคอฟันตามมา (external cervical root resorption) ดังนั้น จึงแนะนำให้ใช้โซเดียมเพอร์บอเรตในการฟอกสีฟัน เนื่องจากเป็นสารฟอกสีฟันที่ให้ประสิทธิภาพใกล้เคียงกับไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ ความเข้มข้นร้อยละ 30 และมีความปลอดภัยเหมาะสำหรับการฟอกสีฟันในฟันที่ไม่มีชีวิต [16–18]

ปฏิกิริยาการฟอกสีฟัน

การเปลี่ยนสีของฟันเกิดได้จากหลายสาเหตุ สาเหตุหนึ่งเกิดจากกระบวนการสร้างสารโครมาเจน ซึ่งเป็นโมเลกุลเม็ดสีที่ทำให้ฟันมีสีเข้มขึ้น โดยจากการศึกษา [13, 19] พบว่า สารโครมาเจนมีลักษณะโมเลกุลเป็นสายยาว เมื่อสารฟอกสีฟันซึมผ่านเข้าไปในเนื้อฟันในระหว่างกระบวนการฟอกสีฟัน สารฟอกสีฟันจะทำหน้าที่เป็นตัวออกซิไดซ์ทำให้โมเลกุลของโครมาเจนซึ่งเป็นสายยาวเกิดการเปลี่ยนแปลงกลายเป็นโมเลกุลของคาร์บอนที่มีขนาดเล็กลง ทำให้โมเลกุลสารสีนี้มีความสว่างมากขึ้นและมีน้ำเกิดขึ้น ซึ่งปฏิกิริยาออกซิเดชัน/รีดักชัน (oxidation/reduction) ที่เกิดขึ้นในขณะทำการฟอกสีฟันนั้น เป็นที่รู้จักกันในชื่อของปฏิกิริยารีดอกซ์ (redox reaction) โดยในปฏิกิริยารีดอกซ์นั้น ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ซึ่งเป็นตัวออกซิไดซ์จะมีการปลดปล่อยอนุมูลอิสระที่มีอิเล็กตรอนที่ไม่ถูกจับคู่ (free radical with unpaired electron) ซึ่งจะถูกรีดิวซ์ และโมเลกุลภายในฟันที่มีการเปลี่ยนสีที่รับอิเล็กตรอนที่ไม่ถูกจับคู่จะถูกออกซิไดซ์ และมีการเปลี่ยนแปลงสีที่จางลง

ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์เป็นสารออกซิไดซ์ ที่สามารถแตกตัวให้อนุมูลอิสระได้หลายรูปแบบ ได้แก่ HO°, HO_2° หรือ $O_2^{-\circ}$ ซึ่งมีความไวในการเกิดปฏิกิริยามาก โดยค่าความเป็นกรดด่าง (pH) ที่เหมาะสมในการปลดปล่อย HO_2° ได้แก่ ค่าความเป็นกรดด่างประมาณ 10 โดยสูตร

โครงสร้างของไฮโดรเจน เพอร์ออกไซด์ ได้แก่ HO-OH (รูปที่ 1) และมีน้ำหนักโมเลกุลเท่ากับ 34.0 ปฏิกิริยาการแตกตัวของไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ แสดงได้ 3 รูปแบบ ดังนี้ (รูปที่ 2)



รูปที่ 1 ลักษณะโครงสร้างของไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์

A

$H_2O_2 \rightarrow 2HO^{\circ}$ (hydroxyl radicals)

$HO^{\circ} + H_2O_2 \rightarrow H_2O + HO_2^{\circ}$ (perhydroxyl radicals)

$HO_2^{\circ} \leftrightarrow H^+ + O_2^{-\circ}$ (superoxide anions)

B

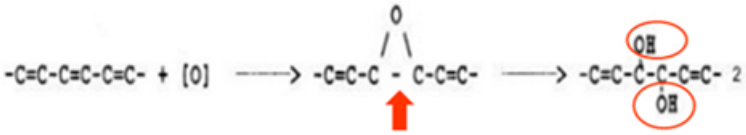
$2H_2O_2 \leftrightarrow 2H_2O + 2\{O\} \leftrightarrow 2H_2O + O2$

C

$H_2O_2 \leftrightarrow H^+ + HOO^-$

รูปที่ 2 แสดงปฏิกิริยาการแตกตัวของไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ A (รูปแบบที่ 1) B (รูปแบบที่ 2) และ C (รูปแบบที่ 3)

HO°, HO_2° หรือ $O_2^{-\circ}$ ซึ่งเป็นอนุมูลอิสระเหล่านี้จะทำหน้าที่เป็นตัวออกซิไดซ์ในปฏิกิริยาออกซิเดชัน/รีดักชัน ทำให้โมเลกุลสีที่มีวงแหวนคาร์บอนแตกตัวออกเป็นโมเลกุลสายสั้นๆ ที่มีคุณสมบัติละลายน้ำได้ ทำให้สีที่เข้มจางลงจนถึงจุดอิ่มตัวที่จะไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงสีอีก[20] แสดงได้ดังนี้



รูปที่ 3 แสดงการเปลี่ยนแปลงโมเลกุลสารสีจากการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน

การขาวขึ้นของฟันเกิดจากการที่โมเลกุลของสารอินทรีย์ (organic molecule) ที่มีความซับซ้อนและมีน้ำหนักโมเลกุลมากสลายตัวและมีการสะท้อนแสงที่ความยาวคลื่นจำเพาะที่เปลี่ยนไปโดยโมเลกุลใหม่ที่ได้รับหลังการสลายจะมีน้ำหนักโมเลกุลที่ต่ำลง มีโครงสร้างที่สลับซับซ้อนน้อยลงและมีสีจางลง การเปลี่ยนแปลงของสีทั้งสองส่วนของเคลือบฟันและเนื้อฟันเป็นผลลัพธ์จากการที่เพอร์ออกไซด์เคลื่อนผ่านไปในตัวฟันในขณะทำการฟอกสีฟัน ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำจะมีการแพร่ผ่านส่วนช่องว่างระหว่างปริซึมของเคลือบฟันและเข้าสู่เคลือบฟันและเนื้อฟันตามลำดับ เนื่องจากอนุมูลอิสระจะมีอิเล็กตรอนที่ไม่ถูกจับคู่ซึ่งจะเข้าทำปฏิกิริยากับโมเลกุลของสารอินทรีย์ซึ่งจะก่อให้เกิดสารอนุมูลอื่นขึ้น ซึ่งสารอนุมูลเหล่านี้จะทำปฏิกิริยากับพันธะที่ไม่เสถียร ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของการเรียงตัวของอิเล็กตรอนของโมเลกุลเหล่านี้โดยไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์สามารถเกิดปฏิกิริยาได้หลายชนิด ทั้งการเติม (addition) การแทนที่ (substitution) ออกซิเดชัน (oxidation) รีดักชัน (reduction) เนื่องจากเป็นสารออกซิแดนท์ที่มีประสิทธิภาพและสามารถก่อให้เกิดอนุมูลอิสระได้จากการแตกตัว (hemolytic cleavage) ซึ่งปฏิกิริยาทางเคมีเหล่านี้จะก่อให้เกิดความเปลี่ยนแปลงในการดูดพลังงานของสารโมเลกุลสีที่มีขนาดใหญ่ในเคลือบฟันและเนื้อฟัน ซึ่งจะแตกตัวออกเป็นสารที่มีโมเลกุลเล็กลงและมีสีจางลง [20, 21] สารสีที่มีโมเลกุลซับซ้อนโดยเฉพาะกลุ่มที่เกิดเป็นสารประกอบของโลหะ (metallic compound) จะมีสีเข้มซึ่งสามารถจางลงภายหลังที่โมเลกุลมีการแตกตัวเป็นโมเลกุลที่มีขนาดเล็กลงทำให้สีฟันดูจางลง โดยในกระบวนการฟอกสีฟันสารสีที่มีวงแหวนคาร์บอนภายในสามารถแตกตัวได้เป็นโมเลกุลโซ่ซึ่งมีโครงสร้างไม่ซับซ้อน ซึ่งโซ่เหล่านี้จะมีพันธะคู่ที่สามารถแตกตัวออกเป็นพันธะเดี่ยวได้ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงกลายเป็นโมเลกุลไม่มีสีที่ชอบน้ำ (hydrophilic colourless) หรือมีสีเล็กน้อย [22]

ปัจจัยที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการฟอกสีฟัน

จากปฏิกิริยาการฟอกสีฟันดังกล่าว พบว่า สารฟอกสีฟันจะมีการซึมผ่านท่อเนื้อฟันเพื่อสลายโมเลกุลสารสีภายในเนื้อฟัน ดังนั้น ปัจจัยที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการฟอกสีฟัน ได้แก่ สาเหตุของการเกิดการเปลี่ยนสีของฟัน สารเคมีที่ใช้ในการฟอกสีฟัน ความร้อน ความเป็นกรดด่าง แสง และชั้นสเมียร์ โดยสารเคมีที่ใช้ในการฟอกสีฟัน จะเกี่ยวข้องกับปริมาณของตัวออกซิไดซ์ในการทำปฏิกิริยาดังกล่าว ความร้อน ความเป็นกรดด่าง และแสงจะเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาในการฟอกสีฟัน นอกจากนี้ ชั้นสเมียร์ อาจมีผลต่อการซึมผ่านของสารฟอกสีฟันไปยังท่อเนื้อฟันได้ ดังนั้น การกำจัดชั้นสเมียร์จึงเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความน่าสนใจในการศึกษาประสิทธิภาพของการฟอกสีฟันด้วย

สารเคมีที่ใช้ในการฟอกสีฟัน

สารเคมีที่นิยมนำมาใช้ในการฟอกสีฟัน ได้แก่ ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ โซเดียมเพอร์บอเรต และคาร์บาไมด์เพอร์ออกไซด์ ซึ่งสารฟอกสีฟันเหล่านี้สามารถแตกตัวให้ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ได้ และเกิดปฏิกิริยาฟอกสีฟันดังกล่าวข้างต้น

ก. ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ เป็นสารเหลวหนืดกว่าน้ำเล็กน้อย ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น ไม่เสถียร ใช้เป็นสารฟอกสีฟันในทางทันตกรรม โดยมีความเข้มข้นร้อยละ 5-35 เนื่องจากไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำจึงสามารถซึมผ่านท่อเนื้อฟันและปลดปล่อยออกซิเจนที่ทำลายพันธะของอินทรีย์สารหรืออนินทรีย์สารที่อยู่ภายในท่อเนื้อฟันได้ แม้ว่าไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์จะเป็นสารฟอกสีฟันที่มีประสิทธิภาพ แต่จากหลายการศึกษา [14,15,23] พบว่า อาจมีผลทำให้เกิดการละลายของรากฟันบริเวณคอฟันขึ้นได้หลังจากการฟอกสีฟันโดยเฉพาะเมื่อมีการใช้ความร้อนเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ดังนั้น จึงแนะนำให้ใช้อย่างระมัดระวังเพื่อหลีกเลี่ยงการเกิดผลเสียตามมา

ข. โซเดียมเพอร์บอเรต มีลักษณะเป็นผลึกสีขาว ไม่มีกลิ่น สามารถแตกตัวให้โซเดียมเมตาบอเรตและไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ (รูปที่ 4) โดยไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์เป็นสารออกฤทธิ์ มีค่าความเป็นกรดด่างขึ้นกับจำนวนของไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ที่ปลดปล่อยและโซเดียมเมตาบอเรตที่เหลืออยู่ แต่เมื่อถูกเตรียมร่วมกับน้ำจะมีสภาวะเป็นด่าง มีหลายรูปแบบ ได้แก่ โซเดียมเพอร์บอเรตโมโนไฮเดรต (monohydrate) ไตรไฮเดรต (trihydrate) และเตตระไฮเดรต (tetrahydrate) โดยพบว่าชนิดของโซเดียมเพอร์บอเรตไม่ได้มีผลต่อโครงสร้างทางเคมี นอกจากนี้ จากการศึกษาของ Ari และ Ungor [17] พบว่า โซเดียมเพอร์บอเรตรูปแบบต่างๆ มีประสิทธิภาพในการฟอกสีฟันไม่แตกต่างกัน

โซเดียมเพอร์บอเรต เป็นสารที่นำมาใช้ในการฟอกสีฟันตั้งแต่ปี ค.ศ. 1907 โดยเป็นสารที่นิยมใช้ในการฟอกสีฟันภายในตัวฟันเนื่องจากมีประสิทธิภาพและความปลอดภัยในการฟอกสีฟัน จากการศึกษาของ Asfora และคณะ [18] พบว่า โซเดียมเพอร์บอเรตมีประสิทธิภาพในการฟอกสีฟันได้ดีเท่ากับการใช้ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ ความเข้มข้นร้อยละ 30 โดยไม่ทำให้เกิดการละลายของเนื้อฟันในบริเวณคอฟัน

(a) Sodium perborate ($Na_2(B_2(O_2)_2(OH)_4) + H_2O$) ⟶ Sodium metaborate ($NaBo_3$) + Hydrogen peroxide ($H_2O_2$)

(b) Hydrogen peroxide (H_2O_2) ⟶ Hydrogen (H^+) + Perhydroxyl (OOH^-)

รูปที่ 4 กลไกการออกฤทธิ์ของสารฟอกสีฟัน (a) การแตกตัวของสารฟอกสีฟันโซเดียมเพอร์บอเรตเป็นโซเดียมเมตาบอเรตและไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ (b) การแตกตัวของไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์เป็นไฮโดรเจนและเพอร์ไฮดรอกซิล

ค. คาร์บาไมด์เพอร์ออกไซด์ ประกอบด้วย ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์และยูเรีย ซึ่งสามารถแตกตัวให้ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ได้ดังแสดงในรูปที่ 5 จากการศึกษาของ Lim และคณะ [24] พบว่า คาร์บาไมด์เพอร์ออกไซด์มีประสิทธิภาพในการฟอกสีฟันได้เท่ากับไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ และจากการศึกษาของ Goldstein และคณะ [25] พบว่า คาร์บาไมด์เพอร์ออกไซด์ ความเข้มข้นร้อยละ 10 สามารถปล่อยไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ได้ประมาณร้อยละ 3.5

Carbamide peroxide ⟶ H_2O_2 + urea

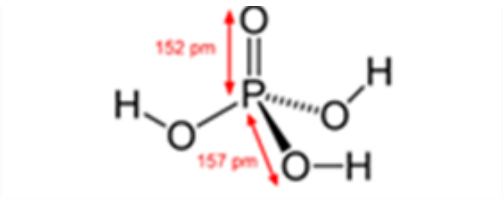
H_2O_2 ⟶ $O_2 + H_2O$ + free radicals

รูปที่ 5 แสดงปฏิกิริยาการแตกตัวของคาร์บาไมด์เพอร์ออกไซด์

ชั้นสเมียร์

ชั้นสเมียร์ ประกอบด้วย เศษเนื้อฟัน เนื้อเยื่อใน และเชื้อจุลชีพที่หลงเหลืออยู่ โดยเกิดจากการเตรียมโพรงเนื้อเยื่อใน มีขนาดอนุภาคเล็กประมาณ 0.5 - 15 ไมโครเมตร และหนาประมาณ 2-5 ไมโครเมตร จากการศึกษาของ Torabinejad และคณะ[23] พบว่า ความหนาของชั้นสเมียร์จะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับขนาดของเครื่องมือที่ใช้ในการเตรียมโพรงเนื้อเยื่อในและตำแหน่งของเนื้อฟันที่ถูกตัด ดังนั้น ขนาดของชั้นสเมียร์ในตำแหน่งโพรงในตัวฟันส่วนบนจึงมักมีขนาดอนุภาคใหญ่กว่าชั้นสเมียร์ที่เกิดจากการขยายคลองรากฟัน นอกจากนี้ พบว่า อนุภาคของชั้นสเมียร์ที่เกิดขึ้นสามารถเข้าไปในท่อเนื้อฟันได้ เรียกลักษณะนี้ว่า สเมียร์ พลัค (smear plugs) โดยหากเป็นชั้นสเมียร์ที่เกิดจากการเตรียมโพรงในตัวฟันซึ่งมีขนาดอนุภาคใหญ่ จะสามารถเข้าไปอุดตันในท่อเนื้อฟันได้ประมาณ 1-10 ไมโครเมตร แต่หากเป็นชั้นสเมียร์ที่เกิดจากการขยายคลองรากฟันซึ่งมีขนาดอนุภาคเล็กกว่า จะสามารถเข้าไปอุดตันในท่อเนื้อฟันได้ถึง 40 ไมโครเมตร จากการศึกษาของ Pashley [3] และการศึกษาของ Fogel และ Pashley [4] พบว่า ชั้นสเมียร์มีผลลดความสามารถในการซึมผ่านของเนื้อฟัน นอกจากนี้ จากการศึกษาของ Outhwaite และคณะ[26] พบว่า ชั้นสเมียร์สามารถลดการซึมผ่านของท่อเนื้อฟันและขัดขวางการซึมผ่านของสารฟอกสีฟันในเนื้อฟัน ทำให้ลดประสิทธิภาพการฟอกสีฟันลงจึงมีการนำสารต่างๆ เช่น กรดฟอสฟอริก โซเดียมไฮโปคลอไรท์ สารกลุ่มคีเลต เป็นต้น มาใช้ในการกำจัดชั้นสเมียร์

1. กรดฟอสฟอริก เป็นกรดแร่ มีสูตรเคมีเป็น H_3PO_4 กรดฟอสฟอริกบริสุทธิ์จะอยู่ในรูปผลึกใส (มีจุดหลอมละลายที่ 42.35° C) แต่กรดฟอสฟอริกที่ความเข้มข้นและอุณหภูมิอื่น ๆ อาจพบในรูปของเหลวใส ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น สามารถละลายน้ำและแอลกอฮอล์ได้ การนำกรดฟอสฟอริกมาใช้ในการกำจัดชั้นสเมียร์จะเกิดกลไกโดย กรดฟอสฟอริกซึ่งมีสูตรเคมีเป็น H_3PO_4 และมีสูตรโครงสร้างดังแสดงในรูปที่ 6 กรดฟอสฟอริกซึ่งเป็นกรดแก่จะสามารถแตกตัวได้ดี จะมีการแตกตัวให้ไฮโดรเจนไอออน (H^+) ได้ 3 ครั้ง และในการแตกตัวแต่ละครั้งอะตอมอื่น เช่น แคลเซียมไอออนจากในเนื้อฟัน (Ca^{2+}) จะสามารถเข้ามาจับกับกรดฟอสฟอริกได้ และเกิดเป็นสารประกอบในรูปเกลือซึ่งอยู่ในรูปของตะกอนต่อไป

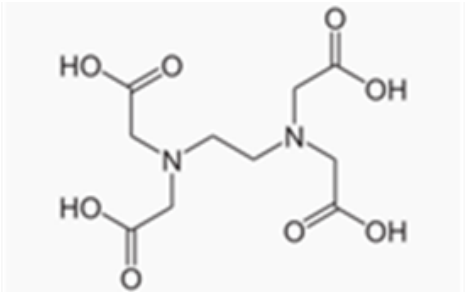


รูปที่ 6 สูตรโครงสร้างของกรดฟอสฟอริก

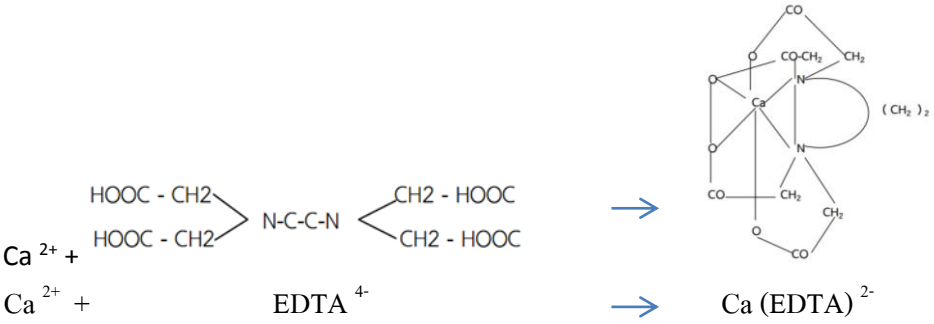
ในทางทันตกรรมมีการนำกรดฟอสฟอริกมาใช้ครั้งแรกในปี ค.ศ. 1955 โดย Buonocore เป็นคนแรกที่นำกรดฟอสฟอริก ความเข้มข้นร้อยละ 85 มาใช้ในการกำจัดชั้นสเมียร์ก่อนทำการเคลือบหลุมร่องฟัน ซึ่งพบว่า การเตรียมผิวฟันด้วยกรดฟอสฟอริก ความเข้มข้นร้อยละ 85 ก่อนเคลือบหลุมร่องฟันจะทำให้ผิวเคลือบฟันมีลักษณะขรุขระมากขึ้น และมีผลเพิ่มการยึดติดของสารเคลือบหลุมร่องฟันได้ ต่อมา จึงมีการนำกรดฟอสฟอริกมาใช้ในการกำจัดชั้นสเมียร์หลายรูปแบบและความเข้มข้น โดยพบว่า กรดฟอสฟอริก เป็นสารที่นิยมใช้ในการกำจัดชั้นสเมียร์ในส่วนเนื้อฟันส่วนต้น (coronal dentin) มากที่สุด [27,28] จากการศึกษาของ Fuss และคณะ [5] แนะนำให้ทำการกำจัดชั้นสเมียร์ก่อนฟอกสีฟัน โดยการเตรียมพื้นผิวก่อนฟอกสีฟันด้วยกรดฟอสฟอริก ความเข้มข้นร้อยละ 37 เป็นเวลา 15 วินาที แล้วล้างออกด้วยน้ำ พบว่า เทคนิคดังกล่าวสามารถกำจัดชั้นสเมียร์ได้ดีและเป็นการเปิดท่อเนื้อฟัน ทำให้สารฟอกสีฟันสามารถผ่านเข้าไปในเนื้อฟันได้มากขึ้น อาจช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการฟอกสีฟันได้ นอกจากนี้ จากการศึกษาของ Torres- Rodriguez และคณะ[29] พบว่า เมื่อทำการเตรียมผิวฟันก่อนฟอกสีฟันด้วยกรดฟอสฟอริก ความเข้มข้นร้อยละ 37 ที่เวลา 60 วินาที พบว่า สามารถกำจัดชั้นสเมียร์บนผิวฟันและชั้นสเมียร์ที่อุดตันในท่อเนื้อฟันได้ลึกประมาณ 25 ไมโครเมตร อย่างไรก็ตาม บางการศึกษา[6,7] พบว่าการกำจัดชั้นสเมียร์ด้วยกรดฟอสฟอริก ความเข้มข้นร้อยละ 37 ไม่มีผลในการเพิ่มประสิทธิภาพการฟอกสีฟัน

2. สารละลายอีดีทีเอ ย่อมาจาก สารละลายกรดเอทิลีนไดเอมีนเตตระอะซิติก (Ethylenediaminetetraacitic acid) มีสูตรโครงสร้างดังแสดงในรูปที่ 7 ไม่มีสีและเป็นของแข็งที่สามารถละลายน้ำได้ เป็นสารประเภทเอมีนตติยภูมิ (Tertiary Amine) ที่ประกอบด้วยหมู่คาร์บอกซิล สามารถเกิดสารเชิงซ้อนแบบคีเลตที่เสถียรกับไอออนของโลหะได้ จึงมีความสามารถในการแยกไอออนของโลหะชนิดต่างๆ เช่น แคลเซียมไอออน (Ca^{2+}) เฟอริกไอออน (Fe^{3+}) เป็นต้น โดยเมื่อเกิดปฏิกิริยา (รูปที่ 8) อีดีทีเอซึ่งเป็นกรดอ่อน จะมีการแตกตัวให้ไฮโดรเจนไอออนออกมา 4 ตัว ทำให้มีประจุเป็นลบ (anionic) และมีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวของ O แต่ละตัวในหมู่ OH และของ N แต่ละตัวทำให้โมเลกุลของอีดีทีเอเป็นสารประกอบลิแกนด์เฮกซะเดนเตท (Hexadentate ligand) ซึ่ง

สามารถรวมกับแคลเซียมไอออนจากในเนื้อฟันได้ เกิดเป็นสารประกอบคีเลตที่มีความเสถียรขึ้น เนื่องจากการเกิดพันธะทางเคมีของลิแกนด์ที่มีทิศทาง ทำให้ไอออนของโลหะอยู่ตรงกลางและล้อมรอบตัวลิแกนด์ [30]



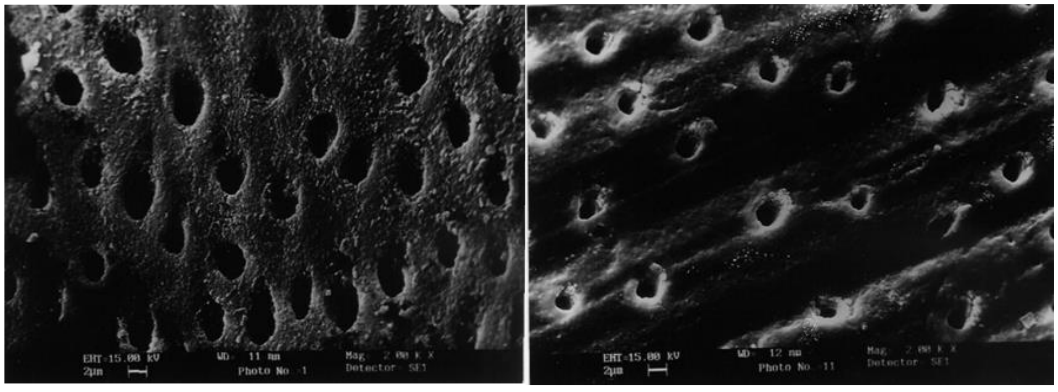
รูปที่ 7 สูตรโครงสร้างของสารละลายอีดีทีเอ



รูปที่ 8 แสดงปฏิกิริยาของสารละลายอีดีทีเอเมื่อทำปฏิกิริยากับแคลเซียมไอออน

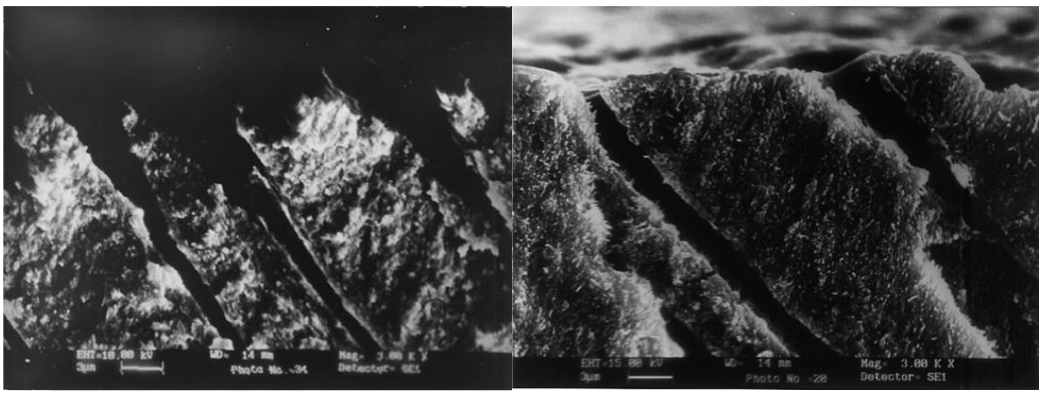
ในปีค.ศ. 1935 Ferdinand [31] เป็นคนแรกที่ผลิตสารละลายอีดีทีเอ โดยเตรียมจากเอทิลีนไดเอมีน (Ethylene diamine) และกรดคลอโรอะซิติก (Chloroacetic acid) แต่ในปัจจุบันโดยส่วนใหญ่ประกอบด้วย เอทิลีนไดเอมีน ฟอร์มัลดีไฮด์ (Formaldehyde) และโซเดียมไซยาไนด์ (Sodium cyanide) นิยมนำมาใช้ในทางทันตกรรม โดยใช้เป็นน้ำยาล้างคลองรากฟัน ได้แก่ สารละลายอีดีทีเอ ความเข้มข้นร้อยละ 17 โดยแนะนำให้ล้างด้วยสารละลายอีดีทีเอ ความเข้มข้นร้อยละ 17 และตามด้วยสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ ก่อนใส่ยาฆ่าเชื้อภายหลังจากที่ขยายคลองรากฟันเรียบร้อยหรือก่อนอุดคลองรากฟัน เพื่อกำจัดชั้นสเมียร์และเปิดท่อเนื้อฟัน ทำให้เพิ่มประสิทธิภาพของน้ำยาฆ่าเชื้อหรือยาฆ่าเชื้อที่ใส่ในคลองรากฟัน รวมทั้งยังทำให้อุดคลองรากฟันได้แนบสนิทกับผนังคลองรากฟันอีกด้วย นอกจากนี้ จากการศึกษาของ Mello และคณะ [32] พบว่าการล้างคลองรากฟันด้วยสารละลายอีดีทีเอ ความเข้มข้นร้อยละ 17 5 มิลลิลิตร เป็นเวลา 3 นาที

สามารถกำจัดชั้นสเมียร์ได้ดี เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการกำจัดชั้นสเมียร์ด้วยกรดฟอสฟอริกและสารละลายอีดีทีเอ โดยจากการศึกษาของ Prado และคณะ[33] พบว่า กรดฟอสฟอริก ความเข้มข้นร้อยละ 37 และสารละลายอีดีทีเอ ความเข้มข้นร้อยละ 17 มีประสิทธิภาพในการกำจัดชั้นสเมียร์ได้ใกล้เคียงกัน อย่างไรก็ตาม จากการศึกษาของ Parihar และ Pilania [34] เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการกำจัดชั้นสเมียร์ด้วยกรดฟอสฟอริก ความเข้มข้นร้อยละ 37 เป็นเวลา 60 วินาที และสารละลายอีดีทีเอ ความเข้มข้นร้อยละ 24 เป็นเวลา 60 วินาที (รูปที่ 9 และ 10) พบว่า กรดฟอสฟอริก ความเข้มข้นร้อยละ 37 สามารถกำจัดชั้นสเมียร์ได้ลึกประมาณ 11.48 ไมโครเมตร มีการเปิดของท่อเนื้อฟัน และท่อเนื้อฟันมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 3.87 ไมโครเมตร รวมถึงมีการเกิดการสึกกร่อนของผิวเคลือบฟันบริเวณรอบท่อเนื้อฟันโดยรอบ (enamel prisms periphery) ประมาณ 0.54 ไมโครเมตร ต่างจากสารละลายอีดีทีเอ ความเข้มข้นร้อยละ 24 ซึ่งพบว่า สามารถกำจัดชั้นสเมียร์ได้ลึกประมาณ 3.92 ไมโครเมตร และเปิดท่อเนื้อฟันได้ประมาณ 2.67 ไมโครเมตร แต่ไม่มีการสึกกร่อนของผิวเคลือบฟันบริเวณท่อเนื้อฟันโดยรอบ จากการศึกษาดังกล่าวทำให้เราอาจนำสารละลายอีดีทีเอ ความเข้มข้นร้อยละ 17 มาใช้เป็นทางเลือกในการกำจัดชั้นสเมียร์ในการฟอกสีฟันจากด้านในฟันที่รักษาคลองรากฟันแล้วต่อไป



A B

รูปที่ 9 แสดงลักษณะเนื้อฟัน (ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางท่อเนื้อฟัน) หลังกำจัดชั้นสเมียร์ด้วยกรดฟอสฟอริก ความเข้มข้นร้อยละ 37 เป็นเวลา 60 วินาที (A) และสารละลายอีดีทีเอ ความเข้มข้นร้อยละ 24 เป็นเวลา 60 วินาที (B)



A B

รูปที่ 10 แสดงลักษณะเนื้อฟัน (ความลึกของท่อเนื้อฟัน) หลังกำจัดชั้นสเมียร์ด้วยกรดฟอสฟอริก ความเข้มข้นร้อยละ 37 เป็นเวลา 60 วินาที (A) และสารละลายอีดีทีเอ ความเข้มข้นร้อยละ 24 เป็นเวลา 60 วินาที (B)

ประเภทของการฟอกสีฟัน

1. การฟอกสีฟันที่ไม่มีชีวิต การแก้ไขฟันเปลี่ยนสีในฟันที่ได้รับการรักษาคลองรากฟันแล้วโดยส่วนใหญ่นิยมทำการฟอกสีฟันภายในตัวฟัน ซึ่งสารฟอกสีฟันภายในตัวฟันที่มีการนำมาใช้กัน ได้แก่ ส่วนผสมของโซเดียมเพอร์บอเรตและน้ำกลั่น ส่วนผสมของโซเดียมเพอร์บอเรตและไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 30 ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 30-35 และคาร์บาไมด์เพอร์ออกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 10-35 จากการศึกษาของ Bizhang และคณะ[35] ซึ่งเปรียบเทียบประสิทธิภาพการฟอกสีฟันในฟันที่ไม่มีชีวิตจากภายในและภายนอกตัวฟัน พบว่า กลุ่มที่ทำการฟอกสีฟันภายในตัวฟันร่วมกับภายนอกตัวฟันโดยใช้คาร์บาไมด์เพอร์ออกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 10 ในการฟอกสีฟันเป็นเวลา 2 สัปดาห์ มีประสิทธิภาพในการฟอกสีฟันมากกว่ากลุ่มที่ทำการฟอกสีฟันภายในตัวฟันเพียงอย่างเดียวด้วยส่วนผสมของโซเดียมเพอร์บอเรตและไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ ความเข้มข้นร้อยละ 30 เป็นเวลา 2 สัปดาห์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตาม หลังฟอกสีฟัน 6 เดือน พบว่า ประสิทธิภาพระหว่างกลุ่มที่ทำการฟอกสีฟันภายในตัวฟันร่วมกับภายนอกตัวฟัน และกลุ่มที่ทำการฟอกสีฟันภายในตัวฟันเพียงอย่างเดียวไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ

2. การฟอกสีฟันที่มีชีวิต เป็นการฟอกสีฟันภายนอกตัวฟัน โดยส่วนใหญ่นิยมใช้ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ที่อาจอยู่ในรูปของเหลว ผง หรือเจล ความเข้มข้นร้อยละ 15-35 หรืออาจใช้สารคาร์บาไมด์เพอร์ออกไซด์ในการฟอกสีฟัน นอกจากนี้ อาจใช้แสงหรือเลเซอร์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาการแตกตัวของสารฟอกสีฟันร่วมด้วย

ผลของสารฟอกสีฟันต่อโครงสร้างฟันทางกายภาพ

จากการศึกษาของ Zalkind และคณะ [36] และการศึกษาของ Rotstein และคณะ [37] พบว่า สารเคมีที่ใช้ในการฟอกสีฟันนอกจากจะมีประสิทธิภาพในการทำให้ฟันขาวขึ้นแล้วยังมีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของคุณสมบัติทางกายภาพของฟันได้ เช่น เกิดการรบกวนต่อเนื้อเยื่อใน (Pulpal irritation) ลดความแข็งผิวของเนื้อฟัน นอกจากนี้ จากการศึกษาของ Zalkind และคณะ [36] เมื่อตรวจดูด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด พบว่า การฟอกสีฟันมีผลทำให้ผิวฟันมีรูพรุนและมีความขรุขระมากขึ้น และจากการศึกษาของ Lewinstein และคณะ [8] พบว่า การฟอกสีฟันมีผลต่อโครงสร้างทางกายภาพของฟัน เช่น ผลต่อความแข็งระดับจุลภาคของเคลือบฟันและความต้านทานต่อการขัดสี ซึ่งค่าที่ได้จะมีความแตกต่างกันไปตามวิธีการทดลอง

การวัดสีฟัน

1. สีฟัน[11] อ้างอิงจากทฤษฎีสีของ Munsell หรือระบบสีของ Munsell (The Munsell Colors System) ซึ่งเป็นทฤษฎีสีที่ได้รับการยอมรับกันอย่างกว้างขวาง และถูกนำมาใช้ศึกษาอ้างอิงเป็นจำนวนมาก โดยผู้คิดค้นทฤษฎีนี้คือ อัลเบิร์ต เฮนรี่ มันเซล (Albert Henry Munsell) จิตรกรชาวอเมริกัน ในปี ค.ศ. 1898 โดยได้มีการออกแบบผังของสีเป็นลักษณะรูปทรงกลม หรือผังที่มีการแผ่กระจายของสีออกจากศูนย์กลางเหมือนต้นไม้ กำหนดชื่อ และตำแหน่งของสีที่ผสมกันอย่างหลากหลายนี้ออกเป็นตัวอักษรและตัวเลข ซึ่งมีการจำแนกสีของวัตถุออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

ก. (Hue) คือคุณสมบัติที่ระบุว่าเป็นสีใดสีหนึ่งและมีความแตกต่างจากสีอื่น โดยสีนั้นเป็นสีประเภท Chromatic Color เช่น สีแดง สีเขียว สีเหลือง

ข. ค่าความสว่างของสี (Value) คือ คุณสมบัติของค่าน้ำหนัก อ่อน แก่ ของสีประเภท Acromatic Color คือสีดำ สีเทา สีขาว โดยมี ค่าน้ำหนักเริ่มจาก 1 คือน้ำหนักของสีดำ จนถึงค่า 9 เป็นค่าน้ำหนักของสีขาว และระหว่างสีดำ กับสีขาว แบ่งเป็นน้ำหนัก ของสีเทา สีดำ สีขาว และสีเทานี้เรียกว่า สีกลาง (Neutral)

ค. ค่าความเข้มอ่อนของสี (Chroma) คือคุณสมบัติของสี (Hue) ที่ถูกผสมกับสีกลาง (Neutral)ในระดับใดระดับหนึ่ง (0 - 9) ทำให้ค่า Chroma ของสีนั้นอ่อนลง (Weak) และไล่น้ำหนักจนกระทั่งสีนั้นมีค่าความจัดของสีสูง (High Chroma) จากหลักการดังกล่าวได้มีการนำมาดัดแปลงเพื่อทำการวัดสีโดยค่า CIE lab colour space ได้แก่ L* a* b* ในเวลาต่อมา โดยในระบบสี L* a* b* นี้

ค่า L* หมายถึง ความสว่าง

ค่า a* หมายถึง เป็นค่าสัมประสิทธิ์สี ซึ่งจะบอกค่าความเป็นสีแดง-เขียว

+a* หมายถึง อยู่ในทิศของสีแดง

-a* หมายถึง อยู่ในทิศของสีเขียว

ค่า b* หมายถึง เป็นค่าสัมประสิทธิ์สี ซึ่งจะบอกค่าความเป็นสีเหลือง-น้ำเงิน

+b* หมายถึง อยู่ในทิศของสีเหลือง

-b* หมายถึง อยู่ในทิศของสีน้ำเงิน

2. การวัดสีฟัน สามารถทำได้ 2 วิธี [38]

2.1 การวัดสีฟันด้วยสายตา (visual color determination) เป็นวิธีที่นิยมใช้กันมากที่สุดในการวัดสีฟัน เนื่องจากมีข้อดีคือ สะดวก รวดเร็วและประหยัด แต่ยังมีข้อจำกัดหลายประการที่ส่งผลต่อความเที่ยงตรงในการวัดสี เช่น ความสว่างของแสงภายในห้องที่ทำการวัดสี ความเมื่อยล้าทางสายตาของผู้วัดสี ประสบการณ์ของผู้วัดสี เป็นต้น ซึ่งปัจจัยเหล่านี้มักมีผลต่อความถูกต้องในการวัดสี โดยจากการศึกษาของ Mayekar [39] พบว่า โดยส่วนใหญ่จะนิยมทำการวัดสีฟันกับแผงเทียบสีฟัน (shade guide) ที่ตำแหน่งกึ่งกลางของฟัน (Middle third) เนื่องจากสีฟันจะมีการเปลี่ยนแปลงของสีจากช่วงปลายฟันถึงคอฟัน ดังนั้นตำแหน่งกึ่งกลางฟันนี้จะเป็นตำแหน่งที่แสดงค่าสีที่ดีที่สุด นอกจากนี้ ส่วนใหญ่ผู้ที่ทำการเลือกสีฟันมักจะถูกฝึกให้มีการเลือกสีฟันโดยเทียบกับตำแหน่งกึ่งกลางฟันเสมอ

2.2 การวัดสีฟันด้วยเครื่องวัดสี (instruments color determination) เป็นการวัดสีฟันด้วยเครื่องวัดสี ซึ่งจะมีการวัดค่าสีออกมาในรูป L* a* b วิธีนี้มีข้อดีคือ สามารถวัดสีได้ถูกต้องแม่นยำ บอกความแตกต่างของปริมาณสีได้ชัดเจน แต่มีข้อจำกัดคือ สามารถวัดสีได้ดีที่สุดในพื้นผิวที่เรียบ หากนำมาใช้วัดสีในวัสดุที่มีความโค้งนูนจะมีผลต่อการวัดได้ เครื่องวัดสีฟัน มีหลายชนิด ได้แก่

ก. **เครื่องวัดการดูดกลืนแสง (Spectrophotometer)** เป็นเครื่องมือที่สามารถวัดความเข้มของแสงในช่วงความยาวคลื่นแคบ ๆ ได้อย่างต่อเนื่องตามต้องการ และใช้ตัวไวต่อแสงที่มีประสิทธิภาพสูง สามารถวัดปริมาณแสงได้อย่างถูกต้องแม่นยำ อย่างไรก็ตาม จากการศึกษาของ

Tung และคณะ [40] พบว่า เครื่องมือดังกล่าวมีความซับซ้อนและมีราคาแพง นอกจากนี้ยังนำมาใช้ในการวัดสีฟันธรรมชาติได้ยาก

ข. **เครื่องวัดสี (Colorimeter)** เป็นอุปกรณ์ที่ใช้วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่นหนึ่ง ซึ่งมีหลักการคล้ายกับเครื่องวัดการดูดกลืนแสง จากหลายการศึกษา [14–16] พบว่า เครื่องวัดสีเป็นเครื่องมือที่มีความถูกต้องเที่ยงตรงในการวัดสีฟันค่อนข้างสูง สามารถนำมาใช้วัดสีฟันธรรมชาติได้ดี และความสว่างของแสงภายในห้องวัดสี (background)ไม่มีผลต่อการวัดสี อย่างไรก็ตาม เครื่องวัดสีก็มีข้อจำกัดเช่นเดียวกับเครื่องวัดสีชนิดอื่นๆ คือ สามารถวัดสีได้ดีที่สุดในพื้นผิวที่เรียบ

ค. **Computer analysis of digital images** เป็นการนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์มาช่วยในการคำนวณค่าที่ได้จากการวัดสีโดยเครื่องวัดสี ในปัจจุบันวิธีนี้ได้รับความนิยมอย่างมากในการทำการศึกษาวิจัย เนื่องจากมีความถูกต้องแม่นยำมาก อย่างไรก็ตาม วิธีนี้ยังมีข้อจำกัดคือมีค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูง และต้องมีความชำนาญในการใช้เครื่องมือในการวัดและวิเคราะห์ผล

การเก็บฟัน

การเก็บฟันก่อนเริ่มทำการศึกษาเป็นขั้นตอนหนึ่งที่มีความสำคัญ เนื่องจากการศึกษาก่อนหน้านี้ [3–5] พบว่า สารละลายที่ใช้ในการเก็บฟันมีผลต่อคุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อฟัน เช่น ความแข็งของเนื้อฟัน (dentin hardness) คุณสมบัติในการซึมผ่านของเนื้อฟัน(dentin permeability) ค่าการยึดติดของเนื้อฟันกับวัสดุบูรณะ (dentin bond strength) เป็นต้นโดยสารละลายที่นิยมใช้ในการเก็บฟันเพื่อทำการทดลอง ได้แก่ น้ำกลั่น (distilled water) น้ำเกลือ (saline) ฟอร์มาลิน (formalin) แอลกอฮอล์ (Alcohol) และน้ำกลั่นที่มีการผสมสารต่างๆ (water in various forms : distilled water with 0.02% thymol, phosphate buffered saline with 0.02% thymol) โดยนอกจากชนิดของสารละลายจะมีผลต่อคุณสมบัติของเนื้อฟันแล้วยังพบว่าค่าความเป็นกรดด่างของสารละลายและระยะเวลาในการแช่ฟันก็เป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อเนื้อฟันอีกด้วย จากหลายการศึกษา [41–43] แนะนำให้เก็บฟันในน้ำกลั่น เป็นระยะเวลาไม่เกิน 12 เดือน เนื่องจากทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของคุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อฟันน้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับสารละลายอื่นๆ

การฟอกสีฟันในฟันที่ไม่มีชีวิตที่ผ่านมายังไม่มีรายงานผลของการฟอกสีฟันโดยการใช้สารละลายอีดีทีเอ ความเข้มข้นร้อยละ 17 มาใช้ในการเตรียมผิวเนื้อฟันก่อนการฟอกสีฟันเพื่อกำจัดชั้นสเมียร์ ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงต้องการศึกษาประสิทธิภาพในการฟอกสีฟันและความแข็งผิวเนื้อฟันภายหลังการฟอกสีฟัน ซึ่งมีกระบวนการเตรียมผิวเนื้อฟัน (การกำจัดชั้นสเมียร์) ที่แตกต่างกัน คือการกำจัดชั้นสเมียร์ด้วยกรดฟอสฟอริกที่มีความเข้มข้นร้อยละ 37 เปรียบเทียบกับสารละลายอีดีทีเอ

ความเข้มข้นร้อยละ 17 ผลการวิจัยเรื่องนี้อาจนำไปสู่ทางเลือกในการฟอกสีฟันภายในตัวฟันในฟันที่ได้รับการรักษาคลองรากฟันมาแล้วต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพการฟอกสีฟันด้วยสารโซเดียมเพอร์โบเรตผสมน้ำกลั่น ร่วมกับการกำจัดชั้นสเมียร์ด้วยกรดฟอสฟอริก ความเข้มข้นร้อยละ 37 หรือสารละลายอีดีทีเอ ความเข้มข้นร้อยละ17 เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมซึ่งไม่ได้กำจัดชั้นสเมียร์
2. เพื่อเปรียบเทียบความแข็งผิวเนื้อฟันหลังการฟอกสีฟันด้วยสารโซเดียมเพอร์โบเรตผสมน้ำกลั่นร่วมกับการกำจัดชั้นสเมียร์ด้วยกรดฟอสฟอริก ความเข้มข้นร้อยละ 37 หรือสารละลายอีดีทีเอ ความเข้มข้นร้อยละ 17 เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมซึ่งไม่ได้กำจัดชั้นสเมียร์

สมมติฐาน

1. ประสิทธิภาพการฟอกสีฟันด้วยสารโซเดียมเพอร์โบเรตผสมน้ำกลั่นร่วมกับการกำจัดชั้นสเมียร์ด้วยกรดฟอสฟอริก ความเข้มข้นร้อยละ 37 หรือสารละลายอีดีทีเอ ความเข้มข้นร้อยละ 17 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมซึ่งไม่ได้กำจัดชั้นสเมียร์
2. ความแข็งผิวเนื้อฟันหลังการฟอกสีฟันด้วยสารโซเดียมเพอร์โบเรตผสมน้ำกลั่นร่วมกับการกำจัดชั้นสเมียร์ด้วยกรดฟอสฟอริก ความเข้มข้นร้อยละ 37 หรือสารละลายอีดีทีเอ ความเข้มข้นร้อยละ 17 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมซึ่งไม่ได้กำจัดชั้นสเมียร์

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

การฟอกสีฟันด้วยสารโซเดียมเพอร์โบเรตผสมน้ำกลั่นร่วมกับการกำจัดชั้นสเมียร์ด้วยกรดฟอสฟอริก ความเข้มข้นร้อยละ 37 หรือสารละลายอีดีทีเอ ความเข้มข้นร้อยละ 17 อาจเป็นทางเลือกใหม่สำหรับการฟอกสีฟันภายในตัวฟัน ซึ่งอาจมีผลเพิ่มประสิทธิภาพในการฟอกสีฟันและไม่มีผลลดความแข็งผิวระดับจุลภาคของเนื้อฟันจากกระบวนการฟอกสีฟันดังกล่าว

บทที่ 2

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

วัสดุ

1. ฟันกรามน้อยแท้ซี่ที่ 1 และ 2 ถอนจากมนุษย์
2. วัสดุบูรณะฟันชั่วคราวเคาวิตอน (Caviton (GC corporation, Tokyo, Japan)
3. กรดฟอสฟอริก ความเข้มข้นร้อยละ 37 (3M ESPE, Seefeld, Germany)
4. สารละลายอีดีทีเอ (EDTA) ความเข้มข้นร้อยละ 17 (ฝ่ายเภสัชกรรม คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ประเทศไทย)
5. สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ (Sodium hypochlorite) ความเข้มข้นร้อยละ 5.25 (ฝ่ายเภสัชกรรม คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ประเทศไทย)
6. สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ (Sodium hypochlorite) ความเข้มข้นร้อยละ 2.5 (ฝ่ายเภสัชกรรม คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ประเทศไทย)
7. ผงโซเดียมเพอร์บอเรต (ฝ่ายเภสัชกรรม คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ประเทศไทย)
8. น้ำปราศจากไอออน (Deionized water)
9. น้ำกลั่น (Distilled water)
10. เลือดมนุษย์ (Human whole blood) (ภาควิชาโอษฐวิทยา คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ประเทศไทย)
11. เกทส์กลิดเดนดริล (Gates Gliddens drills) เบอร์ 3 และ 4 (Dentsply, Malleifer, Tulsa Dental, Tulsa, USA)
12. หัวกรอเพชรรูปกลม (Round diamond bur No.2 (Dentsply, Malleifer, Tulsa Dental, Tulsa, USA))
13. หัวกรอเพชรรูปยาวเรียวตรงปลายมน (Taper round ended diamond bur (Dentsply, Malleifer, Tulsa Dental, Tulsa, USA))
14. หัวกรอกลมก้านยาว (Round tungsten carbide bur (Dentsply, Malleifer, Tulsa Dental, Tulsa, USA))

15. ตะไบแบบเค (K-files) เบอร์ 15, 20, 25, 30, 35 และ 40 (Dentsply, Malleifer, Tulsa Dental, Tulsa, USA)
16. กระดาษซับคลองรากฟันชนิดแท่ง (paper point)
17. สำลีก้อนเล็ก (cotton pellet)
18. เข็มขนาด 27
19. ฟิล์มเอกซเรย์ฟัน ชนิดในช่องปาก (Intra oralKodak, Foshan OSAKA Export company Limited, Guangdong, China)
20. วัสดุพิมพ์ปากซิลิโคนชนิดพัดตี้ (Silagum® Putty Regular, DMG, Germany)
21. เรซินอะคริลิกใส ชนิดบ่มด้วยความร้อน (Heat cure clear resin acrylic) (Triplex® Heat; Ivoclar Vivadent AG, FL-9494 Schaan, Liechtenstein)
22. น้ำยาทาเล็บ (nail varnish)
23. กระดาษทรายน้ำซิลิกอนคาร์ไบด์ ความละเอียด 320, 600 และ 1,200 กริท (Wirtz-Buehler,Düsseldorf, Germany)
24. สารแขวนลอยเพชร (diamond suspension)
25. ผงขัดชนิดพิเศษ (special pumice)
26. พลาสติกยืดห่ออาหาร
27. ปากกาเคมี

อุปกรณ์

1. กล้องจุลทรรศน์ทางทันตกรรม (Dental operating microscope, OMPI pico Surgical microscope, SEISS Microscopy, Germany)
2. เครื่องมือขูดหินน้ำลายชนิดซิกเกิล (sickle)
3. เครื่องเอกซเรย์ฟันชนิดถ่ายภาพในช่องปาก (intra oral dental radiography) (Tube/HV generator housing assembly, Focus, Instrumentarium Dental Nahkelanitie 160F1 - 04300 Tuusula, Finland)
4. เครื่องตัด Buehler รุ่น Isomet 4000 (Precison saw; Buehler Isomet 4000, Buehler Ltd., USA)
5. เครื่องปั่นเหวี่ยงแบบตั้งโต๊ะชนิดควบคุมอุณหภูมิ (Refrigerated Centrifuge Velocity 18R, Dynamica Scientific Ltd., United Kingdom)

6. เครื่องวัดสีฟัน (VITA Easyshade Advance 4.0 (VITA Zahnfabrik, Germany))
7. โคมไฟตั้งโต๊ะ
8. หลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิดเดย์ไลท์ (daylight) ความสว่าง 1,200 ลักซ์ (Lux)
9. เครื่องวัดแสง (Lux Meter)
10. หัวกรอเร็ว (Airotor (NSK Dental Corp, Nakanishi, Japan))
11. เครื่องมือตรวจปริทันต์ (periodontal probe)
12. เครื่องนำอมัลกัม (amalgam carrier)
13. เครื่องชั่งไฟฟ้าชนิดวัดความเปลี่ยนน้ำหนักอย่างรวดเร็ว (Analytical Balance; Mettler, AE-200, Toledo, Zürich, Switzerland)
14. เครื่องทดสอบความแข็งจุลภาค (Microhardness tester; Mitutoyo, HM-211, Mitutoyo Coporation, Kanagawa, Japan)
15. กล้องจุลทรรศน์แบบวัดระยะความยาว (Measuring microscope; Nikon MM40/L Nikon Co., Japan) และโปรแกรมประมวลผลข้อมูล (E-MAX software)
16. เครื่องขัดชนิดจานหมุน (Grinding and polishing machines; JeanWirtz Phoenix 4000, Wirtz-Buehler GmbH., Germany)
17. ตู้เลี้ยงเชื้อควบคุมอุณหภูมิ (Incubator; Memmert, BE 500, Memmert GmbH +Co.KG, Germany)
18. หลอดทดลองพลาสติก ขนาด 15 มิลลิลิตร (Thermo Scientific Nunc 15 ml Conical Centrifuge tube (Nunc, USA)) Laboratory bottle (100 ml)
19. ไม้บรรทัดเหล็ก (Ruler)
20. ฟอร์เซป (Forceps)
21. ถ้วยยาง (rubber cup)
22. พู่กันขนาดเล็ก (Citisen, Promisee Dental Coporation, China)

วิธีการวิจัย

การเตรียมกลุ่มตัวอย่าง (sample preparation)

คัดเลือกฟันกรามน้อยแท้บนและล่างซึ่งถูกถอนเพื่อการจัดฟัน จากผู้ป่วยอายุระหว่าง 18-35 ปี จำนวน 100 ซี่ โดยแช่ฟันในน้ำปราศจากไอออนทันทีหลังถอนฟันและเก็บไว้ในอุณหภูมิห้องจนถึงวันที่ทำการทดลอง ฟันเหล่านี้ถูกเก็บรวบรวมจากคลินิกศัลยศาสตร์ช่องปากและแม็กซิลโลเฟเชียล คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์โดยมีขั้นตอนในการเตรียมกลุ่มตัวอย่าง ดังนี้

1.1 กำจัดเนื้อเยื่ออ่อนรอบรากฟันโดยใช้เครื่องมือขูดหินน้ำลายชนิดซิกเกิล จากนั้นขัดทำความสะอาดด้วยผงขัดชนิดพิเศษและถ้วยยางสำหรับขัดฟัน นำฟันทดสอบแช่ในน้ำปราศจากไอออนจนกว่าจะทำการทดลอง

1.2 นำฟันที่เก็บไว้มาทำการตรวจสอบภายใต้กล้องจุลทรรศน์ทางทันตกรรม กำลังขยาย 21.25 เท่า (21.25x magnification) ซึ่งมีเกณฑ์การคัดเลือกฟัน ดังนี้

เกณฑ์การคัดเข้า

- มีส่วนตัวฟันสมบูรณ์
- ไม่มีรอยผุบนตัวฟัน
- ไม่มีวัสดุบูรณะบนตัวฟัน
- ไม่มีการเปลี่ยนสีของฟัน
- มีการสร้างปลายรากฟันที่สมบูรณ์ (complete root formation)

เกณฑ์การคัดออก

- มีรอยร้าว หรือส่วนบิ่นแตกบนตัวฟัน

1.3 ถ่ายภาพรังสีก่อนเริ่มการวิจัย (original film) (รูปที่ 11) โดยถ่ายภาพรังสีฟันในแนวด้านแก้ม ด้านลิ้นและแนวใกล้กลาง ไกลกลาง โดยใช้วัสดุพิมพ์ปากซิลิโคนชนิดพุดดิ้เพื่อทำเป็นจิ๊กในการถ่ายภาพก่อนและหลังเตรียมฟันเพื่อการวิจัย โดยวางฟันให้แนวแกน (long axis) ของฟันขนานกับฟิล์มเอกซเรย์มากที่สุด ทำการถ่ายภาพรังสีด้วยเครื่องเอกซเรย์ฟันชนิดถ่ายภาพในช่องปากกำหนดปริมาณรังสีเท่ากับ 70 กิโลโวลต์ 0.63 มิลลิแอมแปร์ (70 kV , 0.63 mA) วัดขนาดของโพรงเนื้อเยื่อในจากฟิล์มเอกซเรย์ด้วยไม้บรรทัดเหล็ก โดยวัดที่ตำแหน่งเหนือรอยต่อเคลือบฟันกับเคลือบรากฟันด้านแก้ม 3 มิลลิเมตร เลือกฟันที่มีขนาดโพรงเนื้อเยื่อในใกล้เคียงกันมาใช้ในการทดลอง

1.4 ตัดส่วนปลายรากฟันออกโดยให้มีความยาวรากฟันซึ่งวัดที่ตำแหน่งรอยต่อเคลือบฟันกับเคลือบรากฟัน (CEJ) ทางด้านแก้ม 4 มิลลิเมตร (รูปที่ 12) ด้วยเครื่องตัด Buehler รุ่น Isomet 4000 (รูปที่ 29)

1.5 กรอเปิดทางเข้าสู่โพรงเนื้อเยื่อใน (access opening) ด้วยหัวกรอเร็วร่วมกับหัวกรอเพชรรูปกลม และแต่งให้ได้ช่องเปิดที่สมบูรณ์ด้วยหัวกรอเพชรรูปยาวเรียวตรงปลายมนและหัวกรอกลมก้านยาว จากนั้นทำการกรอขยายทางเข้าสู่โพรงเนื้อเยื่อในให้มีรูปร่างที่เหมาะสมด้วยเกทส์กลิดเดนดริล เบอร์ 3 และ 4 ระหว่างทำการเปิดและขยายโพรงเนื้อเยื่อในด้วยตะไบแบบเคเบอร์ 15, 20, 25, 30, 35 และ 40 ล้างด้วยสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ ความเข้มข้นร้อยละ 2.5 10 มิลลิลิตรโดยใช้เข็มขนาด 27 สอดเข็มในคลองรากฟันให้ห่างจากส่วนปลายราก 2 มิลลิเมตร (หลังทำการตัดปลายราก) โดยปลายเข็มไม่สัมผัสกับผนังคลองรากฟัน หลังสิ้นสุดการขยายโพรงเนื้อเยื่อในแล้วล้างด้วยสารละลายอีดีทีเอ ความเข้มข้นร้อยละ 17 5 มิลลิลิตร เป็นเวลา 1 นาที และตามด้วยสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ ความเข้มข้นร้อยละ 2.5 3 มิลลิลิตร ซับคลองรากฟันให้แห้งด้วยกระดาษซับคลองรากฟันชนิดแท่ง

1.6 ทำการย้อมสีฟัน (artificial staining) (รายละเอียดในการย้อมสีฟัน)

1.7 นำฟันซึ่งย้อมสีเสร็จเรียบร้อยแล้ว มาทำการอุดคลองรากฟันด้วยวัสดุบูรณะฟันชั่วคราวเคาวิตอน (รูปที่ 23)โดยอุดย้อนปลายรากฟันและอุดให้ต่ำกว่าระดับรอยต่อเคลือบฟันกับเคลือบรากฟันด้านแก้ม 1 มิลลิเมตร (รูปที่ 25)โดยใส่สำลีขนาดเล็กชุบน้ำกลั่น 10 ไมโครลิตร จากทางรูเปิดคลองรากฟัน ให้ฐานสำลีอยู่ใต้รอยต่อระหว่างเคลือบฟันกับเคลือบรากฟันด้านแก้ม 1 มิลลิเมตร ใช้เครื่องมือตรวจปริทันต์ (periodontal probe) ตรวจสอบและวัดระดับสำลีจากทางปลายรากฟันโดยให้ฐานสำลีสูงกว่าปลายราก 3 มิลลิเมตร จากนั้นทำการอุดย้อนปลายรากฟัน และนำไปเก็บไว้ในหลอดทดลองที่อุณหภูมิห้อง ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 100 เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

1.8 นำฟันทดสอบออกจากหลอดทดลองและทำการกรอภายในโพรงเนื้อเยื่อในโดยใช้หัวกรอทังสเตนคาร์ไบด์รูปทรงกลม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.4 มิลลิเมตร เพื่อทำให้เกิดลักษณะของชั้นสเมียร์เท่ากันทุกกลุ่มตัวอย่าง (รูปที่ 13) โดยกรอที่ผนังภายในโพรงเนื้อเยื่อในตำแหน่งละ 2 ครั้งต่อด้าน ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ทางทันตกรรม กำลังขยาย 21.25 เท่า จากนั้นทำการล้างภายในโพรงเนื้อเยื่อใน ด้วยน้ำกลั่น 5 มิลลิลิตร โดยใช้เข็มขนาด 27

1.9 นำฟันทดสอบมาถ่ายภาพรังสีในแนวใกล้กลาง-ไกลกลาง เพื่อวัดความหนาที่บริเวณช่วงกลางของส่วนตัวฟันด้านแก้ม (Middle third of buccal surface) ให้มีความหนาประมาณ 2.5-3.0 มิลลิเมตร โดยใส่ฟันทดสอบในวัสดุพิมพ์ปากซิลิโคนชนิดพุดตี้ที่ทำไว้ ทำการถ่ายภาพ

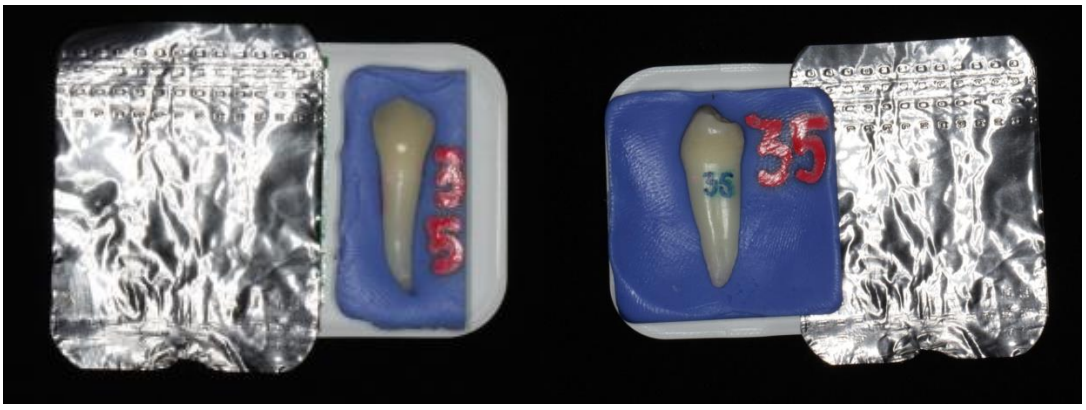
รังสีซ้ำอีกครั้ง วัดความหนาที่บริเวณช่วงกลางของส่วนตัวฟันด้านแก้มด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (Image-Pro 1 Plus image analysis software, Media Cybernetics)

1.10 น้ำยาทาเล็บเคลือบส่วนปลายรากฟันจนถึงระดับรอยต่อเคลือบฟันกับเคลือบรากฟันด้วยโดยทำการเคลือบ 1 ชั้น

1.11 ทำการทดลองแบบอำพราง (blinded technique) ตลอดการศึกษาโดยเขียนหมายเลขลงบนส่วนรากฟันด้านแก้มของฟันทดสอบแต่ละซี่เพื่อให้สามารถระบุซี่ฟันและทำการวัดซ้ำได้ในแต่ละซี่ โดยผู้ทดลองไม่ทราบว่าซี่ฟันทดสอบอยู่ในกลุ่มทดลองใด

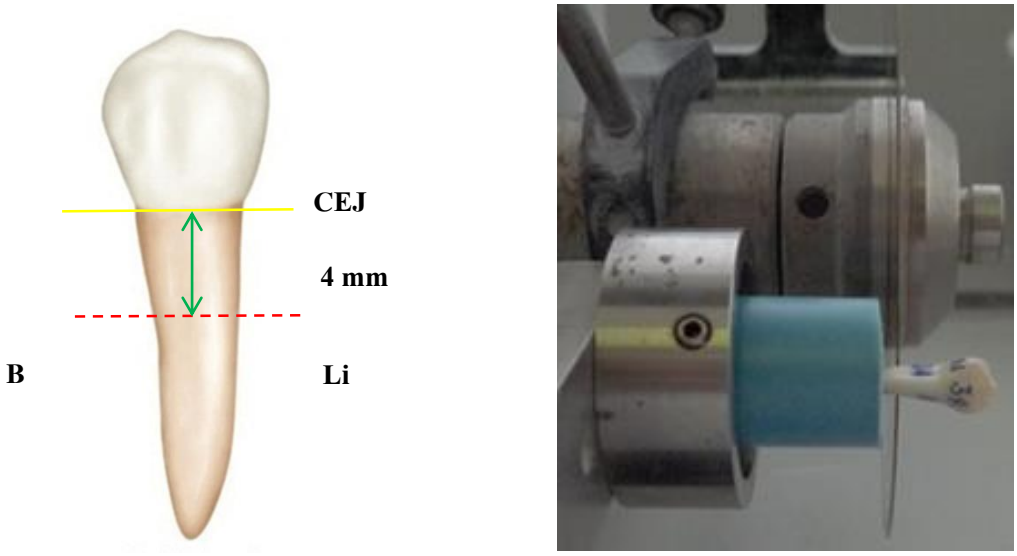
1.12 วัดสีฟันก่อนและหลังฟอกสีฟัน (intracoronal bleaching) 7, 14 และ 21 วัน (รายละเอียดในการวัดสีฟันและการฟอกสีฟันภายในตัวฟัน)

1.13 หลังครบ 7, 14 และ 21 วัน สุ่มเลือกฟันที่ฟอกสีฟันเสร็จแล้ว กลุ่มละ10 ซี่ มาวัดความแข็งผิวระดับจุลภาค (รายละเอียดในการวัดความแข็งผิวระดับจุลภาคของเนื้อฟัน)



B-Li **M-D**

รูปที่ 11 แสดงการถ่ายภาพรังสีก่อนและหลังเตรียมฟันทดลอง



รูปที่ 12 แสดงการตัดปลายรากห่างจากใต้ระดับรอยต่อเคลือบฟันกับเคลือบรากฟัน ด้านแก้ม 4 มิลลิเมตร ด้วยเครื่องตัดชิ้นงาน Buehler รุ่น Isomet 4000

รูปที่ 13 แสดงการสร้างชั้นสเมียร์ก่อนฟอกสีฟัน

การวัดสีฟัน

ทำการวัดสีฟันด้วยเครื่องวัดสีฟันภายในห้องมืดที่มีแหล่งกำเนิดแสงความสว่างคงที่ โดยใช้โคมไฟและหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิดเดย์ไลท์ ความสว่าง 1,200 ลักซ์ จำนวน 1 หลอด วางโคมไฟห่างจากฟันทดสอบเป็นระยะ 40 เซนติเมตร และวัดความสว่างด้วยเครื่องวัดแสงทุก 1 ชั่วโมง โดยมีขั้นตอน ดังนี้

2.1 กำหนดตำแหน่งวัดสีฟันที่ด้านแก้มบริเวณส่วนกลางฟันด้วยปากกาเมจิกสีแดง โดยกำหนดให้บริเวณที่ทำการวัดสีฟันมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 7 มิลลิเมตร (รูปที่ 16) จากนั้นทำการจุดบริเวณที่กำหนด 4 ตำแหน่ง (ด้านใกล้กลาง ด้านไกลกลาง ด้านใกล้คอฟัน และด้านปลายฟัน) และทำการวัดสีฟันโดยวางปลายเครื่องมือวัดให้อยู่ภายในบริเวณที่กำหนด

2.2 วัดสีฟันในขั้นตอนก่อนฟอกสีฟัน และหลังการฟอกสีฟันเป็นระยะเวลา 7, 14 และ 21 วัน ดังนี้

2.2.1 การปรับมาตรฐานเครื่องวัดสีฟันก่อนวัดสีฟัน (อ้างอิงจากการศึกษาของ Hammad IA[44], 2003) โดยทำการวัดสีฟันกรามน้อยจำนวน 1 ซี่ วัดซ้ำ 30 ครั้ง ห่างกันครั้งละ 10 วินาที นำค่าที่วัดได้มาคำนวณทางสถิติ

2.2.2 ขั้นตอนการวัดสีฟัน ทำการวัดสีฟันด้วยเครื่องวัดสีฟัน[45] โดยมีขั้นตอน ดังนี้

ก. กดปุ่มเปิดเครื่องและปรับมาตรฐานเครื่องวัดสีฟันก่อนวัดสีฟันด้วยแท่นปรับมาตรฐาน(calibration block) ก่อนทำการวัดสีฟันในแต่ละครั้ง (รูปที่ 14)

ข. วัดสีฟันด้วยเครื่องวัดสีฟัน (รูปที่ 15) นำฟันทดสอบออกจากหลอดทดลองและทิ้งไว้ประมาณ 1 นาที ก่อนเริ่มทำการวัดสีฟันแต่ละซี่โดยเตรียมฟันทดสอบใส่ในจิ๊กที่ทำไว้และนำไปวางบนแท่นวัดสีฟันที่เตรียมไว้ ปรับระนาบฟันแต่ละซี่ที่วางบนแท่นวัดสีฟันโดยนำขี้ผึ้งแผ่นสีชมพู รองใต้จิ๊กที่ใส่ฟันทดสอบเพื่อให้ระนาบผิวฟันแนบสนิทพอดีกับปลายเครื่องมือของเครื่องวัดสีฟัน จากนั้น นำเครื่องวัดสีฟันมาวางในตำแหน่งที่กำหนดโดยตั้งในพื้นราบที่ตำแหน่งเดิมเสมอตลอดการวัดสีฟันและให้ปลายเครื่องวัดสีฟันวางที่บริเวณผิวฟันส่วนตัวฟันด้านแก้มของฟันทดสอบโดยวางให้ระนาบปลายเครื่องวัดสีฟันตั้งฉากกับระนาบผิวฟันและแนบสนิทกับผิวฟัน กดปุ่มวัดสีฟันและถือเครื่องวัดสีฟันค้างไว้ รอจนเสียงเครื่องวัดสีฟันดับลง บันทึกค่าสีฟันที่วัดได้ซึ่งแสดงในรูปของเฉดสี เช่น 2M3, 5M1 เป็นต้น และแสดงในรูปของ CIE L*a*b* โดยจะแสดงค่าความสว่าง (L*) ค่าความเข้มอ่อนของสี (C*) และค่าสี (h*) เช่น L= 82.1, C= 14.8, h = 81.4 เป็นต้น ทำการวัดซ้ำ 3 ครั้ง ห่างกันครั้งละ 10 วินาที นำค่าที่ได้มาเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่ม โดยเปรียบเทียบค่าสีฟันและค่าเฉลี่ยผลต่างของสีฟัน (ΔE)ที่ได้ก่อนและหลังการฟอกสีฟันเพื่อนำไปวิเคราะห์ผลทางสถิติ

รูปที่ 14 การปรับมาตรฐานเครื่องวัดสีฟันก่อนทำการวัดสีฟัน

รูปที่ 15 การวัดสีฟันด้วยเครื่องวัดสีฟัน

รูปที่ 16 แสดงการกำหนดจุดด้านแก้มเพื่อแสดงตำแหน่งวัดสีฟัน (จุดสีแดง)

การย้อมสีฟัน (ดัดแปลงจากการศึกษาของ Freccia and Peters, 1982 [46])

ย้อมสีฟันทดสอบโดย

3.1 นำฟันทดสอบซึ่งตัดปลายรากและทำการขยายคลองรากฟันเรียบร้อยแล้ว มาใส่ในหลอดทดลองพลาสติก ขนาด 15 มิลลิลิตร โดยใส่ฟันหนึ่งซี่ต่อหนึ่งหลอดทดลอง จากนั้นเติมเลือดมนุษย์ 4 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลอง (รูปที่ 18)

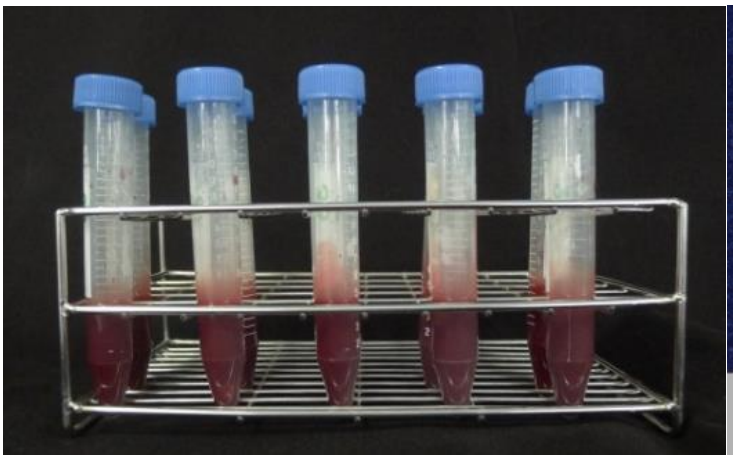
3.2 นำหลอดทดลองไปปั่นด้วยเครื่องปั่นเหวี่ยงแบบตั้งโต๊ะชนิดควบคุมอุณหภูมิ (รูปที่ 17) ความเร็ว 10,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10 นาที หลังสิ้นสุดการปั่นในแต่ละครั้ง นำฟันออกมาล้างด้วยน้ำกลั่น ซี่ละ 5 มิลลิลิตร เพื่อเป็นการกำจัดเศษเซลล์เม็ดเลือดแดงที่ตกค้างอยู่ภายในโพรงเนื้อเยื่อในหลังการปั่น จากนั้นนำฟันทดสอบใส่กลับในหลอดทดลองหลอดเดิม แล้วนำไปเก็บไว้ในตู้เลี้ยงเชื้อควบคุมอุณหภูมิ โดยกำหนดอุณหภูมิที่ 37 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์

ร้อยละ 100 โดยทำการปั่นด้วยเครื่องหมุนเหวี่ยงวันละ 2 ครั้ง ห่างกัน 8 ชั่วโมง ทำการปั่นซี่ฟันทดสอบด้วยวิธีดังกล่าวติดต่อกันเป็นเวลา 6 วัน

3.3 หลังครบ 6 วัน ทำการเปลี่ยนเลือดใหม่ และนำไปปั่นด้วยวิธีดังข้อ ข. ซ้ำอีกครั้ง

3.4 หลังเสร็จสิ้นการย้อมสีฟัน (รูปที่ 19) นำฟันทดสอบมาล้างด้วยน้ำกลั่นซี่ละ 5 มิลลิลิตร จากนั้นนำฟันทดสอบใส่กลับในหลอดทดลองหลอดเดิม แล้วนำไปเก็บไว้ในตู้เลี้ยงเชื้อควบคุมอุณหภูมิ อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 100 จนถึงวันทดลองก่อนฟอกสีฟันนำฟันทดสอบออกมาวัดสีด้วยเครื่องวัดสีฟัน โดยพิจารณาเลือกซี่ฟันทดสอบที่มีค่าสีฟันใกล้เคียงกันมาใช้ในการทดลอง

รูปที่ 17 เครื่องปั่นเหวี่ยงแบบตั้งโต๊ะชนิดควบคุมอุณหภูมิ



รูปที่ 18 การเตรียมตัวอย่างในการย้อมสีฟัน

รูปที่ 19 ตัวอย่างหลังการย้อมสีฟัน

การฟอกสีฟันภายในตัวฟัน

4.1 การแบ่งกลุ่มทดสอบ แบ่งฟันทดสอบออกเป็น 3 กลุ่มโดยการสุ่มเลือกให้ในแต่ละกลุ่มมีฟันกรามน้อยแท้บนและล่างซี่ที่ 1 และ 2 เท่ากันทุกกลุ่ม ดังนี้

ก. กลุ่มควบคุม (n = 30) : DW ทำการล้างผิวเนื้อฟันบริเวณโพรงเนื้อเยื่อในด้วยน้ำกลั่น 10 มิลลิลิตร เป็นเวลา 60 วินาที

ข. กลุ่มทดลองที่ 1 (n = 30) : H_3PO_4 กำจัดชั้นสเมียร์โดยทาผิวเนื้อฟันบริเวณโพรงเนื้อเยื่อในด้วยกรดฟอสฟอริก ความเข้มข้นร้อยละ 37 (รูปที่ 20) ด้วยพู่กันขนาดเล็ก ทิ้งไว้เป็นเวลา 15 วินาที แล้วล้างออกด้วยน้ำกลั่น 10 มิลลิลิตร เป็นเวลา 60 วินาที

ค. กลุ่มทดลองที่ 2 (n = 30) : EDTA กำจัดชั้นสเมียร์โดยล้างผิวเนื้อฟันบริเวณโพรงเนื้อเยื่อในด้วยสารละลายอีดีทีเอ ความเข้มข้นร้อยละ 17 (รูปที่ 21) 5 มิลลิลิตร แล้วแช่ทิ้งไว้เป็นเวลา 60 วินาที แล้วล้างออกด้วยน้ำกลั่น 10 มิลลิลิตร เป็นเวลา 60 วินาที

4.2 การฟอกสีฟัน (รูปที่ 25) มีขั้นตอนดังนี้

ก. นำโซเดียมเพอร์โบเรต (รูปที่ 24) ผสมกับน้ำกลั่นด้วยอัตราส่วนผงต่อน้ำเป็น 2 กรัม : 1 มิลลิลิตร ด้วยเครื่องชั่งไฟฟ้าชนิดวัดความเปลี่ยนน้ำหนักอย่างรวดเร็ว (รูปที่ 22) จากนั้นใช้เครื่องนำอมัลกัมด้านหน้าตัดขนาดเล็กที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 มิลลิเมตร ลึก 5 มิลลิเมตร ตักส่วนผสมของโซเดียมเพอร์บอเรตและน้ำกลั่นที่เตรียมไว้จนเต็มเครื่องนำอมัลกัม (ประมาณ 0.0218 กรัม)แล้วใส่ลงในโพรงเนื้อเยื่อในของฟันที่จะทำการทดสอบแต่ละซี่

ข. ปิดทางเข้าสู่โพรงเนื้อเยื่อในโดยนำสำลีขนาดเล็กชุบน้ำกลั่น 10 ไมโครลิตร ใส่ในโพรงเนื้อเยื่อในและปิดทับด้วยวัสดุบูรณะฟันชั่วคราวเคาวิตอนโดยใช้เครื่องนำอมัลกัมด้านหน้าตัดขนาดใหญ่ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.7 มิลลิเมตร ลึก 6 มิลลิเมตร ตักวัสดุบูรณะฟันชั่วคราวเคาวิตอนจนเต็มเครื่องนำอมัลกัม (ประมาณ 0.0701 กรัม) แล้วใส่ในโพรงเนื้อเยื่อในของฟันทดสอบ แต่ละซี่ ปิดโพรงเนื้อเยื่อในให้มีความหนา 3 มิลลิเมตร จากนั้นนำฟันทดสอบใส่กลับในหลอดทดลองหลอดเดิม แล้วนำไปเก็บไว้ในตู้เลี้ยงเชื้อควบคุมอุณหภูมิ อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 100

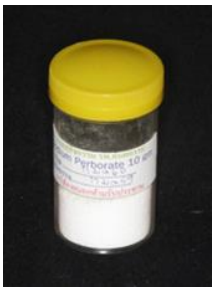
ค. เมื่อครบ 7, 14 และ 21 วัน วัดสีฟันด้วยเครื่องวัดสีฟัน จากนั้นทำการเปลี่ยนส่วนผสมของโซเดียมเพอร์บอเรตและน้ำกลั่น โดยกรอวัสดุบูรณะฟันชั่วคราวเคาวิตอนออกด้วยหัวกรอกลมก้านยาวชนิดกรอช้า และล้างบริเวณโพรงเนื้อเยื่อในด้วยน้ำกลั่นซี่ละ 10 มิลลิลิตร และทำการฟอกสีฟันเช่นเดิมซ้ำต่อไป

รูปที่ 20 กรดฟอสฟอริก
ความเข้มข้นร้อยละ 37

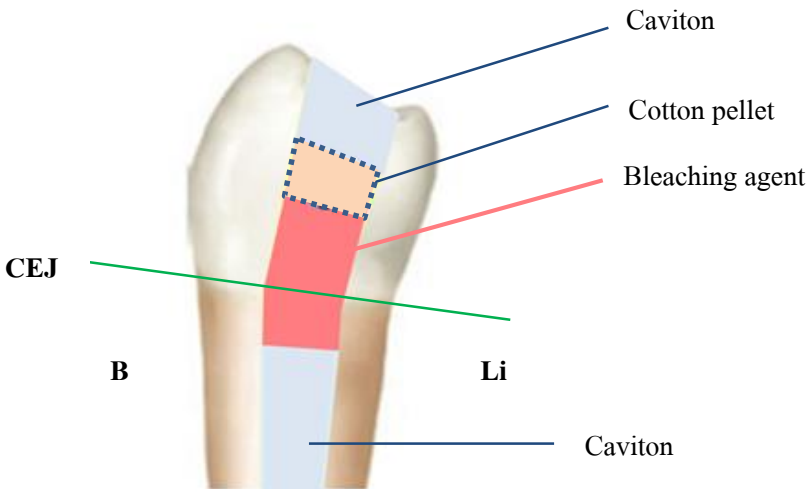
รูปที่ 21 สารละลายอีดีทีเอ
ความเข้มข้นร้อยละ 17

รูปที่ 22 เครื่องชั่งไฟฟ้าชนิดวัดความเปลี่ยนน้ำหนักอย่างรวดเร็ว

รูปที่ 23 วัสดุบูรณะฟันชั่วคราวเคาวิตอน



รูปที่ 24 สารฟอกสีฟันโซเดียมเพอร์บอเรต



รูปที่ 25 แสดงการอุดคลองรากฟันและการฟอกสีฟัน

การวัดความแข็งผิวระดับจุลภาคของเนื้อฟันภายหลังการฟอกสีฟัน

หลังฟอกสีฟันครบ 7, 14 และ 21วัน สุ่มเลือกฟันกลุ่มละ 10 ซี่มาทดสอบความแข็งผิวเนื้อฟันด้วยเครื่องทดสอบความแข็งจุลภาคและกล้องจุลทรรศน์แบบวัดระยะความยาวและโปรแกรมประมวลผลข้อมูล (รูปที่ 31)โดย

5.1 นำฟันทดสอบทั้งซี่มาฝังลงในเรซินอะคริลิกใสชนิดบ่มด้วยความร้อน จากนั้นตัดชิ้นทดสอบในแนวขวางให้มีความหนา 2 มิลลิเมตร จำนวน 2 ชิ้นโดยชิ้นแรกเริ่มวัดจากบริเวณใต้รอยต่อเคลือบฟันกับเคลือบรากฟัน 1 มิลลิเมตร ขึ้นไปทางส่วนตัวฟัน ได้เป็นชิ้นทดสอบ a (CEJ + 1 mm), b (CEJ +3 mm) (รูปที่ 26)

5.2 ขัดพื้นผิวของชิ้นทดสอบด้วยกระดาษทรายน้ำซิลิกอนคาร์ไบด์ ความละเอียด 320, 600 และ 1,200 กริท ตามลำดับ แล้วขัดด้วยสารแขวนลอยเพชรขนาด 1 ไมครอน (micron) ซึ่งยึดบนเครื่องขัดชนิดจานหมุน (รูปที่ 30) ที่ความเร็ว 100 รอบ/นาที เป็นระยะเวลา 2 นาที

5.3 นำชิ้นทดสอบมาวัดความแข็งผิวระดับจุลภาคด้วยเครื่องทดสอบความแข็งจุลภาคทดสอบโดยใช้หัวกดชนิดวิกเกอร์ส (Vicker's indenter) ซึ่งมีลักษณะหัวกดเป็นรูปปิรามิดฐานสี่เหลี่ยม กดด้วยแรง 50 กรัม เป็นระยะเวลา 10 วินาที วัด 8 ตำแหน่ง (รูปที่ 27) โดยวัดในบริเวณที่ห่างจากผนังโพรงเนื้อเยื่อใน 0.5 มิลลิเมตร คือด้านแก้ม ด้านใกล้กลาง ด้านลิ้น และด้านไกลกลาง

(i1, i2, i3, i4) ตามลำดับ และ1 มิลลิเมตร คือด้านแก้ม ด้านใกล้กลาง ด้านลิ้น และด้านไกลกลาง (e1, e2, e3, e4)โดยแต่ละตำแหน่งห่างกันอย่างน้อย 4 เท่าของเส้นทแยงมุมจากรอยกด นำชิ้นทดสอบมาวัดความยาวของเส้นทแยงมุมของรอยกดด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบวัดระยะความยาวที่กำลังขยาย 500 เท่า

ก. นำความยาวเส้นทแยงมุมที่ได้มาหาความแข็งผิวระดับจุลภาควิกเกอร์ส (รูปที่ 28) จากสูตร

$$HV = 1.854 (F/d^2)$$

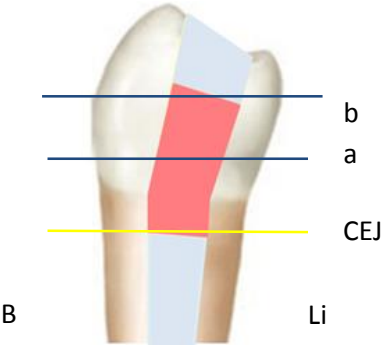
F = แรงที่ใช้กด (กิโลกรัม)

d = ความยาวของเส้นทแยงมุมของรอยกดบนพื้นผิว (มิลลิเมตร) โดยคำนวณจาก

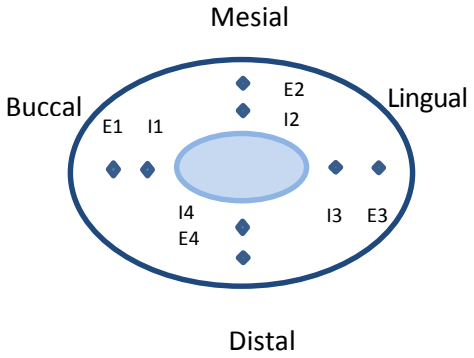
$$d = (d1+d2)/2$$

หมายเหตุ : d1 = ความยาวของเส้นทแยงมุมของรอยกดบนพื้นผิวในแนวดิ่ง

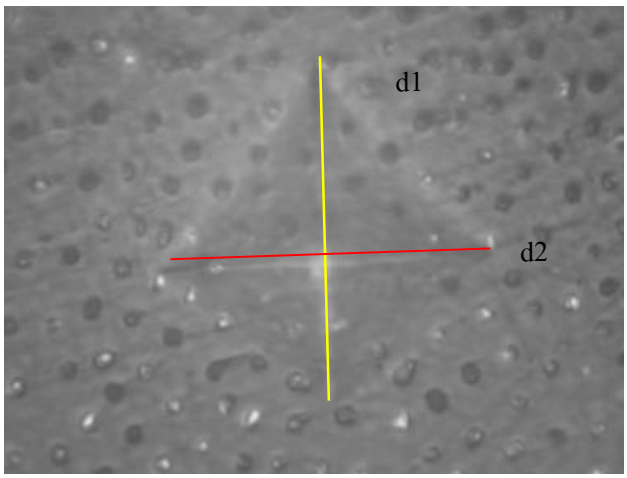
d2 = ความยาวของเส้นทแยงมุมของรอยกดบนพื้นผิวในแนวนอน



รูปที่ 26 แสดงแนวการตัดชิ้นฟันทดสอบเพื่อวัดความแข็งผิวระดับจุลภาค



รูปที่ 27 ตำแหน่งทดสอบความแข็งผิวระดับจุลภาควิกเกอร์ส

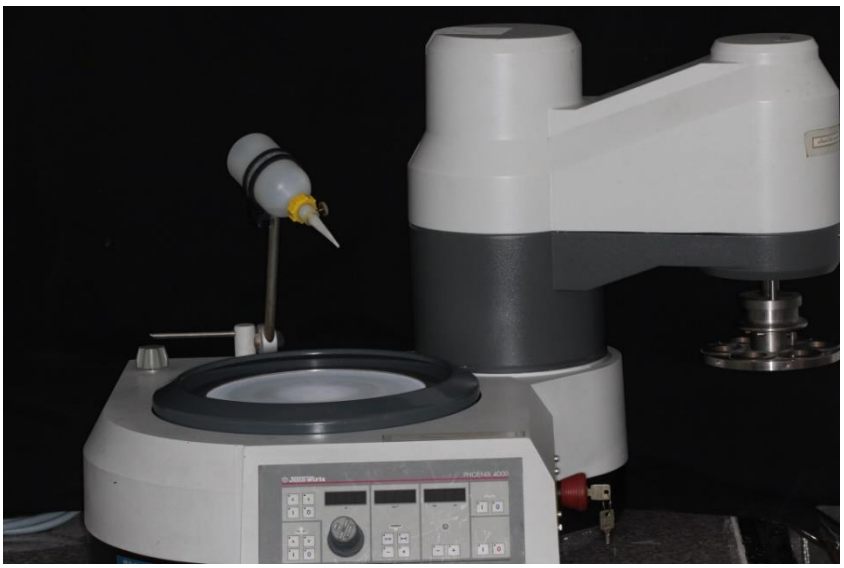


รูปที่ 28 แสดงรอยกดความแข็งผิวระดับจุลภาควิกเกอร์ส

ข. นำค่าความแข็งผิวระดับจุลภาคทั้ง 4 ตำแหน่งมาหาค่าเฉลี่ย $(i1 + i2 + i3 + i4)/4 = I$ แทนความแข็งผิวระดับจุลภาคเฉลี่ยของเนื้อฟันบริเวณที่ห่างจากผนังโพรงเนื้อเยื่อใน 0.5 มิลลิเมตร ของแต่ละชิ้นทดสอบ $(e1 + e2 + e3 + e4)/4 = E$ แทนความแข็งผิวระดับจุลภาคเฉลี่ยของเนื้อฟันบริเวณที่ห่างจากผนังโพรงเนื้อเยื่อ 1.0 มิลลิเมตร ของแต่ละชิ้นทดสอบ

ค. นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติ

รูปที่ 29 เครื่องตัด Buehler รุ่น Isomet 4000



รูปที่ 30 เครื่องขัดชนิดจานหมุน

รูปที่ 31 เครื่องทดสอบความแข็งจุลภาคและกล้องจุลทรรศน์แบบวัดระยะความยาว

การวิเคราะห์ผล

วิเคราะห์ความแตกต่างค่าเฉลี่ยของสีฟัน (CIE L*a*b*) ค่าเฉลี่ยผลต่างของสีฟัน (ΔE) ที่วัดได้จากเครื่องวัดสีและค่าเฉลี่ยความแข็งผิวระดับจุลภาค (VHN) ภายหลังการฟอกสีฟัน โดยเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของประชากร 3 กลุ่ม อิสระต่อกัน ดังนี้

1. วิเคราะห์ความแตกต่างค่าเฉลี่ยของสีฟัน โดยสีฟันที่มีการแจกแจงของข้อมูลปกติ (normal distribution) จะใช้สถิติทดสอบ ANOVA และเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ด้วยสถิติทดสอบ Tukey Honestly Significant Difference (HSD) ส่วนค่าสีฟันที่มีการแจกแจงของข้อมูลไม่ปกติ จะใช้สถิติทดสอบ Kruskal wallis และเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ด้วยสถิติ Mann-Whitney U Test โดยมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

2. วิเคราะห์ความแตกต่างค่าเฉลี่ยผลต่างของสีฟันและค่าเฉลี่ยความแข็งผิวระดับจุลภาค ภายหลังการฟอกสีฟัน ด้วยสถิติทดสอบ ANOVA และเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ด้วยสถิติทดสอบ Tukey Honestly Significant Difference (HSD) โดยมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

การคำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่าง

คำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สูตร ดังนี้

$$n = \frac{\left[z_{\frac{\alpha}{2}} + z_{\beta} \right]^2 \times 2\sigma^2}{\delta^2}$$

โดยที่ n = ขนาดกลุ่มตัวอย่างของแต่ละกลุ่มที่ต้องการ

σ = ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรผลลัพธ์หลัก

δ = ขนาดความแตกต่างที่มีความสำคัญทางคลินิก

$Z_{\frac{\alpha}{2}} = 1.96$

$Z_{\beta} = 1.65$

โดยอ้างอิงจากการศึกษาของ Cavalli V., 2009 [47] ซึ่งมีการทดลองใกล้เคียงกันโดยจากตารางที่ 1 นำค่า ของ sound dentine (control) = 43.8, SP = 34.6, SD ของ SP = 8.2 มาแทนในสูตรดังกล่าว จะได้

$$N = (1.96 + 1.65)\ 2\ x2(8.2)\ 2\ /(48.3\text{-}34.6)\ 2$$

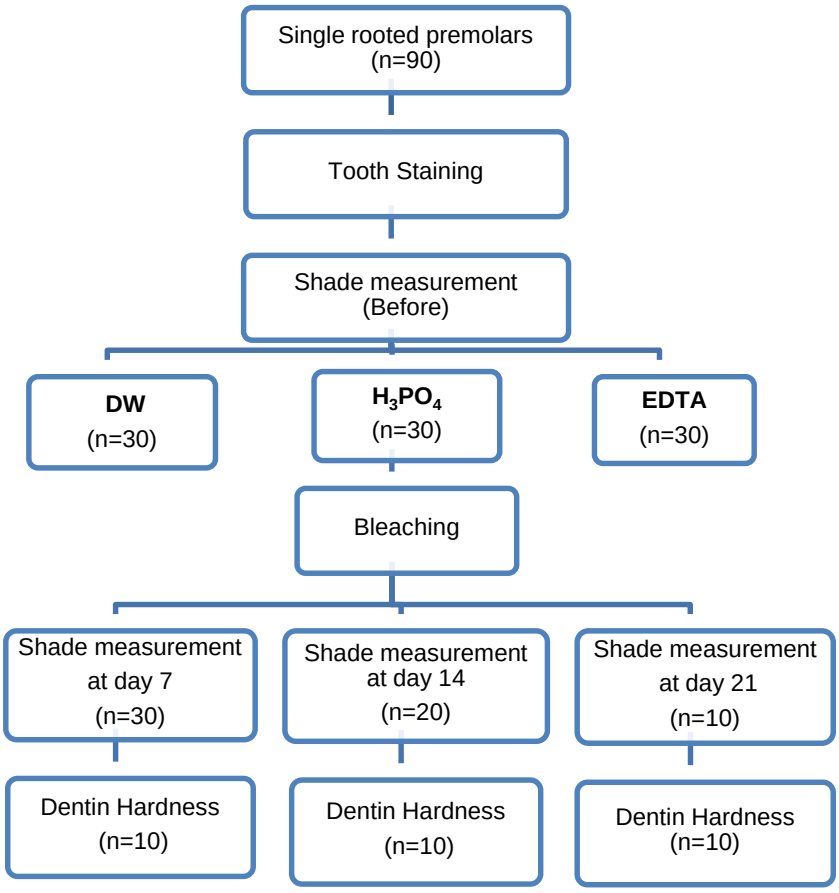
$$= 9.3375$$

ดังนั้น กลุ่มตัวอย่างในการศึกษานี้ ควรใช้ประมาณ 10 ตัวอย่างต่อกลุ่ม

ตารางที่ 1 ขนาดกลุ่มตัวอย่างการศึกษา

กลุ่ม / วัน	กลุ่มDW		กลุ่ม H_3PO_4		กลุ่ม EDTA	
	การฟอกสีฟัน	ความแข็งผิวระดับจุลภาค	การฟอกสีฟัน	ความแข็งผิวระดับจุลภาค	การฟอกสีฟัน	ความแข็งผิวระดับจุลภาค
7 วัน	30	10	30	10	30	10
14 วัน	20	10	20	10	20	10
21 วัน	10	10	10	10	10	10

การเตรียมตัวอย่าง



รูปที่ 32 แสดงการเตรียมตัวอย่างในการศึกษา

บทที่ 3

ผลการวิจัย

ตอนที่ 1 ลักษณะของกลุ่มตัวอย่าง

การศึกษานี้ทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของสีฟัน ค่าเฉลี่ยผลต่างของสีฟันและค่าเฉลี่ยความแข็งผิวระดับจุลภาควิกเกอร์สในช่วงระหว่างก่อนและหลังฟอกสีฟันที่เวลา 7, 14 และ 21 วัน ซึ่งในระหว่างทำการศึกษามีการสูญเสียกลุ่มตัวอย่าง ดังนี้

1.1 คัดซี่ฟันทดสอบที่มีความหนาบริเวณช่วงกลางส่วนตัวฟันด้านแก้ม ไม่อยู่ในช่วงระหว่าง 2.5 - 3.0 มิลลิเมตร โดยคัดซี่ฟันทดสอบออกก่อนเริ่มฟอกสีฟัน จำนวน 3 ซี่

1.2 คัดซี่ฟันทดสอบที่มีค่าสีฟัน L*a*b* ก่อนเริ่มการฟอกสีฟันแตกต่างจากฟันซี่อื่นๆ ออก จำนวน 1 ซี่

1.3 คัดซี่ฟันทดสอบซึ่งมีค่าสีฟันก่อนเริ่มฟอกสีฟันสูงสุดและต่ำสุดออกกลุ่มละ 2 ซี่ เพื่อนำค่าสีฟันที่มีค่าใกล้เคียงกันมาใช้ในการวิเคราะห์ทางสถิติ

ดังนั้นในการศึกษานี้ คงเหลือกลุ่มตัวอย่างจำนวน 90 ซี่ แบ่งเป็น กลุ่ม DW 30 ซี่ กลุ่ม H_3PO_4 30 ซี่ และกลุ่ม EDTA 30 ซี่

ตอนที่ 2 ผลของการฟอกสีฟันจากการกำจัดชั้นสเมียร์ที่แตกต่างกันก่อนฟอกสีฟัน

2.1 ค่าเฉลี่ยผลต่างของสีฟัน (ΔE) ในช่วงเวลาต่างๆ (รูปที่ 33) โดยเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยผลต่างของสีฟันภายในกลุ่มทดลอง ที่เวลา 7, 14 และ 21 วัน พบว่า ภายในกลุ่มทดลองเดียวกัน ค่าเฉลี่ยผลต่างของสีฟันที่เวลา 7, 14 และ 21 วัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยผลต่างของสีฟันระหว่างกลุ่มทดลอง 3 กลุ่ม ที่เวลา 7, 14 และ 21 วันพบว่าทั้ง 3 กลุ่ม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 2, 3 และ 4)

ตารางที่ 2 แสดงค่าเฉลี่ยผลต่าง (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) ของสีฟันของกลุ่ม DW กลุ่ม H_3PO_4และกลุ่ม EDTA โดยเปรียบเทียบระหว่างเวลา 7, 14 และ 21 วัน

กลุ่มทดลอง	ความต่างของสีฟันก่อนฟอกสีฟันและวันที่ 7	ความต่างของสีฟันระหว่างวันที่ 7 และ 14	ความต่างของสีฟันระหว่างวันที่ 14 และ 21
DW	14.93 (6.08) ^{aa}	10.45 (3.74) ^{ac}	6.17 (3.70) ^{bd}
H_3PO_4	17.02 (6.87) ^{aa}	8.99 (2.62) ^{bc}	6.02 (2.82) ^{bd}
EDTA	15.49 (5.91) ^{aa}	11.43 (3.48) ^{ac}	6.30 (2.71) ^{bd}

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกัน แสดงถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$ (จากตาราง: ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวแรก หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบภายในกลุ่มเดียวกันที่เวลาต่างๆ และตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวที่สอง หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มทดลองที่เวลาต่างๆ)

ตารางที่ 3 แสดงค่านัยสำคัญทางสถิติ (p-value) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยผลต่างของสีฟันของกลุ่ม DW กลุ่ม H_3PO_4 และกลุ่ม EDTA โดยเปรียบเทียบระหว่างเวลา 7, 14 และ 21 วัน ภายในกลุ่มการทดลองเดียวกัน

	กลุ่ม DW	กลุ่ม H_3PO_4	กลุ่ม EDTA
ค่านัยสำคัญทางสถิติ	0.001*	0.001*	0.000*

*มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ $p < 0.05$

ตารางที่ 4 แสดงค่านัยสำคัญทางสถิติ (p-value) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยผลต่างของสีฟันของกลุ่ม DW กลุ่ม H_3PO_4 และกลุ่ม EDTA โดยเปรียบเทียบระหว่างเวลา 7, 14 และ 21 วัน ระหว่างกลุ่มการทดลอง 3 กลุ่ม

	ความต่างของสีฟันก่อนฟอกสีฟันและวันที่7	**ความต่างของสีฟันระหว่างวันที่ 7 และ 14**	**ความต่างของสีฟันระหว่างวันที่ 7 และ21**
ค่านัยสำคัญทางสถิติ	0.746	0.272	0.897

*มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ $p < 0.05$

2.2 ค่าเฉลี่ยของสีฟันหลังทำการฟอกสีฟันที่เวลาต่าง ๆ ในการศึกษานี้ ค่าสีฟันก่อนเริ่มฟอกสีฟัน มีค่า L* อยู่ระหว่าง 54.67 และ 77.33 ค่า a* อยู่ระหว่าง -1.27 และ 5 ค่า b* อยู่ระหว่าง 9.27 และ 29.50 โดยเมื่อนำค่าเฉลี่ยของสีฟันในช่วงเวลาก่อนและหลังฟอกสีฟัน ซึ่งทำการวัดสีฟันด้วยค่า CIE lab (L* a* b*) มาวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างกลุ่ม พบว่า ค่า L* a* b* ระหว่างกลุ่ม DW กลุ่ม H_3PO_4 และกลุ่ม EDTA ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่มในช่วงเวลาก่อนฟอกสีฟัน และหลังฟอกสีฟันที่เวลา 7, 14 และ 21 วัน (ตารางที่ 5 และ 6)

ตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ยสีฟัน (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) ก่อนและหลังฟอกสีฟันที่เวลา 7, 14 และ 21 วัน

กลุ่มทดลอง	ค่าสัมประสิทธิ์	ก่อนฟอกสีฟัน	หลังฟอกสีฟัน 7 วัน	หลังฟอกสีฟัน 14 วัน	หลังฟอกสีฟัน 21 วัน
DW	**L***	63.27 (±5.31)	75.06 (±6.97)	83.71 (±5.59)	89.10 (±3.94)
	a*	1.68 (±1.30)	1.23 (±0.78)	0.59 (±1.53)	-0.71 (±1.21)
	b*	17.97 (±4.83)	26.14 (±4.12)	30.68 (±3.16)	28.75 (±3.15)
H_3PO_4	**L***	65.02 (±4.71)	77.90 (±6.98)	85.42 (±5.95)	90.21 (±4.02)
	a*	1.12 (±0.95)	1.06 (±1.08)	0.46 (±1.14)	-0.17 (±1.37)
	b*	17.38 (±2.37)	28.27 (±4.41)	29.36 (±4.97)	28.31 (±4.45)
EDTA	**L***	63.37 (±3.31)	74.93 (±4.57)	84.40 (±4.30)	89.71 (±2.48)
	a*	0.64 (±0.77)	1.38 (±1.15)	1.15 (±2.58)	-0.56 (±1.21)
	b*	15.18 (±1.87)	25.17 (±4.50)	30.09 (±2.99)	29.09 (±3.56)

ตารางที่ 6 แสดงค่านัยสำคัญทางสถิติ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของค่า L* a* b* ภายในกลุ่ม DW กลุ่ม H_3PO_4และกลุ่ม EDTA ก่อนและหลังฟอกสีฟันที่เวลา 7, 14 และ 21 วัน

กลุ่มทดลอง	L*	a*	b*
DW	0.000*	0.002*	0.000*
H_3PO_4	0.000*	0.055	0.000*
EDTA	0.000*	0.044*	0.000*

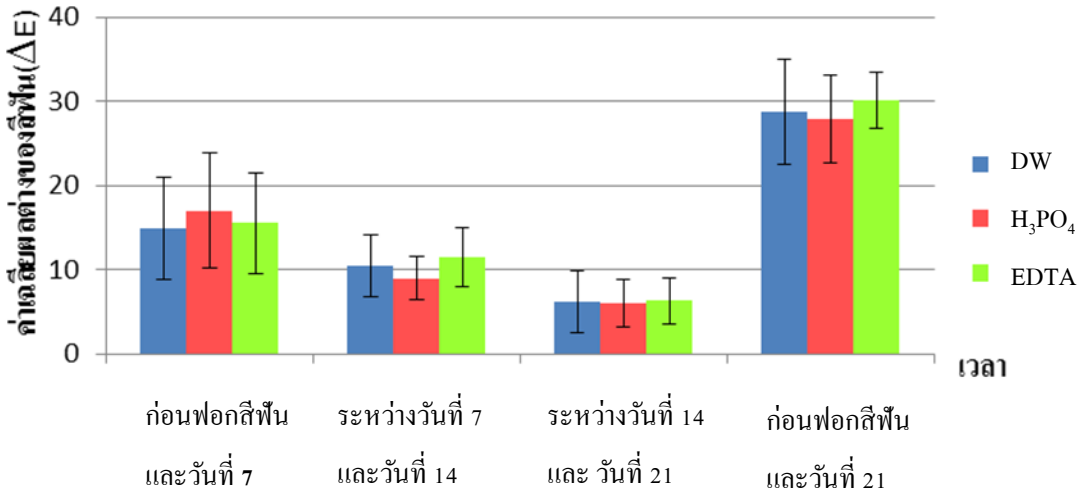
*มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ $p < 0.05$

ตารางที่ 7 แสดงค่านัยสำคัญทางสถิติ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของค่า L* a* b* ระหว่างกลุ่ม DW กลุ่ม H_3PO_4 และกลุ่ม EDTA ก่อนและหลังฟอกสีฟันที่เวลา 7, 14 และ 21 วัน

ช่วงเวลา / ค่า CIE	ก่อนฟอกสีฟัน	หลังฟอกสีฟัน 7 วัน	หลังฟอกสีฟัน 14 วัน	หลังฟอกสีฟัน 21 วัน
L*	0.629	0.497	0.773	0.784
a*	0.112	0.778	0.678	0.622
b*	0.156	0.280	0.745	0.899

*มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ $p < 0.05$

ค่าเฉลี่ยผลต่างของสีฟันระหว่างก่อนและหลังฟอกสีฟัน ที่เวลา 7 14 และ 21 วัน

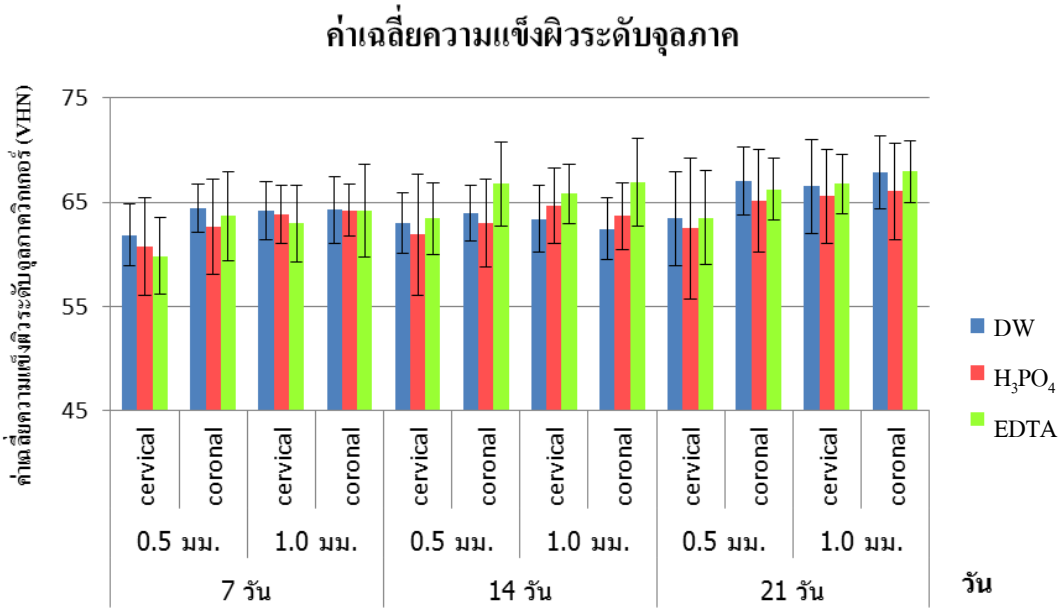


รูปที่ 33 กราฟแท่งแสดงค่าเฉลี่ยผลต่างของสีฟันเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม DW กลุ่ม H_3PO_4 และกลุ่ม EDTA ที่เวลา 7, 14 และ 21 วัน

ตอนที่ 3 ผลค่าเฉลี่ยความแข็งระดับจุลภาควิกเกอร์สของเนื้อฟันหลังการฟอกสีฟันโดยการกำจัดชั้นสเมียร์ที่แตกต่างกันก่อนฟอกสีฟัน (รูปที่ 34)

เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความแข็งผิวระดับจุลภาคหลังการฟอกสีฟันภายในกลุ่มทดลองและระหว่างกลุ่มทดลอง ณ ตำแหน่งห่างจากผนังคลองรากฟัน 0.5 และ 1 มิลลิเมตร ในระดับเหนือรอยต่อเคลือบฟันกับเคลือบรากฟัน 1 และ 3 มิลลิเมตร โดยรวมพบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของค่าเฉลี่ยความแข็งผิวระดับจุลภาคหลังการฟอกสีฟันทั้งภายในกลุ่มทดลองและระหว่างกลุ่มทดลองที่เวลา 7, 14 และ 21 วัน (ภาคผนวก 3) ยกเว้น

- ค่าเฉลี่ยความแข็งผิวระดับจุลภาคหลังฟอกสีฟันของกลุ่ม DW เมื่อเปรียบเทียบภายในกลุ่มระหว่างวันที่ 7, 14 และ 21 วัน ณ ตำแหน่งห่างจากผนังคลองรากฟัน 1 มิลลิเมตร ในระดับเหนือรอยต่อเคลือบฟันกับเคลือบรากฟัน 3 มิลลิเมตร ซึ่งมีค่าเท่ากับ 64.28 ±3.20, 62.45±2.94 และ 67.84±3.46 ตามลำดับ พบว่า ค่าเฉลี่ยความแข็งผิวระดับจุลภาคหลังฟอกสีฟันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.006$) โดยเมื่อเปรียบเทียบรายคู่ พบว่า ค่าเฉลี่ยความแข็งผิวระดับจุลภาคหลังฟอกสีฟันในวันที่ 7 และ 21 และในวันที่ 14 และ 21 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
- ค่าเฉลี่ยความแข็งผิวระดับจุลภาคหลังฟอกสีฟันในวันที่ 14 เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม DW กลุ่ม H_3PO_4 และกลุ่ม EDTA ณ ตำแหน่งห่างจากผนังคลองรากฟัน 1 มิลลิเมตร ในระดับเหนือรอยต่อเคลือบฟันกับเคลือบรากฟัน 3 มิลลิเมตร ซึ่งมีค่าเท่ากับ 62.45±2.94, 63.69±3.20 และ 66.91±4.24 ตามลำดับ พบว่า ค่าเฉลี่ยความแข็งผิวระดับจุลภาคหลังฟอกสีฟันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.024$) ระหว่างกลุ่มทดลอง โดยเมื่อเปรียบเทียบรายคู่ พบว่า กลุ่ม DW และกลุ่ม H_3PO_4 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
- ค่าเฉลี่ยความแข็งผิวระดับจุลภาคหลังฟอกสีฟัน 7 วัน ณ ตำแหน่งห่างจากผนังคลองรากฟัน 0.5 มิลลิเมตร เมื่อเปรียบเทียบระหว่างระดับเหนือรอยต่อเคลือบฟันกับเคลือบรากฟัน 1 และ 3 มิลลิเมตร ของกลุ่ม DW ซึ่งมีค่าเท่ากับ 61.85±2.95 และ 64.39±2.35 และกลุ่มEDTA มีค่าเท่ากับ 59.79±3.68 และ 63.66±4.27 พบว่า ค่าเฉลี่ยความแข็งผิวระดับจุลภาคหลังฟอกสีฟันของกลุ่ม DW ($p = 0.047$) และกลุ่ม EDTA ($p = 0.043$) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ



รูปที่ 34 กราฟแท่งแสดงค่าเฉลี่ยความแข็งผิวระดับจุลภาคเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม DW กลุ่ม H_3PO_4 และกลุ่ม EDTA หลังฟอกสีฟัน 7, 14 และ 21 วัน ณ ตำแหน่งที่ห่างจากผนังคลองรากฟัน 0.5 และ 1 มิลลิเมตร ในระดับเหนือรอยต่อเคลือบฟันกับเคลือบรากฟัน 1 และ 3 มิลลิเมตร

หมายเหตุ: cervical = ตำแหน่งในระดับเหนือรอยต่อเคลือบฟันกับเคลือบรากฟัน 1 มิลลิเมตร

coronal = ตำแหน่งในระดับเหนือรอยต่อเคลือบฟันกับเคลือบรากฟัน 3 มิลลิเมตร

บทที่ 4

บทวิจารณ์

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพการฟอกสีฟันด้วยสารโซเดียมเพอร์โบเรตผสมน้ำกลั่น ร่วมกับการกำจัดชั้นสเมียร์ด้วยกรดฟอสฟอริก ความเข้มข้นร้อยละ 37 หรือสารละลายอีดีทีเอ ความเข้มข้นร้อยละ 17 เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม ซึ่งไม่ได้กำจัดชั้นสเมียร์ และศึกษาถึงผลของการฟอกสีฟันด้วยวิธีดังกล่าวต่อความแข็งผิวเนื้อฟันภายหลังการฟอกสีฟันที่เวลา 7, 14 และ 21 วัน

จากผลการศึกษาพบว่า การฟอกสีฟันทั้ง 3 วิธี สามารถทำให้สีฟันขาวขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทุกๆช่วงเวลา โดยพบว่า แนวโน้มค่าเฉลี่ยผลต่างของสีฟันจะมีค่าผลต่างมากที่สุดที่ช่วงเวลาหลังฟอกสีฟัน 7 วัน หลังจากนั้นการเปลี่ยนแปลงของสีฟันจะมีแนวโน้มลดลง โดยสังเกตพบว่า เมื่อฟอกสีฟันเป็นเวลา 14 วัน ค่าเฉลี่ยผลต่างของสีฟันกลุ่ม EDTA จะมีค่ามากกว่ากลุ่ม DW และกลุ่ม H_3PO_4 แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งจากผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าในการฟอกสีฟันโดยการกำจัดชั้นสเมียร์ก่อนการฟอกสีฟันด้วยสารละลายอีดีทีเอความเข้มข้นร้อยละ 17 อาจต้องทำการฟอกสีฟันเป็นเวลาอย่างน้อย 2 สัปดาห์จึงจะสามารถสังเกตเห็นความแตกต่างอย่างชัดเจน อย่างไรก็ตาม เมื่อเปรียบเทียบค่าสีฟันของทุกกลุ่ม พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทุกช่วงเวลา ดังนั้น อาจกล่าวได้ว่าการกำจัดชั้นสเมียร์ไม่มีผลเพิ่มประสิทธิภาพการฟอกสีฟัน โดยสอดคล้องกับการศึกษาในอดีตของ Casey และคณะ[6] ซึ่งทำการศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพการฟอกสีฟันระหว่างกลุ่มที่ไม่กำจัดชั้นสเมียร์และกลุ่มที่กำจัดชั้นสเมียร์ด้วยกรดฟอสฟอริก ความเข้มข้นร้อยละ 50 เป็นเวลา 1 นาที แล้วทำการฟอกสีฟันด้วยสารไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ ความเข้มข้นร้อยละ 30 ผสมโซเดียมเพอร์บอเรต จากผลการศึกษาพบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่มที่ไม่กำจัดชั้นสเมียร์และกลุ่มที่กำจัดชั้นสเมียร์ก่อนการฟอกสีฟัน เช่นเดียวกับการศึกษาของ Horn และคณะ[7] ซึ่งศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพการฟอกสีฟันของกลุ่มที่ไม่กำจัดชั้นสเมียร์และกำจัดชั้นสเมียร์ก่อนการฟอกสีฟันด้วยกรดฟอสฟอริก ความเข้มข้นร้อยละ 37 เป็นเวลา 15 วินาที ด้วยสารฟอกสีฟันชนิดต่างๆ ผลการศึกษาพบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่มที่ไม่กำจัดชั้นสเมียร์และกลุ่มที่กำจัดชั้นสเมียร์ก่อนการฟอกสีฟัน อย่างไรก็ตาม บางการศึกษา[3,4] พบว่าชั้นสเมียร์เป็นปัจจัยหนึ่งที่อาจมีผลต่อประสิทธิภาพของการฟอกสีฟันได้ โดยจากการศึกษาของ

Pashley และคณะ[48] ซึ่งพบว่า ชั้นสเมียร์จะอุดท่อเนื้อฟันและขัดขวางการแพร่ของสารฟอกสีฟันภายในโพรงเนื้อเยื่อใน ซึ่งอาจมีผลลดประสิทธิภาพการฟอกสีฟันได้ ทั้งนี้อาจขึ้นกับปัจจัยหลายอย่าง เช่น ชนิดของฟันที่นำมาใช้ในการศึกษา ชนิดของสารฟอกสีฟันที่ใช้ในการศึกษา และเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา เป็นต้น

การวัดค่าเฉลี่ยความแข็งผิวระดับจุลภาคหลังฟอกสีฟัน ในการศึกษานี้พิจารณาทำการวัดความแข็งผิวระดับจุลภาควิกเกอร์ส โดยจากการศึกษาของ Gutierrez- Salazar และ Reyes- Gasga[49] พบว่า การวัดค่าเฉลี่ยความแข็งผิวระดับจุลภาควิกเกอร์สมีประโยชน์ต่อการวัดความแข็งผิวเนื้อฟัน เนื่องจากลักษณะรอยกดเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสซึ่งสามารถเห็นรอยกดได้ชัดเจนกว่าการวัดความแข็งผิวระดับจุลภาคแบบนูป ทำให้การวัดรอยกดมีความถูกต้องแม่นยำมากกว่า และเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความแข็งผิวระดับจุลภาควิกเกอร์สของเนื้อฟันหลังทำการฟอกสีฟันในการ ศึกษานี้ด้วยวิธีดังกล่าว พบว่า ค่าเฉลี่ยความแข็งผิวระดับจุลภาควิกเกอร์สของกลุ่ม DW กลุ่ม H_3PO_4 และกลุ่ม EDTA หลังฟอกสีฟัน 7, 14 และ 21 วัน มีแนวโน้มค่าเฉลี่ยความแข็งผิวระดับจุลภาควิกเกอร์สของเนื้อฟัน ณ ตำแหน่งห่างจากผนังคลองรากฟัน 0.5 มิลลิเมตร มีค่าน้อยกว่าตำแหน่งห่างจากผนังคลองรากฟัน 1 มิลลิเมตร และความแข็งผิวระดับจุลภาควิกเกอร์สของเนื้อฟันในระดับเหนือรอยต่อเคลือบฟันกับเคลือบรากฟัน 1 มิลลิเมตร มีค่าน้อยกว่าในระดับเหนือรอยต่อเคลือบฟันกับเคลือบรากฟัน 3 มิลลิเมตร แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความแข็งผิวระดับจุลภาควิกเกอร์สของเนื้อฟันภายในแต่ละกลุ่มทดลองที่เวลา 7, 14 และ 21 วัน พบว่า ค่าเฉลี่ยความแข็งผิวระดับจุลภาควิกเกอร์สมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อย แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการฟอกสีฟันในการศึกษานี้ไม่ส่งผลต่อความแข็งผิวระดับจุลภาคของเนื้อฟัน อย่างไรก็ตาม จากการศึกษาของ Rotstein และคณะ[37] ที่ศึกษาในฟันกรามน้อย โดยฟอกสีฟันด้วยสารฟอกสีฟันชนิดต่างๆ เป็นเวลา 7 วัน แล้วนำไปวิเคราะห์ปริมาณแร่ธาตุภายในชั้นเคลือบฟัน เนื้อฟัน และเคลือบรากฟัน ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มที่ฟอกสีฟันจะมีอัตราส่วนปริมาณแร่ธาตุของแคลเซียมและฟอสฟอรัสลดลงเมื่อเทียบกับกลุ่มที่ไม่ได้ฟอกสีฟันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ จากการศึกษาของ Lewinstein และคณะ[8] ซึ่งทำการวัดความแข็งผิวระดับจุลภาควิกเกอร์สของเคลือบฟันและเนื้อฟันก่อนและหลังสัมผัสสารฟอกสีฟันชนิดต่างๆ ที่เวลา 5, 15 และ 30 นาที พบว่า กลุ่มที่สัมผัสไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ ความเข้มข้นร้อยละ 30 จะมีค่าความแข็งผิวระดับจุลภาควิกเกอร์สของเคลือบฟันและเนื้อฟันลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติตั้งแต่ที่เวลา 5 นาทีขึ้นไป ซึ่งแสดงให้เห็นว่า การฟอกสีฟันมีผลต่อโครงสร้างทางกายภาพของฟัน นอกจากนี้ จากผลการศึกษาดังกล่าวยังสังเกตพบว่า กลุ่มที่ทำการฟอกสีฟันด้วยสารไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ ความเข้มข้นร้อยละ 30 ผสมโซเดียมเพอร์บอเรต ไม่พบการ

เปลี่ยนแปลงของความแข็งผิวระดับจุลภาคของเคลือบฟันและเนื้อฟันในการศึกษาดังกล่าว ซึ่งอาจเกิดจากการที่สารโซเดียมเพอร์โบเรตผสมน้ำกลั่นมีค่าความเป็นกรดด่างประมาณ 9.7 จึงอาจช่วยลดการเกิดการสูญเสียแร่ธาตุออกจากเนื้อฟันได้ ซึ่งต่างจากการใช้สารฟอกสีฟันที่มีส่วนประกอบของไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ที่มีค่าความเป็นกรดด่างประมาณ 1.7 จึงส่งผลให้เกิดการละลายของแร่ธาตุออกจากเนื้อฟันได้มากกว่า เช่นเดียวกับการศึกษาของ Chng และคณะ[50] ซึ่งเปรียบเทียบค่าความแข็งผิวระดับจุลภาคของเนื้อฟันภายหลังการฟอกสีฟันด้วยสารฟอกสีฟันชนิดต่างๆ โดยทำการวัดความแข็งผิวระดับจุลภาควิกเกอร์สในตำแหน่งบริเวณรอยต่อเคลือบฟันกับเคลือบรากฟันที่บริเวณส่วนนอก ส่วนกลางและส่วนในผิวเนื้อฟัน จากการศึกษาพบว่า กลุ่มที่ฟอกสีฟันด้วยไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์มีค่าความแข็งผิวระดับจุลภาควิกเกอร์สต่ำกว่าทุกกลุ่มทดลองและกลุ่มที่ฟอกสีฟันด้วยโซเดียมเพอร์บอเรตผสมน้ำกลั่นมีค่าความแข็งผิวระดับจุลภาควิกเกอร์สใกล้เคียงกับกลุ่มที่ไม่ได้ฟอกสีฟัน อย่างไรก็ตาม ในการศึกษานี้พบว่าค่าเฉลี่ยความแข็งผิวระดับจุลภาควิกเกอร์สไม่มีความแตกต่างกันระหว่างกลุ่มทดลอง ซึ่งอาจเกิดจากกระบวนการเตรียมชิ้นทดสอบเพื่อนำไปวัดผลการศึกษา ชนิดของสารฟอกสีฟันที่ใช้ในการศึกษา ตำแหน่งและขนาดแรงที่ใช้ในการวัดความแข็งผิวระดับจุลภาควิกเกอร์สที่ใช้แตกต่างจากการศึกษาก่อนหน้า ปัจจัยดังกล่าวเหล่านี้อาจส่งผลทำให้ค่าเฉลี่ยความแข็งผิวระดับจุลภาควิกเกอร์สที่ได้ในการศึกษานี้แตกต่างจากการศึกษาก่อนหน้าได้ นอกจากนี้ จากการศึกษาของ Parihar และ Pilania [34] ซึ่งทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการกำจัดชั้นสเมียร์ด้วยกรดฟอสฟอริก ความเข้มข้นร้อยละ 37 เป็นเวลา 60 วินาที และสารละลายอีดีทีเอ ความเข้มข้นร้อยละ 24 เป็นเวลา 60 วินาที พบว่า กลุ่มที่กำจัดชั้นสเมียร์ด้วยกรดฟอสฟอริก ความเข้มข้นร้อยละ 37 สามารถกำจัดชั้นสเมียร์ได้ลึกประมาณ 11.48 ไมโครเมตร และกลุ่มที่กำจัดชั้นสเมียร์ด้วยสารละลายอีดีทีเอ ความเข้มข้นร้อยละ 24 สามารถกำจัดชั้นสเมียร์ได้ลึก 3.92 ไมโครเมตร อย่างไรก็ตาม เนื่องจากในการศึกษานี้พิจารณาวัดความแข็งผิวเนื้อฟันที่ตำแหน่งห่างจากผนังโพรงเนื้อเยื่อใน 0.5 มิลลิเมตรขึ้นไป จึงทำให้ในตำแหน่งดังกล่าวอาจไม่ได้รับผลกระทบโดยตรงจากการกำจัดชั้นสเมียร์ด้วยกรดฟอสฟอริก ความเข้มข้นร้อยละ 37 และสารละลายอีดีทีเอ ความเข้มข้นร้อยละ 24 จึงส่งผลให้ค่าเฉลี่ยความแข็งผิวระดับจุลภาควิกเกอร์สในการศึกษานี้ไม่มีความแตกต่างกันระหว่างกลุ่มการทดลอง

อย่างไรก็ตาม แม้ว่าการศึกษานี้จะพยายามควบคุมปัจจัยภายนอกซึ่งอาจมีผลต่อการทดลองโดยคัดเลือกชนิดและขนาดของซี่ฟันที่ใช้ในการทดลองให้มีขนาดความหนาของเนื้อฟันด้านแก้มซึ่งเป็นตำแหน่งที่ทำการวัดสีฟันให้มีขนาดใกล้เคียงกัน การควบคุมปริมาณสารฟอกสีฟันที่ใช้ การใช้เครื่องวัดสีฟันและเครื่องวัดความแข็งผิวระดับจุลภาคที่ได้มาตรฐาน การควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในระหว่างทดลองให้มีความคงที่ตลอดการทดลอง แต่อาจมีข้อจำกัด

บางประการได้แก่ เป็นการศึกษาในห้องปฏิบัติการซึ่งอาจมีสภาวะแวดล้อมแตกต่างจากสภาวะจริงในช่องปากของผู้ป่วย และใช้ฟันกรามน้อยในการศึกษาแทนฟันหน้า ซึ่งเป็นฟันที่นิยมทำการฟอกสีฟันจากภายในตัวฟันหลังได้รับการรักษาคลองรากฟันแล้วในทางคลินิก แต่เนื่องจากมีความจำกัดเรื่องขนาดตัวอย่าง ในการศึกษานี้จึงพิจารณาเลือกใช้ฟันกรามน้อยแทนฟันหน้าบนตามที่ควรจะเป็น

ภายใต้ข้อจำกัดของการศึกษานี้ พบว่าการฟอกสีฟันด้วยสารโซเดียมเพอร์โบเรตผสมน้ำกลั่นร่วมกับการกำจัดชั้นสเมียร์ด้วยกรดฟอสฟอริก ความเข้มข้นร้อยละ 37 หรือสารละลายอีดีทีเอ ความเข้มข้นร้อยละ 17 ไม่มีผลเพิ่มประสิทธิภาพการฟอกสีฟันและไม่มีผลเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ยความแข็งผิวระดับจุลภาควิกเกอร์สอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตาม ทันตแพทย์ควรตระหนักถึงผลที่อาจเกิดขึ้นดังกล่าว

บทที่ 5

บทสรุป

สรุปผลการวิจัย

จากผลการศึกษาสรุปได้ว่า

1. ประสิทธิภาพการฟอกสีฟันด้วยสารโซเดียมเพอร์โบเรตผสมน้ำกลั่น ร่วมกับการกำจัดชั้นสเมียร์ด้วยกรดฟอสฟอริก ความเข้มข้นร้อยละ 37 หรือสารละลายอีดีทีเอ ความเข้มข้นร้อยละ 17 เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมซึ่งไม่ได้กำจัดชั้นสเมียร์ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่มทดลอง ($p > 0.05$)

2. ความแข็งผิวเนื้อฟันหลังการฟอกสีฟันด้วยสารโซเดียมเพอร์โบเรตผสมน้ำกลั่นร่วมกับการกำจัดชั้นสเมียร์ด้วยกรดฟอสฟอริก ความเข้มข้นร้อยละ 37 หรือสารละลายอีดีทีเอความเข้มข้นร้อยละ 17 เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมซึ่งไม่ได้กำจัดชั้นสเมียร์ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่มทดลอง ($p > 0.05$)

เอกสารอ้างอิง

1. Hattab FN, Qudeimat MA, al-Rimawi HS. Dental discoloration: an overview. ***J Esthet Dent*** 1999; 11(6): 291–310.
2. Watts A, Addy M. Tooth discolouration and staining: a review of the literature. ***Br Dent J*** 2001 Mar 24; 190(6): 309–16.
3. Pashley DH. Smear layer: physiological considerations. ***Oper Dent Suppl*** 1984; 3: 13–29.
4. Fogel HM, Pashley DH. Dentin permeability: effects of endodontic procedures on root slabs. ***J Endod*** 1990 Sep; 16(9): 442–5.
5. Fuss Z, Szajkis S, Tagger M. Tubular permeability to calcium hydroxide and to bleaching agents. ***J Endod*** 1989 Aug; 15(8): 362–4.
6. Casey LJ, Schindler WG, Murata SM, Burgess JO. The use of dentinal etching with endodontic bleaching procedures. ***J Endod*** 1989 Nov; 15(11): 535–8.
7. Horn DJ, Hicks ML, Bulan-Brady J. Effect of smear layer removal on bleaching of human teeth in vitro. ***J Endod*** 1998 Dec; 24(12): 791–5.
8. Lewinstein I, Hirschfeld Z, Stabholz A, Rotstein I. Effect of hydrogen peroxide and sodium perborate on the microhardness of human enamel and dentin. ***J Endod*** 1994 Feb; 20(2): 61–3.
9. Goldman M, Goldman LB, Cavaleri R, Bogis J, Lin PS. The efficacy of several endodontic irrigating solutions: a scanning electron microscopic study: Part 2. ***J Endod*** 1982 Nov; 8(11): 487–92.
10. Yamada RS, Armas A, Goldman M, Lin PS. A scanning electron microscopic comparison of a high volume final flush with several irrigating solutions: Part 3. ***J Endod*** 1983 Apr; 9(4): 137–42.
11. Joiner A. Tooth colour: a review of the literature. ***J Dent*** 2004; 32 Suppl 1: 3–12.
12. Thomas MS, Denny C. Medication-related tooth discoloration: a review. ***Dent Update*** 2014 Jun; 41(5): 440–2, 445–7.
13. Plotino G, Buono L, Grande NM, Pameijer CH, Somma F. Nonvital tooth bleaching: a review of the literature and clinical procedures. ***J Endod*** 2008 Apr; 34(4): 394–407.

14. Madison S, Walton R. Cervical root resorption following bleaching of endodontically treated teeth. ***J Endod*** 1990 Dec; 16(12): 570–4.

15. Heller D, Skriber J, Lin LM. Effect of intracoronal bleaching on external cervical root resorption. ***J Endod*** 1992 Apr; 18(4): 145–8.

16. Ho S, Goerig AC. An in vitro comparison of different bleaching agents in the discolored tooth. ***J Endod*** 1989 Mar; 15(3): 106–11.

17. Ari H, Ungör M. In vitro comparison of different types of sodium perborate used for intracoronal bleaching of discoloured teeth. ***Int Endod J*** 2002 May; 35(5): 433–6.

18. Asfora KK, Santos M do CM da S, Montes MAJR, de Castro CMMB. Evaluation of biocompatibility of sodium perborate and 30% hydrogen peroxide using the analysis of the adherence capacity and morphology of macrophages. ***J Dent*** 2005 Feb; 33(2): 155–62.

19. Zimmerli B, Jeger F, Lussi A. Bleaching of nonvital teeth. A clinically relevant literature review. ***Schweiz Monatsschrift Für Zahnmed Rev Mens Suisse Odonto-Stomatol Riv Mens Svizzera Odontol E Stomatol SSO*** 2010; 120(4): 306–20.

20. Kashima-Tanaka M, Tsujimoto Y, Kawamoto K, Senda N, Ito K, Yamazaki M. Generation of free radicals and/or active oxygen by light or laser irradiation of hydrogen peroxide or sodium hypochlorite. ***J Endod*** 2003 Feb; 29(2): 141–3.

21. Sulieman M. An overview of bleaching techniques: history, chemistry, safety and legal aspects (part 1). ***SADJ J South Afr Dent Assoc Tydskr Van Suid-Afr Tandheelkd*** Ver. 2006 Aug; 61(7): 304–10, 312.

22. Sulieman M. An overview of tooth discoloration: extrinsic, intrinsic and internalized stains. ***Dent Update*** 2005 Oct; 32(8): 463–4, 466–8, 471.

23. Torabinejad M, Handysides R, Khademi AA, Bakland LK. Clinical implications of the smear layer in endodontics: A review. ***Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endodontology*** 2002 Dec; 94(6): 658–66.

24. Lim MY, Lum SOY, Poh RSC, Lee GP, Lim K-C. An in vitro comparison of the bleaching efficacy of 35% carbamide peroxide with established intracoronal bleaching agents. ***Int Endod J*** 2004 Jul; 37(7): 483–8.

25. Goldstein RE, Garber DA. Complete dental bleaching. Chicago: ***Quintessence Pub*** Co; 1995. 165 p.

26. Outhwaite WC, Livingston MJ, Pashley DH. Effects of changes in surface area, thickness, temperature and post-extraction time on human dentine permeability. ***Arch Oral Biol*** 1976; 21(10): 599–603.

27. Matos AB, Palma RG, Saraceni CH, Matson E. Effects of acid etching on dentin surface: SEM morphological study. ***Braz Dent J*** 1997; 8(1): 35–41.

28. Ayad MF. Effects of rotary instrumentation and different etchants on removal of smear layer on human dentin. ***J Prosthet Dent*** 2001 Jan; 85(1): 67–72.

29. Torres-Rodríguez C, González-López S, Bolaños-Carmona V, Sánchez-Sánchez P, Rodríguez-Navarro A, Attin T. Demineralization effects of phosphoric acid on surface and subsurface bovine enamel bleached with in-office hydrogen peroxide. ***J Adhes Dent*** 2011 Aug; 13(4): 315–21.

30. Rodríguez R, Estevez M, Vargas S, Pacheco S. Physicochemical modification of EDTA solutions to improve the smear layer removal in dental applications. ***Mater Lett*** 2006 Jun; 60(13–14): 1736–9.

31. Mohammadi Z, Shalavi S, Jafarzadeh H. Ethylenediaminetetraacetic acid in endodontics. ***Eur J Dent*** 2013 Sep; 7(Suppl 1): S135-142.

32. Mello I, Robazza CRC, Antoniazzi JH, Coil J. Influence of different volumes of EDTA for final rinse on smear layer removal. ***Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*** 2008 Nov; 106(5): e40-43.

33. Prado M, Gusman H, Gomes BPFA, Simão RA. Scanning electron microscopic investigation of the effectiveness of phosphoric acid in smear layer removal when compared with EDTA and citric acid. ***J Endod*** 2011 Feb; 37(2): 255–8.

34. Parihar N, Pilania M. SEM evaluation of effect of 37% phosphoric acid gel, 24% EDTA gel and 10% maleic acid gel on the enamel and dentin for 15 and 60 seconds: an in-vitro study. ***Int Dent J Stud Res [Internet]*** 2012 Sep [cited 2017 Apr 16]; VOLUME 1 ISSUE 2. Available from: http://www.idjsr.com/abstract.php?article_id=1290

35. Bizhang M, Heiden A, Blunck U, Zimmer S, Seemann R, Roulet J-F. Intracoronal bleaching of discolored non-vital teeth. ***Oper Dent*** 2003 Aug; 28(4): 334–40.

36. Zalkind M, Arwaz JR, Goldman A, Rotstein I. Surface morphology changes in human enamel, dentin and cementum following bleaching: a scanning electron microscopy study. ***Endod Dent Traumatol*** 1996 Apr; 12(2): 82–8.

37. Rotstein I, Dankner E, Goldman A, Heling I, Stabholz A, Zalkind M. Histochemical analysis of dental hard tissues following bleaching. ***J Endod*** 1996 Jan; 22(1): 23–5.

38. van der Burgt TP, ten Bosch JJ, Borsboom PC, Kortsmit WJ. A comparison of new and conventional methods for quantification of tooth color. ***J Prosthet Dent*** 1990 Feb; 63(2): 155–62.

39. Mayekar SM. Shades of a color. Illusion or reality? ***Dent Clin North Am*** 2001 Jan; 45(1): 155–172, vii.

40. Tung FF, Goldstein GR, Jang S, Hittelman E. The repeatability of an intraoral dental colorimeter. ***J Prosthet Dent*** 2002 Dec; 88(6): 585–90.

41. Strawn SE, White JM, Marshall GW, Gee L, Goodis HE, Marshall SJ. Spectroscopic changes in human dentine exposed to various storage solutions--short term. ***J Dent*** 1996 Nov; 24(6): 417–23.

42. Aydın B, Pamir T, Baltaci A, Orman MN, Turk T. Effect of storage solutions on microhardness of crown enamel and dentin. ***Eur J Dent*** 2015 Jun; 9(2): 262–6.

43. Goodis HE, Marshall GW, White JM, Gee L, Hornberger B, Marshall SJ. Storage effects on dentin permeability and shear bond strengths. ***Dent Mater Off Publ Acad Dent Mater*** 1993 Mar; 9(2): 79–84.

44. Hammad IA. Intrarater repeatability of shade selections with two shade guides. ***J Prosthet Dent*** 2003 Jan; 89(1): 50–3.

45. vita easyshade advance 4.0 manual - ***Google Search [Internet]***. [cited 2017 May 8]. Available from: https://www.google.co.th/search?q=vita+easyshade+advance+4.0.

46. Freccia WF, Peters DD. A technique for staining extracted teeth: a research and teaching aid for bleaching. ***J Endod*** 1982 Feb; 8(2): 67–9.

47. Cavalli V, Shinohara MS, Ambrose W, Malafaia FM, Pereira PNR, Giannini M. Influence of intracoronal bleaching agents on the ultimate strength and ultrastructure morphology of dentine. ***Int Endod J*** 2009 Jul; 42(7): 568–75.

48. Pashley DH, Michelich V, Kehl T. Dentin permeability: effects of smear layer removal. ***J Prosthet Dent*** 1981 Nov; 46(5): 531–7.

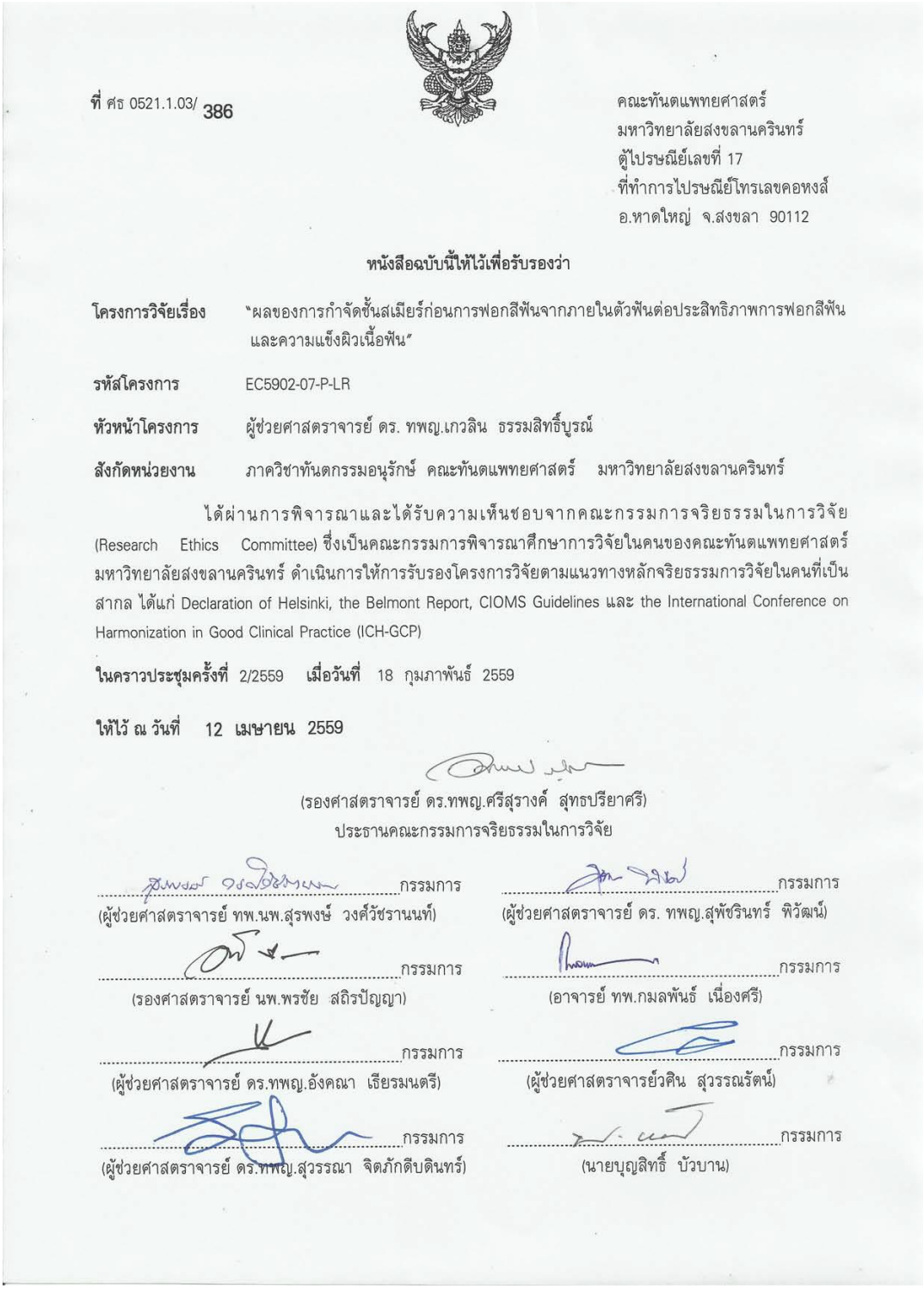
49. Gutiérrez-Salazar M del P, Reyes-Gasga J, UNAM, México, UNAM, México. Microhardness and chemical composition of human tooth. ***Mater Res*** 2003 Jun; 6(3): 367–73.

50. Chng HK, Palamara JEA, Messer HH. Effect of hydrogen peroxide and sodium perborate on biomechanical properties of human dentin. ***J Endod*** 2002 Feb; 28(2): 62–7.

ภาคผนวก

ภาคผนวก 1

หนังสือรับรองผ่านการพิจารณาและได้รับความเห็นชอบจากคณะกรรมการจริยธรรมในการวิจัย



ที่ ศธ 0521.1.03/ 386

คณะทันตแพทยศาสตร์
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ตู้ไปรษณีย์เลขที่ 17
ที่ทำการไปรษณีย์โทรเลขคอหงส์
อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา 90112

หนังสือฉบับนี้ให้ไว้เพื่อรับรองว่า

โครงการวิจัยเรื่อง "ผลของการกำจัดชั้นสเมียร์ก่อนการฟอกสีฟันจากภายในตัวฟันต่อประสิทธิภาพการฟอกสีฟันและความแข็งผิวเนื้อฟัน"

รหัสโครงการ EC5902-07-P-LR

หัวหน้าโครงการ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ทพญ.เกวลิน ธรรมสิทธิ์บูรณ์

สังกัดหน่วยงาน ภาควิชาทันตกรรมอนุรักษ์ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ได้ผ่านการพิจารณาและได้รับความเห็นชอบจากคณะกรรมการจริยธรรมในการวิจัย (Research Ethics Committee) ซึ่งเป็นคณะกรรมการพิจารณาศึกษาการวิจัยในคนของคณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ดำเนินการให้การรับรองโครงการวิจัยตามแนวทางหลักจริยธรรมการวิจัยในคนที่เป็นสากล ได้แก่ Declaration of Helsinki, the Belmont Report, CIOMS Guidelines และ the International Conference on Harmonization in Good Clinical Practice (ICH-GCP)

ในคราวประชุมครั้งที่ 2/2559 **เมื่อวันที่** 18 กุมภาพันธ์ 2559

ให้ไว้ ณ วันที่ 12 เมษายน 2559

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทพญ.ศรีสุรางค์ สุทธปรียาศรี)
ประธานคณะกรรมการจริยธรรมในการวิจัย

กรรมการ	กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทพ.นพ.สุรพงษ์ วงศ์วัชรานนท์)	(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ทพญ.สุพัชรินทร์ พิวัฒน์)
กรรมการ	กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ นพ.พรชัย สถิรปัญญา)	(อาจารย์ ทพ.กมลพันธ์ เนื่องศรี)
กรรมการ	กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทพญ.อังคณา เธียรมนตรี)	(ผู้ช่วยศาสตราจารย์วศิน สุวรรณรัตน์)
กรรมการ	กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทพญ.สุวรรณา จิตภักดีบดินทร์)	(นายบุญสิทธิ์ บัวบาน)

ภาคผนวก 2

ใบเชิญชวน

ขอเชิญเข้าร่วมโครงการวิจัยเรื่อง ผลของการกำจัดชั้นสเมียร์ก่อนการฟอกสีฟันภายในตัวฟันต่อประสิทธิภาพการฟอกสีฟันและความแข็งผิวเนื้อฟัน

เรียน ท่านผู้อ่านที่นับถือ

ข้าพเจ้า ทพญ.ขวัญเกล้า สายเชื้อ นักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์สุขภาพช่องปากหลักสูตรปกติ กลุ่มวิชาวิทยาเอนโดดอนต์ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ใคร่ขอเล่าถึงโครงการวิจัยที่กำลังทำอยู่และขอเชิญชวนท่านเข้าร่วมโครงการนี้

หลักการและเหตุผล: การฟอกสีฟันในฟันที่ได้รับการรักษาคลองรากฟันแล้วนิยมทำการฟอกสีฟันจากภายในตัวฟัน ซึ่งวัสดุและวิธีการฟอกสีฟันมีหลายวิธี ในปัจจุบันมีการนำสารหลายชนิดมาใช้ในการกำจัดชั้นสเมียร์และเปิดท่อเนื้อฟันก่อนการฟอกสีฟันจากภายในตัวฟัน ซึ่งเป็นกระบวนการเตรียมผิวฟันก่อนทำการฟอกสีฟันภายในตัวฟันวิธีหนึ่งที่ทำเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการฟอกสีฟัน นอกจากนี้ มีรายงานพบว่า การฟอกสีฟันอาจส่งผลต่อความแข็งผิวเนื้อฟันหลังทำการฟอกสีฟันได้ ซึ่งโครงการวิจัยนี้ต้องการศึกษาเกี่ยวกับประสิทธิภาพการฟอกสีฟันจากภายในตัวฟันและความแข็งผิวเนื้อฟันหลังการฟอกสีฟัน โดยใช้ฟันมนุษย์ในการศึกษาและเป็นการศึกษาในห้องทดลอง ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการฟอกสีฟันและความแข็งผิวเนื้อฟันหลังการฟอกสีฟันด้วยสารโซเดียมเพอร์โบเรตผสมน้ำกลั่น ร่วมกับการกำจัดชั้นสเมียร์ด้วยกรดฟอสฟอริก ความเข้มข้นร้อยละ 37 หรือสารละลายอีดีทีเอ ความเข้มข้นร้อยละ 17 เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมซึ่งไม่ได้กำจัดชั้นสเมียร์ เพื่อเป็นวิธีทางเลือกในการฟอกสีฟันจากภายในตัวฟันในอนาคตต่อไป โดยโครงการวิจัยนี้เป็นเพียงการนำฟันที่ได้รับการถอนฟันตามมาตรฐานการรักษาไปใช้ในการศึกษาเท่านั้น ซึ่งความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นจากการถอนฟันจะเป็นความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นได้จากการรักษาตามมาตรฐานการรักษาปกติ

ถ้าท่านตัดสินใจเข้าร่วมในโครงการนี้จะมีขั้นตอนของการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับท่านคือ การขอความยินยอมในการเก็บชิ้นส่วนฟันที่จำเป็นต้องรับการถอนเนื่องจากจัดฟัน และ**เมื่อเสร็จสิ้นโครงการวิจัยนี้แล้ว ชิ้นส่วนฟันที่นำมาใช้ในงานวิจัยนี้จะถูกทำลายตามมาตรฐานของโรงพยาบาลทันตกรรม คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ การเก็บชิ้นส่วนฟันนี้จะไม่มีผลใดๆต่อการรักษาที่ท่านจะได้รับ โดยไม่ว่าท่านจะเข้าร่วมโครงการวิจัยนี้หรือไม่ ท่านจะยังคงได้รับการรักษาตามมาตรฐานเช่นเดียวกับผู้ป่วยคนอื่นๆ และถ้าท่านต้องการที่จะถอนตัวออกจากการศึกษานี้เมื่อใด ท่านก็สามารถกระทำได้อย่างอิสระ**

หากท่านมีคำถามใด ๆ ก่อนที่จะตัดสินใจเข้าร่วมโครงการนี้ โปรดซักถามคณะผู้วิจัยได้อย่างเต็มที่

ขอขอบคุณเป็นอย่างสูง

ทพญ.ขวัญเกล้า สายเชื้อ
นักศึกษาหลังปริญญาหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิทยาศาสตร์สุขภาพช่องปากหลักสูตรปกติ
กลุ่มวิชาวิทยาเอนโดดอนต์ (โทรศัพท์ 088-1012634)

หมายเหตุ :- กรุณาอ่านข้อความให้เข้าใจก่อนเซ็นชื่อยินยอมเข้าร่วมโครงการ

แบบยินยอมเข้าร่วมการศึกษา

โครงการวิจัยเรื่อง ผลของการกำจัดชั้นสเมียร์ก่อนการฟอกสีฟันภายในตัวฟันต่อประสิทธิภาพการฟอกสีฟันและความแข็งผิวเนื้อฟัน

วันที่…..เดือน……พ.ศ…..

ข้าพเจ้า.....ผู้ปกครองของ
ด.ช./ด.ญ./นาย/น.ส….....อายุ.....ปี อาศัยอยู่บ้านเลขที่.…….....
ถนน……...……ตำบล…….……อำเภอ…….……..จังหวัด…….....
ได้อ่าน/ได้รับการอธิบายจากผู้วิจัยถึงวัตถุประสงค์ของการวิจัย วิธีการวิจัย อันตรายหรืออาการที่อาจเกิดขึ้นจากการวิจัยหรือจากยาที่ใช้ รวมทั้งประโยชน์ที่จะเกิดขึ้นจากการวิจัยอย่างละเอียดและมีความเข้าใจดีแล้ว

โดยผู้รับผิดชอบโครงการวิจัยนี้คือ

1. ผศ.ดร.ทพญ.เกวลิน ธรรมสิทธิ์บูรณ์: อาจารย์ที่ปรึกษา
ที่อยู่ที่ติดต่อได้: ภาควิชาทันตกรรมอนุรักษ์ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
โทรศัพท์: 074-429877
2. ผศ.ทพญ.บุญรัตน์ สัตพันธ์: อาจารย์ที่ปรึกษา
ที่อยู่ที่ติดต่อได้: ภาควิชาทันตกรรมอนุรักษ์ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
โทรศัพท์: 074-429877
3. ทพญ.ขวัญเกล้า สายเชื้อ: หัวหน้าโครงการ/นักศึกษาหลังปริญญาหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิทยาศาสตร์สุขภาพช่องปากหลักสูตรปกติ กลุ่มวิชาวิทยาเอนโดดอนต์
ที่อยู่ที่ติดต่อได้: ภาควิชาทันตกรรมอนุรักษ์ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
เบอร์โทรศัพท์ 088-1012634 หรือเมื่อมีปัญหาใดๆ เกิดขึ้นเนื่องจากการทำวิจัยในเรื่องนี้ข้าพเจ้าสามารถร้องเรียนไปที่คณบดีคณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา 90112 โทรศัพท์ 074-287500

หากผู้วิจัยมีข้อมูลเพิ่มเติมทั้งด้านประโยชน์และโทษที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยนี้ ผู้วิจัยจะแจ้งให้ข้าพเจ้าทราบอย่างรวดเร็ว โดยไม่ปิดบัง

ข้าพเจ้ามีสิทธิ์ที่จะของดการเข้าร่วมโครงการวิจัยโดยมิต้องแจ้งให้ทราบล่วงหน้า โดยการงดการเข้าร่วมการวิจัยนี้ จะไม่มีผลกระทบต่อการได้รับบริการหรือการรักษาที่ข้าพเจ้าจะได้รับแต่ประการใด

ผู้วิจัยรับรองว่าจะเก็บข้อมูลเฉพาะที่เกี่ยวกับตัวข้าพเจ้าเป็นความลับ จะไม่เปิดเผยข้อมูลหรือผลการวิจัยของข้าพเจ้าเป็นรายบุคคลต่อสาธารณชน จะเปิดเผยได้เฉพาะในรูปที่เป็นสรุปผลการวิจัย หรือการเปิดเผยข้อมูลต่อผู้มีหน้าที่ที่เกี่ยวข้องกับการสนับสนุนและกำกับดูแลการวิจัย

ข้าพเจ้าได้อ่าน/ได้รับการอธิบายข้อความข้างต้นแล้ว และมีความเข้าใจดีทุกประการ จึงได้ลงนามในใบยินยอมนี้ด้วยความเต็มใจโดยนักวิจัยได้ให้สำเนาแบบยินยอมที่ลงนามแล้วกับข้าพเจ้าเพื่อเก็บไว้เป็นหลักฐาน จำนวน 1 ชุด

ลงชื่อ……..…….……ผู้ยินยอม

ลงชื่อ……....บิดา/มารดา/ผู้ปกครอง

ลงชื่อ……...……หัวหน้าโครงการ

ลงชื่อ……..……พยาน

ลงชื่อ…….……..พยาน

หมายเหตุ : ผู้เข้าร่วมโครงการที่ยังไม่บรรลุนิติภาวะและสามารถเขียนหนังสือได้ให้เซ็นชื่อยินยอมเข้าร่วมโครงการด้วย

ลงชื่อ…….……ผู้แทน/ผู้ปกครอง

ลงชื่อ…….……หัวหน้าโครงการ

ลงชื่อ…….…….....พยาน

ลงชื่อ……..…….....พยาน

ภาคผนวก 3

ตารางแสดงผลข้อมูลและการวิเคราะห์ทางสถิติ

ตารางที่ 8 แสดงค่าเฉลี่ยความแข็งผิวระดับจุลภาค (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) และค่านัยสำคัญทางสถิติเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม DW กลุ่ม H_3PO_4 และกลุ่ม EDTA ในวันที่ 7, 14 และ 21

ระยะ (มม.)	ระดับ	วัน	DW	H_3PO_4	EDTA	p-value
0.5	**cervical**	**7**	61.85 (2.95)	60.69 (4.68)	59.79 (3.68)	0.492
		14	62.99 (2.93)	61.90 (5.80)	63.45 (3.44)	0.706
		21	63.45 (4.51)	62.50 (6.76)	63.49 (4.50)	0.897
	coronal	**7**	64.39 (2.35)	62.63 (4.61)	63.66 (4.27)	0.600
		14	63.92 (2.66)	63.04 (4.21)	66.73 (4.03)	0.085
		21	66.51 (4.54)	65.56 (4.52)	66.78 (2.85)	0.781
1.0	**cervical**	**7**	64.23 (2.79)	63.81 (2.76)	62.93 (3.73)	0.640
		14	63.36 (3.20)	64.67 (3.64)	65.79 (2.89)	0.264
		21	66.99 (3.28)	65.15 (4.91)	66.23 (2.98)	0.802
	coronal	**7**	64.28 (3.20)	64.23 (2.53)	64.14 (4.43)	0.996
		14	62.45 (2.94)	63.69 (3.20)	66.91 (4.24)	0.024*
		21	67.84 (3.46)	66.03 (4.59)	67.95 (2.98)	0.672

*มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ $p < 0.05$

ตารางที่ 9 แสดงค่าเฉลี่ยความแข็งผิวระดับจุลภาค (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) และค่านัยสำคัญทางสถิติเปรียบเทียบภายในแต่ละกลุ่มทดลองในวันที่ 7, 14 และ 21

ระยะ (มม.)	ระดับ	กลุ่มทดลอง	7 วัน	14วัน	21 วัน	p-value
0.5	**cervical**	**DW**	61.85 (2.95)	62.99 (2.93)	63.45 (4.51)	0.589
		H_3PO_4	60.69 (4.68)	61.90 (5.80)	62.50 (6.76)	0.779
		EDTA	59.79 (3.68)	63.45 (3.44)	63.49 (4.50)	0.068
	coronal	**DW**	64.39 (2.35)	63.92 (2.66)	66.50 (4.54)	0.198
		H_3PO_4	62.63 (4.61)	63.04 (4.21)	65.56 (4.52)	0.298
		EDTA	63.66 (4.27)	66.72 (4.03)	66.78 (2.85)	0.126
1.0	**cervical**	**DW**	64.23 (2.79)	63.35 (3.20)	66.99 (3.28)	0.059
		H_3PO_4	63.81 (2.76)	64.67 (3.64)	65.15 (4.91)	0.739
		EDTA	62.93 (3.73)	65.79 (2.89)	66.23 (2.98)	0.061
	coronal	**DW**	64.28 (3.20)	62.45 (2.94)	67.84 (3.46)	0.006*
		H_3PO_4	64.23 (2.53)	63.69 (3.20)	66.03 (4.59)	0.317
		EDTA	64.14 (4.43)	66.91 (4.24)	67.95 (2.98)	0.101

*มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ $p < 0.05$

ตารางที่ 10 แสดงค่าเฉลี่ยความแข็งผิวระดับจุลภาค (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) และค่านัยสำคัญทางสถิติเปรียบเทียบระหว่างตำแหน่งในระดับเหนือรอยต่อเคลือบฟันกับเคลือบรากฟัน 1 และ 3 มิลลิเมตร ในวันที่ 7, 14 และ 21

วัน	กลุ่มทดลอง	ระยะ (มม.)	cervical	coronal	p-value
7	DW	0.5	61.85 (2.95)	64.39 (2.35)	0.047*
		1.0	64.23 (2.79)	64.28 (3.20)	0.974
	H_3PO_4	0.5	60.69 (4.68)	62.63 (4.61)	0.363
		1.0	63.81 (2.76)	64.23 (2.53)	0.728
	EDTA	0.5	59.79 (3.68)	63.66 (4.27)	0.043*
		1.0	62.93 (3.73)	64.14 (4.43)	0.518
14	DW	0.5	62.99 (2.93)	63.92 (2.66)	0.465
		1.0	63.36 (3.20)	62.45 (2.94)	0.519
	H_3PO_4	0.5	61.90 (5.80)	63.04 (4.21)	0.619
		1.0	64.67 (3.64)	63.69 (3.20)	0.531
	EDTA	0.5	63.45 (3.44)	66.72 (4.03)	0.066
		1.0	65.79 (2.89)	66.91 (4.24)	0.500
21	DW	0.5	63.45 (4.51)	66.51 (4.54)	0.148
		1.0	66.99 (3.28)	67.84 (3.46)	0.450
	H_3PO_4	0.5	62.50 (6.76)	65.56 (4.52)	0.250
		1.0	65.15 (4.91)	66.03 (4.59)	0.682
	EDTA	0.5	63.49 (4.50)	66.78 (2.85)	0.070
		1.0	66.23 (2.98)	67.95 (2.98)	0.214

*มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ $p < 0.05$

ตารางที่ 11 แสดงค่าเฉลี่ยความแข็งผิวระดับจุลภาค (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) และค่านัยสำคัญทางสถิติเปรียบเทียบ ณ ตำแหน่งที่ห่างจากผนังคลองรากฟัน 0.5 และ 1 มิลลิเมตร ในวันที่ 7, 14 และ 21

วัน	ระดับ	กลุ่มทดลอง	ค่าเฉลี่ยความแข็งผิวระดับจุลภาค (ความแปรปรวน)		p-value
			ระยะ 0.5 มม.	ระยะ 1.0 มม	
7	cervical	DW	61.85 (2.95)	64.23 (2.79)	0.080
		H_3PO_4	60.69 (4.68)	63.81 (2.76)	0.086
		EDTA	59.79 (3.68)	62.93 (3.73)	0.074
	coronal	DW	64.39 (2.35)	64.28 (3.20)	0.929
		H_3PO_4	62.63 (4.61)	64.22 (2.53)	0.350
		EDTA	63.66 (4.27)	64.14 (4.43)	0.811
14	cervical	DW	62.99 (2.93)	63.36 (3.20)	0.791
		H_3PO_4	61.90 (5.80)	64.67 (3.64)	0.217
		EDTA	63.45 (3.44)	65.79 (2.89)	0.116
	coronal	DW	63.92 (2.66)	62.45 (2.94)	0.256
		H_3PO_4	63.04 (4.21)	63.69 (3.20)	0.706
		EDTA	66.73 (4.03)	66.91 (4.24)	0.922
21	cervical	DW	63.45 (4.51)	66.99 (3.28)	0.059
		H_3PO_4	62.50 (6.76)	65.15 (4.91)	0.330
		EDTA	63.49 (4.50)	66.23 (2.98)	0.126
	coronal	DW	66.51 (4.54)	67.84 (3.46)	0.650
		H_3PO_4	65.56 (4.52)	66.03 (4.59)	0.819
		EDTA	66.78 (2.85)	67.95 (2.98)	0.382

*มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ $p < 0.05$

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ สกุล นางสาวขวัญเกล้า สายเชื้อ

รหัสประจำตัวนักศึกษา 5610820002

วุฒิการศึกษา

วุฒิ	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
ทันตแพทยศาสตรบัณฑิต	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	2553

ทุนการศึกษา (ที่ได้รับในระหว่างการศึกษา)

ทุนอุดหนุนการศึกษาระดับบัณฑิตศึกษาภายในประเทศ โรงพยาบาลประทาย อ.ประทาย จ. นครราชสีมา ปีการศึกษา 2556-2558

ตำแหน่งและสถานที่ทำงาน

1. ทันตแพทย์ปฏิบัติการ ฝ่ายทันตสาธารณสุข โรงพยาบาลประทาย อ.ประทาย จ. นครราชสีมา ปีพ.ศ. 2553 – 2556
2. ทันตแพทย์ชำนาญการ ฝ่ายทันตสาธารณสุข โรงพยาบาลโชคชัย อ.โชคชัย จ. นครราชสีมา ปีพ.ศ. 2559-ปัจจุบัน