

ผลของควันทูหรือและสารทำความสะอาดพื้นที่ย่อมต่อความแข็งแรงผิวและสีของผิวเคลือบเรซินอะคริลิก



นางสาว รุ่งอรุณ อภินันท์

สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาทันตกรรมประดิษฐ์ ภาควิชาทันตกรรมประดิษฐ์

คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2550

THE EFFECT OF CIGARETTE SMOKE AND DENTURE CLEANSERS ON THE SURFACE HARDNESS
AND COLOR OF ACRYLIC RESIN GLAZE



Miss Roongaroon Apinan

สถาบันวิทยบริการ

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science Program in Prosthodontics

Department of Prosthodontics

Faculty of Dentistry

Chulalongkorn University

Academic Year 2007

Copyright of Chulalongkorn University


หัวข้อวิทยานิพนธ์ ผลของควันทูหรือและสารทำความสะอาดพื้นเทียมต่อความแข็งแรงผิวและสี
ของผิวเคลือบเรซินอะคริลิก
โดย นางสาว รุ่งอรุณ อภินันท์
สาขาวิชา ทันตกรรมประดิษฐ์
อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ทันตแพทย์ ดร. ปิยวัฒน์ พันธุ์โกศล

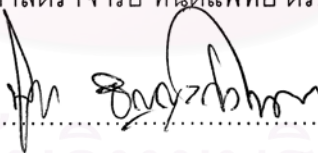
คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็น
ส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต


..... คณบดีคณะทันตแพทยศาสตร์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทันตแพทย์หญิง สุติมา ภูศิริ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ทันตแพทย์ ภาณุพงศ์ วงศ์ไทย)


..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(รองศาสตราจารย์ ทันตแพทย์ ดร. ปิยวัฒน์ พันธุ์โกศล)


..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ทันตแพทย์ ดร. พสุธา ธีระกิจไพศาล)


..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ชัยรัตน์ วิวัฒน์วรพันธ์)

รุ่งอรุณ อภินันท์ : ผลของควันทูบหรือและสารทำความสะอาดฟันเทียมต่อความแข็งผิวและสีของผิวเคลือบเรซินอะคริลิก. (THE EFFECT OF CIGARETTE SMOKE AND DENTURE CLEANSERS ON THE SURFACE HARDNESS AND COLOR OF ACRYLIC RESIN GLAZE) อ.ที่ปรึกษา : รศ. ทพ. ดร. ปิยวัฒน์ พันธุ์โกศล, 116 หน้า

คราบทูบหรือบนผิวฟันเทียมเป็นปัญหาที่พบได้ในผู้ที่ใส่ฟันเทียมร่วมกับการสูบบุหรี่ ส่งผลต่อความสวยงาม นอกจากจะทำความสะอาดยากแล้ว คราบทูบหรือยังอาจมีผลต่อคุณสมบัติทางกายภาพของเรซินอะคริลิกด้วย ปัจจุบันมีการนำสารเคลือบผิวเรซินอะคริลิกมาใช้ วัตถุประสงค์หลักเพื่อลดการยึดเกาะของคราบจุลินทรีย์และลดการปล่อยมอโนเมอร์ตกค้างจากฐานฟันเทียม ดังนั้นวัตถุประสงค์ของการศึกษาในครั้งนี้คือ เพื่อทราบผลของควันทูบหรือที่มีต่อความแข็งผิวและการเปลี่ยนสีของเรซินอะคริลิกที่ใช้และไม่ใช้สารเคลือบผิว ที่มีจำหน่ายในท้องตลาด ภายหลังจากอบควันทูบหรือและแช่สารทำความสะอาดฟันเทียมนานข้ามคืน โดยเตรียมชิ้นงานเรซินอะคริลิกขนาด 15X15X3 มิลลิเมตร จำนวน 200 ชิ้น แบ่งเป็น 4 กลุ่ม เพื่อเตรียมผิวที่แตกต่างกัน (เรซินอะคริลิกขัดด้วยแท่งโซลิตัมสำหรับเป็นกลุ่มควบคุม และที่เคลือบผิวด้วย Bosworth Glaze™, Palaseal® และ Plaquit) ทำการวัดสีและความแข็งผิวก่อนและหลังจากอบควันทูบหรือนาน 60 นาที หลังจากนั้นแบ่งชิ้นงานแต่ละกลุ่ม ให้เป็น 5 กลุ่มย่อย สำหรับการแช่ในน้ำและสารทำความสะอาดฟันเทียม (Bonyplus, Fitty® Dent, Polident และ Steradent) จึงวัดสีและความแข็งผิวอีกครั้ง ผลการศึกษาพบว่าหลังจากอบควันทูบหรือ เรซินอะคริลิกที่ใช้สารเคลือบผิวทุกกลุ่มมีการติดสีน้อยกว่ากลุ่มควบคุม และการแช่ในสารละลายใดๆ ไม่มีผลต่อการติดสีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่กลุ่มควบคุมจะมีการเปลี่ยนสีมากอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) เมื่อแช่ในน้ำ สำหรับค่าความแข็งผิว พบว่ากลุ่มตัวอย่างที่เคลือบ Plaquit (สารเคลือบผิวชนิดบ่มด้วยแสง) มีความแข็งผิวสูงที่สุด ขณะที่กลุ่มตัวอย่างที่เคลือบ Bosworth Glaze™ (สารเคลือบผิวชนิดละลายในตัวทำละลาย) มีความแข็งผิวต่ำที่สุด และเมื่อนำชิ้นตัวอย่างมาอบควันทูบหรือและแช่สารทำความสะอาดฟันเทียมแล้ว กลุ่มที่ใช้สารเคลือบผิวทุกกลุ่ม รวมทั้งกลุ่มควบคุมมีความแข็งผิวเปลี่ยนแปลง ยกเว้นกลุ่มที่เคลือบ Palaseal® ที่มีค่าความแข็งผิวไม่แตกต่างจากตอนเริ่มต้น ความรู้ที่ได้จากการวิจัยนี้สามารถนำไปเป็นแนวทางเบื้องต้น ในการเลือกใช้สารเคลือบผิว ให้เหมาะสมกับสารทำความสะอาดฟันเทียมแต่ละผลิตภัณฑ์ โดยไม่ส่งผลต่อคุณสมบัติการติดสี และความแข็งผิวของเรซินอะคริลิกในผู้ป่วยที่ใส่ฟันเทียมและสูบบุหรี่ร่วมด้วย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา.....ทันตกรรมประดิษฐ์.....ลายมือชื่อนิสิต..... *for on*

สาขาวิชา.....ทันตกรรมประดิษฐ์.....ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา..... *ศ. นส*

ปีการศึกษา.....2550

4876121732 : MAJOR PROSTHODONTICS

KEYWORD : GLAZING/ COATING/ CIGARETTE SMOKE/ DENTURE CLEANSER/ SURFACE
HARDNESS/ ACRYLIC RESIN

ROONGAROON APINAN : THE EFFECT OF CIGARETTE SMOKE AND DENTURE
CLEANSERS ON THE SURFACE HARDNESS AND COLOR OF ACRYLIC RESIN
GLAZE. THESIS ADVISOR : ASSOC.PROF.PIYAWAT PHANKOSOL, Ph.D., 116 pp.

Smoke staining on the surface of dentures is a common problem among smoking denture wearers. It affected the denture aesthetics and hygienes. Additionally, it may deteriorate the physical properties of the acrylic resin. Acrylic resin glazes have mainly been for reducing the accumulation of plaque and reducing the release of residual monomer from denture bases. The purpose of this study was to investigate the effect of cigarette smoke and denture cleansers on the surface hardness and color of acrylic resin glazes after smoke staining and overnight denture cleanser immersion. Two hundred specimens of 15x15x3 mm acrylic resin sheets were divided in to four surface treatment groups (Conventionally polished for control group, Glazed with Bosworth Glaze™, Palaseal® and Plaquit). The color and surface hardness were measured before and after 60 minutes of cigarette smoke treatment. After smoke staining, each group of specimens was divided in to 5 subgroups for immersion in water and four denture cleansers (Bonyplus, Fitty®Dent, Polident and Steradent). The color changes and surface hardness were determined again after immersion. The results of this study revealed that, the color changes from smoke of all glazed groups were less than the control group and the soaking solution was not affected to color changing significantly. Nevertheless, the control groups showed significantly different ($P<0.05$) of the color when immersed in water. According to the surface hardness test, application of Plaquit (light-cured acrylic resin glaze) produced the hardest surface while the surface treated with Bosworth Glaze™ (solvent-based acrylic resin glazes) exhibited the lowest surface hardness. Furthermore, after staining and denture cleansers immersion, all surface treated with the glazed and control group exhibited the changes of the surface hardness values except the surfaces treated with Palaseal® group which were not different from the beginning. The knowledge from this study can be a preliminary suggestion for selection of acrylic resin glazes and denture cleansers which do not affect the color and surface hardness of the acrylic resin in smoking denture wearers.

DepartmentProsthodontics

Student's Signature..........

Field of study Prosthodontics

Advisor's Signature.....

Academic Year2007

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะไม่สำเร็จลุล่วงไปได้เลย หากปราศจากการดูแลเอาใจใส่ และให้คำแนะนำเป็นอย่างดีจาก รศ. ทพ. ดร. ปิยวัฒน์ พันธุ์โกศล ผู้เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณอาจารย์เป็นอย่างยิ่งที่ได้กรุณาสละเวลาอันมีค่าในการให้คำปรึกษา อันมีประโยชน์อย่างยิ่งต่องานวิจัย และทำให้ขั้นตอนต่าง ๆ ในการดำเนินงานมีความราบรื่น และมีประสิทธิภาพ

ขอขอบพระคุณอ.ทพ.ณัฐวรรณ ปลื้มสำราญ และผศ. ทพญ. พนารัตน์ ขอดแก้วที่ได้ให้คำปรึกษาดูแลงานวิจัย และขอขอบพระคุณ อ. ไพพรรณ พิทยานนท์ที่ได้ให้ความรู้และคำปรึกษาทางด้านสถิติในการวิจัยตลอดจน อ. ดร. ชนัตต์ รัตนสุมาวงศ์ ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยที่ช่วยออกแบบเครื่องจับชิ้นงานให้สามารถทำการทดลองได้สำเร็จ และขอกราบขอบพระคุณคณะกรรมการทุกท่าน ที่กรุณาให้คำแนะนำ และแก้ไขให้วิทยานิพนธ์เล่มนี้มีความสมบูรณ์

สุดท้ายขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ พี่ น้อง รวมทั้งเพื่อน ๆ ทุกคนที่ได้ให้ความช่วยเหลือ และเป็นกำลังใจสำคัญตลอดเวลา ทำให้ผู้เขียนสามารถทำวิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

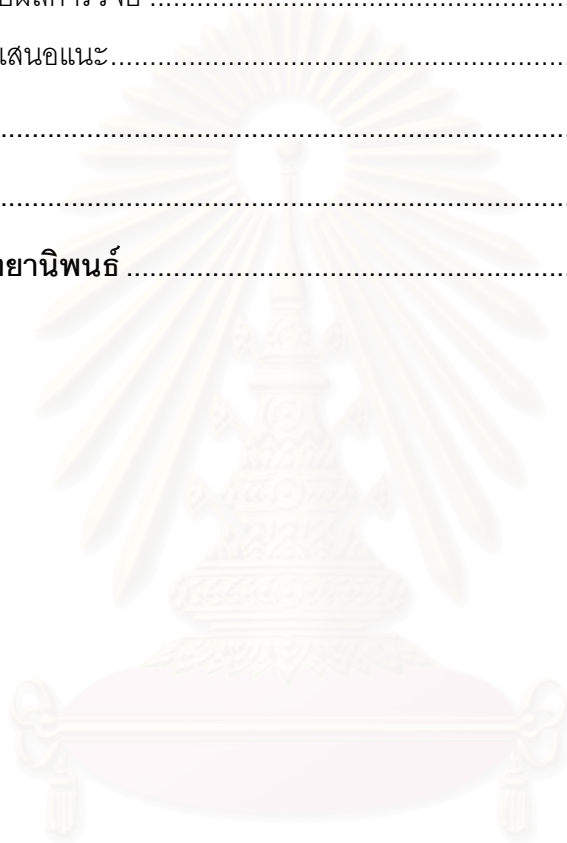
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญ	ช
สารบัญตาราง	ญ
สารบัญภาพ	ฐ
บทที่ 1 บทนำ	1
1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
2. คำถามการวิจัย.....	3
3. วัตถุประสงค์การวิจัย.....	3
4. ขอบเขตการวิจัย	4
5. ข้อจำกัดของการวิจัย.....	4
6. ข้อตกลงเบื้องต้น	4
7. สมมุติฐานการวิจัย.....	5
8. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย.....	6
9. คำสำคัญ	6
10. รูปแบบการวิจัย	6
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	7
1. นุหรี.....	7
1.1 สารเคมีที่สำคัญในนุหรี.....	8
1.2 ผลต่อสุขภาพ.....	9
1.2 บทบาทของกระทรวงสาธารณสุขต่อนุหรี.....	9
2. พอลิเมอร์.....	10
2.1 โครงสร้างของพอลิเมอร์.....	10
2.2 ปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์ (กระบวนการพอลิเมอไรเซชัน).....	11
2.3 พื้นผิวสัมผัสพอลิเมอร์.....	14
2.4 เรซินอะคริลิก.....	14
2.5 เมทิลเมทาคริเลต	14

2.6	พอลิเมทิลเมทาคริเลต	15
2.7	คุณสมบัติของวัสดุฐานฟันเทียม	16
2.8	ข้อกำหนดของ ANSI/ADA ข้อที่ 12 (ISO 1567) ว่าด้วยฐานฟันเทียมเรซิน... ..	16
2.9	ประเภทของฐานฟันเทียม.....	17
3.	ความแข็ง.....	20
3.1	การทดสอบความแข็งแบบนูนป	21
3.2	การทดสอบความแข็งแบบวิกเกอร์ส์	22
3.3	การทดสอบความแข็งแบบบริเนลล์	22
3.4	การทดสอบความแข็งแบบร็อคเวลล์.....	23
4.	สี.....	24
4.1	ปัจจัยที่ทำให้เกิดสี	24
4.2	ระบบสีที่นิยมใช้.....	25
5.	สารทำความสะอาดฟันเทียม	27
5.1	คุณสมบัติของสารทำความสะอาดฟันเทียม	27
5.2	ประเภทของสารทำความสะอาดฟันเทียม	27
6.	สารเคลือบผิว.....	31
6.1	สารเคลือบผิวอินทรีย์.....	32
6.2	สารเคลือบผิวอนินทรีย์.....	38
บทที่ 3	วิธีดำเนินการวิจัย	45
1.	วัสดุที่ใช้ในการวิจัย.....	45
2.	อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย.....	47
3.	วิธีการวิจัย	48
4.	การจัดการกลุ่มตัวอย่าง	49
5.	ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย	49
6.	การเก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล	58
บทที่ 4	ผลการวิจัย.....	59
1.	ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการวัดสี	59
2.	ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการทดสอบความแข็งผิว.....	62

บทที่ 5 อภิปรายผลการวิจัย สรุป และข้อเสนอแนะ.....	67
1. การอภิปรายวัตถุประสงค์และวิธีการวิจัย.....	67
2. อภิปรายผลการวิจัย.....	69
2.1 อภิปรายข้อมูลการวัดสี.....	70
2.2 อภิปรายข้อมูลการทดสอบความแข็งแรง.....	74
3. สรุปผลการวิจัย.....	79
4. ข้อเสนอแนะ.....	80
รายการอ้างอิง.....	81
ภาคผนวก.....	88
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	116



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตารางที่ 1 ส่วนประกอบที่สำคัญของฐานพินเทียมเรซินอะคริลิก	15
ตารางที่ 2 สารเคลือบผิว 3 ผลติภณฑ์ที่ใช้ทดสอบ.....	45
ตารางที่ 3 สารทำความสะอาดพินเทียม 4 ผลติภณฑ์ที่ใช้ทดสอบ	46
ตารางที่ 4 แสดงการจัดการกลุ่มตัวอย่าง	48
ตารางที่ 5 แสดงผลต่างเฉลี่ยของสีเมื่อแบ่งตามประเภทของการเตรียมผิวเรซินอะคริลิกและสารทำ ความสะอาดพินเทียม	61
ตารางที่ 6 แสดงความแข็งผิวเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เมื่อเปรียบเทียบก่อนและหลังอบ ด้วยค้อนทุรี และตามด้วยการแช่ในสารทำความสะอาดพินเทียม.....	64
ตารางที่ 7 แสดงการวิเคราะห์การแจกแจงของข้อมูลการติดสีเฉลี่ยของชิ้นงานภายหลังผ่านการอบ ด้วยค้อนทุรี ระหว่างกลุ่มที่ซัดปกติด้วยแท่งไขซ์ดมันกับผิวเคลือบเรซินอะคริลิกแต่ละ ผลติภณฑ์	89
ตารางที่ 8 แสดงการวิเคราะห์ความเหมือนของความแปรปรวน (Homogeneity of Variance) ด้วย การใช้การทดสอบแบบเลอวีเน (Levene's Test) ของข้อมูลการติดสีเฉลี่ยของชิ้นงาน ภายหลังผ่านการอบด้วยค้อนทุรี ระหว่างกลุ่มที่ซัดปกติด้วยแท่งไขซ์ดมันกับผิวเคลือบ เรซินอะคริลิกแต่ละผลติภณฑ์	89
ตารางที่ 9 แสดงการทดสอบการติดสีเฉลี่ยของชิ้นงานภายหลังผ่านการอบด้วยค้อนทุรี ระหว่าง กลุ่มที่ซัดปกติด้วยแท่งไขซ์ดมันกับผิวเคลือบเรซินอะคริลิกแต่ละผลติภณฑ์ด้วยการวิเคราะห์ ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One-Way ANOVA).....	90
ตารางที่ 10 แสดงการทดสอบการติดสีเฉลี่ยของชิ้นงานภายหลังผ่านการอบด้วยค้อนทุรี ระหว่าง กลุ่มที่ซัดปกติด้วยแท่งไขซ์ดมันกับผิวเคลือบเรซินอะคริลิกแต่ละผลติภณฑ์ด้วยการ เปรียบเทียบเชิงซ้อนแบบ เดอร์เกย เฮชเอสดี (Turkey HSD multiple comparison)	90
ตารางที่ 11 แสดงการวิเคราะห์การแจกแจงผลต่างเฉลี่ยของสีระหว่างเรซินอะคริลิกกลุ่มที่ซัดปกติ ด้วยแท่งไขซ์ดมันกับผิวเคลือบเรซินอะคริลิกแต่ละผลติภณฑ์ภายหลังผ่านการอบด้วยค้อน ทุรีและแช่ในสารทำความสะอาดพินเทียมต่างชนิดกันนานข้ามคืน	91
ตารางที่ 12 การวิเคราะห์ผลระหว่างตัวแปรแต่ละตัว (Subjects effect) ต่อผลต่างเฉลี่ยของสี ระหว่างเรซินอะคริลิกกลุ่มที่ซัดปกติด้วยแท่งไขซ์ดมันกับผิวเคลือบเรซินอะคริลิกแต่ละ ผลติภณฑ์ภายหลังผ่านการอบด้วยค้อนทุรีและแช่ในสารทำความสะอาดพินเทียมต่างชนิด กันนานข้ามคืน	94

ตารางที่ 13 แสดงการวิเคราะห์ความเหมือนของความแปรปรวน (Homogeneity of Variance) ด้วยการนำผลการทดสอบแบบเลอวี (Levene's Test) ของข้อมูลผลต่างเฉลี่ยของสี่ระหว่างเรซินอะคริลิกกลุ่มที่ซัดปกติด้วยแท่งไขซัดมันกับผิวเคลือบเรซินอะคริลิกแต่ละผลิตภัณฑ์ ภายหลังจากการอบด้วยควันบุหรี่และแช่ในสารทำความสะอาดพื้นเทียมต่างชนิดกันนานข้ามคืน	95
ตารางที่ 14 แสดงการทดสอบผลต่างเฉลี่ยของสี่ระหว่างเรซินอะคริลิกกลุ่มที่ซัดปกติด้วยแท่งไขซัดมันกับผิวเคลือบเรซินอะคริลิกแต่ละผลิตภัณฑ์ ภายหลังจากการอบด้วยควันบุหรี่และแช่ในสารทำความสะอาดพื้นเทียมต่างชนิดกันนานข้ามคืนด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One-Way ANOVA)	95
ตารางที่ 15 แสดงการทดสอบผลต่างเฉลี่ยของสี่ระหว่างเรซินอะคริลิกกลุ่มที่ซัดปกติด้วยแท่งไขซัดมันกับผิวเคลือบเรซินอะคริลิกแต่ละผลิตภัณฑ์ ภายหลังจากการอบด้วยควันบุหรี่และแช่ในสารทำความสะอาดพื้นเทียมต่างชนิดกันนานข้ามคืนด้วยการเปรียบเทียบเชิงซ้อนแบบทามฮาน (Tamhane multiple comparison)	96
ตารางที่ 16 แสดงสัญลักษณ์ของกลุ่มเรซินอะคริลิกที่เตรียมผิวต่างกันและสารทำความสะอาดพื้นเทียมผลิตภัณฑ์ต่างๆ	106
ตารางที่ 17 แสดงการวิเคราะห์การแจกแจงของข้อมูลความแข็งผิวเฉลี่ยระหว่างกลุ่มที่ซัดปกติด้วยแท่งไขซัดมันกับผิวเคลือบเรซินอะคริลิกแต่ละผลิตภัณฑ์	107
ตารางที่ 18 แสดงการวิเคราะห์ความเหมือนของความแปรปรวน (Homogeneity of Variance) ด้วยการนำผลการทดสอบแบบเลอวี (Levene's Test) ของข้อมูลความแข็งผิวเฉลี่ยระหว่างกลุ่มที่ซัดปกติด้วยแท่งไขซัดมันกับผิวเคลือบเรซินอะคริลิกแต่ละผลิตภัณฑ์	108
ตารางที่ 19 แสดงการทดสอบข้อมูลความแข็งผิวเฉลี่ยระหว่างกลุ่มที่ซัดปกติด้วยแท่งไขซัดมันกับผิวเคลือบเรซินอะคริลิกแต่ละผลิตภัณฑ์ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One-Way ANOVA)	108
ตารางที่ 20 แสดงการทดสอบข้อมูลความแข็งผิวเฉลี่ยระหว่างกลุ่มที่ซัดปกติด้วยแท่งไขซัดมันกับผิวเคลือบเรซินอะคริลิกแต่ละผลิตภัณฑ์ด้วยการเปรียบเทียบเชิงซ้อนแบบทามฮาน (Tamhane multiple comparison)	108
ตารางที่ 21 แสดงการวิเคราะห์การแจกแจงของข้อมูลความแข็งผิวเฉลี่ยของเรซินอะคริลิก ระหว่างกลุ่มที่ซัดปกติด้วยแท่งไขซัดมันกับผิวเคลือบเรซินอะคริลิกแต่ละผลิตภัณฑ์ หลังจากผ่านการอบด้วยควันบุหรี่และแช่ในสารทำความสะอาดพื้นเทียมนานข้ามคืน	109

- ตารางที่ 22 แสดงการวิเคราะห์ความเหมือนของความแปรปรวน (Homogeneity of Variance) ด้วยการทำการทดสอบแบบเลอวีเน่ (Levene's Test) ของข้อมูลความแข็งแรงผิวเฉลี่ยระหว่างกลุ่มที่ซัดปกติด้วยแท่งไข้ดมันกับผิวเคลือบเรซินอะคริลิกแต่ละผลิตภัณฑ์หลังจากผ่านการอบด้วยควันบุหรี่และแช่ในน้ำกลั่นซึ่งเป็นกลุ่มควบคุม.....112
- ตารางที่ 23 แสดงการทดสอบข้อมูลความแข็งแรงผิวเฉลี่ยระหว่างกลุ่มที่ซัดปกติด้วยแท่งไข้ดมันกับผิวเคลือบเรซินอะคริลิกแต่ละผลิตภัณฑ์หลังจากผ่านการอบด้วยควันบุหรี่และแช่ในน้ำกลั่นซึ่งเป็นกลุ่มควบคุมด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One-Way ANOVA)112
- ตารางที่ 24 แสดงการทดสอบข้อมูลความแข็งแรงผิวเฉลี่ยระหว่างกลุ่มที่ซัดปกติด้วยแท่งไข้ดมันกับผิวเคลือบเรซินอะคริลิกแต่ละผลิตภัณฑ์หลังจากผ่านการอบด้วยควันบุหรี่และแช่ในน้ำกลั่นซึ่งเป็นกลุ่มควบคุมด้วยการเปรียบเทียบเชิงซ้อนแบบทามฮาน (Tamhane multiple comparison)112
- ตารางที่ 25 แสดงการวิเคราะห์ความแข็งแรงผิวตอนเริ่มต้นและหลังจากอบควันบุหรี่และแช่สารทำความสะอาดฟันเทียมด้วยการทำการทดสอบผลต่างค่าเฉลี่ยแบบจับคู่ (Paired sample T-test)113

สารบัญภาพ

รูปที่ 1	ขั้นตอนการเกิดปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชันแบบเติมของเมทิลเมทาคริเลต.....	13
รูปที่ 2	โครงสร้างโมเลกุลของเมทิลเมทาคริเลต.....	14
รูปที่ 3	โครงสร้างโมเลกุลของพอลิเมทิลเมทาคริเลต.....	15
รูปที่ 4	แสดงรอยกดของนูน.....	22
รูปที่ 5	แสดงรอยกดของวิกเกอร์ส.....	22
รูปที่ 6	แสดงการทดสอบความแข็งแบบบริเนลล์.....	23
รูปที่ 7	แสดงการทดสอบความแข็งแบบร็อคเวลล์.....	23
รูปที่ 8	แสดงระบบสีมันเซล.....	25
รูปที่ 9	แสดงการบรรยายสีพื้นในระบบ CIE Lab ในรูป 3 มิติ.....	26
รูปที่ 10	แสดงสารเคลือบผิวพาราซีล.....	32
รูปที่ 11	แสดงมุมสัมผัสระหว่างพื้นผิวของน้ำและของแข็ง.....	40
รูปที่ 12	แสดงความชอบน้ำที่พื้นผิว.....	40
รูปที่ 13	แสดงการทำความสะอาดด้วยตัวเองของการกระตุ้นด้วยแสงของไททานเนียมออกไซด์... ..	41
รูปที่ 14	แสดงปฏิกิริยาการสังเคราะห์แสงของพืช.....	41
รูปที่ 15	แสดงโครงสร้างของซิลิโคน พอลิเมอร์.....	42
รูปที่ 16	แสดงกระบวนการโซลเจล.....	43
รูปที่ 17	กลไกการเกิดปฏิกิริยาของไฮเลน.....	44
รูปที่ 18	แสดงการยึดเกาะของไฮเลนบนผิวเรซินอะคริลิกกับฟิล์มพอลิเมอร์ชนิดอนินทรีย์.....	44
รูปที่ 19	แสดงสารเคลือบผิว 3 ผลิตภัณฑ์ที่ใช้ทดสอบ.....	45
รูปที่ 20	แสดงสารทำความสะอาดพื้นเทียม 4 ผลิตภัณฑ์ที่ใช้ทดสอบ.....	46
รูปที่ 21	แสดงเครื่องทดสอบความแข็งแบบจุลภาค.....	47
รูปที่ 22	แสดงเครื่องวัดสี.....	48
รูปที่ 23	เครื่องจับชิ้นงาน.....	50
รูปที่ 24	เครื่องปาดสารเคลือบผิว.....	51
รูปที่ 25	แสดงผิวชิ้นงานที่เตรียมแล้ว.....	52
รูปที่ 26	แสดงการต่อมัลติคูลูมสุญญากาศเข้ากับกล่องสำหรับอบควันบุหรี่.....	53
รูปที่ 27	แสดงการวางชิ้นงานในกล่องสำหรับอบควันบุหรี่.....	54
รูปที่ 28	แสดงเครื่องผสมสารให้เข้ากัน.....	54

รูปที่ 29 แสดงวิธีแช่สารทำความสะอาดฟันเทียม.....	55
รูปที่ 30 แสดงการทำสัญลักษณ์ไว้ที่เครื่องวัดสี.....	56
รูปที่-31 แสดงการวางชิ้นงานเพื่อวัดสี	56
รูปที่ 32 แสดงบริเวณที่ใช้วัดความแข็งผิว	57
รูปที่ 33 แสดงผลต่างของสี (ΔE^*) ระหว่างผิวเรซินอะคริลิกที่แตกต่างกัน.....	60
รูปที่ 34 แสดงผลต่างเฉลี่ยของสีในชิ้นงานที่ผ่านการอบคูนหรือและแช่สารทำความสะอาดฟัน เทียม	61
รูปที่ 35 แสดงความแข็งผิวเฉลี่ยระหว่างผิวเรซินอะคริลิกที่แตกต่างกัน.....	63
รูปที่ 36 แสดงการเปรียบเทียบความแข็งผิวเฉลี่ยก่อนและหลังอบคูนหรือในกลุ่มควบคุมโดยการ แช่น้ำกลั่น	65
รูปที่ 37 แสดงความแข็งผิวเฉลี่ยระหว่างกลุ่มเรซินอะคริลิกที่เตรียมผิวต่างกันเมื่ออบด้วยคูนหรือ และแช่ในสารทำความสะอาดฟันเทียมนานข้ามคืนเปรียบเทียบกับความแข็งผิวเริ่มต้น .	66
รูปที่ 38 แสดงผิวขัดปกติด้วยแท่งไขขัดมัน, เคลือบBosworth Glaze™, Palaseal® และ Plaquit70	
รูปที่ 39 แสดงกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด (SEM) แสดงผิวขัดมันของเรซินอะคริลิก ชนิดบ่มด้วยความร้อน ที่กำลังขยาย 5000 เท่า	71
รูปที่ 40 แสดงการติดสีของผิวขัดปกติด้วยแท่งไขขัดมัน, เคลือบBosworth Glaze™, Palaseal® และ Plaquit ตามลำดับ ภายหลังอบคูนหรือ.....	72
รูปที่ 41 แสดงพื้นผิวเรซินอะคริลิกที่กำลังขยาย 20 เท่า.....	73
รูปที่ 42 แสดงรอยกดบนพื้นผิวเรซินอะคริลิกที่กำลังขยาย 20 เท่า.....	74
รูปที่ 43 แสดงผิวเรซินอะคริลิกเมื่อมองด้วยตาเปล่าและที่กำลังขยาย 20 เท่า.....	75
รูปที่ 44 แสดงรอยกดบนผิวเคลือบเรซินอะคริลิกภายหลังผ่านการอบคูนหรือที่กำลังขยาย 20 เท่า	77

บทที่ 1

บทนำ

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ฟันเทียมแบบถอดได้ในปัจจุบัน นิยมใช้วัสดุที่มีพอลิเมทิลเมทาคริลเลตหรือเรซินอะคริลิกเป็นส่วนประกอบ โดยเฉพาะส่วนฐานฟันเทียม ในอดีตฐานฟันเทียมทำจากการแกะสลักไม้และงาช้าง ต่อมามีการใช้ยางวัลคาไนซ์ (vulcanized rubber) แต่ก็ไม่เป็นที่นิยมเพราะมีคุณสมบัติไม่เหมาะสม เรซินอะคริลิกจึงเป็นวัสดุที่มีการใช้อย่างแพร่หลายมากกว่า เรซินอะคริลิกแบ่งเป็น 4 ประเภทได้แก่เรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อน บ่มได้เอง บ่มด้วยแสง และชนิดฉีดเข้าแบบหล่อ อย่างไรก็ตามที่นิยมใช้ในปัจจุบันคือเรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อน แม้ว่าโดยทั่วไปกระบวนการผลิตฐานฟันเทียมเรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อนจะมีมาตรฐานที่ดีทำให้ได้คุณสมบัติตามที่ American dental association (ADA) กำหนดไว้หลายข้อแต่ยังมีข้อด้อยอยู่บ้างคือเรซินอะคริลิกจะมีรูพรุนเล็กๆ หรือมีผิวไม่เรียบที่เกิดจากการขัดแต่งในระดับไมโครเมตรที่ตาไม่สามารถมองเห็น ทำให้เป็นที่ยึดเกาะของเชื้อแบคทีเรีย เชื้อรา และคราบจุลินทรีย์ จึงอาจเสี่ยงต่อการเกิดภาวะปากอักเสบเหตุฟันเทียม (denture stomatitis) ได้ง่าย โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าผู้ป่วยไม่ดูแลรักษาความสะอาดฟันเทียมร่วมกับการใส่ฟันเทียมที่หลวมด้วยแล้ว จะยิ่งส่งเสริมให้เกิดโรคได้ง่ายขึ้น (Abelson, 1985) นอกจากนี้ผลของการมีรูพรุนหรือผิวไม่เรียบยังทำให้ฟันเทียมติดสีง่ายขึ้นด้วยซึ่งพบได้ชัดเจนในผู้สูบบุหรี่

บุหรี่เป็นปัจจัยเสี่ยงสำคัญที่ก่อให้เกิดโรคทั้งในผู้ที่สูบบุหรี่เองและคนใกล้ชิด ปัจจุบันพบว่าการเสพติดเพิ่มขึ้นและเลิกได้ยากขึ้น เนื่องจากปริมาณนิโคตินในบุหรี่ที่ผลิตมีเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยในระหว่างปี 1998-2005 เพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ยร้อยละ 1.6 ต่อมาจนถึงปี ทำให้มีปริมาณนิโคตินที่สูดเข้าปอดเพิ่มขึ้นร้อยละ 11 มูลนิธิรณรงค์เพื่อการไม่สูบบุหรี่รายงานว่าคนไทยเสียชีวิตจากโรคที่เป็นผลจากการสูบบุหรี่ปีละ 52,000 คนหรือวันละ 142 คนหรือชั่วโมงละ 6 คน ขณะที่ทั่วโลกมีผู้เสียชีวิตด้วยโรคอันเนื่องมาจากบุหรี่ปีละ 5 ล้านคนหรือวันละ 13,700 คน ดังนั้น บุหรี่จึงเป็นปัญหาสังคมที่ต้องได้รับการแก้ไข อย่างไรก็ตามยังมีกลุ่มคนที่สูบบุหรี่ร่วมกับใส่ฟันเทียมอยู่ ทำให้ฟันเทียมสัมผัสกับควันบุหรี่อย่างต่อเนื่อง เกิดการติดคราบที่ฟันรวมถึงฟันเทียมซึ่งคราบจากบุหรี่จะมีลักษณะเหนียว อาจเป็นปัญหาต่อการดูแลรักษาฟันเทียมให้สะอาด เนื่องจากอาจส่งเสริมให้มีคราบอื่นติดตามมา ทำให้เป็นที่สะสมของเชื้อโรคได้ ซึ่งคราบบุหรือนอกจากจะเป็นผลเสียต่อสุขภาพแล้ว ยังอาจส่งผลต่อคุณภาพฟันเทียมได้ด้วย

จากที่กล่าวมาแล้วว่าคุณสมบัติโดยทั่วไปของเรซินอะคริลิกเป็นไปตามข้อกำหนดของ ADA อยู่แล้ว จึงไม่ต้องการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติอื่นของเรซินอะคริลิก การแก้ปัญหาวิธีหนึ่งคือการใช้สารเคลือบผิวเพื่อทำให้ผิวเรียบขึ้น และปิดรูพรุนเล็กๆ ที่ตามองไม่เห็น ในประเทศไทยพบว่าทางทันตกรรมมีการใช้สารเคลือบผิวสำหรับเคลือบสีฟันเทียมชั่วคราวให้เกิดความมั่นใจสวยงาม แต่ในต่างประเทศการใช้สารเคลือบผิวมีวัตถุประสงค์ เพื่อลดการยึดเกาะของเชื้อโรค คราบจุลินทรีย์และเพื่อรักษาภาวะปากอักเสบเหตุฟันเทียม (Jorgensen และ Kaaber, 1986; Monsenego, 2000; Sesma และคณะ, 2005) ป้องกันมอโนเมอร์ที่ตกค้างไม่ให้อันตรายนหรือเกิดการแพ้จากการสัมผัสมอโนเมอร์ (Szabo และ Huggett, 1987; Vallittu, 1996) ผลต่อคุณสมบัติทางกล ทำให้มีความแข็งผิวมากขึ้น (Emmanouil, Kavouras และ Kehagias, 2002; Szabo และ Huggett, 1987; Szabo, Valderhaug และ Ruyter, 1985) นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยว่าการใช้สารเคลือบผิวฟันเทียมจะทำให้สามารถทำความสะอาดฟันเทียมได้ง่ายขึ้นด้วย (Kado และคณะ, 2005) โดยทั่วไปสารเคลือบผิวแบ่งเป็น 2 กลุ่มได้แก่สารเคลือบผิวอินทรีย์เช่นเรซินอะคริลิก และสารเคลือบผิวอนินทรีย์เช่นไททาเนียมไดออกไซด์ ในท้องตลาดพบว่า เป็นชนิดเมทาคริลेटหรือเรซินอะคริลิกเป็นส่วนใหญ่ มีทั้งประเภทละลายในตัวทำละลาย (Solvent base) และประเภทบ่มด้วยแสง (Light-activated) การใช้สารเคลือบผิวพบว่าเมื่อใช้ไปนานๆ จะเกิดรอยแตกขึ้น เนื่องจากความแข็งจริงและความเปราะทำให้ผิวฟันเทียมไม่เรียบ ส่งผลให้คราบจุลินทรีย์สะสมได้ง่ายขึ้น ดังนั้นจึงควรมีการเคลือบทับเป็นระยะและมีการดูแลทำความสะอาดฟันเทียมที่ดีร่วมด้วย (Sesma และคณะ, 2005)

การทำความสะอาดฟันเทียมในปัจจุบันมีผลิตภัณฑ์เพื่อกำจัดคราบหรือออกมาวางขาย ในท้องตลาดส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปยาสีฟัน เช่น Zact, Smile และเม็ดฟูทำความสะอาดฟันเทียม เช่น polident, steradent เป็นต้น แต่ผู้ป่วยส่วนใหญ่นิยมใช้เพียงการแปรงทำความสะอาดกับน้ำสบู่เท่านั้น และพบว่าการทำความสะอาดด้วยวิธีการแปรงอย่างเดียวไม่เพียงพอในการกำจัดคราบจุลินทรีย์บนผิวฟันเทียม การใช้สารเคมีร่วมด้วยเช่นวิธีการแช่หรือแปรงด้วยยาฆ่าเชื้อ (Disinfectant) จึงเป็นสิ่งจำเป็น (Dills และคณะ, 1988; Odman, 1992) สารทำความสะอาดฟันเทียมแบ่งใหญ่ๆ ได้ 2 กลุ่ม ได้แก่ผงขัด (abrasive powder) หรือสารป้าย (paste) และแบบแช่ในสารละลาย กรณีที่เป็นสารทำความสะอาดฟันเทียมแบบแช่ในสารละลาย จะพบการสึกของเรซินอะคริลิกน้อยกว่ากลุ่มที่เป็นผงขัด (Harrison, Johnson และ Douglas, 2004) ซึ่งปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดการสึกได้แก่ขนาดและความแข็งของอนุภาค รวมถึงความเร็วและความแรงในการแปรงทำความสะอาดด้วย (Haselden และคณะ, 1998) มีการศึกษาถึงผลของสารทำความสะอาดฟันเทียมในกลุ่มที่มีโซเดียม เปอร์บอเรตเป็นส่วนประกอบ พบว่าการแช่ในสารทำความสะอาด

สะอาดพื้นเทียมนี้ อาจส่งผลต่อความขรุขระ (roughness) และความแข็งของเรซินอะคริลิกได้ (Garcia และคณะ, 2004) อย่างไรก็ตามยังไม่มีการศึกษาใดที่ศึกษาถึงความแข็งผิวของเรซินอะคริลิกที่ได้รับการเคลือบผิว และผ่านการแช่ในสารทำความสะอาดพื้นเทียม

ความแข็งผิวสามารถอ้างได้ถึงการป้องกันการขีดข่วนและต้านการสึกได้ พื้นเทียมฐานเรซินอะคริลิกมักสึกจากการแปรงทำความสะอาด สารเคลือบผิวจะลดอัตราการสึกเพราะทำให้มีความแข็งผิวมากขึ้น การวัดความแข็งระดับจุลภาคนิยมใช้การทดสอบความแข็งแบบนูน ซึ่งใช้แรงตั้งแต่ 1-1000 กรัม (Available from: <http://www.wikipedia.org>[2008, Mar 11]) เพราะจะให้รอยกดที่ตื้นกว่าการทดสอบแบบอื่น อย่างไรก็ตามยังไม่เป็นที่ทราบถึงผลของควันทูหรือที่มีต่อความแข็งผิวของเรซินอะคริลิกทั้งแบบที่ใช้วิธีขัดปกติกับแบบที่เคลือบทับด้วยสารเคลือบผิว

2. คำถามการวิจัย

- 2.1 ชิ้นงานเรซินอะคริลิกที่ไม่ได้เคลือบผิวและใช้สารเคลือบผิวต่างชนิดกันเมื่ออบควันทูหรือจะทำให้การเปลี่ยนสีต่างกันหรือไม่
- 2.2 ชิ้นงานเรซินอะคริลิกที่ไม่ได้เคลือบผิวและใช้สารเคลือบผิวต่างชนิดกันเมื่ออบควันทูหรือตามด้วยการแช่สารทำความสะอาดพื้นเทียมแต่ละผลิตภัณฑ์จะทำให้การเปลี่ยนสีต่างกันหรือไม่
- 2.3 ชิ้นงานเรซินอะคริลิกที่ไม่ได้เคลือบผิวและใช้สารเคลือบผิวต่างชนิดกันมีความแข็งผิวต่างกันหรือไม่
- 2.4 ชิ้นงานเรซินอะคริลิกที่ไม่ได้เคลือบผิวและใช้สารเคลือบผิวต่างชนิดกันเมื่ออบควันทูหรือและตามด้วยการแช่สารทำความสะอาดพื้นเทียมมีความแข็งผิวเปลี่ยนแปลงจากตอนเริ่มต้นหรือไม่

3. วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาผลของการเตรียมผิวที่แตกต่างกันทั้งของเรซินอะคริลิกที่ใช้สารเคลือบผิวเปรียบเทียบกับเรซินอะคริลิกที่ขัดด้วยแท่งไขขัดมันในเรื่องการเปลี่ยนสีและความแข็งผิว โดยศึกษาการติดสีและความแข็งผิวที่เปลี่ยนไปภายหลังอบควันทูหรือและแช่สารทำความสะอาดพื้นเทียมผลิตภัณฑ์ต่างๆ

4. ขอบเขตการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวัดสีและความแข็งผิวที่เปลี่ยนไปของเรซินอะคริลิกที่เตรียมผิวต่างกัน เมื่อผ่านการอบค้อนบูหรือ และภายหลังแช่สารทำความสะอาดฟันเทียม โดยมีเรซินอะคริลิกที่ขัดด้วยแท่งไขขัดมันเป็นกลุ่มควบคุม การเคลือบผิวเรซินอะคริลิกจะใช้เครื่องปาดสารเคลือบผิวที่สามารถกำหนดความหนาให้ใกล้เคียงกันประมาณ 60-100 ไมครอน และบ่มตามบริษัทผู้ผลิตกำหนด มีข้อกำหนดของการอบค้อนบูหรือคือ ใช้บูหรือ 12 มวน อบด้วยเวลาเท่าๆ กันมวนละ 5 นาที รวมใช้เวลาทั้งหมด 60 นาที ก่ออบค้อนบูหรือสามารถดูตวันให้ฟุ้งกระจายไปทั่วกล่อง ส่วนการแช่สารทำความสะอาดฟันเทียมใช้น้ำกลั่นเป็นกลุ่มควบคุม ทำการแช่นานข้ามคืน 12 ชั่วโมง

ทำการวัดสีที่บริเวณตรงกลางของชิ้นงานด้วยเครื่องวัดสี โดยทำจุดสังเกตไว้ที่เครื่องวัดสีเพื่ออ้างอิงให้วัดได้ตำแหน่งเดิมทุกครั้ง สำหรับการวัดความแข็งผิวของเรซินอะคริลิกจะทดสอบด้วยเครื่องทดสอบความแข็งผิวแบบจุลภาค (Microhardness Tester) กำหนดให้วัดที่ตำแหน่งห่างจากขอบของชิ้นงาน 1-3 มิลลิเมตร โดยใช้หัวกดรูป แรกกด 50 กรัม นาน 15 วินาที ทำการกดชิ้นละ 6 จุด

5. ข้อจำกัดของการวิจัย

- 5.1 การศึกษานี้เป็นการทดลองในห้องปฏิบัติการจึงไม่สามารถเลียนแบบสภาวะจริงในช่องปากได้ เช่น อุณหภูมิ ความชื้น ซึ่งในความเป็นจริงภายในช่องปากมีความชื้นและน้ำลายเป็นองค์ประกอบที่สำคัญ รวมถึงอุณหภูมิของการเผาไหม้บูหรืออาจส่งผลกระทบต่อคุณสมบัติของเรซินอะคริลิกด้วย
- 5.2 การทดลองนี้ฉาบสารเคลือบผิวเคลือบให้มีความหนาใกล้เคียงกันซึ่งอาจไม่ใช่ความหนาที่ใช้ในทางคลินิกจริงๆ จึงไม่สามารถนำผลที่ได้ไปใช้เป็นค่าจริงในทางคลินิกโดยเฉพาะความแข็งผิว เพียงสามารถบอกแนวโน้มได้ว่าควรเลือกใช้สารเคลือบผิวชนิดใดเพื่อให้ได้ความแข็งผิวที่เหมาะสม

6. ข้อตกลงเบื้องต้น

- 6.1 การทดลองนี้เป็นการจำลองสภาวะการสูบบุหรี่ซึ่งทำในห้องปฏิบัติการ และศึกษาเพียงผลของค้อนบูหรือเท่านั้น

- 6.2 บุหรี่ สารเคลือบผิว และสารทำความสะอาดพื้นเทียมที่ใช้ในการศึกษานี้ทุกผลิตภัณฑ์ จะต้องผลิตคราวเดียวกัน
- 6.3 จำนวนบุหรี่ที่ใช้เพื่ออบควันบุหรี่ 12 มวน ใกล้เคียงกับค่าเฉลี่ยของคนไทยต่อการสูบบุหรี่ 1 วัน (สำนักงานสถิติแห่งชาติ, 2547)
- 6.4 ความหนาของสารเคลือบผิวกำหนดให้มีความหนามากกว่าความลึกของรอยกดเมื่อทดสอบความแข็งผิว
- 6.5 การทดลองทั้งหมดกระทำโดยผู้วิจัยคนเดียว และใช้อุปกรณ์เดียวกันตลอดการทดลอง

7. สมมติฐานการวิจัย

7.1 ตอนที่ 1 การทดสอบสี

7.1.1 สมมติฐานว่าง: เรซินอะคริลิกที่ซัดปกติด้วยแท่งไขซัดมันและเรซินอะคริลิกที่ใช้สารเคลือบผิวต่างชนิดกันมีการเปลี่ยนสีภายหลังอบควันบุหรี่ไม่แตกต่างกัน

สมมติฐานแย้ง : เรซินอะคริลิกที่ซัดปกติด้วยแท่งไขซัดมันและเรซินอะคริลิกที่ใช้สารเคลือบผิวต่างชนิดกันมีการเปลี่ยนสีภายหลังอบควันบุหรี่แตกต่างกัน

7.1.2 สมมติฐานว่าง: เรซินอะคริลิกที่เตรียมผิวต่างกันมีการเปลี่ยนสี ภายหลังอบควันบุหรี่และแช่สารทำความสะอาดพื้นเทียมไม่แตกต่างกัน

สมมติฐานแย้ง: เรซินอะคริลิกที่เตรียมผิวต่างกันมีการเปลี่ยนสี ภายหลังอบควันบุหรี่และแช่สารทำความสะอาดพื้นเทียมแตกต่างกัน

7.1.3 สมมติฐานว่าง: การแช่สารทำความสะอาดพื้นเทียมต่างชนิดกัน ภายหลังอบควันบุหรี่ เรซินอะคริลิกมีการเปลี่ยนสีไม่แตกต่างกัน

สมมติฐานแย้ง: การแช่สารทำความสะอาดพื้นเทียมต่างชนิดกัน ภายหลังอบควันบุหรี่ เรซินอะคริลิกมีการเปลี่ยนสีแตกต่างกัน

7.1.4 สมมติฐานว่าง: ภายหลังอบควันบุหรี่เรซินอะคริลิกที่เตรียมผิวต่างกัน และแช่สารทำความสะอาดพื้นเทียมต่างชนิดกัน มีการเปลี่ยนสีไม่แตกต่างกัน

สมมติฐานแย้ง: ภายหลังอบควันบุหรี่เรซินอะคริลิกที่เตรียมผิวต่างกัน และแช่สารทำความสะอาดพื้นเทียมต่างชนิดกัน มีการเปลี่ยนสีแตกต่างกัน

7.2 ตอนที่ 2 การทดสอบความแข็งผิว

7.2.1 สมมติฐานว่าง: เรซินอะคริลิกที่ขัดปกติด้วยแท่งไขขัดมันและเรซินอะคริลิกที่ใช้สารเคลือบผิวต่างชนิดกันมีความแข็งผิวไม่แตกต่างกัน

สมมติฐานแย้ง: เรซินอะคริลิกที่ขัดปกติด้วยแท่งไขขัดมันและเรซินอะคริลิกที่ใช้สารเคลือบผิวต่างชนิดกันมีความแข็งผิวแตกต่างกัน

7.2.2 สมมติฐานว่าง: เรซินอะคริลิกที่ขัดปกติด้วยแท่งไขขัดมันและเรซินอะคริลิกที่ใช้สารเคลือบผิวต่างชนิดกันมีความแข็งผิวดอนเริ่มต้นเท่ากับความแข็งผิวหลังอบควันบุหรี่ตามด้วยแช่สารทำความสะอาดฟันเทียม

สมมติฐานแย้ง : เรซินอะคริลิกที่ขัดปกติด้วยแท่งไขขัดมันและเรซินอะคริลิกที่ใช้สารเคลือบผิวต่างชนิดกันมีความแข็งผิวดอนเริ่มต้นไม่เท่ากับความแข็งผิวหลังอบควันบุหรี่ตามด้วยแช่สารทำความสะอาดฟันเทียม

8. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับการวิจัย

- 8.1 ทราบถึงผลของสารเคลือบผิวที่มีต่อการติดสีและความแข็งผิวของเรซินอะคริลิก
- 8.2 เป็นแนวทางในการเลือกใช้สารทำความสะอาดฟันเทียมประเภทต่างๆให้เหมาะสมกับสารเคลือบผิวแต่ละชนิด

9. คำสำคัญ

“Glazing, coating”	การเคลือบผิว
“Cigarette smoke”	ควันบุหรี่
“Denture cleanser”	สารทำความสะอาดฟันเทียม
“Surface hardness”	ความแข็งผิว
“Acrylic resin”	เรซินอะคริลิก

10. รูปแบบการวิจัย

การวิจัยเชิงทดลองในห้องปฏิบัติการ (Laboratory experimental research)

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. บุหรี่

บุหรี่เป็นสารเสพติดประเภทหนึ่ง เป็นปัญหาทางสังคมในปัจจุบัน เนื่องจากบุหรี่ได้แพร่เข้าไปถึงกลุ่มเยาวชนเพิ่มมากขึ้น และมีแนวโน้มว่าจะเพิ่มขึ้นอีกในอนาคตถ้ายังไม่มีมาตรการควบคุมที่ดีพอ บุหรี่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพประชากรทั่วโลก ทำให้มีคนที่ตายปีละ 5 ล้านคนหรือตายนานาชาติละ 9 คน สำหรับประเทศไทยสำนักงานสถิติแห่งชาติได้สำรวจตั้งแต่ปี 2519 ถึงปี 2547 พบว่าอัตราการสูบบุหรี่ของประชากรไทยมีแนวโน้มลดลง โดยปี 2519 มีผู้สูบบุหรี่ประมาณร้อยละ 30.1 และได้ลดลงเหลือร้อยละ 17.9 ในปี 2547 อัตราการสูบบุหรี่ลดลงทั้งชายและหญิง แต่กลุ่มเยาวชนมีอัตราเปอร์เซ็นต์ของการสูบบุหรี่เป็นประจําลดลงน้อยกว่ากลุ่มอายุอื่น และพบว่าเพศชายมีอัตราการสูบบุหรี่เป็นประจําสูงกว่าหญิงประมาณ 18 เท่า ประชากรไทยที่มีอายุตั้งแต่ 11 ปีขึ้นไปทั้งประเทศ มีประมาณ 51.3 ล้านคน เป็นผู้สูบบุหรี่ 12.0 ล้านคน (ร้อยละ 23.4) เพิ่มขึ้นจากที่สำรวจเมื่อ พ.ศ. 2542 ถึง 4 แสนคน และกลุ่มประชากรที่สูบบุหรี่เพิ่มขึ้นคือวัยรุ่น ซึ่งสำรวจพบว่าผู้เสพติดบุหรี่จะสูบบุหรี่เฉลี่ย 10.6 มวนต่อวัน ส่วนใหญ่ของผู้ไม่คิดเลิกสูบบุหรี่เนื่องจากสภาพแวดล้อมมีผู้สูบบุหรี่มาก จากข้อมูลเหล่านี้แสดงให้เห็นว่าผู้ที่สูบบุหรี่ยังไม่ได้คำนึงถึงอันตรายของควันบุหรี่ที่มีผลต่อบุคคลอื่น ซึ่งควันบุหรี่ถือว่าเป็นภัยใกล้ตัวและมีอันตรายเมื่อมีการสะสมเข้าไปในร่างกายทุกวัน ดังนั้นจึงควรมีการรณรงค์ในเรื่องของอันตรายจากควันบุหรี่ทางสื่อต่าง ๆ ให้มากขึ้น เพื่อให้ประชาชนจะได้มีความตื่นตัวและตระหนักถึงพิษภัยของควันบุหรี่

บุหรี่มีโทษอย่างมหันต์ต่อผู้สูบและคนข้างเคียงเนื่องจากภายในกระดาษห่อบุหรี่จะมีใบยาสูบบรรจุอยู่ซึ่งประกอบด้วยสารเคมีมากมายที่สามารถทำลายสุขภาพได้ ในควันบุหรี่มีสารเคมีมากกว่า 4000 ชนิด ส่วนใหญ่เป็นสารพิษ และมีสารก่อมะเร็งไม่ต่ำกว่า 42 ชนิด (กลุ่มควบคุมการบริโภคยาสูบและเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ สำนักโรคไม่ติดต่อ)

1.1 สารเคมีที่สำคัญในบุหรี่ (ประภคิต วาทีสาธกกิจ และกรองจิต วาทีสาธกกิจ, 2547) ได้แก่

1.1.1 นิโคติน

นิโคตินเป็นสารอัลคาลอยด์ที่ไม่มีสี และเป็นสารที่ทำให้คนติดบุหรี่ ออกฤทธิ์โดยตรงต่อสมองโดยใช้เวลาประมาณ 7 วินาทีในการเข้าสู่สมอง ในบุหรี่หนึ่งมวนจะมีนิโคติน 0.8-1.8 มิลลิกรัม (ค่ามาตรฐานสากลกำหนดไว้ 1 มิลลิกรัม) ร้อยละ 95 ของนิโคตินจะไปจับอยู่ที่ปอด บางส่วนจับอยู่ที่เยื่อช่องปากและบางส่วนถูกดูดซึมเข้าสู่กระแสเลือด การสูบบุหรี่กั้นกรองไม่ได้ ทำให้ปริมาณนิโคตินลดลงได้

1.1.2 ทาร์ หรือน้ำมันดิน

ประกอบด้วยสารหลายชนิด เป็นละอองเหลวเหนียวเกาะกันเป็นสีน้ำตาล เกิดจากการเผาไหม้ของกระดาษและใบยาสูบ เป็นสารที่ก่อให้เกิดมะเร็งได้ ร้อยละ 50 ของทาร์จะไปจับที่ปอด ทำให้เกิดการระคายเคืองและเป็นสาเหตุของการไอเรื้อรังมีเสมหะ เกิดโรคถุงลมโป่งพอง คนที่สูบบุหรี่วันละซอง ปอดจะรับทาร์เข้าไปประมาณ 30 มิลลิกรัมต่อมวน หรือ 110 กรัมต่อปี และพบว่าบุหรี่ไทยมีทาร์อยู่ระหว่าง 12-24 มิลลิกรัมต่อมวนแล้วแต่ชนิดของบุหรี่

1.1.3 คาร์บอนมอนอกไซด์

เป็นก๊าซที่เกิดจากการเผาไหม้ชนิดเดียวกับที่พ่นออกมาจากท่อไอเสียรถยนต์ ก๊าซนี้จะขัดขวางการลำเลียงออกซิเจนของเม็ดเลือดแดง ทำให้ผู้สูบบุหรี่ได้รับออกซิเจนน้อยลงไม่ต่ำกว่า ร้อยละ 10-15 สำหรับผู้ที่สูบบุหรี่จัดร่างกายต้องสร้างเม็ดเลือดแดงเพิ่มขึ้น ทำให้เลือดข้นและหนืดมากขึ้น หัวใจต้องเต้นเร็วและทำงานมากขึ้นเพื่อให้เลือดนำออกซิเจนไปยังส่วนต่างๆของร่างกายให้เพียงพอ ถ้าก๊าซนี้มีจำนวนมากจะทำให้เนื้อเยื่อขาดออกซิเจน จึงเป็นก๊าซที่ทำลายคุณสมบัติในการเป็นพาหนะนำออกซิเจนของเม็ดเลือดแดง ทำให้ร่างกายขาดออกซิเจนได้

1.1.4 ไฮโดรเจนไซยาไนด์

เป็นก๊าซพิษที่ทำลายเยื่อผิวหลอดลมส่วนต้น ก่อให้เกิดอาการไอ มีเสมหะ และหลอดลมอักเสบเรื้อรัง ปวดศีรษะ เวียนศีรษะ และคลื่นไส้อาเจียน เป็นก๊าซพิษที่ใช้ในสงคราม สารไนเทรตในบุหรี่ทำให้เกิดสารนี้ สารนี้เป็นตัวสกัดกั้นแอนไซม์ที่เกี่ยวกับการหายใจหลายตัว ทำให้เกิดความผิดปกติของการเผาผลาญพลังงานที่กล้ามเนื้อหัวใจและที่ผนังหลอดเลือด

1.1.5 ไนโตรเจนไดออกไซด์

สารไนโตรเจนไดออกไซด์ในควันบุหรี่จะทำลายเนื้อเยื่อในปอดและถุงลมให้ฉีกขาดทีละน้อย และรวมตัวกลายเป็นถุงลมที่มีขนาดใหญ่ขึ้นเกิดโรคถุงลมโป่งพอง มีผลทำให้พื้นที่ผิวเนื้อเยื่อภายในปอดมีขนาดน้อยลงจึงมีอาการเหนื่อยหอบง่าย

1.2 ผลต่อสุขภาพ

ผลจากการสูบบุหรี่ทำให้เกิดโทษต่อร่างกายโดยเฉพาะโรคมะเร็งปอด พบว่าคนที่สูบบุหรี่มีโอกาสเป็นโรคมะเร็งปอด 10-20 เท่าของคนที่ไม่สูบบุหรี่ และร้อยละ 80-90 ของผู้ป่วยมะเร็งปอดมีสาเหตุมาจากการสูบบุหรี่ นอกจากนั้นยังเป็นสาเหตุของโรคปอดอื่น ๆ เช่นโรคถุงลมโป่งพอง ในหญิงมีครรภ์ที่สูบบุหรี่จะมีโอกาสแท้งลูกมากขึ้น การสูบบุหรี่ยังเพิ่มโอกาสของการหัวใจวาย และโรคมะเร็งประเภทอื่นอีกด้วย ผู้สูบบุหรี่อาจดูแก่กว่าปกติเนื่องจากควันบุหรี่จะเพิ่มรอยเหี่ยวย่นบนผิวหนัง เนื่องจากการสูบบุหรี่มีผลเพิ่มอัตราเมตาบอลิซึมของร่างกาย ดังนั้นอาจส่งผลให้ผู้สูบบุหรี่มีน้ำหนักลดลง

1.3 บทบาทของกระทรวงสาธารณสุขต่อนุหรี่

เมื่อวันที่ 24 กันยายน พ.ศ. 2548 กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข เริ่มบังคับใช้กฎเกณฑ์ห้ามตั้งแสดงซองบุหรี่ตามร้านค้าปลีก โดยร้านค้าปลีกใดที่มีบุหรี่ป้ายจำหน่าย ให้ติดกระดาษขนาด A4 เขียนข้อความไว้ว่า “ที่นี่มีบุหรี่ป้าย” เพราะถือเป็นการโฆษณาสินค้าบุหรี่ป้าย หากร้านค้าปลีกใดละเมิด จะมีความผิดมาตรา 8 ของ พ.ร.บ. ควบคุมผลิตภัณฑ์ยาสูบ พ.ศ. 2535

แม้ว่าบุหรี่ป้ายจะมีโทษแต่พบว่ายังมีผู้เสพอยู่เป็นจำนวนมาก เนื่องจากอยากลองหรือจากเพื่อนชักนำ ซึ่งในผู้ที่สูบบุหรี่มักพบปัญหาในช่องปากด้วย เช่นมีกลิ่นปาก โรคปริทันต์ และติดคราบสีที่ฟัน วัสดุบูรณะรวมทั้งฟันเทียมด้วย โดยในส่วนของฟันเทียม การเผาไหม้จากบุหรี่ป้ายจะมีผลกระทบต่อคุณสมบัติทางกลและทางกายภาพของฟันเทียม และควันบุหรี่ป้ายยังทำให้เกิดการติดสีและทำความสะอาดโดยเฉพาะฟันเทียมฐานเรซินอะคริลิกเนื่องจากการมีรูพรุนที่ผิวของมันเอง เป็นต้น ในปัจจุบันมีการนำสารเคลือบผิวมาใช้ในงานอุตสาหกรรมรวมถึงในงานทันตกรรม ถ้านำมาเคลือบฐานฟันเทียมอาจทำให้คุณสมบัติพื้นฐานเปลี่ยนไป จึงเป็นที่น่าสนใจในการศึกษาถึงผลของควันบุหรี่ป้ายที่มีต่อคุณสมบัติของฐานฟันเทียม โดยเฉพาะในฐานฟันเทียมเรซินอะคริลิก ทั้งที่ใช้และไม่ใช้สารเคลือบผิว

2. พอลิเมอร์

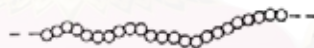
พอลิเมอร์มีการนำมาใช้ในทางทันตกรรมอย่างกว้างขวาง เพื่อการบูรณะทดแทนส่วนของฟัน รวมถึงใช้แทนฟันที่หายไป ประโยชน์ในทางทันตกรรม เช่นเป็นวัสดุเคลือบหลุมและร่องฟัน วัสดุบูรณะ วัสดุบอนด์ ใช้ทำวีเนียร์ วัสดุพิมพ์ปาก ซีฟันเทียมและฐานฟันเทียม เป็นต้น ส่วนใหญ่พอลิเมอร์เหล่านี้เป็นสารประเภทเมทาคริลेट และเนื่องจากปัจจุบันมีการนำพอลิเมอร์มาใช้เป็นจำนวนมาก ทันตแพทย์จึงควรมีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับพอลิเมอร์เพื่อให้สามารถเลือกใช้งานได้ถูกต้อง

พอลิเมอร์ เป็นสารประกอบอินทรีย์หรืออนินทรีย์ ซึ่งมีน้ำหนักโมเลกุลสูง ประกอบด้วยหน่วยที่ซ้ำกันหลายหน่วยที่เรียกว่าเมอร์ ประกอบด้วยโครงสร้าง 3 แบบ

2.1 โครงสร้างของพอลิเมอร์ (Powers และ Sakagushi, 2006)

2.1.1 พอลิเมอร์ชนิดเส้น (linear polymers) เกิดจากมอนอเมอร์เชื่อมเป็นเส้นยาว โดยเอาส่วนปลายต่อกัน

Linear
Homopolymer



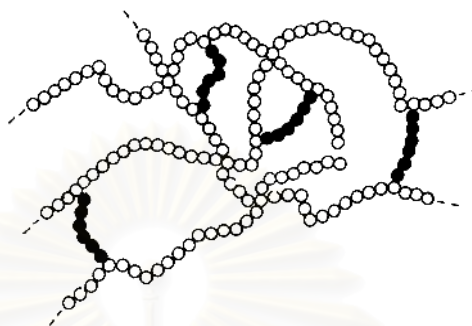
2.1.2 พอลิเมอร์ชนิดกิ่ง (branched polymers) เกิดจากมอนอเมอร์เส้นหนึ่งต่อเป็นกิ่งกับมอนอเมอร์อีกเส้นหนึ่ง

Branched
Homopolymer



2.1.3 พอลิเมอร์ชนิดเชื่อมไขว้ (cross-linked polymers) เป็นโครงสร้างพอลิเมอร์แบบตาข่ายคือเชื่อมเป็นสามมิติ ระหว่างสายโซ่พอลิเมอร์

Cross-Linked Polymer



นอกจากนี้ยังมีโคพอลิเมอร์ซึ่งเป็นพอลิเมอร์ที่ประกอบด้วยเมอร์สองชนิดขึ้นไป

Copolymer, random



พอลิเมอร์ชนิดเส้นและชนิดกิ่งจะมีพันธะระหว่างโมเลกุลเป็นพันธะทางกายภาพแบบอ่อนๆ (weak physical bond) ถ้าได้รับความร้อนพันธะจะแตกออกวัสดุนั้นจะนุ่มลง แต่เมื่อปล่อยให้เย็นลงพันธะจะกลับคืนรูปเดิมและวัสดุจะแข็งขึ้น เรียกคุณสมบัตินี้ว่าเทอร์โมพลาสติก (Thermoplastic) ส่วนพอลิเมอร์ชนิดเชื่อมไขว้จะมีพันธะระหว่างโมเลกุลเป็นพันธะโควาเลนต์ที่แข็งแรงกว่า เมื่อได้รับความร้อนพันธะจะไม่แตกออกจึงมีคุณสมบัติที่เรียกว่าเทอร์โมเซต (Thermoset) (Powers และ Sakagushi, 2006; O'Brien, 1997)

2.2 ปฏิริยาการเกิดพอลิเมอร์ (กระบวนการพอลิเมอไรเซชัน)

พอลิเมอไรเซชัน หมายถึงปฏิกิริยาเคมีที่สารประกอบซึ่งมีน้ำหนักโมเลกุลต่ำหลายๆหน่วยที่เรียกว่ามอนอเมอร์รวมตัวกันเป็นมหโมเลกุล (macromolecule) และมีน้ำหนักโมเลกุลสูงขึ้นเป็นสายโซ่พอลิเมอร์ เกิดได้ 2 แบบ

2.2.1 พอลิเมอไรเซชันแบบเติม (Addition polymerization)

2.2.2 พอลิเมอไรเซชันแบบควบแน่น (Condensation polymerization)

2.2.1 พอลิเมอไรเซชันแบบเติม

คือปฏิกิริยาที่เกิดจากมอนอเมอร์ของสารอินทรีย์ชนิดเดียวกันที่มีคาร์บอนกับคาร์บอนจับกันด้วยพันธะคู่ ($C=C$) มารวมตัวกัน เกิดสารที่มีขนาดโมเลกุลเพียงชนิดเดียวเท่านั้น จะไม่มีผลิตภัณฑ์ข้างเคียง (by product) เกิดขึ้น ตัวอย่างของวัสดุในกลุ่มนี้ได้แก่ พอลิเมทิลเมทาคริเลต ซึ่งมีขั้นตอนการเกิดปฏิกิริยาดังนี้

2.2.1.1 ขั้นเริ่มต้น (initiation)

โมเลกุลมอนอเมอร์ถูกกระตุ้นจากความร้อน แสง หรือเปอร์ออกไซด์ ทำให้เกิดอนุมูลอิสระ (free radical) ขึ้น เมื่อรวมตัวกับมอนอเมอร์จะได้แอกติเวตมอนอเมอร์ (activated monomer)

2.2.1.2 ขั้นแผ่ขยายห่วงโซ่ (propagation)

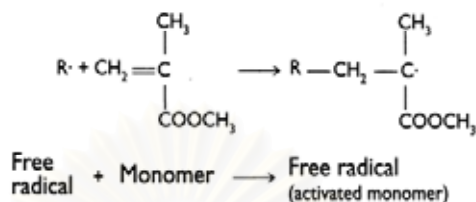
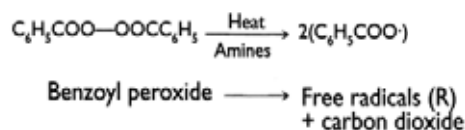
แอกติเวตมอนอเมอร์ทำให้พันธะคู่ของมอนอเมอร์อื่นแตกออก และจะเกิดต่อเนื่องเป็นสายโซ่ขึ้น

2.2.1.3 ขั้นสิ้นสุดปฏิกิริยา (termination)

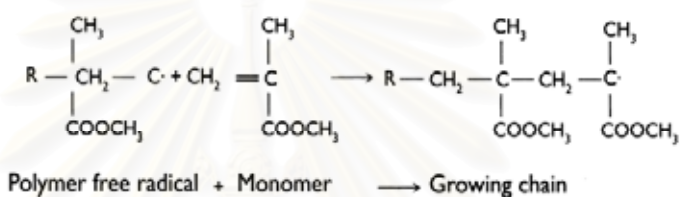
ปฏิกิริยาจะสิ้นสุดเมื่ออนุมูลอิสระของพอลิเมอร์สองกลุ่มมาเจอกัน ทำให้ไม่เหลืออนุมูลอิสระที่จะทำปฏิกิริยากันต่อไป

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

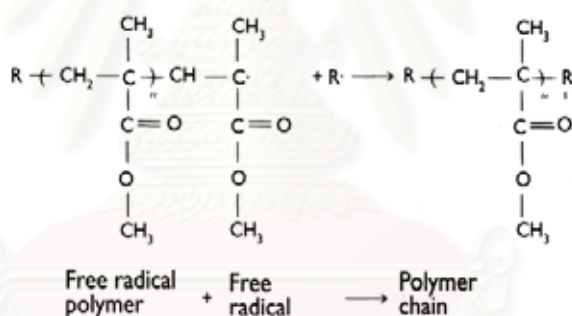
1. (Initiation)



2. (Propagation)

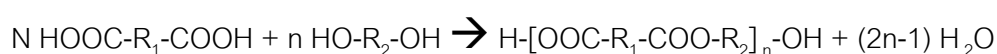


3. (Termination)



รูปที่ 1 แสดงขั้นตอนการเกิดปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชันแบบเติมของเมทิลเมทาคริลेट
(ที่มา: O'Brien. Dental material and their selection. 2nded. Quintessence, 1997.

2.2.2.2 พอลิเมอไรเซชันแบบควบแน่น เป็นปฏิกิริยาที่เกิดจากมอนอเมอร์ที่หมู่ฟังก์ชันมากกว่า 1 หมู่ ทำปฏิกิริยากันเป็นพอลิเมอร์และมีสารโมเลกุลเล็กซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ข้างเคียง เช่นน้ำ ก๊าซแอมโมเนีย หรือเมทานอลเกิดขึ้นด้วย ตัวอย่างเช่นโมเลกุลของน้ำถูกกำจัดออกในระหว่างการเตรียมพอลิเอสเทอร์แบบเส้นตรง ดังสมการข้างล่าง เมื่อ R₁ และ R₂ แทนด้วยไฮโดรคาร์บอน



ตัวอย่างของวัสดุทางทันตกรรมในกลุ่มนี้ได้แก่วัสดุพิมพ์ปากพอลิซิลไฟด์จะมีน้ำเป็นผลิตภัณฑ์ข้างเคียง หรือซิลิโคนแบบคอนเดนเซชันจะมีแอลกอฮอล์เป็นผลิตภัณฑ์ข้างเคียง เป็นต้น

2.3 ฐานฟันเทียมพอลิเมอร์ (Polymeric denture bases)

จากอดีตพบว่าในยุค 1800 ฐานฟันเทียมทำจากการแกะสลักไม้และงาช้าง ต่อมาในปี 1839 Goodyear ได้ประดิษฐ์ยางวัลคาไนซ์ขึ้น (vulcanized rubber) และได้นำมาใช้ในวงการทันตกรรม เมื่อนำมาทำเป็นฐานฟันเทียมจะมีสีเข้มและทึบ จึงไม่เหมือนลักษณะเนื้อเยื่อที่แท้จริง จนกระทั่งช่วงปี 1930 มีการนำพอลิเมอร์มาใช้เป็นแบบเทคนิคแป้งผสมน้ำ (dough) และใช้กันอย่างแพร่หลาย ปัจจุบันวัสดุที่ใช้ทำฐานฟันเทียมคือเรซินอะคริลิก ซึ่งเป็นที่นิยมอย่างมาก

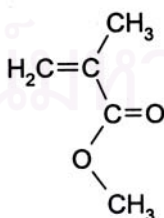
2.4 เรซินอะคริลิก

เป็นอนุพันธ์ของเอทิลีนประกอบด้วยหมู่ไวนิล ($-C=C-$) ในสูตรโครงสร้าง ซึ่งในทางทันตกรรมนิยมใช้เรซินอะคริลิก อยู่ 2 ประเภทได้แก่ กลุ่มที่เป็นอนุพันธ์จากกรดอะคริลิก ($CH_2=CHCOOH$) และกลุ่มที่เป็นอนุพันธ์ของกรดเมทาคริลิก ($CH_2=C(CH_3)COOH$)

2.5 เมทิลเมทาคริเลต

เป็นของเหลวใสที่อุณหภูมิห้อง เกิดกระบวนการพอลิเมอไรเซชันได้โดยมีแสง สารเคมี หรือความร้อนเป็นตัวกระตุ้น มีคุณสมบัติทางกายภาพ ดังนี้

- 2.5.1 น้ำหนักโมเลกุลของมอนอเมอร์เท่ากับ 100
- 2.5.2 จุดหลอมเหลวเท่ากับ $-48^{\circ}C$
- 2.5.3 จุดเดือดเท่ากับ $100.8^{\circ}C$
- 2.5.4 ความหนาแน่นเท่ากับ 0.945 กรัมต่อมิลลิลิตร ที่ $20^{\circ}C$
- 2.5.5 ความร้อนขณะพอลิเมอไรเซชัน เท่ากับ 12.9 กิโลแคลอรีต่อโมล



รูปที่ 2 แสดงโครงสร้างโมเลกุลของเมทิลเมทาคริเลต

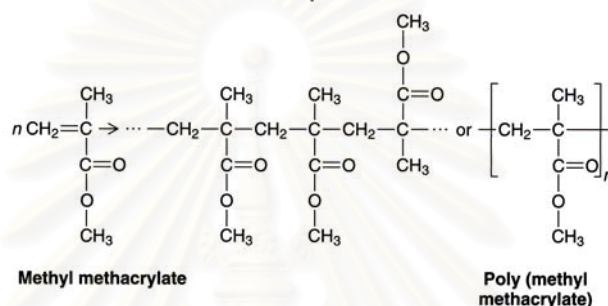
(ที่มา : Anusavice. Phillips'science of dental materials. 11th ed. Philadelphia:

W.B.Saunders Company, 2003.

ดังนี้

2.6 พอลิเมทิลเมทาคริเลต เป็นพอลิเมอร์ชนิดเส้น และเป็นเรซินแข็ง มีคุณสมบัติ

- 2.6.1 ค่าความแข็งแบบนูน 18-20 กิโลกรัมต่อตารางมิลลิเมตร (Kgf/mm²)
- 2.6.2 ความแข็งแรงดึง (tensile strength) ประมาณ 60 เมกะปาสคาล
- 2.6.3 ความหนาแน่น 1.19 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร
- 2.6.4 โมดูลัสยืดหยุ่น 2.4 กิกะปาสคาล (2400 เมกะปาสคาล)
- 2.6.5 ละลายในตัวทำละลายอินทรีย์



รูปที่ 3 แสดงโครงสร้างโมเลกุลของพอลิเมทิลเมทาคริเลต

(ที่มา : Powers และ Sakagushi. Craigs' restorative dental materials. 2nd ed. Mosby, 2006)

เรซินอะคริลิกที่ใช้ทำฐานฟันเทียมประกอบด้วยส่วนผงกับส่วนเหลว ซึ่งมีส่วนประกอบหลักดังตาราง

ส่วนผง	เม็ดเรซินอะคริลิกพอลิเมอร์ สารตั้งต้น (Initiator) รงควัตถุ (Pigments) เม็ดสี (Dyes) สารให้ความทึบแสง (Opacifier) สารให้ความอ่อนนุ่ม (Plasticizer) เส้นใยเพิ่มความสวยงาม (Dyed organic fibers)
ส่วนเหลว	มอนอเมอร์ สารยับยั้ง (Inhibitor) ตัวกระตุ้น (Accelerator) สารให้ความอ่อนนุ่ม สารเชื่อมไขว้ (Cross-linking agent)

ตารางที่ 1 แสดงส่วนประกอบที่สำคัญของฐานฟันเทียมเรซินอะคริลิก

(ดัดแปลงจาก Powers และ Sakagushi. Craigs' restorative dental materials. 2nd ed. Mosby, 2006.)

2.7 คุณสมบัติของวัสดุฐานฟันเทียม

- 2.7.1 มีความแข็งแรง (strength) และทนทาน (durability)
- 2.7.2 การนำความร้อนดี
- 2.7.3 กระทบการผลิตแม่นยำ (accuracy) และมีมิติที่เสถียรภาพ (dimensional stability)
- 2.7.4 มีความเสถียรทางเคมี (chemical stability)
- 2.7.5 ไม่ละลายในน้ำลาย และมีการดูดซับน้ำลายต่ำ
- 2.7.6 ไม่มีรสและกลิ่น
- 2.7.7 ไม่เป็นพิษต่อร่างกาย (biocompatibility)
- 2.7.8 ให้ความสวยงามตามธรรมชาติ
- 2.7.9 มีเสถียรภาพของสี
- 2.7.10 สามารถยึดกับพลาสติก โลหะ และพอร์ซเลนได้
- 2.7.11 สามารถขึ้นรูปและซ่อมแซมได้ง่าย
- 2.7.12 ราคาไม่แพง

ปัจจุบันยังไม่มีฐานฟันเทียมใดที่มีคุณสมบัติครบตามอุดมคติ แต่ส่วนใหญ่จะผ่านข้อกำหนดของ ANSI/ADA ข้อที่ 12 (ISO 1567) ว่าด้วยฐานฟันเทียมเรซินซึ่งกำหนดไว้ดังนี้

2.8 ข้อกำหนดของ ANSI/ADA ข้อที่ 12 (ISO 1567) ว่าด้วยฐานฟันเทียมเรซิน

2.8.1 เรซินอะคริลิกชนิดบ่มได้เอง หลังจากผสมและได้ความหนืดที่เหมาะสมแล้วทิ้งไว้ 5 นาที วัสดุต้องแผ่เข้าไปในร่องขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.75 มิลลิเมตร ได้อย่างน้อยที่ระดับความลึก 0.5 มิลลิเมตร เมื่อใช้แรงกด 50 นิวตันบนแผ่นที่มีความหนา 5 มิลลิเมตรและมีพื้นที่ 50 ตารางมิลลิเมตร

2.8.2 ภายหลังจากแช่น้ำ 37°C นาน 7 วัน มีการดูดซับน้ำไม่เกิน 32 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์มิลลิเมตร

2.8.3 เรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อน และส่วนผงที่เป็นเทอร์โมพลาสติก มีการละลายตัวไม่เกิน 1.6 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์มิลลิเมตร ส่วนเรซินอะคริลิกชนิดบ่มได้เอง ไม่เกิน 8 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์มิลลิเมตร

2.8.4 พลาสติกไม่มีการเปลี่ยนสีเมื่อทดสอบด้วยแสงอัลตราไวโอเล็ต 24

ชั่วโมง

2.8.5 ความแข็งแรงดัดขวาง (Flexural strength) มีค่าต่ำที่สุด 65 เมกะปาสคาล ในเรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อน แสง ไมโครเวฟ และส่วนผงที่เป็นเทอร์โมพลาสติก และ 60 เมกะปาสคาล ในเรซินอะคริลิกชนิดบ่มได้เอง

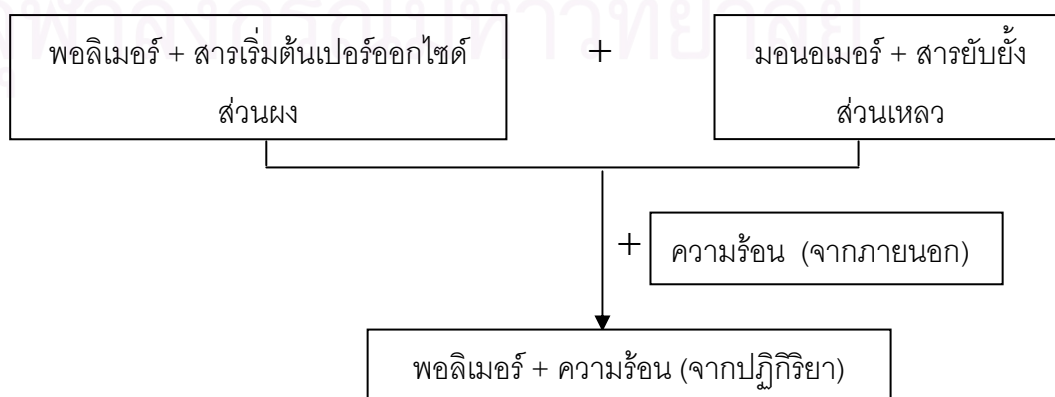
2.8.6 โมดูลัสดัดขวาง (Flexural modulus) มีค่าต่ำที่สุด 2.0 กิกะปาสคาล ในเรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อน แสง ไมโครเวฟ และส่วนผงที่เป็นเทอร์โมพลาสติก และ 1.5 กิกะปาสคาล ในเรซินอะคริลิกชนิดบ่มได้เอง

2.8.7 เมทิลเมทาคริเลตมอนอเมอร์ที่คงเหลือ มีค่ามากที่สุดร้อยละ 2.2 ในเรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อน แสง ไมโครเวฟ และส่วนผงที่เป็นเทอร์โมพลาสติก และร้อยละ 4.5 ในเรซินอะคริลิกชนิดบ่มได้เอง

2.9 ประเภทของฐานฟันเทียม

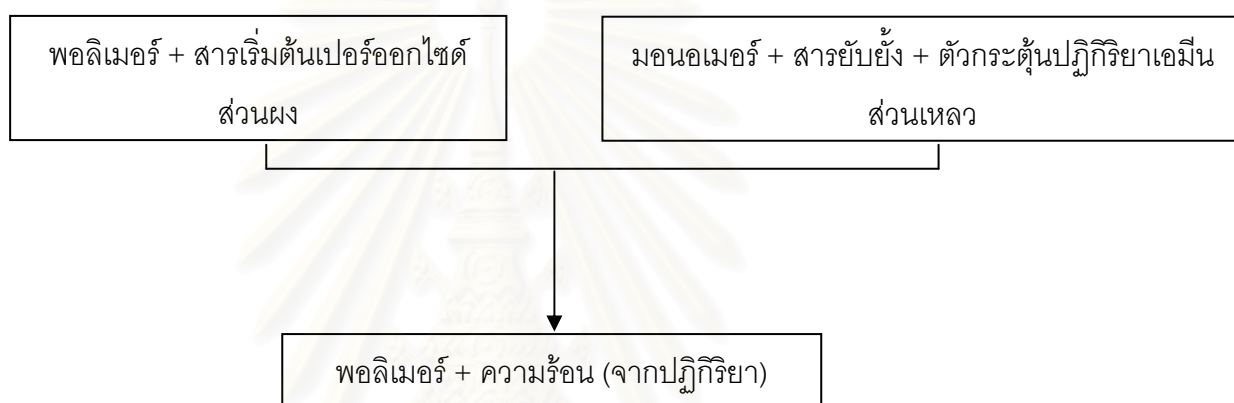
2.9.1 เรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อน (Heat cured acrylic)

อยู่ในรูปของผง (พอลิเมทิลเมทาคริเลต) กับน้ำ (มอนอเมอร์) โดยมีตัวเริ่มต้นปฏิกิริยา (Initiator) ในส่วนผงคือเบนโซิลเปอร์ออกไซด์ และสารยับยั้งในส่วนเหลวคือไฮโดรควิโนนซึ่งจะป้องกันพอลิเมอไรเซชันหรือการก่อตัวของส่วนเหลวขณะที่ยังไม่ได้ใช้งาน นอกจากนี้อาจมีการเติมสารเชื่อมไขว้ในส่วนเหลว เช่น ไกลคอลไดเมทาคริเลต (Glycol dimethacrylate) ลงไป ซึ่งไกลคอลไดเมทาคริเลตมีโครงสร้างคล้ายกับเมทิลเมทาคริเลตจึงสามารถเกิดปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชันได้ สารเชื่อมไขว้นี้จะเพิ่มความต้านทานต่อการเปลี่ยนรูปปกติจะมีความเข้มข้นในส่วนเหลว ร้อยละ 1-2 โดยปริมาตร สามารถเกิดพอลิเมอไรซ์ได้เมื่อให้ความร้อนเข้าไป และปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นจะเป็นปฏิกิริยาการคายความร้อน



2.9.2 เรซินอะคริลิกชนิดป้อนตัวเอง (Autopolymerizing acrylic resin)

ส่วนประกอบทางเคมีเหมือนเรซินอะคริลิกชนิดป้อนด้วยความร้อน ยกเว้นตัวกระตุ้นปฏิกิริยา (Reducing agent) จะใช้สารเคมีแทนความร้อน ได้แก่ เทอเทียรี เอมีน ซึ่งอยู่ในส่วนเหลว (มอนอเมอร์) และจะเกิดปฏิกิริยาที่อุณหภูมิห้อง โดยเทอเทียรี เอมีน ทำให้เบนโซอิลเปอร์ออกไซด์เกิดการแตกตัว ได้อนุมูลอิสระ ซึ่งสามารถเกิดปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชันได้ต่อไป เหมือนกับระบบที่ให้ความร้อนมากระตุ้น



2.9.3 เรซินอะคริลิกชนิดป้อนด้วยแสง (Light-activated resins)

ส่วนประกอบสำคัญคือยูรีเทน ไดเมทาคริเลต เมทริกซ์ (Urethane dimethacrylate matrix) กับเรซินอะคริลิกโคพอลิเมอร์ วัสดุอัดแทรกซิลิกา และตัวกระตุ้นด้วยแสง จะอยู่ในรูปแบบเป็นแผ่น เรซินอะคริลิกจะเกิดพอลิเมอไรเซชันโดยแสงสีฟ้า ความยาวคลื่น 400-500 นาโนเมตร

2.9.4 เรซินอะคริลิกชนิดฉีดเข้าแบบหล่อ (Injection-molded plastic)

วิธีนี้จะมีขั้นตอนและวิธีอัดยุ่งยาก ใช้อุปกรณ์ราคาสูง เป็นการฉีดวัสดุเข้าไปในแบบหล่อภายใต้ความดันสูง สามารถใช้กับเรซินอะคริลิกชนิดปมได้เอง และเรซินอะคริลิกที่ปมด้วยไมโครเวฟได้ วัสดุที่ใช้ฉีดเข้าแบบหล่อ ได้แก่

2.9.4.1 เรซินอะคริลิก

เป็นพอลิเมทิลเมทาคริลิตชนิดเส้นตรงซึ่งมีน้ำหนักโมเลกุลต่ำ ($MW = 150,000$) มีปริมาณมอนอเมอร์อิสระ (free-monomer) เหลือตกค้างเล็กน้อย ไม่มีสารเชื่อมไขว้ และเนื่องจากมีน้ำหนักโมเลกุลต่ำจึงมีสารให้ความอ่อนนุ่มน้อยกว่าเรซินอะคริลิกชนิดปมด้วยความร้อน

2.9.4.2 พอลิคาร์บอเนต

เป็นพลาสติกเหนียว ไม่เหมาะสำหรับฉีดเข้าแบบหล่อ ไม่มีสารเชื่อมไขว้ ทำให้ต้านต่อตัวทำละลายและต้านต่อการเกิดรอยร้าวต่ำ และมีปัญหาในการยึดติดกับพื้นเทียม

2.9.4.3 ไนลอน หรือ พอลิเอไมน์

เป็นพอลิเมอร์แบบควบแน่น คุณสมบัติทางกลและทางกายภาพขึ้นอยู่กับกลุ่มที่เชื่อมระหว่างกรดกับหมู่อะมิโน การใช้ไนลอนครั้งแรกไม่ประสบความสำเร็จเพราะมีการดูดซับน้ำมากเกินไปทำให้เกิดการคืบและการทำลายทางชีวะ (Biodegradation) เมื่อนำไนลอนเสริมแก้ว (glass-reinforced nylon) ซึ่งมีการดูดซับน้ำต่ำมาใช้งาน ปัญหาต่างๆจึงลดน้อยลง แต่ผู้ป่วยต้องใช้งานพื้นเทียมอย่างระมัดระวังมากขึ้นโดยเฉพาะด้านเนื้อเยื่อ เพราะถ้ามีการสึกอาจเกิดการระคายเคืองจากเส้นใยแก้วได้

3. ความแข็ง (Hardness)

ความแข็ง หมายถึงคุณสมบัติของวัสดุที่สามารถต้านทานหรือทนต่อการเสียรูปแบบพลาสติก (plastic deformation) โดยปกติเกิดจากการทำให้เป็นรอยจากการกด อย่างไรก็ตาม ความแข็งอาจรวมถึงความต้านต่อการซึมแทรก (penetration) การขีดข่วน (scratch) การสึก (abrasion) หรือการตัด (cutting) ได้

ความแข็งแบ่งได้หลายแบบ วิธีการวัดแต่ละแบบต่างกันที่รูปร่าง วัสดุของหัวกดที่ใช้ และขนาดของแรงกด การวัดความแข็งจะเป็นแรงต่อพื้นที่ของรอยกด สามารถวัดได้ตั้งแต่ระดับมหภาคและจุลภาคตามขนาดของแรงที่ใช้และการเปลี่ยนแปลง (Displacement) ที่เกิดขึ้น การวัดความแข็งผิวจะใช้เครื่องมือที่เรียกว่า เครื่องวัดความแข็ง (Hardness tester) โดยหลักการของการวัดความแข็งผิวคือการใช้น้ำหนักกดผ่านหัวกด (indenter) ไปยังพื้นผิวของวัสดุที่ต้องการทดสอบ ทำให้เกิดรอยยุบตัว พื้นผิวที่ถูกกดจะเป็นเนื้อที่ที่วัสดุนั้นๆ ต้านทานต่อน้ำหนักที่กดในเวลาที่กำหนด ได้เป็นค่าความแข็งของวัสดุ (Hardness number) หัวกดจะต้องมีความแข็งผิวสูงกว่าวัสดุที่ทดสอบ รูปร่างหัวกดอาจเป็นทรงกลม พีระมิด ขนมเปียกปูน รอยขีด และแบบอื่นๆ แล้วแต่ชนิดของเครื่องมือ ความกว้างของรอยกดจะมีความสัมพันธ์กับค่าความแข็งผิว โดยจะพบว่าถ้าวัสดุที่นำมาทดสอบมีความแข็งผิวสูง จะมีค่าตัวเลขของความแข็งผิวสูงตามไปด้วย

ในการทดลองนี้จะศึกษาความแข็งของเรซินอะคริลิกที่เคลือบด้วยผลิตภัณฑ์เคลือบผิวเป็นฟิล์มบางๆ จึงต้องศึกษาในระดับจุลภาค การทดสอบที่ใช้ได้มี 2 แบบคือการทดสอบความแข็งแบบวิกเกอร์สและการทดสอบความแข็งแบบนูน เนื่องจากทดสอบความแข็งแบบนูนเหมาะสำหรับวัดความแข็งในวัสดุที่เปราะบาง และรอยกดนูนจะตื้นกว่าวิกเกอร์ส ดังนั้นในการทดลองนี้จึงเลือกใช้การทดสอบความแข็งแบบนูนมาวัดความแข็งของสารเคลือบผิวที่เคลือบอยู่บนเรซินอะคริลิก นอกจากนี้ความแข็งแบบนูนและแบบวิกเกอร์สยังมีความแตกต่างกันดังนี้

ข้อเปรียบเทียบระหว่างรอยกดนูนและวิกเกอร์ส (Available from:

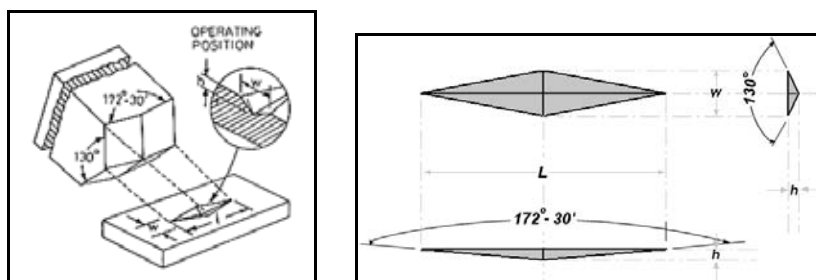
<http://www.gordonengland.co.uk/hardness/microhardness.htm>[2007, Mar 21])

1. เส้นทแยงมุมของรอยกดวิกเกอร์สยาว 1/3 ของความยาวเส้นทแยงมุมหลักของนูน
2. วิกเกอร์สมีรอยกดลึกกว่านูน 2 เท่า
3. การทดสอบความแข็งแบบวิกเกอร์สจะไวต่อความผิดพลาดจากการวัดได้มากกว่านูน

4. การทดสอบความแข็งแบบวิกเกอร์สจะวัดต่อสภาพพื้นผิว (surface condition) น้อยกว่านูน
5. การทดสอบความแข็งแบบวิกเกอร์สเหมาะสำหรับพื้นที่ที่มีลักษณะกลมเล็ก (rounded areas) แต่นูนเหมาะสำหรับพื้นที่ลักษณะแคบและยาว (elongated areas)
6. การทดสอบความแข็งแบบนูนเหมาะสำหรับทดสอบวัสดุที่แข็งและเปราะรวมทั้งในชิ้นงานที่บางมาก ๆ

วิธีทดสอบรอยกดมี 2 แบบคือการทดสอบรอยกดแบบจุลภาค มักใช้แรงตั้งแต่ 1-1000 กรัม และการทดสอบรอยกดแบบมหภาค ซึ่งใช้แรงมากกว่า 1000 กรัม (Available from: <http://en.wikipedia.org>[2008, Mar 13] วิธีการทดสอบมีดังนี้

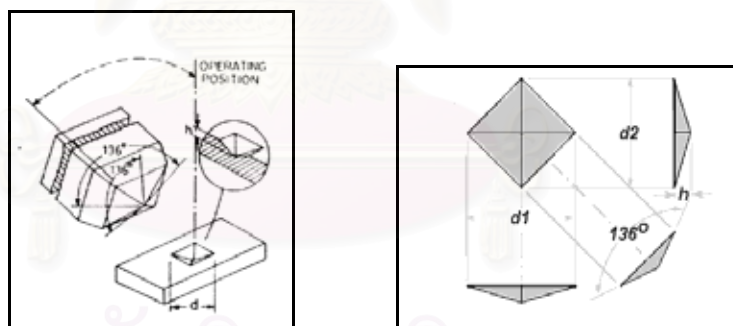
3.1 การทดสอบความแข็งแบบนูน (Knoop) เป็นการทดสอบรอยกดแบบจุลภาค วิธีนี้เหมาะสำหรับวัดความแข็งของแผ่นวัสดุบาง ๆ เช่นผิวเคลือบ วัสดุที่เปราะ หรือวัสดุที่ใช้แรงกดไม่เกิน 3.6 กิโลกรัม หัวกดทำจากเพชรเป็นรูปปิรามิดยาว ทำมุม 130° และ $172^\circ 30'$ วิธีนี้ต้องทราบค่าแรงกดและระยะเวลาที่ใช้กดก่อน ปกติใช้แรงอยู่ในช่วง 25-3600 กรัมและเวลากด 10-15 วินาที รอยกดที่เกิดขึ้นมีขนาด 0.01-0.1 มิลลิเมตร โดยจะวัดที่เส้นผ่านศูนย์กลางของรอยกด ซึ่งค่าที่ได้จะเป็นสัดส่วนของแรงต่อพื้นที่ของรอยกด คำนวณจากสูตร $KHN = 14.229 (F/D^2)$ เมื่อ F คือแรงที่ให้ และ D^2 เป็นพื้นที่ของรอยกด หน่วยเป็นกิโลกรัมต่อตารางมิลลิเมตร ซึ่งกำหนดตามมาตรฐาน ASTM D-1474 รอยกดที่ได้จะมีความยาวมากกว่าความกว้าง 7 เท่า และลึกประมาณ $1/30$ ของความยาว รอยกดนูนจะยาวกว่ารอยกดวิกเกอร์สประมาณ 2.8 เท่า และตื้นกว่าเมื่อใช้แรงกดขนาดเดียวกัน ข้อดีของวิธีนี้คือสามารถกดบนวัสดุที่มีขนาดเล็กได้และรอยกดที่ได้จะตื้น แต่ข้อด้อยคือการวัดภายใต้กล้องจุลทรรศน์ให้มีความถูกต้องที่ระยะ 0.5 ไมโครเมตรเป็นไปได้ยาก นอกจากนี้วัสดุที่ทดสอบต้องมีผิวเรียบและขัดมันด้วย (Available from: http://www.efunda.com/units/hardness/convert_hardness.cfm[2008, Mar 24])



รูปที่ 4 แสดงรอยกดของนูน

(ที่มา : 131www.calce.umd.edu/general/Facilities/Hardness_ad_htm[2007,June 23])

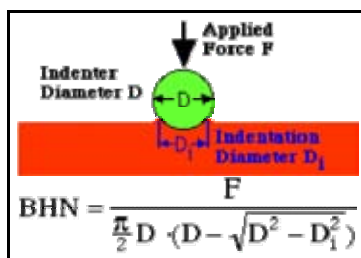
3.2 การทดสอบความแข็งแบบวิกเกอร์ส (Vickers) เป็นการทดสอบรอยกดแบบจุลภาค จะใช้หัวกดเพชรรูปร่างสี่เหลี่ยม ทำมุม 136 องศา ขนาดรอยกดไม่เกิน 0.5 มิลลิเมตร และความลึกของรอยกดประมาณ 1/7 ของความยาวที่วัดได้ เหมาะสำหรับวัดในบริเวณเล็กๆ และในวัสดุที่แข็งมากๆ พื้นผิวที่วัดต้องขัดเรียบก่อนเพื่อให้อ่านผลได้ถูกต้อง สามารถคำนวณได้จากสูตร $HV = 1.854 (F/D^2)$ เมื่อ F แทนแรงที่ให้ (หน่วยเป็น Kgf) และ D^2 เป็นพื้นที่ของรอยกด (ตารางมิลลิเมตร)



รูปที่ 5 แสดงรอยกดของวิกเกอร์ส

(ที่มา : 132www.calce.umd.edu/general/Facilities/Hardness_ad_htm[2007,June 23])

3.3 การทดสอบความแข็งแบบบริเนลล์ (Brinell) เป็นการทดสอบรอยกดแบบมหภาค จะวัดความแข็งของวัสดุจากรอยนูนที่เกิดจากการกดด้วยโลหะกลมบนผิววัสดุนาน 10-15 วินาที ผลลัพธ์ของความแข็งที่มีหน่วยเป็นบริเนลล์เท่ากับน้ำหนักที่กดเป็น 133 กิโลกรัมหารด้วยเนื้อที่ที่เกิดรอยกด วัดเป็นตารางมิลลิเมตร เหมาะสำหรับวัดความแข็งในวัสดุที่โครงสร้างไม่เป็นเนื้อเดียวกัน



รูปที่ 6 แสดงการทดสอบความแข็งแบบบริเนลล์

(ที่มา: www.calce.umd.edu/general/Facilities/Hardness_ad.htm[2007, June 23])

3.4 การทดสอบความแข็งแบบร็อคเวลล์ (Rockwell) เป็นการทดสอบรอยกดแบบมหภาค ใช้หัวกดเพชรรูปกรวยหรือหัวกดลูกบอลเหล็กชุบแข็งกดวัสดุทดสอบ เป็นการทดสอบความแข็งที่ง่ายที่สุด ไม่ต้องวัดความกว้างหรือความลึกของรอยกดเพียงแต่ให้แรงเล็กน้อยก่อนจะให้แรงหลัก เครื่องจะคำนวณเป็นค่าสเกลของร็อคเวลล์ให้



รูปที่ 7 แสดงการทดสอบความแข็งแบบร็อคเวลล์

(ที่มา: www.ami.ac.uk/courses/topics/0123_mpm/index.html[2007, June 22])

4. สี (color)

สีเป็นคุณสมบัติเชิงแสงที่ใช้บรรยายคุณลักษณะของวัตถุ การรับรู้สีของวัตถุเกิดจากแสงสะท้อนหรือส่องผ่านมาสู่ตาและแปลผลที่สมอง มาตรฐานของการบรรยายสีอาจจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับประสบการณ์ในการรับรู้สีของแต่ละคน ดังนั้นจึงต้องมีระบบการบรรยายสีเพื่อให้มีมาตรฐาน และลดความไม่เป็นกลางของผู้บรรยายสีของวัตถุต่างๆ ปกติตาของมนุษย์สามารถแยกแยะความแตกต่างลักษณะของวัตถุได้ 3 แบบตามระบบสีคือ

1. สีสรร คือสีที่ปรากฏในการมองเห็น เช่นสีแดง สีเขียว หรือสีน้ำเงิน ซึ่งสัมพันธ์กับความยาวคลื่นของแสงที่สังเกตเห็น เรียกว่า Hue
2. ความสว่างของสี เป็นการสะท้อนของแสงที่มีค่าต่างกัน เรียกว่า Value
3. ความสดใส ความเข้ม และความบริสุทธิ์ของสี เรียกว่า Chroma

4.1 ปัจจัยที่ทำให้เกิดสีมี 3 ประเภท

4.1.1 แหล่งกำเนิดแสง มีผลต่อการบรรยายสีโดยแสงที่ตกกระทบกับวัตถุจะให้สีที่แตกต่างกันเมื่อสะท้อนกลับมา

4.1.2 วัตถุ การสะท้อนแสงจะต่างกันในตัวทึบแสง วัตถุโปร่งแสงและวัตถุโปร่งใส ทำให้เห็นสีที่ต่างกัน

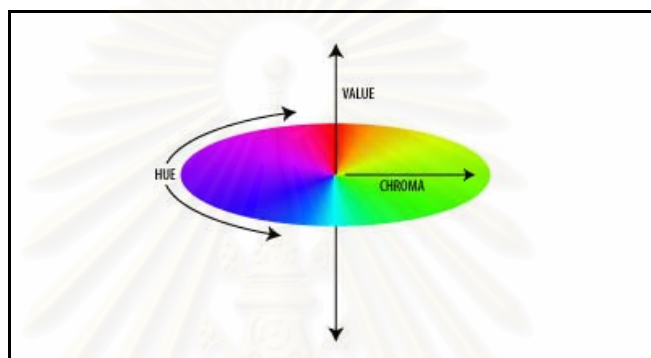
4.1.3 ผู้สังเกตการณ์ การบรรยายสีจะต่างกันขึ้นอยู่กับสรีระทางกายภาพของตาแต่ละคน ในร่างกายคนจะมีเซลล์อยู่ 2 ชนิดที่เกี่ยวข้องกับการรับสี คือเซลล์รูปแท่ง และเซลล์รูปโคน เซลล์รูปแท่งจะตอบสนองได้ดีกับการมองเห็นในที่เกี่ยวข้องกับความมืดสว่าง ส่วนเซลล์รูปโคนจะตอบสนองต่อสีที่มองเห็น

จากหลักการพื้นฐานเรื่องสีข้างต้นจึงได้มีการพัฒนาอุปกรณ์เพื่อใช้วัดสีที่มีมาตรฐานและลดความไม่เป็นกลางเนื่องจากปัจจัยของแหล่งกำเนิดแสงและผู้สังเกตการณ์ ดังที่ได้กล่าวไว้แล้วว่าการมองเห็นสีมีปัจจัยหลายอย่างมาเกี่ยวข้อง ดังนั้นจึงต้องมีมาตรฐานสากลในการวัดสี

4.2 ระบบสีที่นิยมใช้มี 2 ระบบได้แก่

4.2.1 ระบบสีมันเชล (Munsell)

เป็นระบบที่ได้มีการพัฒนามาก่อนการนำเครื่องวัดสีมาใช้ วิธีนี้ใช้สายตา โดยอาศัยคุณสมบัติของการมองเห็นสีคือสีสรร ความสว่าง และความเข้มของสี ซึ่งต้องอาศัยประสบการณ์ของมนุษย์ในการวัดสี ระบบนี้จัดเป็นระบบที่ตรงกับสายตามนุษย์ในการมองเห็นสีที่แตกต่างกันเป็นช่วงที่เท่าๆกัน ดังแสดงตามรูปที่ 8



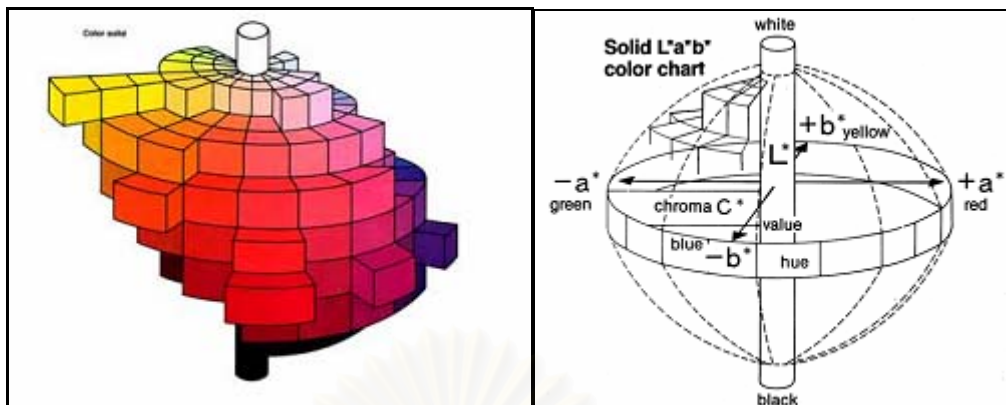
รูปที่ 8 แสดงระบบสีมันเชล

(ที่มา : www2.nectec.or.th/courseware/electrical/illumination/munsell.html[2008,Jan14])

4.2.2 ระบบ CIE Lab

องค์กร Commission International de l'Eclairage (CIE) ได้พัฒนาระบบของการวัดสีซึ่งเป็นที่ยอมรับอย่างกว้างขวางในวงการวิชาการและการวิจัย เป็นระบบที่วัดสีออกมาเป็นตัวเลข ในระยะเริ่มแรก CIE ได้กำหนดสเกลการวัดสีเป็น X-Y-Z ซึ่งใช้บรรยายสีแดง เขียว และน้ำเงิน แต่ไม่สามารถบรรยายลักษณะความมืดสว่างได้ จึงพัฒนาต่อมาเป็นระบบ X-Y-L ซึ่งบรรยายถึงค่าสีแดง เขียว และความสว่างตามลำดับ อย่างไรก็ตามยังขาดส่วนที่ใช้บรรยายสีน้ำเงิน

ต่อมามีการพัฒนาเป็นระบบ $L^*a^*b^*$ ซึ่งเป็นระบบการบรรยายสีแบบ 3 มิติ โดยที่แกน L^* จะบรรยายถึงความมืดและสว่าง แกน a^* จะบรรยายถึงสีจากเขียว ($-a^*$) ไปจนถึงแดง ($+a^*$) ส่วนแกน b^* จะบรรยายถึงสีน้ำเงิน ($-b^*$) ไปเหลือง ($+b^*$) ลักษณะการบรรยายสีแสดงได้ดังรูปที่ 9



รูปที่ 9 แสดงการบรรยายสีพื้นในระบบ CIE Lab ในรูป 3 มิติ

(ที่มา : 136http://coursewares.mju.ac.th/ea341/lesson2/ch02_6.pdf[2008,Jan14])

บริษัท Hunter lab ในอเมริกาก็เป็นอีกองค์กรหนึ่งที่ได้ทำการวิจัยและพัฒนาระบบการวัดสี จนในที่สุดได้ระบบของ Hunter lab เอง ซึ่งบรรยายแกนใน 3 มิติเช่นเดียวกับระบบ CIE โดยที่ Hunter lab จะใช้สเกล L-a-b- บรรยายลักษณะสีเช่นเดียวกับ L*-a*-b* ของ CIE ข้อแตกต่างระหว่างระบบสีของ CIE และ Hunter lab คือสูตรการคำนวณค่าสี ซึ่งทั้ง L-a-b และ L*-a*-b* ล้วนมีพื้นฐานการคำนวณมาจากค่าจากระบบ X-Y-Z ทั้งสิ้น (จิตรกร เตชะตา, วิฑิติมา ทรงจิตสมบูรณ์ และ วรรณนิศา แสงวงศ์, 2549)

ในการหาค่าความแตกต่างของสีที่เป็นตัวเลข (ΔE) ในระบบ CIE L* a* b* สามารถอธิบายโดยใช้สูตรดังนี้

$$\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$$

โดย ΔL^* , Δa^* และ Δb^* เป็นความแตกต่างระหว่างสีในระบบ CIE L* a* b* ของ 2 ตัวอย่างที่ใช้เปรียบเทียบกัน ซึ่งค่าผลต่างของสี (ΔE) ที่สามารถแยกความแตกต่างได้ด้วยตาเปล่า มีค่าเท่ากับ 3.3 (Powers และ Sakagushi, 2006)

เครื่องมือที่ใช้วัดสี เรียกว่าสเปคโตรโฟโตมิเตอร์ (Spectrophotometer) หรือคัลลอริมิเตอร์ (colorimeter) สามารถวัดสีของวัตถุออกมาเป็นตัวเลขได้ ทำให้การวัดสีเป็นไปตามมาตรฐานสากล และยังสามารถวัดค่าความแตกต่างของสีที่มีสีต่างออกไปเพียงเล็กน้อยได้

5. สารทำความสะอาดฟันเทียม (Denture Cleaners)

คราบอาหาร คราบจุลินทรีย์ หินน้ำลายและคราบสี อาจสะสมบนฐานฟันเทียมในลักษณะเดียวกับที่เกิดขึ้นบนฟันธรรมชาติ และจำเป็นต้องกำจัดออกเพื่อสุขอนามัยของช่องปาก การดูแลรักษาฟันเทียมให้สะอาด โดยใช้สารทำความสะอาดฟันเทียมรวมถึงวิธีที่ใช้ในการทำ ความสะอาดอาจทำให้เกิดรอยขีดข่วนและทำให้ฟันเทียมสึกได้ โดยทั่วไปสารทำความสะอาดฟัน เทียมแบ่งเป็นแบบทำความสะอาดทางกล (mechanical) และทางเคมี (chemical) สารทำความสะอาด ฟันเทียมส่วนใหญ่มีประสิทธิภาพในการกำจัดมิวซิน (mucin) คราบสี (stain) และคราบ อาหารที่ยึดเกาะแบบหลวมๆ

- 5.1 คุณสมบัติของสารทำความสะอาดฟันเทียม (Jagger และ Harrison, 1995)
 - 5.1.1 ใช้ง่าย และราคาไม่แพง
 - 5.1.2 มีประสิทธิภาพในการกำจัดสิ่งสะสมบนฟันเทียมทั้งสารอินทรีย์และสาร อนินทรีย์
 - 5.1.3 สามารถกำจัดเชื้อแบคทีเรีย (bactericidal) และเชื้อรา (fungicidal) ได้
 - 5.1.4 ไม่เป็นพิษต่อผู้ป่วย
 - 5.1.5 ไม่มีการตกค้างของรสชาติที่ไม่พึงประสงค์บนผิวฟันเทียม
 - 5.1.6 ไม่ทำอันตรายต่อวัสดุฐานฟันเทียม
- 5.2 สารทำความสะอาดฟันเทียม แบ่งเป็นหลายกลุ่ม (Abelson, 1985) ได้แก่
 - 5.2.1 ผงขัด (abrasive powder) หรือสารป้าย (paste)
 - 5.2.2 ชนิดแช่สารเคมี (chemical soak cleansers)
 - 5.2.3 กรด (acids)
 - 5.2.4 สารต้านเชื้อแบคทีเรีย และเอนไซม์ (antibacterials and enzymes)
 - 5.2.5 เครื่องทำความสะอาดคลื่นไฟฟ้า (ultrasonic devices)

5.2.1 ผงขัด หรือสารป้าย

ใช้การทำความสะอาดทางกล ใช้ง่ายและราคาไม่แพง ประกอบด้วยผงขัด เช่นแคลเซียมคาร์บอเนต สามารถกำจัดคราบจุลินทรีย์และคราบสีได้โดยใช้วิธีการแปรง จะไม่มีการทำลายส่วนประกอบของฟันเทียมถ้าใช้อย่างเหมาะสม แต่ถ้าใช้แรงมากหรือขนแปรงแข็งหรือใช้ยาสีฟันที่มีผงขัดมากเกินไป จะทำให้ฟันเทียมโดยเฉพาะเรซินอะคริลิกเกิดการสึกและทำให้ฟันเทียมหลวมได้

5.2.2 ชนิดแช่ในสารเคมี

ผลิตภัณฑ์ชนิดแช่ในสารเคมีชนิดแรกคือกลุ่มอัลคาไลน์ ไฮโปคลอไรท์ มีประสิทธิภาพในการละลายมีวซินและอินทรีย์สารอื่นๆ ที่ทำให้เกิดคราบจุลินทรีย์ แม้จะไม่สามารถละลายหินน้ำลายแต่ไฮโปคลอไรท์ก็ยังสามารถป้องกันการเกิดคราบจุลินทรีย์ได้ นอกจากนี้ยังสามารถฟอกสีฆ่าเชื้อแบคทีเรียและเชื้อราได้ ข้อดีที่สำคัญคือกักดองโลหะ แต่ผลการกักดองจะลดลงถ้าสารละลายไฮโปคลอไรท์มีการผสมเฮกซะเมทาฟอสเฟต (Hexametaphosphate) หรือมีอัลคาไลน์และโซเดียม ซิลิเกตปริมาณมาก อย่างไรก็ตามการแช่ฟันเทียมในสารละลายไฮโปคลอไรท์เป็นระยะเวลานานยังคงสามารถทำให้วัสดุฟันเทียมเกิดความเสียหายได้ ฉะนั้นจึงไม่แนะนำให้ใช้กับฟันเทียมที่มีนิเกิล-โครเมียมหรือโคบอลต์-โครเมียมอัลลอยด์เป็นส่วนประกอบเพราะสารละลายคลอรีนอาจทำให้โลหะมีสีเข้มขึ้นได้

ต่อมากลุ่มผลิตภัณฑ์ชนิดแช่ในสารเคมีมีการพัฒนาเป็นอัลคาไลน์เปอร์ออกไซด์ อยู่ในรูปแบบผงหรือแบบเม็ด เมื่อละลายในน้ำจะเป็นสารละลายอัลคาไลน์ของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ปกติจะมีสารลดแรงตึงผิวเป็นกลุ่มอัลคาไลน์ (Alkaline detergents) และสารอื่น เช่นโซเดียมเปอร์โบเรต (sodium perborate) หรือเปอร์คาร์บอเนต (percarbonate) ซึ่งจะปล่อยออกซิเจนจากสารละลาย ฟองออกซิเจนที่เกิดขึ้นเป็นกลไกการทำความสะอาดทางกลสามารถกำจัดคราบสีและต้านเชื้อแบคทีเรียได้ สารในกลุ่มนี้ไม่มีข้อห้ามที่สำคัญสำหรับใช้เป็นผลิตภัณฑ์ในการทำความสะอาดฟันเทียม

5.2.3 กรด

ปกติเป็นสารละลายของกรดไฮโดรคลอริก หรือมีกรดฟอสฟอริกร่วมด้วย สามารถละลายสารอนินทรีย์โดยเฉพาะแคลเซียม ฟอสเฟต และกำจัดคราบสีได้ จึงสามารถสลายก้อนหินน้ำลายได้ด้วย ประสิทธิภาพขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของกรด การใช้งานต้องระมัดระวังควรใช้โดยทันตแพทย์หรือใช้ในคลินิกเท่านั้น กรดที่สามารถใช้ได้ปลอดภัยได้แก่กรดเจ็จของกรดซิตริก

กรดซัลฟามิก และกรดอะซิติก. เป็นต้น แต่เนื่องจากกรดสามารถกัดกร่อนโลหะซึ่งเป็นส่วนประกอบของฟันเทียมได้ ดังนั้นจึงเป็นข้อห้ามในการแช่ในสารทำความสะอาดฟันเทียมเหล่านี้เป็นระยะเวลาสั้น

5.2.4 สารต้านเชื้อแบคทีเรีย และเอนไซม์

คลอร์เฮกซิดีนกลูโคเนตเป็นยาฆ่าเชื้อที่ใช้สำหรับทำความสะอาดฟันเทียม ในปี 1972 Jorgensen และ Loe ทำการศึกษาผลของคลอร์เฮกซิดีนต่อการต้านเชื้อของฟันเทียมในผู้ป่วยปากอักเสบเหตุฟันเทียม พบว่าการอักเสบที่เพดานลดลง แต่อาจทำให้เกิดการติดสีที่ฟันเทียมได้

นอกจากนี้มีการใช้เอนไซม์มาทำความสะอาดฟันเทียมเพื่อวัตถุประสงค์ในการกำจัดคราบจุลินทรีย์บนผิวของฟันเทียม เนื่องจากส่วนประกอบของคราบจุลินทรีย์บนฟันเทียมเหมือนกับที่ผิวฟันคือประกอบด้วยไกลโคโปรตีนและเชื้อแบคทีเรียเป็นส่วนใหญ่ เอนไซม์จะทำลายเมทริกซ์ และกำจัดคราบจุลินทรีย์อย่างง่ายดาย ปัจจุบันบริษัทต่างๆจึงนิยมนำเอนไซม์มาเป็นส่วนประกอบสำหรับเป็นสารแช่ทำความสะอาดฟันเทียม

5.2.5 เครื่องทำความสะอาดคลื่นไฟฟ้า

การทำความสะอาดด้วยเครื่องทำความสะอาดคลื่นไฟฟ้าถูกนำมาใช้ในทางทันตกรรม เพราะมีประสิทธิภาพในการล้างและทำความสะอาดที่ดี โดยใช้คลื่นอัลตราโซนิกซึ่งเป็นคลื่นเสียงที่มีความถี่อยู่ในช่วงที่หูมนุษย์ไม่สามารถได้ยิน ประมาณ 20 กิโลเฮิร์ต ในระดับความถี่ต่ำๆ ของคลื่นอัลตราโซนิกก็มีกำลังมากพอที่จะใช้ในการทำความสะอาดได้ โดยเฉพาะสิ่งสกปรกขนาดใหญ่ เช่นคราบอาหารและคราบจุลินทรีย์ อย่างไรก็ตามในระดับความถี่สูงกว่าจะสามารถทำความสะอาดได้อย่างนุ่มนวลและมีประสิทธิภาพมากกว่า โดยสามารถกำจัดสิ่งสกปรกขนาดเล็กๆ เชื้อโรค หรือคราบต่างๆได้ ดังนั้นเครื่องทำความสะอาดคลื่นไฟฟ้าจึงสามารถทำความสะอาดฟันเทียมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ผู้ป่วยส่วนใหญ่เลือกวิธีการทำความสะอาดฟันเทียมด้วยวิธีการแปรงพร้อมผงขัดหรือสารป้ายเช่นยาสีฟัน ซึ่งเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพในการกำจัดคราบจุลินทรีย์ แต่วิธีนี้ผู้ป่วยต้องสามารถใช้มือได้คล่อง จึงอาจไม่ใช่วิธีที่ดัดนักในการทำความสะอาด โดยเฉพาะในผู้สูงอายุ การแช่ในสารเคมีจึงเป็นวิธีที่ง่ายกว่า สามารถกำจัดคราบอาหาร คราบบุหรื และคราบจุลินทรีย์ได้ นอกจากนี้ผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนประกอบของไฮโปคลอไรท์หรือสารออกซิไดซ์ยังสามารถฆ่าเชื้อได้ด้วย (Kulak และคณะ, 1997) โดยในปี 1995 Jagger และ Harrison พบว่าการแช่ฟันเทียมใน

ไฮโปคลอไรท์ 20 นาที เป็นวิธีที่สามารถกำจัดคราบจุลินทรีย์ ยับยั้งการเกิดหินน้ำลาย ฟอกสีและฆ่าเชื้อได้ดีทั้งเชื้อราและแบคทีเรีย แต่อาจมีการตกค้างของกลิ่น และรสชาติที่ไม่ดี ซึ่งถ้าล้างออกแล้วตามด้วยการแช่น้ำตลอดคืน จะช่วยลดผลที่ไม่พึงประสงค์นี้ได้ อย่างไรก็ตามในปี 1998 Webb ศึกษาถึงประสิทธิภาพการทำฟันเทียมให้ปลอดเชื้อด้วยวิธีแช่สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์เปรียบเทียบกับการใช้เครื่องไมโครเวฟ ปรากฏว่าการใช้เครื่องไมโครเวฟที่ปรับความร้อนระดับกลาง (2450 MHz, 350 W) นาน 6 นาที มีประสิทธิภาพในการทำให้ฟันเทียมปลอดเชื้อสูงกว่าการแช่ใน 0.02% โซเดียมไฮโปคลอไรด์ นาน 8 ชั่วโมง



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

6. สารเคลือบผิว (Coating material)

สารเคลือบผิวมีบทบาทสำคัญต่อชีวิตประจำวันของมนุษย์ ในปัจจุบันมีการนำเทคโนโลยีใหม่ๆ มาใช้เพื่อเคลือบผิวของวัสดุต่างๆ เพื่อปรับปรุงให้มีคุณสมบัติตามต้องการโดยไม่จำเป็นต้องเปลี่ยนแปลงโครงสร้างหรือองค์ประกอบภายในของวัสดุนั้นๆ เช่นการใช้สีทาไม้เพื่อป้องกันการผุพังของไม้อันเนื่องมาจากความชื้นหรือการเคลือบผิวภายในกระป๋องโลหะเพื่อป้องกันการกัดกร่อนจากอาหารหรือสารเคมีที่อยู่ภายใน เป็นต้น

การเคลือบผิวคือการใช้พอลิเมอร์ปกคลุมไปบนวัสดุซึ่งมีวัตถุประสงค์หลัก 2 ประการ (อรอุษา สรวารี, 2544) คือป้องกันพื้นผิวจากมลภาวะต่างๆ ให้ผิวหน้าของวัสดุทนต่ออากาศ น้ำ และสารเคมีต่างๆ ทำให้อายุการใช้งานยาวนานขึ้นและเพื่อตกแต่งให้ดูสวยงาม ซึ่งคุณสมบัตินี้ได้จากสี ความเงา หรือลักษณะของพื้นผิว เป็นต้น

สารเคลือบผิวที่มีโมเลกุลขนาดเล็กเป็นหลัก พิล์มที่ได้จะต้านต่อสิ่งแวดล้อมหรือสารเคมีไม่มากซึ่งตรงข้ามกับสารเคลือบผิวพอลิเมอร์ที่มีโมเลกุลใหญ่หรือมีการเชื่อมไขว้ จะมีคุณสมบัติตามต้องการได้มากกว่า (Ashton, 1966) เช่นต้านต่อตัวทำลาย น้ำ ความร้อน และการเสียดสีได้

ในทางทันตกรรมได้มีการนำสารเคลือบผิวมาใช้เช่นเดียวกัน โดยในสาขาทันตกรรมประดิษฐ์พบว่าการนำสารเคลือบผิวมาใช้ด้วยวัตถุประสงค์ต่างๆ เช่นใช้เซเลนียด์ซีฟีนพอร์ชเลนเพื่อเพิ่มการยึดติดกับพอลิเมทิลเมทาคริเลต การใช้ไฮดรอกซีอะปาไทด์เคลือบผิวรากเทียมไททานเนียมเพื่อให้กระดูกเจริญเข้าไปรอบๆ รากเทียม หรือการใช้วัสดุมาเคลือบฐานฟันเทียมชนิดนิ่ม (soft acrylic liner) เพื่อให้มีอายุการใช้งานนานขึ้น เป็นต้น และเนื่องจากสารเคลือบผิวสามารถนำมาใช้ในทางทันตกรรมได้อย่างกว้างขวาง ในที่นี้จะกล่าวถึงสารเคลือบผิวที่นำมาใช้เคลือบฐานฟันเทียมเรซินอะคริลิกเท่านั้น ซึ่งวัตถุประสงค์ของการเคลือบฐานฟันเทียมก็เพื่อต้องการปรับปรุงคุณสมบัติของเรซินอะคริลิกให้ดีขึ้น เช่นลดปฏิกิริยาการแพ้ที่เกิดจากการสัมผัสสมอนอเมอร์ตกค้างของฐานฟันเทียม หรือเพื่อลดครุพูนจากขั้นตอนการขัดแต่ง เป็นต้น ปัจจุบันจึงมีการทดลองทั้งในสิ่งมีชีวิตและในห้องปฏิบัติการ (in vivo และ in vitro) เพื่อพัฒนาสารเคลือบผิวให้มีคุณสมบัติดีขึ้น และสามารถยึดติดได้นานขึ้นด้วย

สารเคลือบผิวฐานฟันเทียมเรซินอะคริลิกแบ่งเป็น 2 กลุ่ม

- 6.1 สารเคลือบผิวอินทรีย์ (organic polymer)
- 6.2 สารเคลือบผิวอนินทรีย์ (inorganic polymer)

มีวัตถุประสงค์ในการใช้สารเคลือบผิวฐานฟันเทียมเรซินอะคริลิก เพื่อลดการยึดเกาะของคราบจุลินทรีย์และเชื้อรา ลดการปล่อยมอนอเมอร์จากฐานฟันเทียม เพิ่มประสิทธิภาพการทำ ความสะอาดของพื้นผิว และต้านทานการสึกคือทำให้มีความแข็งแรงผิวเพิ่มขึ้น

6.1 สารเคลือบผิวอินทรีย์

หมายถึงสารที่มีสารยึดเป็นสารอินทรีย์ เช่น เรซินอะคริลิก พอลิเอสเทอร์ อัลคิได อีพอกซี พอลิยูรีเทน เมลามีน และฟอร์มัลดีไฮด์เรซิน เป็นต้น มีอะตอมของคาร์บอนเป็นหลักมาเชื่อมซึ่งกัน และกัน (-C-C-C-C-C-) มีแรงยึดของพันธะระหว่างคาร์บอนกับคาร์บอนในสารยึดของสารเคลือบผิวอินทรีย์เท่ากับ 358 กิโลจูลต่อโมล (Keijman, 1999)

6.1.1 เรซินอะคริลิก

มีทั้งชนิดแข็งตัวด้วยแสง และชนิดแข็งตัวจากการระเหยของตัวทำละลาย ส่วนประกอบหลักของวัสดุในกลุ่มนี้ได้แก่ อะคริลิกมอนอเมอร์ที่มีหลายหมู่ฟังก์ชัน (Polyfunctional acrylic monomer) สารตั้งต้นของปฏิกิริยาการบ่มด้วยแสง (Photopolymerizing diluent and initiator) ตัวอย่างวัสดุในกลุ่มนี้เช่นพาราซีล (Palaseal[®]) เพอร์มาลิงค์ (Permalink) และบิสคอปเวอร์ (Biscover) เป็นต้น



รูปที่ 10 แสดงสารเคลือบผิวพาราซีล

ผลต่อการยึดเกาะของคราบจุลินทรีย์และเชื้อรา

วัตถุประสงค์แรกของการเคลือบฐานฟันเทียมเรซินอะคริลิกคือเพื่อลดการยึดเกาะของคราบจุลินทรีย์ ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญของการติดเชื้อในช่องปากที่สัมพันธ์กับการใส่ฟันเทียม เกิดภาวะปากอักเสบเหตุฟันเทียม (denture stomatitis) โดยคราบจุลินทรีย์บนผิวฟันเทียมมี ส่วนประกอบหลักเหมือนกับคราบจุลินทรีย์บนผิวฟัน คือประกอบด้วยเชื้อแกรมบวกกลมและรูปแท่ง (gram positive cocci and rods) สามารถยึดกับน้ำลายที่เคลือบบนผิวฟันเทียม ซึ่งจะเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติให้ฟันเทียมมีความชอบน้ำ (wettability) มากขึ้น ร่วมกับผิวฟันเทียมไม่เรียบและ

มีรูปพจนานุกรมต่างๆจะส่งเสริมให้เชื้อแบคทีเรียและเชื้อรามายึดเกาะได้ง่ายขึ้นด้วย (Shay, 2000) ในผู้ป่วยที่ใส่ฟันเทียมหลวม และไม่ดูแลทำความสะอาดฟันเทียม จะเสี่ยงต่อการติดเชื้อได้ง่ายขึ้น โดยเฉพาะเชื้อรา (Candida albicans) ทำให้เกิดปากอักเสบเหตุฟันเทียม ซึ่งเป็นการอักเสบของเนื้อเยื่อในช่องปากบริเวณที่สัมผัสฟันเทียม มีลักษณะทางคลินิกคือบวม แดง และมันวาว พบได้ 2 ใน 3 ของผู้ที่ใส่ฟันเทียม (Abelson, 1985)

Tarbet (1982) พบความสัมพันธ์ระหว่างคราบจุลินทรีย์กับรอยแดงในช่องปาก (erythema) และความสัมพันธ์ระหว่างเชื้อรากับรอยแดงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างคราบจุลินทรีย์และเชื้อรา

Jorgensen (1986) ทำการทดลองเคลือบผิวฟันเทียมด้านติดกับเนื้อเยื่อด้วยเพอร์มาลิ่งค์ ซึ่งเป็นเรซินอะคริลิกชนิดเชื่อมไขว้ (Cross-linked acrylic resin) ที่บ่มด้วยรังสีอัลตราไวโอเล็ต เปรียบเทียบกับฐานฟันเทียมอีกครั้งหนึ่งที่ไม่ได้ใช้สารเคลือบผิว พบว่าการสะสมของอาหารที่ตกค้างและการยึดเกาะของคราบจุลินทรีย์ลดลง ส่งผลให้มีสุขภาพช่องปากดีขึ้น เช่นเดียวกับผลการทดลองของ Monsenego (2000) ที่พบการยึดเกาะของเชื้อลดลงเช่นกัน ซึ่งคาดว่าจะเกิดจากสารเคลือบผิวไปปิดรูพรุนทำให้ผิวเรซินอะคริลิกเรียบขึ้น และลดการยึดเกาะของเชื้อลงได้

การทดลองของ Sesma และคณะ (2005) พบว่าภายหลังใส่ฟันเทียม 1 เดือน บริเวณที่ทาสารเคลือบผิวจะมีคราบจุลินทรีย์บางลงและจำนวนเชื้อลดลง แต่หลังใช้งาน 3 เดือน จะเกิดรอยแตกขึ้น เนื่องจากสารเคลือบผิวมีความแข็งตึงและความเปราะ ทำให้ผิวฟันเทียมไม่เรียบ และเป็นที่สะสมของคราบจุลินทรีย์ ส่งผลให้จำนวนเชื้อมากขึ้น ดังนั้นการใช้สารเคลือบผิวฟันเทียมจึงควรให้มีการเคลือบทับเป็นระยะ ร่วมกับการดูแลทำความสะอาดฟันเทียมที่ดี

ผลต่อการปล่อยมอนอเมอร์

การใช้ฟันเทียมฐานเรซินอะคริลิกพบว่าอาจเกิดปฏิกิริยาการแพ้ต่อพอลิเมทิลเมทาคริเลตได้ โดยมอนอเมอร์ที่ตกค้างจะเป็นสารที่ก่อให้เกิดการระคายเคืองต่อเนื้อเยื่อในช่องปาก ทำให้เกิดการบวม แดงและปวดได้ การมีมอนอเมอร์ซึมออกมาควรเกิดน้อยที่สุดหรือถ้าเป็นไปได้ไม่ควรเกิดเลย ตามปกติควรมีมอนอเมอร์ภายหลังการบ่มเรซินอะคริลิกน้อยกว่าร้อยละ 1 และเมื่อแช่นานาน 17 ชั่วโมง มอนอเมอร์ที่ผิวฟันเทียมควรถูกกำจัดได้หมดไป แต่ในทางคลินิกก็ยังพบผู้ป่วยที่ใส่ฟันเทียมมานานมีการแพ้เกิดขึ้นได้ (Anusavice, 2003)

เป็นที่รู้กันว่าปริมาณมอนอเมอร์ที่ตกค้างในฐานฟันเทียมมีความแตกต่างกัน เป็นผลจากชนิดของเรซินอะคริลิก คือเรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อนจะมีมอนอเมอร์ตกค้างน้อยกว่าเรซินอะคริลิกชนิดบ่มได้เอง เนื่องจากการเกิดปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชันของมอนอเมอร์ในเรซิน

อะคริลิกชนิดบ่มได้เองเกิดไม่สมบูรณ์ นอกจากนี้อุณหภูมิและระยะเวลาการบ่มก็มีผลต่อปริมาณมอนอเมอร์ที่ตกค้างในเนื้อเรซินอะคริลิกเช่นกัน โดยพบว่าการใช้ระยะเวลาการบ่มนานร่วมกับใช้อุณหภูมิสูงในระยะเวลาท้ายของการบ่ม (7 องศาเซลเซียส นาน 7 ชั่วโมง ตามด้วย 100 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง) จะมีปริมาณมอนอเมอร์ตกค้างเพียงร้อยละ 0.045 เมื่อเปรียบเทียบกับเรซินอะคริลิกที่ใช้ระยะเวลาการบ่มสั้น พบว่ามีปริมาณมอนอเมอร์ตกค้างมากกว่าถึง 7 เท่า โดยประมาณ (Austin และ Basker, 1980; Dogan, 1995; Vallittu, Ruyter และ Buykuilmaz, 1998)

Szabo และ Huggett (1987) พบว่า การใช้อุณหภูมิสูงในช่วงท้ายของการบ่มจะมีปริมาณมอนอเมอร์ตกค้างน้อยที่สุดคืออยู่ระหว่างร้อยละ 0.2-0.3 โดยน้ำหนัก ซึ่งพบในเรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อน 70 องศาเซลเซียส นาน 7 ชั่วโมง ตามด้วย 100 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง ซึ่งต่างจากเรซินอะคริลิกชนิดบ่มได้เองนาน 1 ชั่วโมงที่อุณหภูมิห้อง คือมีปริมาณมอนอเมอร์ตกค้างมากกว่าถึงร้อยละ 2 โดยน้ำหนัก และเมื่อทดลองเคลือบผิวเรซินอะคริลิกด้วยเพอร์มาลิงค์เพื่อวัดปริมาณมอนอเมอร์ที่ปล่อยออกมาในน้ำเทียบกับกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้เคลือบผิว พบว่าใน 24 ชั่วโมงแรกจะมีการรั่วของมอนอเมอร์มากที่สุดและเพอร์มาลิงค์ที่เคลือบผิวสามารถป้องกันการรั่วจากเรซินอะคริลิกได้อย่างมีประสิทธิภาพ การเคลือบผิวฟันเทียมจึงเป็นวิธีที่สามารถลดการปลดปล่อยมอนอเมอร์จากฐานฟันเทียมได้ โดยไม่ต้องเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของวัสดุเดิม

Vallittu (1996) ทดสอบการใช้สารเคลือบผิวเรซินชนิดบ่มได้เองเพื่อวัดปริมาณของมอนอเมอร์ที่ตกค้างและปล่อยออกมาเปรียบเทียบกับกลุ่มที่มีการขัดและกลุ่มที่ไม่ได้เตรียมผิว พบว่าปริมาณมอนอเมอร์ตกค้างในเรซินที่ไม่ได้เตรียมผิวมีมากที่สุด และการขัดสามารถลดปริมาณมอนอเมอร์ได้ เนื่องจากอุณหภูมิที่สูงขึ้นขณะขัดจะทำให้เกิดกระบวนการพอลิเมอไรเซชันที่ผิวได้มากขึ้น จึงลดปริมาณมอนอเมอร์ที่ตกค้างและปล่อยออกมาจากชิ้นงานลงได้ ส่วนเรซินที่เคลือบทับด้วยพาราซีลพบว่ามียอนอเมอร์ที่ปล่อยออกมาน้อยที่สุด เพราะฉะนั้นการใช้เรซินเคลือบปิดผิวจึงสามารถป้องกันการรั่วของมอนอเมอร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ผลต่อคุณสมบัติทางกล

ผลของการใช้เพอร์มาลิงค์เคลือบผิวเรซินอะคริลิก ทางบริษัทผู้ผลิตได้อ้างว่าจะเพิ่มความมันวาวให้กับผิว สามารถต้านการสึกได้ (Wear resistance) 90 เท่า เมื่อเทียบกับฐานฟันเทียมทั่วไป (Conventional denture base resin) และมีความแข็งแบบนูนเพิ่มขึ้น 1.8 เท่า ในการทดลองเพื่อยืนยันผลนั้น Szabo, Valderhaug, และ Ruyter (1985) ได้ทำการศึกษาเพิ่มเติมถึงคุณสมบัติทางกลของผิวเรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อนและชนิดบ่มได้เองที่ผ่านการเคลือบ

ผิวด้วยเรซินชนิดบ่มด้วยแสงยูวีต่อการดูดซับน้ำ (Water sorption) การละลายตัว (Solubility) ความแข็ง (Pendulum damping hardness) และเสถียรภาพของสี (Color stability) ซึ่งสรุปว่าในเรื่องของการดูดซับน้ำภายหลัง 24 ชั่วโมงการดูดซับน้ำไม่ขึ้นกับเวลา และเรซินอะคริลิกทั้งสองชนิดให้ผลเหมือนกัน เพอร์มาลิงค์ไม่มีผลต่อการดูดซับน้ำ ดังนั้นการเคลือบผิวจึงไม่ได้ช่วยต้านต่อการแพร่ของโมเลกุลของน้ำ ส่วนเรื่องของการละลายตัวพบว่าการเคลือบผิวสามารถต้านได้ โดยเรซินอะคริลิกชนิดบ่มได้เองที่ไม่มีเคลือบผิวมีการละลายตัวสูง เมื่อเปรียบเทียบกับเรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อนทั้งที่เคลือบและไม่เคลือบผิว รวมถึงเรซินอะคริลิกชนิดบ่มได้เองที่เคลือบผิวด้วย ดังนั้นการเคลือบผิวจึงสามารถลดการละลายตัวหรือการรั่วซึมได้โดยเฉพาะในเรซินอะคริลิกชนิดบ่มได้เอง ซึ่งเป็นผลดีต่อผู้ป่วยที่มักเกิดการแพ้ต่อมอนอเมอร์ได้ การทดสอบความแข็งโดยวิธีเพนดรัม แคมป์ซึ่งออกแบบมาเพื่อทดสอบวัสดุที่เป็นชั้นบางๆ Szabo, Valderhaug, และ Ruyter (1985) พบว่าสารเคลือบผิวนั้นบางเพียง 14 ไมครอน (μm) จึงไม่เหมาะที่จะใช้วิธีอื่นทดสอบความแข็ง การทดสอบพบว่าเรซินอะคริลิกที่ใช้สารเคลือบผิวมีความแข็งมากกว่า จึงสามารถต้านต่อการขีดข่วนที่อาจทำให้เกิดความขรุขระของผิวซึ่งเป็นที่สะสมของคราบจุลินทรีย์หรือสารอื่นได้ และจะมีผลต่อสุขภาพช่องปากตามมา ส่วนเสถียรภาพของสี พบว่าชั้นทดสอบเรซินอะคริลิกชนิดบ่มได้เอง มีการเปลี่ยนแปลงของสีตามเวลาที่ผ่านไปทั้งที่เคลือบและไม่เคลือบ โดยจะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองมากขึ้นเมื่อแช่น้ำ 37 องศาเซลเซียส ซึ่งใช้บ่งถึงอายุการใช้งานของฟันเทียมที่ดีได้

ในปี 1987 Szabo และ Huggett ทดลองเพิ่มเติมเพื่อศึกษาคุณสมบัติของเรซินอะคริลิกที่เคลือบผิวด้วยเรซินชนิดบ่มด้วยแสงยูวี โดยศึกษาถึงผลของความแข็ง (Wallace hardness) ความต้านทานการสึก ความแข็งตึง (Stiffness) ค่าการแตกหัก (Fracture) และการคืบ (Creep) พบว่าเรซินอะคริลิกที่เคลือบด้วยเพอร์มาลิงค์จะมีความแข็งมากขึ้น ($p < 0.001$) รวมถึงความแข็งตึงด้วย เนื่องจากเรซินที่เคลือบจะเกิดการเชื่อมไขว้ซึ่งมีความแข็งและทำให้เปราะง่ายขึ้น จึงทำให้ชิ้นงานที่เคลือบผิวแตกหักได้ง่ายกว่า เพราะรอยแตกจะเกิดง่ายที่ผิวและผ่านไปยังพอลิเมอร์ส่วนหนา (Bulk polymer) จึงทำให้เป็นข้อด้อยของการเคลือบผิวด้วยวัสดุนี้ ส่วนค่าการคืบพบว่าไม่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างชิ้นงานเรซินอะคริลิกที่เคลือบผิวกับไม่เคลือบผิว และเนื่องจากเพอร์มาลิงค์มีความแข็งจึงทำให้ชิ้นงานที่เคลือบผิวมีการสึกน้อยกว่าคือมีค่าความต้านทานการแตกหักที่สูงกว่า ($p < 0.01$) อย่างไรก็ตามสารเคลือบผิวนี้อาจถูกกำจัดออกได้ง่ายไม่เกิดการยึดติดอย่างถาวร

Emmanouil และคณะ (2002) ได้ทดสอบค่าความแข็งของเรซินอะคริลิกที่ผ่านการเคลือบด้วยวัสดุที่บ่มด้วยแสงเปรียบเทียบกับกราดผิว ผลพบว่าเรซินอะคริลิกที่ผ่านการขัดจะเกิดรอยขีด

ช้วนมากกว่า แต่อะคริลิกเรซินที่ได้รับการเคลือบผิวจะมีลักษณะเหมือนผิวกระจก (mirror-like-surface) และไม่มีรอยขีดข่วน จากการวัดความแข็งนูนพบว่าเรซินอะคริลิกที่เคลือบผิวจะมีความแข็งผิวเพิ่มขึ้นด้วยเมื่อเปรียบเทียบกับพื้นผิวที่ไม่ได้รับการเคลือบ

6.1.2 สารเคมี เช่น คลอร์เฮกซีดีน นิสตราติน แอมโฟเทอริซิน บี

คลอร์เฮกซีดีน กลูโคเนต จัดเป็นยาฆ่าเชื้อ มีประสิทธิภาพในการยับยั้งคราบจุลินทรีย์และใช้เป็นน้ำยาแช่ฟันเทียมได้ Jorgensen และ Loe (1972) ทดสอบผลของคลอร์เฮกซีดีนในการฆ่าเชื้อ โดยใช้สารละลายคลอร์เฮกซีดีน ความเข้มข้นร้อยละ 2 ทาที่ฐานฟันเทียมด้านติดเนื้อเยื่อเพื่อรักษาปากอักเสบเหตุฟันเทียม พบว่าสามารถกำจัดเชื้อจากฟันเทียมและเนื้อเยื่อข้างใต้ได้ อย่างไรก็ตามคลอร์เฮกซีดีนมีผลข้างเคียง ถ้าต้องการให้มีประสิทธิภาพต้องใช้ในความเข้มข้นสูง อาจทำให้เกิดการติดสีที่ฟันเทียมได้และการรับรู้รสเปลี่ยนไป ส่งผลให้การนำมาใช้ทางคลินิกค่อนข้างจำกัด การใช้รูปแบบเฉพาะที่ทาที่ผิวฟันเทียม ทำให้สามารถปล่อยยาในระดับต่ำได้เป็นเวลานาน ซึ่งป้องกันการติดสีและป้องกันรสชาติที่เปลี่ยนไปได้

Friedman และ Golomb (1982) นำคลอร์เฮกซีดีนมาใช้เฉพาะที่ร่วมกับเอทิล เซลลูโลส พอลิเมอร์ (Ethyl cellulose polymer) พบว่าสามารถทำให้ยาก่อขุยปล่อยออกมาในช่องปากได้เป็นเวลานานหลายเดือน

ผลต่อการยึดเกาะของคราบจุลินทรีย์และเชื้อรา

การป้องกันการเกิดภาวะปากอักเสบเหตุฟันเทียม จากการยึดเกาะของคราบจุลินทรีย์ที่ผิวเรซินอะคริลิก นอกจากจะใช้วิธีเคลือบด้วยเรซินชนิดบ่มด้วยแสงยูวีแล้วนั้นยังสามารถใช้ยาได้ด้วยคือคลอร์เฮกซีดีน ซึ่งปกติใช้เป็นน้ำยาแช่ฟันเทียมความเข้มข้นร้อยละ 0.2 แต่ Hirschfeld (1984) ได้เปลี่ยนรูปแบบมาอยู่ในรูปของเอทิล เซลลูโลส พอลิเมอร์ ผสมกับยาเคลือบบนฟันเทียมใช้เฉพาะที่ ให้ผู้ป่วยใส่นาน 12 วันโดยไม่มีการทำความสะอาดผิวฟันเทียม ผลการศึกษาพบว่าการสะสมของคราบจุลินทรีย์จะลดลงอย่างมีนัยสำคัญ และหลังจาก 12 วัน ผลของยายังคงลดการสะสมของคราบจุลินทรีย์ได้ แต่ภายหลังเอาฟิล์มที่เคลือบบนผิวฟันเทียมออก จะพบว่ามีความคราบจุลินทรีย์มากขึ้นเท่าเดิมเหมือนก่อนการทดลองเคลือบผิวฟันเทียมภายใน 5 วัน

เมื่อศึกษาผลของยาทางห้องปฏิบัติการในการยับยั้งการเจริญของเชื้อ S.mutans ซึ่งเป็นสาเหตุของโรคฟันผุ พบว่ายามีฤทธิ์นานกว่า 45 วัน แต่ปริมาณยาที่ปล่อยออกมาจะน้อยลงตามเวลา และเนื่องจากในช่องปากมีปัจจัยอื่น ๆ ของสิ่งแวดล้อมเข้ามาเกี่ยวข้อง ทำให้ฤทธิ์ของยาใน

การต้านเชื้อลดลง ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาเพื่อหาความเข้มข้นของยาและความหนาของฟิล์มที่เหมาะสมต่อไป (Hirschfeld, 1984)

นอกจากการใช้คลอร์เฮกซิดีนเคลือบผิวฟันเทียมแล้วนั้น การหวังผลเพื่อลดจำนวนยีสต์ (C.albicans) ยังสามารถใช้อย่างอื่นได้ด้วย เช่น นิสตาติน (Nystatin) และแอมโฟเทอริซิน บี (Amphotericin B) โดยทำเป็นฟิล์มบางๆ มาเคลือบผิวพอลิเมทิลเมทาคริเลตไว้ การใช้ฟิล์มเคลือบบางๆ ร่วมกับยาต้านเชื้อรา (Antifungal) จะลดยีสต์ได้อย่างมีนัยสำคัญถึงร้อยละ 98 ซึ่งประสิทธิภาพของยาเรียงตามลำดับจากมากไปน้อยคือคลอร์เฮกซิดีน นิสตาติน และแอมโฟเทอริซิน บี ซึ่งทำให้สรุปว่าการใช้ยาต้านเชื้อราเป็นฟิล์มบางๆ สามารถป้องกันปากอักเสบเหตุฟันเทียมได้เช่นกัน (Redding และคณะ, 2006)

6.1.3 พอลิเมอร์อื่นๆ

ในการใส่เครื่องมือทางการแพทย์ประเภทเมทิลเมทาคริเลต มักพบว่าเมื่อใส่ในร่างกายจะมีฟิล์มบางๆของเชื้อราเกาะ โดยเฉพาะในช่องปากซึ่งจะทำให้เกิดการติดเชื้อในช่องปากได้ จึงมีความจำเป็นต้องนำยาปฏิชีวนะหรือยาต้านเชื้อรามาใช้ การใช้เพปไทด์เพื่อต้านการติดเชื้อ (Antimicrobial peptide) มีประสิทธิภาพในการช่วยให้ภูมิคุ้มกันของร่างกายทำงานได้ตามปกติ (Etienne, Gasnier และคณะ, 2005; Lupetti และคณะ, 2002) โดยการเคลือบลงบนวัสดุที่ต้องการและให้ยามีการปล่อยออกมาช้าๆ วิธีที่จะให้เพปไทด์ไปถึงบริเวณรอยต่อระหว่างเนื้อเยื่อกับผิววัสดุวิธีหนึ่งคือ การเคลือบผิวโดยการใส่ประจุไฟฟ้าจะเกิดเป็นฟิล์มบางๆและเป็นชั้นๆขึ้น (Polyelectrolyte multilayer films :layer-by-layer technique) (Decher, 1997; Etienne, Gasnier และคณะ, 2005) ซึ่งมีความคงทนในช่องปาก จึงสามารถใช้เคลือบอุปกรณ์ทางการแพทย์ที่ใช้ในช่องปากได้

Etienne, Gasnier และคณะ (2005) ทำการทดลองใช้เพปไทด์ที่สามารถต้านการติดเชื้อคือโครโมแกรนิน เอ (Chromogranin A; CGA) เคลือบบนผิวพอลิเมทิลเมทาคริเลต เพื่อดูผลการต้านต่อเชื้อรา พบว่าสามารถลดการเจริญของเชื้ออัลบิแคนได้ถึงร้อยละ 64 และสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อเครสซาได้สมบูรณ์ โดยโครโมแกรนิน เอไม่เป็นพิษต่อร่างกาย (Cytotoxicity) จากการศึกษาพบว่าเซลล์ไฟโบรบลาสต์มีการเจริญตามปกติ แต่ถึงแม้จะไม่มีรายงานของการเกิดการแตกของเม็ดเลือดแดง (Erythrocyte lysis) เพปไทด์ที่ต้านการติดเชื้อนี้อาจเป็นพิษได้เมื่อใช้ในความเข้มข้นสูงๆ ดังนั้นควรใช้แบบเฉพาะที่มากกว่าใช้ทางระบบ

ต่อมาในปี 2006 Etienne, Picart และคณะศึกษาถึงความคงทนของฟิล์มที่ได้จากวิธีจุ่มในสารละลายที่มีประจุไฟฟ้า เนื่องจากฟันเทียมที่อยู่ในช่องปากจะต้องมีการสัมผัสกับน้ำลายและ

เอนไซม์ต่างๆ รวมถึงความเป็นกรด-ด่างที่เปลี่ยนแปลง ซึ่งจะมีผลต่อความคงทนของฟิล์มได้ การทดลองในห้องปฏิบัติการโดยแซเรชินอะคริลิกในน้ำลาย พบว่าใน 7 วันความหนาของฟิล์มไม่เปลี่ยนแปลง แต่เมื่อทดลองในสัตว์โดยเย็บชั้นเรซินอะคริลิกเข้ากับกระพุ้งแก้มของหนู พบว่ามีการทำลายของฟิล์มบางส่วนภายใน 4 วัน เนื่องจากแรงเฉือนที่เกิดจากแรงเสียดทาน (friction force) ที่ลื่นมีมากพอที่จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของฟิล์มได้ อย่างไรก็ตามควรมีการทดลองในระยะยาวกว่านี้เพื่อให้เห็นผลที่ชัดเจนขึ้น

นอกจากนี้ชั้นงานเรซินอะคริลิกที่เคลือบผิวโดยวิธีแซในสารละลายมีความชอบน้ำ (Hydrophilic) มากกว่าชั้นงานที่ไม่ได้เคลือบผิวอย่างมาก ซึ่งเป็นผลดีต่อผู้ป่วยในการลดแรงเสียดทานทำให้ผู้ป่วยใส่ฟันเทียมได้สบายขึ้น โดยเฉพาะผู้ที่มียอดน้ำลายผิดปกติ เช่น น้ำลายน้อยหรือติดเชื้อมันต่อมน้ำลายซึ่งสารเคลือบผิวจะเพิ่มการยึดติดได้มากขึ้น และยังสามารฝังโมเลกุลที่ต้านต่อเชื้อแบคทีเรียหรือเชื้อราลงไปในฟิล์มได้ด้วยโดยวิธีเดียวกัน

6.2 สารเคลือบผิวอินทรีย์

สารเคลือบผิวอินทรีย์ได้แก่ พอลิไซลออกเซน ซิงค์ซิลิเกต ซิลิโคนเรซิน แคลเซียมคาร์บอเนต ซิงค์ออกไซด์ ไททาเนียมไดออกไซด์ อลูมิเนียม และบรอนซ์ เป็นต้น คุณสมบัติทางเคมีของสารยึดแตกต่างจากสารเคลือบผิวอินทรีย์ คือมีสารอื่นที่ไม่ใช่อะตอมของคาร์บอนมาเชื่อมยึด เช่น โครงสร้างของพอลิไซลออกเซนจะเป็นซิลิกอนกับออกซิเจนเชื่อมกัน โดยแรงยึด (bond strength) ของซิลิกอนกับออกซิเจน (445 กิโลจูลต่อโมล) จะสูงกว่าแรงยึดระหว่างคาร์บอนกับคาร์บอน (358 กิโลจูลต่อโมล) ในสารอินทรีย์ ดังนั้นการทำให้เกิดการแตกของพันธะพอลิไซลออกเซนพอลิเมอร์ จึงต้องใช้พลังงานที่สูงกว่ามากกระตุ้น ทำให้สารเคลือบผิวอินทรีย์สามารถต้านต่อการทำลายทางเคมี และการกัดกร่อนได้ดีกว่าสารเคลือบผิวอินทรีย์ (Keijman, 1999)

6.2.1 ไททาเนียมไดออกไซด์

โฟโตคะตะลิสต์ (Photocatalyst) เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา (Catalyst) ที่ถูกกระตุ้นด้วยแสง เมื่อรับแสงจะดูดซับพลังงานโฟตอน และเกิดปฏิกิริยาเคมีต่างๆ ไททาเนียมไดออกไซด์ (TiO₂) เป็นโฟโตคะตะลิสต์ชนิดสารกึ่งตัวนำ (Semiconductor) มีคุณสมบัติเด่นคือไม่ร่วงไวต่อเคมีภัณฑ์ต่างๆ ไม่ละลายน้ำ ไม่เป็นพิษ มีความทนทาน (durability) ด้านทานการสึก และคุ้มค่า (Cost effectiveness)

เมื่อถูกกระตุ้นด้วยแสง ไททาเนียมไดออกไซด์จะปล่อยอิเล็กตรอนและเกิดช่องว่าง(Hole) ที่มีออกซิเดทีฟ (Oxidative) สูงมากสามารถย่อยสลายสารอินทรีย์ต่างๆรวมถึงสารพิษให้เป็นคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) และน้ำ (H₂O)

ไททาเนียมไดออกไซด์สามารถถูกกระตุ้นได้ด้วยแสงยูวีความยาวคลื่น 300-600 นาโนเมตร และแสงที่มองเห็นได้ (Visible light) โดยวิธีพลาสมาที่ความยาวคลื่น 600 นาโนเมตร ซึ่งถ้าใช้แสงที่มองเห็นได้มากกระตุ้นจะทำให้ไททาเนียมไดออกไซด์มีประสิทธิภาพมากขึ้นถึง 10 เท่า จึงสามารถนำไททาเนียมไดออกไซด์มาใช้ประโยชน์ได้อย่างกว้างขวาง

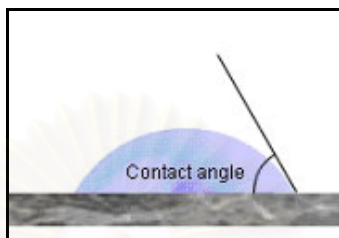
ในทางอุตสาหกรรมไททาเนียมไดออกไซด์มีการใช้อย่างแพร่หลาย เช่นอุตสาหกรรมความงาม ยาสีฟันและส่วนประกอบของสีคือเม็ดสีสีขาวในสีทาบ้าน เป็นต้น ในด้านสิ่งแวดล้อมสามารถนำไททาเนียมไดออกไซด์มาใช้ดับกลิ่น ป้องกันเชื้อแบคทีเรียและเชื้อรา ทำความสะอาดด้วยตัวเอง (Self-cleaning) และป้องกันความสกปรกได้

ไททาเนียมไดออกไซด์มี 3 ชนิด

1. Rutile type (ชนิดอุนหภูมิสูง) หรือ tetragonal type
2. Anatase type (ชนิดอุนหภูมิต่ำ)
3. Brookite type (orthorhombic type)

การนำไททาเนียมไดออกไซด์มาใช้ โดยทั่วไปชนิดรูไทล์จะใช้เป็นเม็ดสีในสีทาบ้าน แต่ในทางทันตกรรมรูปแบบโฟโตคะตะลิสต์จะใช้ชนิดอะนาเทสเป็นส่วนใหญ่ เช่นในสารฟอกสีฟันซึ่งประกอบด้วยไททาเนียมไดออกไซด์และสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (Hydrogen peroxide solution) ความเข้มข้นต่ำประมาณร้อยละ 3 โดยน้ำหนัก เมื่อทาที่ผิวฟันและกระตุ้นด้วยแสงที่มองเห็นได้จะให้ผลของการฟอกสีฟันที่เร็วและปลอดภัย นอกจากนี้ยังมีการนำผงอะปาไทท์/ไททาเนียมไดออกไซด์ (Apatite/TiO₂ powder) ร้อยละ 0.08 โดยน้ำหนักเติมในน้ำยาทำความสะอาดฟันเทียม ซึ่งประกอบด้วยกรดฟอสฟอริก (Phosphoric acid) และกรดไพโรฟอริก (Pyrophoric acid) จะสามารถกำจัดคราบหินหรือหินน้ำลายรวมถึงกลิ่นเหม็นจากซี่ฟันเทียมได้ภายในเวลา 6 ชั่วโมง (Available from://www.aist.go.jp/aist_e/research_results/publications/pamphlet/T.today/photocatalyst_e.pdf[2007, Feb21]).

การที่วัสดุมีสมบัติทำความสะอาดได้เองนั้น ต้องพิจารณาถึงความชอบน้ำ (Hydrophilic) และความไม่ชอบน้ำ (Hydrophobic) ของพื้นผิวโดยดูจากค่ามุมสัมผัส (Contact angle) ซึ่งเป็นมุมที่วัดได้จากรอยต่อของของเหลวกับสิ่งแวดล้อมที่จุดสัมผัสของของแข็งกับของเหลว (liquid solid point of contact)



รูปที่ 11 แสดงมุมสัมผัสระหว่างพื้นผิวของน้ำและของแข็ง

(ที่มา: www.diamondfusion.com.au/us/news/pr020502.html [2007, Mar03])

ถ้ามุมสัมผัสน้อยและมีพลังงานพื้นผิวดำ พื้นผิวนั้นจะมีความชอบน้ำ (Hydrophilic surface) ในทางกลับมุมสัมผัสมาก (ประมาณ 100 องศา) จะมีความเปียก (Wettability) ต่ำ พื้นผิวจะไม่ชอบน้ำ (Hydrophobic surface) การยึดติดของวัสดุอื่นที่พื้นผิวจะลดลง มีผลต่อคุณสมบัติการทำความสะอาดของพื้นผิว (Cleanability) (Available from://www.nanonet.go.jp/nstitu/mailmag/2005/044a.html [2007, Feb24]; http://aspdin.wifa.unileipzig.de/nstitute/lacer/lacer05/105_19.pdf)



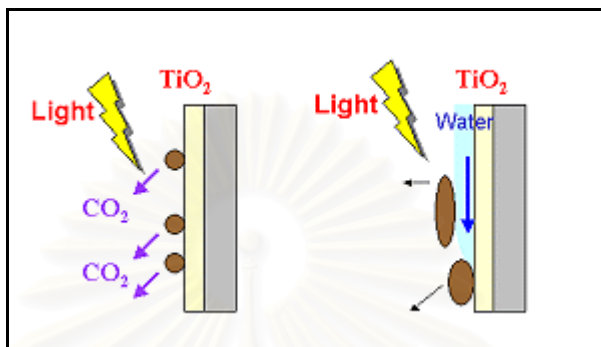
(ก)

(ข)

รูปที่ 12 แสดงความชอบน้ำที่พื้นผิว ก. คือมุมสัมผัสมาก ความชอบน้ำต่ำ (Hydrophobic surface) ข. คือมุมสัมผัสน้อย ความชอบน้ำสูง (Hydrophilic surface)

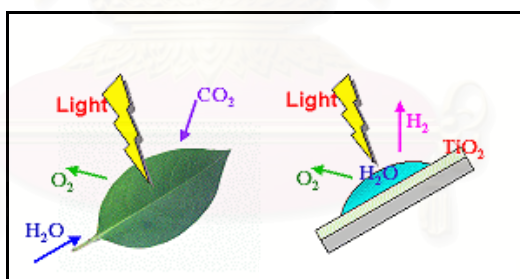
วัสดุที่เคลือบด้วยไททาเนียมไดออกไซด์ จะมีมุมสัมผัสต่ำมาก (น้อยกว่า 1 องศา) เมื่อหยดน้ำลงไป น้ำจะไม่ใช่ทรงกลมแต่จะแผ่ราบเป็นฟิล์มบนพื้นผิวเกิดภาวะความชอบน้ำสูง (Super-hydrophilicity) เนื่องจากแสงยูวีจะเอาอะตอมของออกซิเจนบางส่วนออกจากผิวของไททาเนียมไดออกไซด์ ทำให้บริเวณนั้นมีคุณสมบัติชอบน้ำ ส่วนบริเวณที่อะตอมของออกซิเจนไม่ถูกกำจัด จะมีภาวะไม่ชอบน้ำ เช่นถ้าบนพื้นผิวมีน้ำมันเกาะอยู่เมื่อให้น้ำไหลผ่านมันจะตกไปได้

น้ำมันและชะน้ำมันออกได้โดยง่าย จึงเป็นการทำความสะอาดด้วยตัวเองได้ซึ่งสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในปัจจุบัน เช่นการเคลือบกระจกรถด้านข้างหรือทำวัสดุภายนอกของอาคาร เป็นต้น (Available from: /http://www.nanonet.go.jp/english/mailmag/2005/044a.html[2007,Mar 15])



รูปที่ 13 แสดงการทำความสะอาดด้วยตัวเองของการกระตุ้นด้วยแสงของไททาเนียมออกไซด์ (ที่มา: <http://www.nanonet.go.jp/english/mailmag/2005/044a.html>[2007, Feb21])

นอกจากนี้เมื่อแสงยูวีมากกระตุ้นไททาเนียมไดออกไซด์ จะทำให้น้ำแตกตัวเป็นไฮโดรเจนกับออกซิเจน ซึ่งเกิดออกซิไดซ์ได้มาก จึงสามารถย่อยสลายแบคทีเรีย สารอินทรีย์ และอนินทรีย์ได้หลายชนิด



รูปที่ 14 แสดงปฏิกิริยาการสังเคราะห์แสงของพืช ซึ่งมีพื้นฐานเหมือนปฏิกิริยากระตุ้นด้วยแสงของไททาเนียมออกไซด์

(ที่มา: <http://www.nanonet.go.jp/english/mailmag/2005/044a.html>[2007, Feb21])

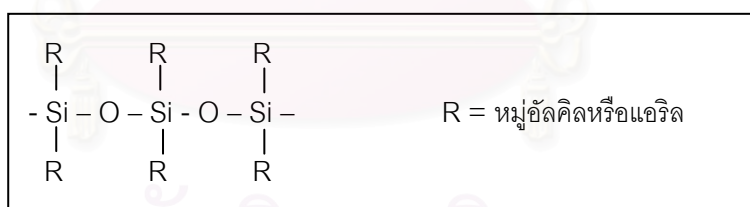
การเคลือบพื้นเทียมตามวิธีต่างๆจะให้ผลลดการยึดเกาะของคราบจุลินทรีย์ ซึ่งทำให้พื้นเทียมมีความสวยงามมากขึ้น ผู้ป่วยจะรู้สึกสะอาด รับรู้รสและกลิ่นได้ดีขึ้น นอกจากนี้การเคลือบพื้นเทียมยังทำให้ผู้ป่วยสามารถทำความสะอาดพื้นเทียมได้ง่ายขึ้นด้วย เพราะการเคลือบจะมีผลให้ผิวพื้นเทียมเรียบขึ้น ซึ่งการใช้ไททาเนียมไดออกไซด์มาเคลือบก็เป็นอีกวิธีหนึ่งที่ทำให้พื้นเทียมสามารถทำความสะอาดได้ง่ายขึ้นด้วยเช่นกัน Kado และคณะ (2005) ได้ทำการทดลองใช้ไททาเนียมไดออกไซด์มาเคลือบที่ผิวพื้นเทียมเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำความสะอาดกับพื้น

เทียมที่ไม่ได้เคลือบผิวแต่มีการขัดแบบปกติ พบว่าเมื่อเคลือบพื้นเทียมด้วยไททาเนียมไดออกไซด์ พื้นเทียมจะมีความขรุขระที่ผิว (Surface roughness) มากขึ้น และมีมุมสัมผัสลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ขัดปกติ ทำให้พื้นเทียมที่เคลือบด้วยไททาเนียมไดออกไซด์สามารถทำความสะอาดได้ง่ายขึ้น อธิบายได้โดยการศึกษาของ Chow (1998) ซึ่งพบว่าพื้นผิวขรุขระจะมีมุมสัมผัสต่ำและมีความเปียก (wetting) มากขึ้น

6.2.2 ซิลิโคน พอลิเมอร์

ฟิล์มพอลิเมอร์ชนิดอินทรีย์มีข้อดีเมื่อเปรียบเทียบกับฟิล์มพอลิเมอร์ชนิดอินทรีย์ในแง่ของคุณสมบัติทางกลคือ มีความหนาแน่นกว่า (Dense) แข็งแรงกว่า (Strength) ยืดหยุ่นมากกว่า (Ductility) และมีพันธะเคมีที่มีความคงทน (Stable) ในสิ่งแวดล้อม เมื่อนำฟิล์มของพอลิเมอร์ชนิดอินทรีย์เช่นซิลิโคน พอลิเมอร์มาเคลือบบนพื้นเทียมทำให้สามารถป้องกันพื้นเทียมจากการซึมผ่านของอาหาร ยับยั้งการยึดเกาะของแบคทีเรียและเชื้อราได้ (Available from://http://ieeexplore.ieee.org/iel3/4462/12647/00583252pdf[2007, Apr12])

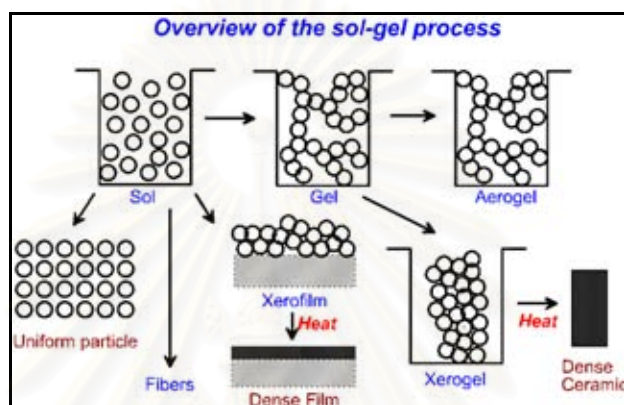
ซิลิโคนเรซิน เป็นพอลิเมอร์ชนิดอินทรีย์ ใช้ประโยชน์มากในทางอุตสาหกรรม มีหลายประเภทขึ้นอยู่กับน้ำหนักโมเลกุลและหมู่อินทรีย์ที่ต่ออยู่กับซิลิกอน ในทางการค้าส่วนใหญ่ ซิลิโคนเรซิน จะมีโครงสร้างเป็นโซ่ ประกอบด้วยซิลิกอน (Si) อยู่สลับกับออกซิเจน (O) โดยมีหมู่อินทรีย์ต่ออยู่กับอะตอมของซิลิกอน



รูปที่ 15 แสดงโครงสร้างของซิลิโคน พอลิเมอร์

เนื่องจากมีสารอินทรีย์ของซิลิกอนและออกซิเจนเป็นส่วนประกอบหลัก มันจึงเฉื่อย (Inert) ไม่เกิดการออกซิไดซ์ต่อ และไม่เกิดรอยแตก (Crack) หรือสูญเสียความหนา (Lose thickness) ได้ง่าย สารเคลือบผิวนี้จะแข็งเป็นมันวาว และมีการยึดเกาะแน่นด้วย (Available from://www.ameroncoatings.com/techcenter/docs/Evolutionofsiloxaneepoxycoatings.pdf 2007, Feb21]) การทำให้ซิลิโคน พอลิเมอร์มายึดกับเรซินอะคริลิกได้ต้องอาศัยสารคั่นกลางเป็นตัวเชื่อมคือไฮเลน ซึ่งได้จากกระบวนการโซลเจล (Sol-Gel) คือการเปลี่ยนสถานะจากของเหลวที่

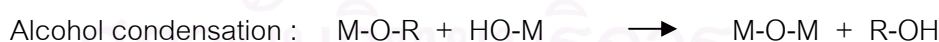
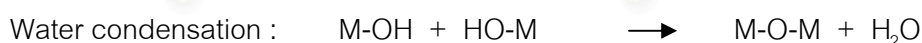
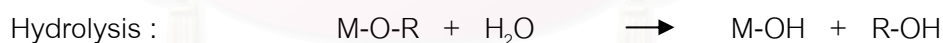
เรียกว่าโซล ซึ่งส่วนมากอยู่ในรูปของสารแขวนลอย (Colloidal) ที่มีขนาดอนุภาคประมาณ 0.1-1 ไมครอน เป็นของแข็งที่เรียกว่าเจล กระบวนการโซลเจลเป็นเทคโนโลยีการผลิตที่ทำได้ที่อุณหภูมิห้อง จึงสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้หลายรูปแบบ เช่นผงละเอียด ฟิล์มบาง เส้นใยและวัสดุก้อน ซึ่งเป็นสารตั้งต้นสำหรับการผลิตผลิตภัณฑ์ต่างๆต่อไป เช่นแก้วซิลิกา สารเคลือบผิว ป้องกันการสึกกร่อน และการเกาะติดผิวของน้ำ เป็นต้น



รูปที่ 16 แสดงกระบวนการโซลเจล

(ที่มา www.phys.suwon.ac.kr/~jgyoon/lab/solgel.htm[2007,Mar11])

ปฏิกิริยาที่สำคัญที่เกิดขึ้นในกระบวนการโซลเจลหรือการสังเคราะห์ไฮเลนคือไฮโดรไลซิส การคอนเดนเซชันของน้ำและแอลกอฮอล์ ดังสมการ

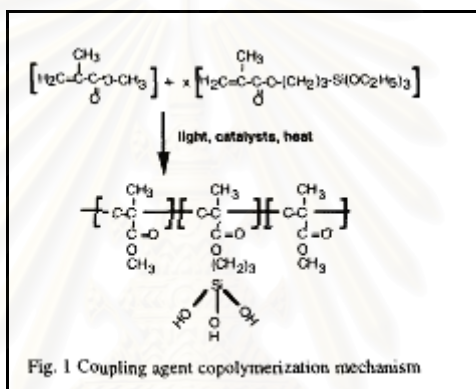


สารประกอบที่ได้จะเกิดปฏิกิริยาคอนเดนเซชันต่อไปจนกลายเป็นซิลิกา เน็ตเวิร์ค (Silica network) อยู่ในสภาวะที่เรียกว่าเจล และเกิดปฏิกิริยาพอลิคอนเดนเซชันต่อไป

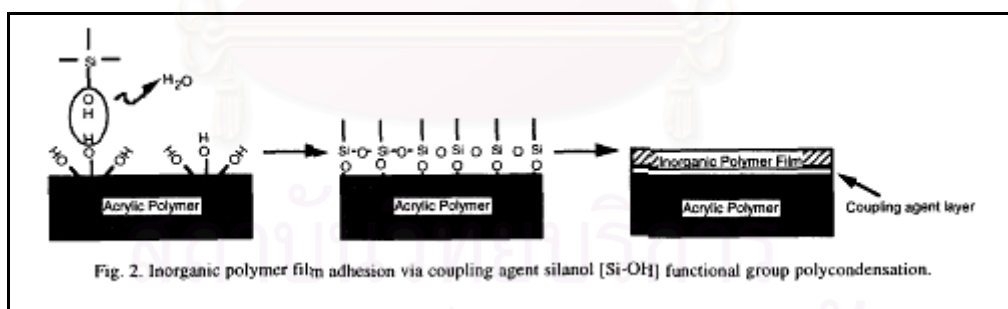
ไฮเลนเป็นสารที่ได้จากกระบวนการโซลเจล เป็นกลุ่มของสารประกอบอินทรีย์ซึ่งประกอบด้วยซิลิกอนอะตอมที่มี 2 หมู่ในสูตรโครงสร้างคือ ส่วนที่เป็นหมู่อินทรีย์ (organic functional เช่น vinyl-, allyl-, amino- และอื่นๆ) สามารถพอลิเมอไรซ์กับสารอินทรีย์ได้ กับหมู่อัลคอกซี (alkoxy เช่น methoxy, ethoxy และอื่นๆ) สามารถทำปฏิกิริยากับสารอนินทรีย์ได้ ทำให้

ไซเลนสามารถยึดวัสดุอินทรีย์ให้ติดกับเรซินอินทรีย์และเกิดพันธะโควาเลนต์ที่แข็งแรงระหว่างผิวทั้งสอง (Goyal, 2006) จึงใช้เป็นสารเชื่อมยึดระหว่างเรซินอะคริลิกกับซิลิโคนพอลิเมอร์ได้

Thorne และ Vittori (1997) ทำการทดลองเคลือบซิลิโคนพอลิเมอร์ ซึ่งเป็นสารอินทรีย์บนเรซินอะคริลิก โดยใช้วิธีโซล-เจล ให้เกิดเป็นฟิล์มบางๆ บนผิวเรซินอะคริลิก โดยใช้ไซเลนเป็นตัวเชื่อม (รูปที่ 17 และ 18) และทดสอบความแข็งของฟิล์มพอลิเมอร์ชนิดอินทรีย์เพื่อดูค่าความแข็งแบบนูน พบว่าหลังการเคลือบผิวเรซินอะคริลิก จะมีความแข็งเพิ่มขึ้น และต้านต่อการสึกได้ดีเมื่อเปรียบเทียบกับเรซินอะคริลิกที่ไม่ได้เคลือบ เพราะมีการเชื่อมโยงเกิดขึ้นที่สารเคลือบผิวอินทรีย์ เพราะฉะนั้นฟิล์มพอลิเมอร์ชนิดอินทรีย์จึงมีความแข็งที่สามารถต้านต่อการสึกได้ดี



รูปที่ 17 แสดงกลไกการเกิดปฏิกิริยาของไซเลน



รูปที่ 18 แสดงการยึดเกาะของไซเลนบนผิวเรซินอะคริลิกกับฟิล์มพอลิเมอร์ชนิดอินทรีย์

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

1. วัสดุที่ใช้ในการวิจัย

1.1 เรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อน (Triplex[®] Hot, Ivoclar vivadent AG, Liechtenstein. powder LOT H35504 / monomer LOT No. J00387)

1.2 สารเคลือบผิว 3 ผลิตภัณฑ์ แสดงดังตาราง

Product name	Curing method	Batch No.	Manufacturer
Bosworth Glaze [™]	Solvent base	0407-350-x	Bosworth company, USA.
Palaseal [®]	Light-activated	010111	Heraeus/Kulzer, Wehrheim, Germany
Plaquit	Light-activated	406501	Dreve Dentamid GmbH, Germany

ตารางที่ 2 แสดงสารเคลือบผิว 3 ผลิตภัณฑ์ที่ใช้ทดสอบ



รูปที่ 19 แสดงสารเคลือบผิว 3 ผลิตภัณฑ์ที่ใช้ทดสอบ

1.3 สารทำความสะอาดฟันเทียม 4 ผลิตภัณฑ์ แสดงดังตาราง

Product name	Important Ingredients	Batch No.	Manufacturer
Polident	Sodium bicarbonate, Citric acid, Sodium perborate	5T05081A	GlaxoSmithKline, Ireland
Fitty [®] Dent	Sodium Bicarbonate, Sodium perborate	600109	Fittydent international GmbH, Austria
Steradent	Sulfamic acid 10g/Kg	0054802	Reckitt Benckiser (Overseas) Ltd. U.K.
Bonyplus	Sodium bicarbonate, Citric acid	HE-14	Bonyf AG, Liechtenstein, Switzerland

ตารางที่ 3 แสดงสารทำความสะอาดฟันเทียม 4 ผลิตภัณฑ์ที่ใช้ทดสอบ



รูปที่ 20 แสดงสารทำความสะอาดฟันเทียม 4 ผลิตภัณฑ์ที่ใช้ทดสอบ

- 1.4 บุนหรี (กรองทิพย์) ผลิตเมื่อวันที่ 4 ตุลาคม 2550 จำนวน 12 ซอง
- 1.5 กระดาษทรายเบอร์ 360 และ 600
- 1.6 ปลาสเตอร์หิน
- 1.7 ปูนปลาสเตอร์
- 1.8 แ่งไขัดมัน
- 1.9 น้ำกลั่น

2. อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

- 2.1 ภาชนะหล่อแบบพื้นเทียมทองเหลือง (Hanau flask)
- 2.2 เครื่องปั๊มเรซินอะคริลิกด้วยความร้อน
- 2.3 เครื่องอัดพลาสติกไฮดรอลิก
- 2.4 กล่องสำหรับอบควันบุหรี่ (smoking chamber)
- 2.5 แก้วน้ำ
- 2.6 ถ้วยตวง
- 2.7 นาฬิกาจับเวลา
- 2.8 ตู้ดูดควัน
- 2.9 บั๊มดูดอากาศ
- 2.10 ตู้อบแสง (light oven รุ่น Dreve Max-Planck-str.31)
- 2.11 เครื่องผสมสารให้เข้ากัน (Vortex-Genie 2™)
- 2.12 เครื่องมือจับชิ้นงาน
- 2.13 เครื่องปาดสารเคลือบผิว
- 2.14 เครื่องทดสอบความแข็งแบบจุลภาค (Microhardness Tester รุ่น FM-700e TYPE D, FUTURE-TECH, Japan) และหัวกดรูป (Knoop indenter)



รูปที่ 21 แสดงเครื่องทดสอบความแข็งแบบจุลภาค

2.15 เครื่องวัดสี (Spectrocolorimeter รุ่น UltraScan XE, Hunter Lab, USA)



รูปที่ 22 แสดงเครื่องวัดสี

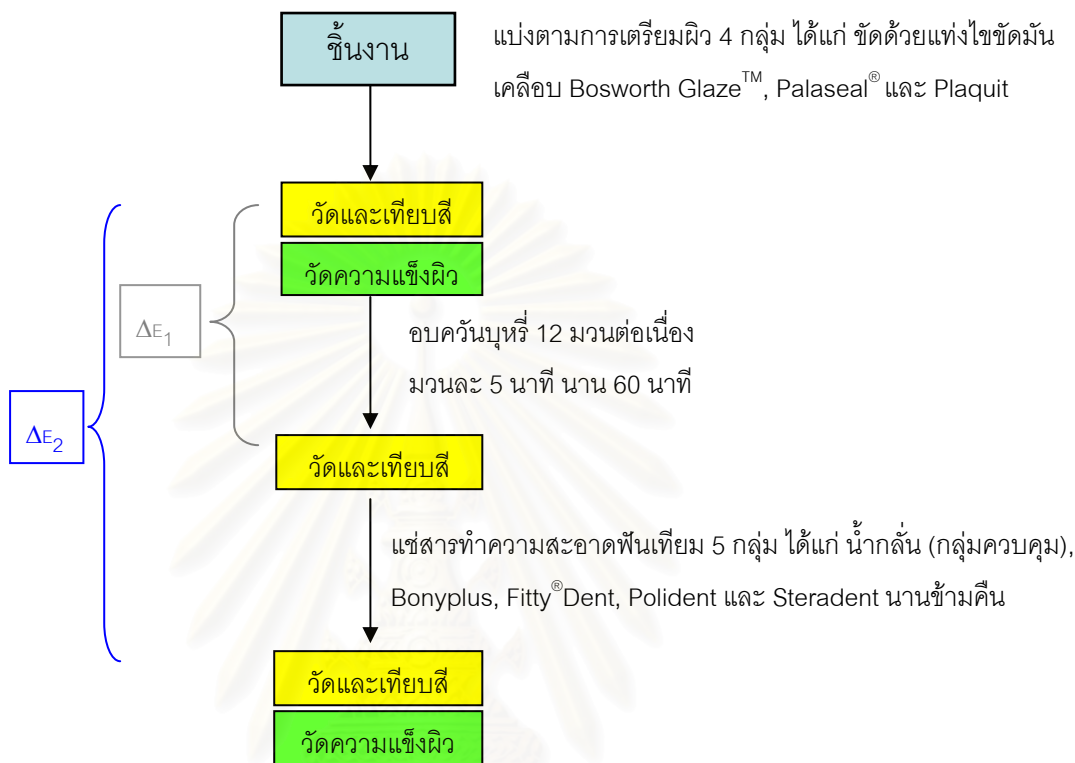
3. วิธีการวิจัย

การศึกษานี้แบ่งเป็น 2 ตอนคือวัดการเปลี่ยนสีและทดสอบความแข็งผิวของเรซินอะคริลิกที่ได้รับการเตรียมผิวแตกต่างกัน โดยทำการวัดสีตอนเริ่มต้น ภายหลังจากอบวันนุหรี และภายหลังจากแช่ในสารทำความสะอาดฟันเทียมนานข้ามคืน (Overnight) สำหรับการทดสอบความแข็งผิวจะวัดตอนเริ่มต้น และภายหลังจากแช่สารทำความสะอาดฟันเทียม โดยมีจำนวนชิ้นงานเรซินอะคริลิก 200 ชิ้น ซึ่งแบ่งเป็นกลุ่มละ 10 ชิ้นดังตาราง

การเตรียมผิวชิ้นงาน แช่สาร ทำความสะอาดฟันเทียม	ขัดด้วยแท่ง ไขขัดมัน	เคลือบ Bosworth Glaze™	เคลือบ Palaseal®	เคลือบ Plaquit
น้ำกลั่น (กลุ่มควบคุม)	10	10	10	10
Bonyplus	10	10	10	10
Fitty® Dent	10	10	10	10
Polident	10	10	10	10
Steradent	10	10	10	10

ตารางที่ 4 แสดงการจัดการกลุ่มตัวอย่าง

4. การจัดการกลุ่มตัวอย่าง ทดลองตามลำดับดังนี้



5. ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

ประกอบด้วย 8 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนการเตรียมชิ้นงานตัวอย่าง ขั้นตอนการเคลือบผิวชิ้นงาน ขั้นตอนการเตรียมกล่องสำหรับอบคั่ววันนุหรี ขั้นตอนการอบคั่ววันนุหรี ขั้นตอนการทำความสะอาดชิ้นงาน ขั้นตอนการแช่สารทำความสะอาดฟันเทียม ขั้นตอนการวัดสี และขั้นตอนการวัดความแข็งผิว

5.1 ขั้นตอนการเตรียมชิ้นงานตัวอย่าง

เตรียมเรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อน ให้มีขนาด 15X15X3 มิลลิเมตร จำนวน 200 ชิ้น ตามวิธีการที่บริษัทผู้ผลิตกำหนด หลังจากนั้นเตรียมพื้นผิวสำหรับการทดสอบจำนวน 4 กลุ่ม กลุ่มละ 50 ชิ้น ได้แก่ กลุ่มขัดปกติด้วยแท่งไขขัดมัน (Conventionally polished) สำหรับใช้เป็นกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ใช้สารเคลือบผิวประกอบด้วย Bosworth Glaze™, Palaseal® และ Plaquit โดย

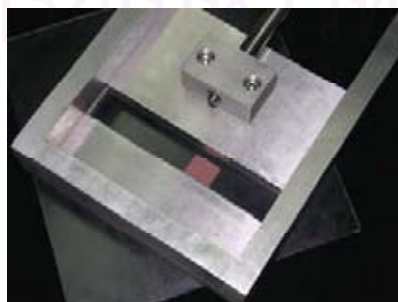
ขัดกระดาษทรายเบอร์ 360 และ 600 หลังจากนั้นในกลุ่มควบคุมขัดด้วยผงขัด (Pumice) แล้วจึงตามด้วยแท่งไขขัดมันจนเกิดความมันเงาทั่วทั้งชิ้น

5.2 ขั้นตอนการเคลือบผิวชิ้นงาน

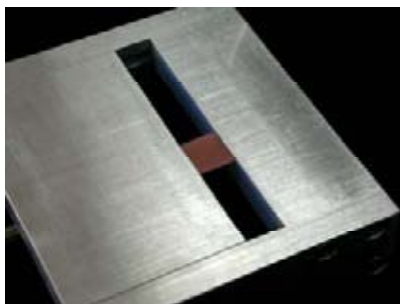
ก่อนการเคลือบผิว นำชิ้นงานเรซินอะคริลิกที่ผ่านการขัดเรียบด้วยกระดาษทรายเบอร์ 360 และ 600 ตามลำดับ มาทำความสะอาดด้วยเครื่องทำความสะอาดคลื่นไฟฟ้าฟอโน 5 นาที และทำให้แห้งตามมาตรฐานของ ADA ข้อที่ 12 ว่าด้วยเรื่องฐานฟันเทียมพอลิเมอร์ คือเก็บในซิลิกาเจลที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง ตามด้วยอุณหภูมิห้องอีก 1 ชั่วโมง เมื่อแห้งสนิทแล้ว จึงทำการเคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิว 3 ผลิตภัณฑ์ ผลิตภัณฑ์ละ 50 ชิ้น โดยเริ่มจากวางเครื่องจับชิ้นงานคว่ำหน้าลงไปบนแผ่นกระจกเรียบ วางชิ้นงานลงไปตามร่องสำหรับจับชิ้นงาน โดยให้ผิวหน้าของชิ้นงานสัมผัสกับผิวกระจก (รูปที่ 23ก. และ ข.) จากนั้นหมุนสกรูเข้าไปให้จับชิ้นงานได้อย่างมั่นคงและยึดอยู่กับที่ แล้วจึงหยายเครื่องจับชิ้นงานตั้งตามปกติและพร้อมสำหรับการเคลือบผิวต่อไป (รูปที่ 23ค.)



รูปที่ 23 ก. เครื่องจับชิ้นงาน



รูปที่ 23 ข. วางชิ้นงานบนแผ่นกระจกเรียบในลักษณะคว่ำ

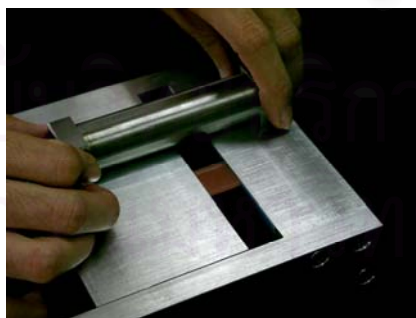


รูปที่ 23 ค. ชิ้นงานอยู่ในระนาบเรียบบนเครื่องจับชิ้นงาน

เมื่อชิ้นงานอยู่ในระนาบเรียบแล้ว ใช้ฟูกันจุ่มสารเคลือบผิวป้ายที่ผิวหน้าชิ้นงานให้ทั่วโดยทาไปในทิศทางเดียวกัน หลังจากนั้นปาดให้เรียบด้วยเครื่องปาดสารเคลือบผิวที่มีความหนา 75 ไมครอน จะได้ความหนาประมาณ 60-100 ไมครอน โดยสารเคลือบผิวชนิดที่บ่มด้วยแสง (Palaseal[®] และ Plaquit) จะบ่มนาน 5 นาที ส่วนชนิดที่อยู่ในตัวทำละลาย (Bosworth Glaze[™]) จะปล่อยให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง ตามรูปที่ 24 ก. ข. และ ค.



รูปที่ 24 ก. เครื่องปาดสารเคลือบผิว แบ่งตามความหนาในแต่ละด้าน



รูปที่ 24 ข. ปาดสารเคลือบผิวบนระนาบเรียบของเครื่องจับชิ้นงาน



รูปที่ 24 ค. บ่มในตู้อบแสง

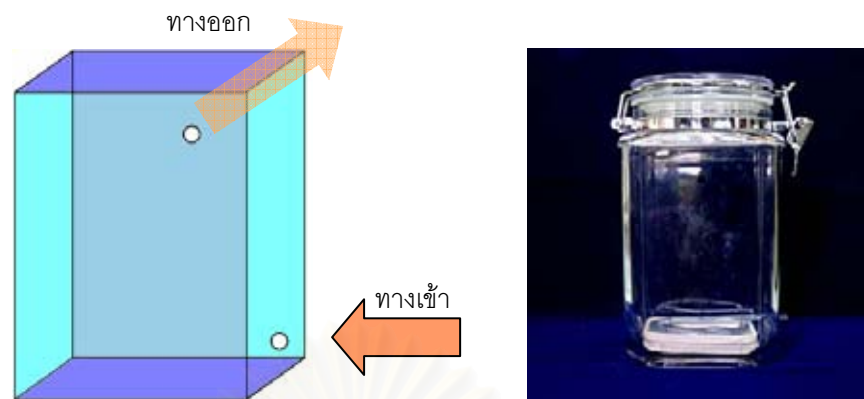
จะได้ชิ้นงานเวชินอะคริลิกที่เตรียมผิวเรียบร้อยแล้วดังรูปที่ 25



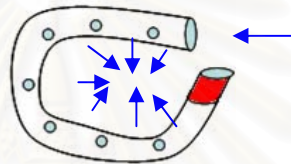
รูปที่ 25 แสดงผิวขัดมันด้วยแท่งไขขัดมัน เคลือบผิวด้วย Bosworth Glaze™ Palaseal® และ Plaquit ตามลำดับ

5.3 ขั้นตอนการเตรียมกล่องสำหรับอบควันบุรี

นำกล่องปิดผนึกขนาด 5X5X12 นิ้ว มาเจาะรูด้านข้างของกล่องบริเวณมุมขวาล่างเพื่อต่อกับท่อสำหรับนำควันบุรีเข้าไปในกล่อง โดยท่อจะวางขดอยู่ที่ก้นกล่องและปิดส่วนปลายด้วยขี้ผึ้ง เจาะรูที่ท่ออย่างให้เป็นทางออกของควันบุรีเข้ามาในกล่อง 7 รู ระยะห่างเท่าๆกัน ผนังด้านตรงข้ามบริเวณด้านบนของกล่องจะต่อกับปั๊มดูดสุญญากาศเพื่อดูดควันบุรีออก ตามรูปที่ 26 ก. ข. และ ค.



รูปที่ 26 ก. แสดงทางเข้าและออกของควันบุรีในกล่องปิดผนึก



รูปที่ 26 ข. แสดงท่ออย่างปิดส่วนปลายด้วยซีฟิ่งและเจาะรูระยะห่างเท่าๆ กัน

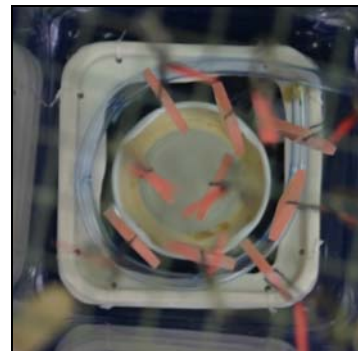


รูปที่ 26 ค. แสดงการต่อปั๊มดูดสุญญากาศเข้ากับกล่องสำหรับอบควันบุรี

ชิ้นงานจะถูกแขวนลงมาจากด้านบนของกล่องให้อยู่ในระดับเดียวกับทางเข้าของควันบุรี โดยในกล่องจะมีภาชนะใส่น้ำเพื่อให้เกิดความชื้นเกิดขึ้นด้วยตามรูปที่ 27ก. และ ข.



รูปที่ 27 ก. มองจากด้านข้าง



รูปที่ 27 ข. มองจากด้านบน

5.4 ขั้นตอนการอบควันบุหรี่

นำชิ้นงานตัวอย่างไปแช่น้ำกลั่น เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 7 วัน เมื่อครบกำหนด สุ่มเลือกมากลุ่มละ 10 ชิ้น นำไปแขวนกับตะแกรงของกล่องสำหรับอบควันบุหรี่ ให้อยู่ในระดับเดียวกับทางเข้าของควันบุหรี่ การจุดบุหรี่จะจุดครั้งละ 1 มวน โดยมีอัตราการเผาไหม้ 50-70 วินาทีต่อมวน อบควันในกล่องนาน 5 นาที จุดต่อเนื่องทั้งหมด 12 มวน ดังนั้นในการอบควันบุหรี่ 1 รอบจะใช้เวลารวม 60 นาที และเพื่อไม่ให้เป็นอันตรายต่อคนรอบข้าง การทดลองนี้จึงทำภายใต้ตู้ดูดควัน

5.5 ขั้นตอนการทำความสะอาดชิ้นงาน

หลังจากครบกำหนดเวลาแล้วนำชิ้นงานมาทำความสะอาดโดยแกว่งในน้ำกลั่นเพื่อกำจัดเศษสิ่งสกปรกด้วยเครื่องผสมสารให้เข้ากัน ทำครั้งละ 1 ชิ้น โดยใช้ปริมาณน้ำ 20 ลูกบาศก์เซนติเมตร ความแรงของเครื่องเท่ากับ 1 และใช้เวลาการแกว่งนาน 1 นาที



รูปที่ 28 ก. แสดงเครื่องผสมสารให้เข้ากัน (Vortex-Genie 2™)



รูปที่ 28 ข. แสดงวิธีทำความสะอาดชิ้นงาน

หลังจากทำความสะอาดแล้วทำการซับแห้งด้วยกระดาษซับจนไม่เห็นหยดน้ำบนชิ้นงาน และทิ้งไว้ให้แห้งในอากาศอีก 15 วินาทีจึงทำการวัดสีและความแข็งผิวต่อไป

5.6 ขั้นตอนการแช่สารทำความสะอาดพื้นเทียม

แยกชิ้นงานออกตามประเภทของสารเคลือบผิว แบ่งเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 5 ชิ้นเพื่อแช่ในสารทำความสะอาดพื้นเทียม โดยในแต่ละกลุ่มจะใช้น้ำกลั่น 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร แชวนชิ้นงานให้จมอยู่ในน้ำ ใส่สารทำความสะอาดพื้นเทียมตามกลุ่มที่ทดสอบ 1 เม็ดต่อน้ำกลั่น 1 แก้ว (100 ลูกบาศก์เซนติเมตร) ตามรูปที่ 29 โดยมีน้ำกลั่นเป็นกลุ่มควบคุม ทำการแช่ทิ้งไว้ข้ามคืน หลังจากนั้นทำความสะอาดโดยแกว่งในน้ำกลั่นด้วยเครื่องผสมสารให้เข้ากันตามขั้นตอนการทำความสะอาดชิ้นงาน แล้วจึงนำมาวัดสีและความแข็งผิวต่อไป



รูปที่ 29 แสดงวิธีแช่สารทำความสะอาดพื้นเทียม

5.7 ขั้นตอนการวัดสี

ข้อกำหนด: พื้นที่ผิวบริเวณที่ต้องการวัด มีขนาดใหญ่กว่าช่องรับแสง และมีผิวแบนเรียบ เพื่อให้ปิดช่องรับแสงที่ตกกระทบจากเครื่องทดสอบได้หมด โดยไม่ให้แสงลอดออกมาได้ ชั่งงานมีขนาด 15X15 ตารางมิลลิเมตร จึงสามารถครอบคลุมช่องรับแสงที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 มิลลิเมตรได้ทั้งหมด กำหนดให้มีการเทียบสีกับสีมาตรฐานก่อนการวัดชั่งงานทุกครั้ง

ขั้นตอนการวัดสีเริ่มจากทำความสะอาดชั่งงานเรซินอะคริลิกด้วยเครื่องทำความสะอาดคลื่นไฟฟ้าและแช่ในน้ำกลั่นก่อนเป็นเวลา 7 วัน ชั้บให้แห้งด้วยกระดาษซับที่สะอาด หลังจากนั้นนำชั่งตัวอย่างเรซินอะคริลิก มาวัดสีซึ่งจะวัด 3 ครั้งคือภายหลังจากเตรียมพื้นผิวชั่งงานเรซินอะคริลิกเรียบร้อยแล้ว ภายหลังอบควันบุหรี่และทำความสะอาดเรียบร้อยแล้วและภายหลังผ่านการแช่ในสารทำความสะอาดพื้นเทียบนานข้ามคืนและทำความสะอาดเรียบร้อยแล้วเช่นกัน โดยตำแหน่งที่วัดจะเป็นตำแหน่งเดิมทุกครั้งจากการทำสัญลักษณ์ไว้ที่เครื่องวัดสีตามรูปที่ 30



รูปที่ 30

นำชั่งตัวอย่างเรซินอะคริลิกวางแนบกับช่องวัดสีซึ่งจะทำการเปลี่ยนพื้นหลังของชั่งดูดซับสีเป็นสีขาวสลับกับสีดำตามลำดับในการวัดแต่ละครั้ง ตามรูปที่ 31



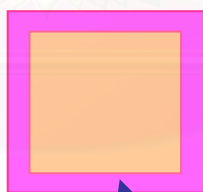
รูปที่ 31

เครื่องจะทำการวัดสี่ 5 ครั้งและให้ผลเป็นค่าเฉลี่ยโดยอัตโนมัติ บันทึกค่าเฉลี่ยที่ได้ของแต่ละชิ้นงานเป็นค่า $L^* a^* b^*$ หลังจากวัดสี่ครบทุกชิ้นงานแล้ว จึงหาผลต่างของสี่ (ΔE^*) โดยเปรียบเทียบระหว่างก่อนและหลังอบควันบุหรี่ (ΔE^*_1) กับก่อนอบควันบุหรี่และหลังแช่ในสารทำความสะอาดพื้นเทียบม่านข้ามคืน (ΔE^*_2) โดยใช้สูตร $\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$

5.8 ขั้นตอนการวัดความแข็งแรงผิว

ข้อกำหนด: จะใช้หัวกดเพชรแบบนูนปกดลงบนผิวชิ้นงานที่ต้องการวัดด้วยแรงกดคงที่ 50 กรัม ระยะเวลา 15 วินาที จนเกิดรอยกดบนผิวชิ้นงาน วัดขนาดเส้นทแยงมุมของรอยกดเพื่อใช้คำนวณค่าความแข็งแรงผิว

ขั้นตอนการวัดความแข็งแรงผิวจะทำหลังจากขั้นตอนการวัดสี่แล้ว โดยการวัดความแข็งแรงผิวจะวัด 2 ครั้งคือวัดหลังจากเตรียมพื้นผิวชิ้นงานเรซินอะคริลิกเรียบร้อยแล้ว และวัดหลังจากแช่ในสารทำความสะอาดพื้นเทียบม่านข้ามคืนและทำความสะอาดเรียบร้อยแล้วเช่นกัน ตามมาตรฐานการทดสอบคือผิวต้องเรียบ ปราศจากฝุ่นหรือวัสดุเคลือบที่สกปรก โดยจะวัดความแข็งแรงผิวทุกชิ้นงานแต่ละชิ้นงานวัด 6 ตำแหน่งซึ่งจะอยู่ห่างจากขอบนอกของชิ้นงานเข้ามา 1 ถึง 3 มิลลิเมตร การวัดภายในตำแหน่งนี้เพื่อไม่ให้รอยกดมีผลต่อผิวของชิ้นงานเรซินอะคริลิกในขั้นตอนการวัดสี่ครั้งต่อไป ตามรูปที่ 32



รูปที่ 32 แสดงบริเวณที่ใช้วัดความแข็งแรงผิว

นำชิ้นตัวอย่างเรซินอะคริลิกที่ผ่านการทำความสะอาดแล้วมายึดเข้ากับฐานจับชิ้นตัวอย่างของเครื่องวัดความแข็งแรงผิวแบบจุลภาค โดยวางชิ้นงานตัวอย่างบนระนาบเรียบและให้ชิ้นงานขนานกับพื้น แล้วเลือกกดบริเวณที่มีพื้นผิวเรียบสม่ำเสมอไม่มีรูพรุน ซึ่งดูได้จากกล้องจุลทรรศน์ของเครื่องวัดความแข็งแรงผิว ใช้หัวกดนูนปกดด้วยแรง 50 กรัม เป็นเวลา 15 วินาที ตรวจดูลักษณะรอยกดที่ได้จากกล้องจุลทรรศน์ โดยลักษณะรอยกดที่เกิดขึ้นต้องมีลักษณะเป็นรูปปิรามิดยาว ด้านทั้งสี่มีความยาวใกล้เคียงกัน ถ้ารอยกดที่ได้มีความแตกต่างไปจากนี้ จะไม่นำมาใช้เป็นข้อมูล และเลือกกดใหม่ในตำแหน่งอื่น จากนั้นวัดความยาวของเส้นทแยงมุม ซึ่งเครื่องจะคำนวณ

ออกมาเป็นค่าความแข็งผิวแบบนूप (Knoop Hardness Number-KHN) เครื่องทดสอบความแข็งแบบจุลภาคจะต่อเข้ากับ CCD เพื่อดูและเก็บภาพ บันทึกผลที่ได้ แล้วทำการทดสอบความแข็งผิวในตำแหน่งอื่นจนครบทุกกลุ่มตัวอย่าง

6. การเก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติด้วยโปรแกรม เอสพีเอสเอส รุ่น 11.0 โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One-Way Analysis of Variance) และการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทาง (Two-Way Analysis of Variance) สำหรับวิเคราะห์ผลต่างของสีภายหลังอบควันบุหรี่ และภายหลังแช่สารทำความสะอาดพื้นเทียมตามลำดับ ทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และใช้การทดสอบผลต่างค่าเฉลี่ยแบบจับคู่ (Paired sample T-test) ในการวิเคราะห์ความแข็งผิวดอนเริ่มต้นและหลังอบควันบุหรี่ตามด้วยการแช่สารทำความสะอาดพื้นเทียม

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การศึกษานี้แบ่งการวิเคราะห์ผลออกเป็น 2 ตอน ตอนแรกเป็นการวัดสีของชิ้นงานเรซินอะคริลิกโดยหาผลต่างของสีระหว่างชิ้นงานภายหลังการเตรียมผิวด้วยวัสดุต่างกัน 4 กลุ่ม ได้แก่กลุ่มขัดมันด้วยแท่งไขขัดมัน กลุ่มเคลือบผิวด้วย Bosworth Glaze™, Palaseal® และ Plaquit เปรียบเทียบกับภายหลังอบด้วยควันบุหรี่ และผลต่างของสีระหว่างชิ้นงานภายหลังอบด้วยควันบุหรี่และแช่ในสารทำความสะอาดฟันเทียมนานข้ามคืนซึ่งแบ่งเป็นอีก 5 กลุ่มย่อย ได้แก่ Bonyplus, Fitty® Dent, Polident และ Steradent เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมคือน้ำกลั่น โดยใช้เครื่องวัดสีซึ่งจะให้ค่าออกมาเป็น L^* a^* b^* และนำมาคำนวณเป็นผลต่างของสี (ΔE^*) อีกครั้ง ตอนที่สองเป็นผลการศึกษาเปรียบเทียบความแข็งผิวของชิ้นงานเรซินอะคริลิกภายหลังการเตรียมผิวด้วยวัสดุต่างๆกัน 4 กลุ่ม โดยเปรียบเทียบกับความแข็งผิวภายหลังการอบด้วยควันบุหรี่และแช่ในสารทำความสะอาดฟันเทียมนานข้ามคืนเช่นกัน

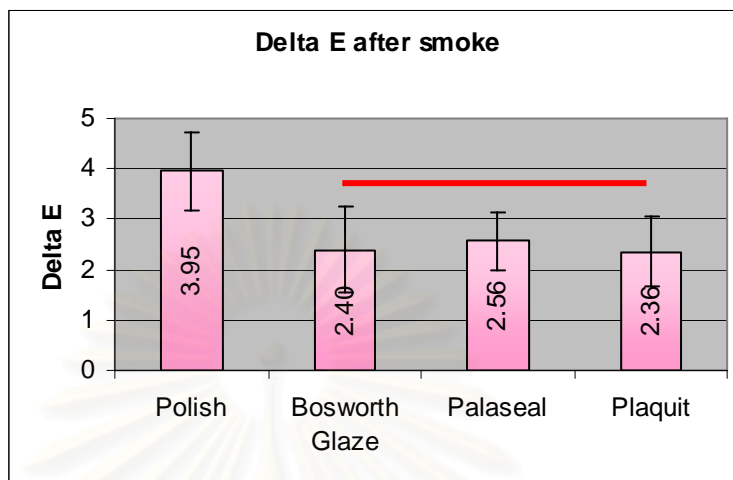
1. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการวัดสี

ผลการวัดและเทียบสีของเรซินอะคริลิกแบ่งการวิเคราะห์เป็น 2 ส่วน ส่วนที่ 1 เป็นการเปรียบเทียบผลต่างเฉลี่ยของสีของชิ้นงานภายหลังผ่านการอบด้วยควันบุหรี่ ระหว่างกลุ่มที่ขัดปกติด้วยแท่งไขขัดมันกับผิวเคลือบเรซินอะคริลิกแต่ละผลิตภัณฑ์ (ΔE_1) และส่วนที่ 2 เป็นการเปรียบเทียบผลต่างเฉลี่ยของสีของเรซินอะคริลิกระหว่างกลุ่มที่ขัดปกติด้วยแท่งไขขัดมันกับผิวเคลือบเรซินอะคริลิกแต่ละผลิตภัณฑ์ภายหลังผ่านการอบด้วยควันบุหรี่ และแช่ในสารทำความสะอาดฟันเทียมต่างชนิดกันนานข้ามคืน (ΔE_2) ผลการศึกษามีดังนี้

1.1 ผลการเปรียบเทียบผลต่างเฉลี่ยของสีของชิ้นงานภายหลังผ่านการอบด้วยควันบุหรี่ ระหว่างกลุ่มที่ขัดปกติด้วยแท่งไขขัดมันกับผิวเคลือบเรซินอะคริลิกแต่ละผลิตภัณฑ์ (ΔE_1)

ผลการทดสอบ ผลต่างเฉลี่ยของสี (ΔE_1) ภายหลังผ่านการอบด้วยควันบุหรี่นาน 60 นาที ระหว่างกลุ่มที่ขัดปกติด้วยแท่งไขขัดมันกับผิวเคลือบเรซินอะคริลิกแต่ละผลิตภัณฑ์ได้แก่

Bosworth Glaze™, Palaseal® และ Plaquit พบว่ามีค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เรียงตามลำดับได้แก่ 3.95 ± 0.77 , 2.40 ± 0.86 , 2.56 ± 0.56 และ 2.36 ± 0.70 ดังแสดงในรูปที่ 33



รูปที่ 33 แสดงผลต่างของสี (ΔE^*) ระหว่างผิวเรซินอะคริลิกที่แตกต่างกัน

— คือไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เมื่อวิเคราะห์ผลต่างของสีในแต่ละกลุ่มเพื่อดูการกระจายตัวของข้อมูลพบว่ามีค่า $p > 0.05$ แสดงว่าการกระจายตัวปกติและมีความแปรปรวนเท่ากัน จึงใช้การวิเคราะห์ด้วยความแปรปรวนแบบทางเดียว พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) จึงนำข้อมูลมาเปรียบเทียบเชิงซ้อนต่อเพื่อหาความแตกต่างระหว่างกลุ่มด้วยวิธีเตอร์เกย เฮชเอสดี (ตารางที่ 10 ในภาคผนวก) พบว่าผลต่างเฉลี่ยของสีภายหลังผ่านการอบด้วยควันบุหรี่นาน 60 นาที ในกลุ่มควบคุมคือ เรซินอะคริลิกที่ขัดด้วยแท่งไขขัดมันติดสีมากที่สุดต่างจากกลุ่มของเรซินอะคริลิกที่ใช้สารเคลือบผิวทุกผลิตภัณฑ์ คือ Bosworth Glaze™, Palaseal® และ Plaquit และกลุ่มเรซินอะคริลิกที่ใช้สารเคลือบผิวทุกผลิตภัณฑ์มีผลต่างเฉลี่ยของสีไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

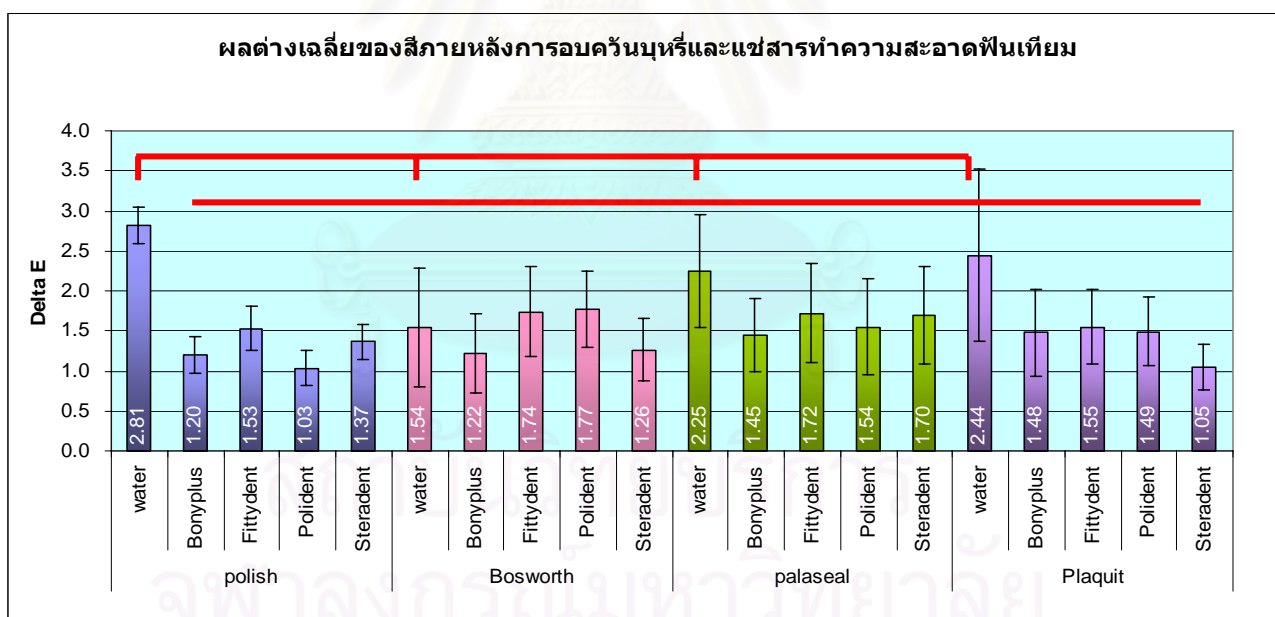
1.2 ผลต่างเฉลี่ยของสีของเรซินอะคริลิกภายหลังผ่านการอบด้วยควันบุหรี่และแช่ในสารทำความสะอาดฟันเทียมแต่ละชนิดนานข้ามคืน ระหว่างกลุ่มที่ขัดปกติด้วยแท่งไขขัดมันกับผิวเคลือบเรซินอะคริลิกแต่ละผลิตภัณฑ์ (ΔE_2)

ผลการทดสอบ ผลต่างเฉลี่ยของสีระหว่างเรซินอะคริลิกกลุ่มที่ขัดปกติด้วยแท่งไขขัดมันกับผิวเคลือบเรซินอะคริลิกแต่ละผลิตภัณฑ์ภายหลังผ่านการอบด้วยควันบุหรี่และแช่ในสารทำความสะอาดฟันเทียมต่างชนิดกันนานข้ามคืน (ΔE_2) พบว่าผลต่างเฉลี่ยของสีเมื่อแบ่งตามประเภทของการเตรียมผิวเรซินอะคริลิกและสารทำความสะอาดฟันเทียม แสดงตามตารางที่ 5

การเตรียมผิวเรซินอะคริลิก	ชนิดของสารทำความสะอาดฟันเทียม				
	ผลต่างเฉลี่ยของสี (ΔE_2)				
	น้ำกลั่น	Bonyplus	Fitty [®] Dent	Polident	Steradent
ขัดปกติด้วยแท่งไขขัดมัน	2.81±0.23	1.20±0.23	1.53±0.28	1.03±0.21	1.37±0.22
เคลือบ Bosworth Glaze [™]	1.54±0.75	1.22±0.49	1.74±0.56	1.77±0.48	1.26±0.39
เคลือบ Palaseal [®]	2.25±0.71	1.45±0.46	1.72±0.62	1.54±0.60	1.70±0.61
เคลือบ Plaquit	2.44±1.07	1.48±0.55	1.55±0.46	1.49±0.43	1.05±0.29

ตารางที่ 5 แสดงผลต่างเฉลี่ยของสีเมื่อแบ่งตามประเภทของการเตรียมผิวเรซินอะคริลิกและสารทำความสะอาดฟันเทียม

เมื่อเปรียบเทียบผลต่างเฉลี่ยของสีในชิ้นงานที่ผ่านการอบด้วยควันทูร์ และแช่ในสารทำความสะอาดฟันเทียมต่างชนิดกันนานข้ามคืนกับค่าเริ่มต้นก่อนผ่านกระบวนการทดสอบใดๆ (ΔE_2) แสดงดังรูปที่ 34



รูปที่ 34 แสดงผลต่างเฉลี่ยของสีในชิ้นงานที่ผ่านการอบควันทูร์ และแช่สารทำความสะอาดฟันเทียม (ΔE_2)

— คือไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ผลการวิเคราะห์ผลต่างเฉลี่ยของสีในชิ้นงานที่ผ่านการอบควันทูร์ และแช่สารทำความสะอาดฟันเทียมเมื่อทดสอบการกระจายตัว พบว่ามีค่า $p > 0.05$ แสดงว่ามีการกระจายตัวปกติ เมื่อวิเคราะห์ด้วยความแปรปรวนแบบ 2 ทาง (ตารางที่ 15 ในภาคผนวก) ปรากฏว่าชนิดของการ

เตรียมผิวไม่มีความสัมพันธ์ต่อสีของเรซินอะคริลิกที่อบด้วยวิธีตามด้วยการแช่สารทำความสะอาด สะอาดฟันเทียม แต่ชนิดของสารทำความสะอาดฟันเทียมมีความสัมพันธ์กับสีของเรซินอะคริลิกที่อบด้วยวิธีและตามด้วยการแช่สารทำความสะอาดฟันเทียม โดยพบว่าในกลุ่มเรซินอะคริลิกที่ขัดปกติดด้วยแท่งไขขัดมัน ภายหลังแช่น้ำกลั่นซึ่งเป็นกลุ่มควบคุมมีสีแตกต่างจากตอนเริ่มต้นมากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับสารทำความสะอาดฟันเทียม 4 ผลิตภัณฑ์ ได้แก่ Bonyplus, Fitty® Dent, Polident และ Steradent โดยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$ นอกจากนี้ยังแตกต่างจากกลุ่มเรซินอะคริลิกที่ใช้สารเคลือบผิวและแช่ในสารทำความสะอาดฟันเทียมทุกผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$ ด้วย ขณะที่ถ้าเปรียบเทียบเฉพาะในกลุ่มที่แช่น้ำกลั่นอย่างเดียว พบว่ากลุ่มที่เตรียมผิวต่างกันทั้งกลุ่มที่เคลือบผิวและกลุ่มควบคุมมีผลต่างเฉลี่ยของสีไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

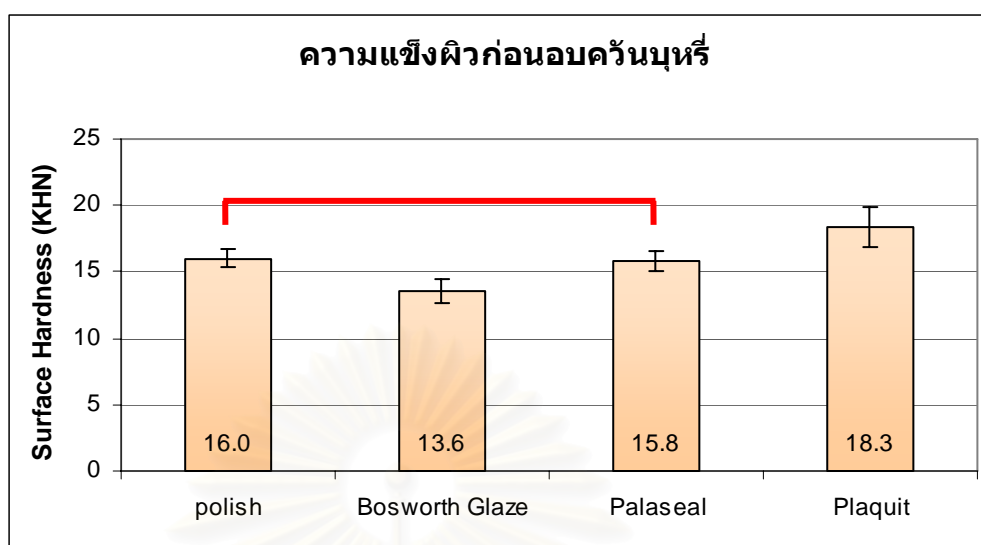
กลุ่มเรซินอะคริลิกที่ใช้สารเคลือบผิว ได้แก่ Bosworth Glaze™, Palaseal® และ Plaquit เมื่อแช่สารทำความสะอาดฟันเทียมหรือน้ำกลั่นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$ (ตารางที่ 15 ในภาคผนวก)

2. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการทดสอบความแข็งผิว

ผลการวิเคราะห์ความแข็งผิวของเรซินอะคริลิกแบ่งเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกเป็นการเปรียบเทียบความแข็งผิวเฉลี่ยระหว่างกลุ่มที่ขัดปกติดด้วยแท่งไขขัดมันกับผิวเคลือบเรซินอะคริลิกแต่ละผลิตภัณฑ์ และส่วนที่ 2 เป็นการเปรียบเทียบความแข็งผิวเฉลี่ยของเรซินอะคริลิกหลังจากผ่านการอบด้วยวิธีและแช่ในสารทำความสะอาดฟันเทียมนานข้ามคืน ผลการศึกษามีดังนี้

2.1 ผลการศึกษาเปรียบเทียบความแข็งผิวเฉลี่ยระหว่างกลุ่มที่ขัดปกติดด้วยแท่งไขขัดมันกับผิวเคลือบเรซินอะคริลิกแต่ละผลิตภัณฑ์

ผลการทดสอบความแข็งผิวเฉลี่ยระหว่างกลุ่มที่ขัดด้วยแท่งไขขัดมันซึ่งเป็นกลุ่มควบคุมกับผิวเคลือบเรซินอะคริลิกแต่ละผลิตภัณฑ์ ได้แก่ Bosworth Glaze™, Palaseal® และ Plaquit พบว่าความแข็งผิวเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน มีค่า 16.0 ± 0.7 , 13.6 ± 0.9 , 15.8 ± 0.7 และ 18.3 ± 1.5 KHN ตามลำดับ ดังรูปที่ 35



รูปที่ 35 แสดงความแข็งผิวเฉลี่ยระหว่างผิวเรซินอะคริลิกที่แตกต่างกัน

— คือไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เมื่อนำค่าความแข็งผิวเฉลี่ยของเรซินอะคริลิกแต่ละกลุ่มไปทดสอบการกระจายตัว พบว่ามีค่า $p > 0.05$ แสดงว่าการกระจายตัวปกติและมีความแปรปรวนเท่ากัน เมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$ จึงนำข้อมูลมาเปรียบเทียบเชิงซ้อนต่อเพื่อหาความแตกต่างระหว่างกลุ่มด้วยการเปรียบเทียบเชิงซ้อนแบบตามฮาน (ตารางที่ 20 ในภาคผนวก)

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่าความแข็งผิวเฉลี่ยของกลุ่มเรซินอะคริลิกที่เคลือบด้วย Bosworth Glaze™ แตกต่างจากกลุ่มอื่นทุกกลุ่มทั้งกลุ่มที่เคลือบด้วย Palaseal®, Plaquit และกลุ่มควบคุม นอกจากนี้กลุ่มเรซินอะคริลิกที่เคลือบด้วย Plaquit ยังแตกต่างจากกลุ่มอื่นทุกกลุ่มทั้งกลุ่มที่เคลือบด้วย Bosworth Glaze™, Palaseal® และกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$ แต่กลุ่มที่เคลือบด้วย Palaseal® มีความแข็งผิวเฉลี่ยไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม โดยพบว่าเรซินอะคริลิกที่เคลือบผิวด้วย Plaquit มีความแข็งผิวมากที่สุด รองลงมาได้แก่กลุ่มควบคุม คือกลุ่มที่ขัดปกติด้วยแท่งไขซ์ดมัน และกลุ่มที่เคลือบผิวด้วย Palaseal® โดยกลุ่มที่เคลือบผิวด้วย Bosworth Glaze™ มีความแข็งผิวต่ำที่สุด

2.2 ผลการศึกษาเปรียบเทียบความแข็งผิวเฉลี่ยของเรซินอะคริลิกหลังจากผ่านการอบด้วยคั้นนุหรีและแช่ในสารทำความสะอาดฟันเทียมนานข้ามคืน

ภายหลังจากนำชิ้นงานเรซินอะคริลิกไปอบด้วยคั้นนุหรีและแช่ในสารทำความสะอาดฟันเทียมนานข้ามคืน เมื่อนำมาวัดความแข็งผิวพบว่าความแข็งผิวเฉลี่ยระหว่างกลุ่มที่ขัดปกติด้วย

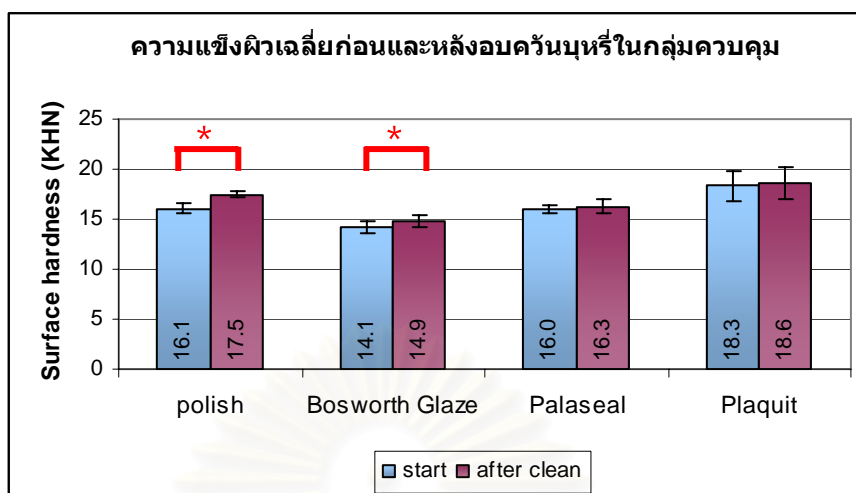
แท่งไข้ขัดมันกับผิวเคลือบเรซินอะคริลิกแต่ละผลิตภัณฑ์ได้แก่ Bosworth Glaze™, Palaseal® และ Plaquit มีความแข็งผิวเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เปรียบเทียบก่อนและหลังการอบ ด้วยควันทูหรือตามด้วยการแช่ในสารทำความสะอาดฟันเทียม แสดงดังตารางที่ 6

	ผิวเรซินอะคริลิก								
	ขัดปกติด้วย แท่งไข้ขัดมัน (กลุ่มควบคุม)		เคลือบ Bosworth Glaze™		เคลือบ Palaseal®		เคลือบ Plaquit		
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	
สารทำความสะอาด สะอาดฟันเทียม									
น้ำกลั่น (กลุ่มควบคุม)	16.1±0.5	17.5±0.3	14.1±0.6	14.9±0.6	16.0±0.4	16.3±0.7	18.3±1.5	18.6±1.6	
Bonyplus	15.7±1.0	16.6±1.0	13.7±0.8	13.4±1.0	15.0±0.6	15.7±1.1	18.5±1.3	19.4±0.9	
Fitty® Dent	16.2±0.3	16.7±0.4	13.5±0.5	13.7±0.5	16.5±0.6	15.9±0.5	18.8±1.4	18.9±1.5	
Polident	16.4±0.6	15.7±0.6	13.1±1.2	14.0±1.2	15.7±0.7	15.6±0.6	18.1±1.9	18.8±1.7	
Steradent	15.7±0.7	16.9±0.5	13.4±0.8	14.4±1.0	15.9±0.6	16.5±0.5	18.0±1.7	19.1±1.9	

ตารางที่ 6 แสดงความแข็งผิวเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เมื่อเปรียบเทียบก่อนและ หลังอบด้วยควันทูหรือ และตามด้วยการแช่ในสารทำความสะอาดฟันเทียม

2.2.1 ผลของควันทูหรือที่มีต่อความแข็งผิว

เมื่อพิจารณากลุ่มควบคุมคือแช่น้ำกลั่นอย่างเดียวเพื่อศึกษาเฉพาะผลของควันทูหรือพบว่า ความแข็งผิวของเรซินอะคริลิกที่เตรียมผิวต่างกันมีการกระจายตัวปกติเพราะมีค่า $p > 0.05$ และมีความแปรปรวนไม่เท่ากัน เมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$ จึงนำข้อมูลมาเปรียบเทียบเชิงซ้อนต่อเพื่อหาความแตกต่างระหว่างกลุ่ม (ตารางที่ 24 ในภาคผนวก) ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่าหลังจากอบควันทูหรือความแข็งผิวเฉลี่ยของกลุ่มเรซินอะคริลิกที่ใช้สารเคลือบผิวมีแนวโน้มเหมือนก่อนอบควันทูหรือคือ Bosworth Glaze™ มีความแข็งผิวต่ำที่สุดและ Plaquit มีความแข็งผิวมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$ โดยเรซินอะคริลิกที่เคลือบด้วย Palaseal® และ plaquit มีความแข็งผิวไม่เปลี่ยนแปลงภายหลังแช่น้ำกลั่น แต่กลุ่มที่ขัดด้วยแท่งไข้ขัดมันและกลุ่มที่เคลือบ Bosworth Glaze™ มีความแข็งผิวแตกต่างจากตอนแรกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงดังรูปที่ 36



รูปที่ 36 แสดงการเปรียบเทียบความแข็งผิวเฉลี่ยก่อนและหลังอบควันบุหรี่ในกลุ่มควบคุม โดยการแช่น้ำกลั่น

* คือแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

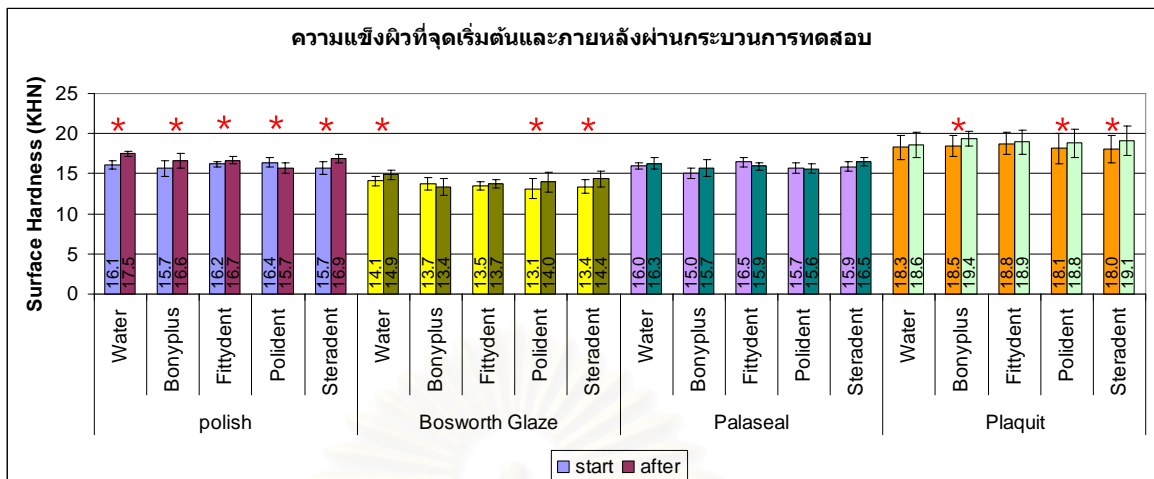
2.2.2 ผลของควันบุหรี่และสารทำความสะอาดฟันเทียมที่มีต่อความแข็งผิว

เมื่อทดสอบผลต่างค่าเฉลี่ยแบบจับคู่ของความแข็งผิวตอนเริ่มต้น และภายหลังจากกระบวนการอบควันบุหรี่และแช่สารทำความสะอาดฟันเทียมพบว่ากลุ่มเรซินอะคริลิกที่ขัดด้วยผงไขขัดมันมีความแข็งผิวแตกต่างจากตอนเริ่มต้นทุกกลุ่มทั้งที่แช่ในน้ำกลั่นและสารทำความสะอาดฟันเทียมทุกผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$ (ตารางที่ 25 ในภาคผนวก)

กลุ่มเรซินอะคริลิกที่เคลือบผิวด้วย Bosworth Glaze™ เมื่อแช่ในน้ำกลั่น Polident และ Steradent มีความแข็งผิวแตกต่างจากตอนเริ่มต้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$ ยกเว้นกลุ่มที่แช่ใน Bonyplus และ Fitty® Dent ความแข็งผิวไม่เปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$

กลุ่มเรซินอะคริลิกที่เคลือบผิวด้วย Palaseal® ความแข็งผิวไม่เปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$ ทุกกลุ่ม

กลุ่มเรซินอะคริลิกที่เคลือบผิวด้วย Plaquit ความแข็งผิวแตกต่างจากตอนเริ่มต้นเมื่อแช่ใน Bonyplus, Polident และ Steradent อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$ ยกเว้นเมื่อแช่ในน้ำกลั่นและ Fitty® Dent ความแข็งผิวไม่เปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$ สามารถแสดงได้ตามรูปที่ 37



รูปที่ 37 แสดงความแข็งผิวเฉลี่ยระหว่างกลุ่มเรซินอะคริลิกที่เตรียมผิวต่างกันเมื่ออบด้วยควันทูบหรือ

และใช้ในสารทำความสะอาดพื้นที่ยมนานข้ามคืนเปรียบเทียบกับความแข็งผิวเริ่มต้น

* คือแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

บทที่ 5 อภิปรายผลการวิจัย สรุป และข้อเสนอแนะ

1. อภิปรายวัสดุอุปกรณ์ และวิธีการวิจัย

การศึกษานี้เป็นการศึกษาถึงคุณสมบัติของสารเคลือบผิวฟันเทียมที่มีใช้กันอยู่ในห้องปฏิบัติการทันตกรรมในเรื่องความแข็งผิว และการเปลี่ยนสี โดยเคลือบลงบนผิวเรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อน (Triplex[®] Hot, Ivoclar vivadent AG, Liechtenstein) ซึ่งเตรียมผิว 2 แบบคือขัดมันด้วยแท่งไขขัดมัน และใช้สารเคลือบผิวเพื่อให้เกิดความมันเงาขึ้น โดยเลือกทดสอบในสารเคลือบผิว 2 กลุ่ม 3 ผลิตภัณฑ์ คือสารเคลือบผิวเรซินอะคริลิกแบบละลายในตัวทำละลาย (Solvent base) ได้แก่ Bosworth Glaze[™] (Bosworth company, USA.) สารเคลือบผิวเรซินอะคริลิกแบบแข็งตัวด้วยแสง (Light-activated) มี 2 ผลิตภัณฑ์คือ Palaseal[®] (Heraeus/Kulzer, Wehrheim, Germany) และ Plaquit (Dreve Dentamid GmbH, Germany) สารเคลือบผิวทั้ง 2 กลุ่มมีส่วนประกอบหลักคือ methyl methacrylate ซึ่งเป็นพอลิเมอร์กลุ่มเดียวกันกับฟันเทียมคือเรซินอะคริลิกเหมือนกัน โดยผลการทดลองจะนำมาเปรียบเทียบกับผิวฟันเทียมเรซินอะคริลิกที่ไม่ได้ใช้สารเคลือบผิวแต่ใช้วิธีขัดมันด้วยแท่งไขขัดมันซึ่งเป็นวิธีที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในห้องปฏิบัติการทันตกรรมทั่วไป

ขั้นตอนการเคลือบผิวของสารเคลือบผิวแต่ละประเภทจะทำตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต โดยมีการควบคุมความหนาให้ใกล้เคียงกัน ด้วยการใช้เครื่องปาดสารเคลือบผิวซึ่งมีหน้าตัดเรียบ และสามารถกำหนดความหนาได้ถึง 4 แบบคือ 50, 75, 100 และ 125 ไมครอน ในการทดลองนี้เลือกความหนา 75 ไมครอน ซึ่งหนาพอที่จะสามารถทดสอบความแข็งผิวได้ โดยวางชิ้นงานบนเครื่องจับชิ้นงานที่ออกแบบมาเพื่อใช้กับเครื่องปาดสารเคลือบผิวโดยเฉพาะ คือสามารถยึดจับชิ้นงานได้มั่นคง มีพื้นผิวเรียบ ลื่น และได้ระนาบ

การศึกษานี้ได้ทำการทดสอบชิ้นงานในสภาวะเปียก (wet condition) เนื่องจากพบว่าโดยทั่วไปการใช้งานฟันเทียมในชีวิตประจำวันฟันเทียมจะใส่อยู่ในปาก และถ้าผู้ป่วยไม่ได้ใส่ก็ต้องแช่น้ำเสมอ ทำให้ฟันเทียมอยู่ในสภาวะเปียกตลอดเวลา โดยทดสอบภายหลังแช่น้ำ 7 วันเพื่อให้เกิดการดูดซับน้ำตามข้อกำหนดของ ADA ข้อที่ 12 (ISO 1567) ว่าด้วยเรื่องฐานฟันเทียมพอลิเมอร์

การศึกษากการติดสีมักใช้วิธีการแช่ในสารละลายเช่น น้ำชา กาแฟ หรือสีเลียนแบบจากอาหาร (Canay และคณะ, 1999) ซึ่งใช้วิธีการแช่ในสารละลายโดยตรง แต่งานวิจัยนี้ต้องการศึกษาผลของควันบูรที่ ซึ่งการติดสีควันบูรที่ทำแบบนั้นไม่ได้ เพราะโดยธรรมชาติของของเหลวกับ

ก๊าซจะควบคุมการแพร่ได้ต่างกัน และการทดลองต้องควบคุมปริมาณควันทูหรือให้ทั่วกันและสม่ำเสมอ ดังนั้นในการทดลองนี้จึงได้ใช้กล่องปิดผนึกขนาด 5X5X12 นิ้ว มาทดสอบเนื่องจากควันทูหรือสามารถฟุ้งกระจายไปทั่วทั้งกล่อง ซึ่งควันทูจะเข้ามาในกล่องตามรูของท่ออย่างที่เจาะไว้และเข้ามาสู่ตรงกลางของกล่องซึ่งมีชิ้นงานเรซินอะคริลิกแขวนไว้พอดี ปริมาณควันทูที่เข้ามาในกล่องจะใกล้เคียงกัน โดยควบคุมจากการใช้ปั๊มดูดสุญญากาศตัวเดียวกัน ตำแหน่งที่จุดทูหรืออยู่ที่เดิมตลอดการทดลอง และเวลาที่ใช้ในการเผาไหม้ทูหรือแต่ละมวนนาน 50-70 วินาที โดยให้มีการอบควันทูหรือนาน 5 นาทีต่อทูหรือ 1 มวนและจุดทูหรือต่อเนื่องกันจำนวน 12 มวนซึ่งเป็นปริมาณที่สามารถวัดการติดสีได้และใกล้เคียงกับปริมาณที่ประชากรสูบบุหรี่คือเฉลี่ยวันละ 10.6 มวน (กลุ่มควบคุมการบริโภคยาสูบและเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ สำนักงานสถิติแห่งชาติ, 2547) ทูหรือที่เลือกใช้คือกรองทิพย์เนื่องจากมีการศึกษาพบว่าเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีผู้สูบบ่อยมากที่สุดในประเทศไทย และในการทดลองนี้ได้นำภาชนะใส่น้ำวางอยู่ในกล่องด้วย เพื่อให้มีความชื้นคล้ายกับในช่องปาก

ภายหลังจากอบควันทูหรือแล้วมีการนำชิ้นงานเรซินอะคริลิกมาทำความสะอาดด้วยการแช่ในสารทำความสะอาดฟีนเทียมด้วย การทดลองนี้เลือกศึกษาสารทำความสะอาดฟีนเทียมที่มีจำหน่ายในท้องตลาด 4 ผลิตภัณฑ์ ได้แก่ Bonyplus (Bonyf AG, Liechtenstein, Switzerland), Fitty[®] Dent (Fittydent international GmbH, Austria), Polident (GlaxoSmithKline, Ireland) และ Steradent (Reckitt Benckiser (Overseas) Ltd. U.K.) ซึ่งจัดอยู่ในกลุ่มอัลคาไลน์เปอร์ออกไซด์ และอาจมีกรดผสมอยู่ด้วย เปรียบเทียบกับการแช่น้ำเปล่าซึ่งในการทดลองนี้ใช้น้ำกลั่นเป็นตัวควบคุม โดยแช่ชิ้นงานไว้ข้ามคืน (12 ชั่วโมง) ซึ่งเป็นเวลาที่ผู้ป่วยถอดฟันเทียมนอนในเวลากลางคืน และแช่ชิ้นงาน 5 ชิ้นต่อสารทำความสะอาดฟีนเทียม 1 เม็ดเพื่อให้มีการสัมผัสสารละลายอย่างทั่วถึงทุกชิ้น

ก่อนการเก็บข้อมูลใดๆภายหลังจากอบควันทูหรือและภายหลังจากแช่ในสารทำความสะอาดฟีนเทียม ต้องทำความสะอาดชิ้นงานเรซินอะคริลิกก่อนเพื่อกำจัดสิ่งตกค้างบนพื้นผิว การทดลองนี้ทำความสะอาดโดยการแกว่งในน้ำกลั่นด้วยเครื่องผสมสารให้เข้ากัน และไม่มีมีการใช้การขัดถูทางกลใดๆ เพื่อดูผลจากสารทำความสะอาดฟีนเทียมเพียงอย่างเดียว

ผลต่างเฉลี่ยของสีของผิวเคลือบเรซินอะคริลิกภายหลังจากอบควันทูหรือ และภายหลังจากแช่ในสารทำความสะอาดฟีนเทียมได้ทำการศึกษาโดยใช้เครื่องวัดสี (Spectrocolorimeter รุ่น UltraScan XE, Hunter Lab, USA) ซึ่งมีช่องรับแสง (port) เส้นผ่านศูนย์กลาง 10 มิลลิเมตร เมื่อเปรียบเทียบกับขนาดชิ้นงานเรซินอะคริลิก (15x15 มิลลิเมตร) จึงทำให้สามารถปิดช่องรับแสงจากเครื่องทดสอบได้ทั้งหมดโดยไม่มีแสงลอดออกมาได้ การวางชิ้นงานให้แนบกับช่องรับแสง สามารถวางในตำแหน่งเดิมได้ทุกครั้งที่วัด เนื่องจากมีการทำสัญลักษณ์ไว้ที่ช่องรับแสงเพื่อช่วยลดการ

คลาดเคลื่อนของตำแหน่งชิ้นงานในการวัดแต่ละครั้ง หลักการทำงานของเครื่องวัดสีคือให้แสงจากแหล่งกำเนิดแสงภายในตัวเครื่องตกกระทบลงบนผิววัสดุ อนุภาคของสีบนผิววัสดุจะดูดกลืนบางช่วงคลื่นไว้ และสะท้อนบางช่วงคลื่นออกมา ซึ่งจะถูกบันทึกโดยชุดรับสัญญาณ (Spectrometer) และนำข้อมูลมาประมวลผลการตอบสนองของตามนุษย์ที่ไวต่อแสงสีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน จากนั้นคำนวณค่าสีออกมาเป็นตัวเลขตามระบบ CIE ซึ่งจะได้ค่า L^* a^* b^* และนำไปคำนวณเป็นผลต่าง (ΔE) ต่อไปจากสูตร $\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$ ซึ่งจะให้ค่าที่แม่นยำกว่าการใช้ตาเราอ่านเอง

ในการวัดความแข็งผิวเลือกใช้การทดสอบความแข็งผิวแบบรูป เพราะเป็นวิธีที่ใช้แรงกดน้อย (น้อยกว่า 200 กรัม) เกิดรอยกดที่ต้นเหมาะสำหรับทดสอบบนพื้นผิวบางๆ เช่นผิวเคลือบ เป็นต้น ทำให้รอยกดไม่ทะลุลงไปถึงผิวเรซินอะคริลิกข้างล่างที่รองรับวัสดุเคลือบผิว ในการทดลองนี้ใช้แรง 50 กรัม ระยะเวลากดนาน 15 วินาทีตามมาตรฐานของเครื่อง (Microhardness Tester รุ่น FM-700e TYPE D, FUTURE-TECH, Japan) เพื่อให้เหมาะกับการใช้งานของเครื่อง และได้รอยกดที่ชัดเจน คือมีการเปลี่ยนรูปพลาสติกอย่างถาวร (Plastic deformation) และไม่เกิดการล้นสะท้อนของชิ้นงานขณะทำการกด (Emmanouil และคณะ, 2002) การทดสอบจะกด 6 จุดในบริเวณที่ห่างจากขอบของชิ้นงานเข้ามาเพื่อมิให้รบกวนต่อผิวตรงกลางซึ่งอาจมีผลต่อพื้นผิวของวัสดุ โดยเลือกจุดกดให้กระจายบนพื้นผิวเรซินอะคริลิก และมีระยะห่างระหว่างรอยกดไม่น้อยกว่า $2 \frac{1}{2}$ เท่าของเส้นทแยงมุมของรอยกด

2. อภิปรายผลการวิจัย

ผิวเคลือบเรซินอะคริลิกมีใช้กันมากกว่า 10 ปี ในทางทันตกรรมมีการนำมาใช้เพื่อเคลือบให้ผิวชิ้นงานเรซินอะคริลิกมีผิวเรียบ มัน ทำงานได้ง่ายขึ้น และลดระยะเวลาการทำงานในห้องปฏิบัติการ ส่วนใหญ่ใช้ในงานทันตกรรมประดิษฐ์ เช่นงานฟันเทียมถอดได้ฐานพลาสติก ทั้งชนิดบางส่วนและทั้งปาก เป็นต้น ลดการยึดเกาะของคราบจุลินทรีย์และคราบสีต่างๆ ปัจจุบันหลักที่มีผลต่อฟันเทียมในการศึกษานี้คือความทนทานต่อการสึกและการติดสี ซึ่งสามารถวิเคราะห์การต้านการสึกและการติดสีได้จากความแข็งผิว และสีที่เปลี่ยนไปตามลำดับ

ปัจจัยหลายอย่างส่งผลต่อการสะสมคราบต่างๆ บนผิวฟันเทียมเช่นน้ำลาย อาหาร ลักษณะพื้นผิวและรูพรุน รวมถึงระยะเวลาที่ใช้งาน และการดูแลรักษาทำความสะอาด ในส่วนของฐานฟันเทียมพื้นผิวและรูพรุนของฟันเทียมมีบทบาทสำคัญต่อการเกิดคราบสีและการยึดเกาะของคราบจุลินทรีย์ (Keng และ Lim, 1996) โดยเชื่อว่าสามารถแทรกซึมเข้าไปเจริญตามรูพรุนและ

ความขรุขระของเรซินอะคริลิกได้ โดยทั่วไปผิวของเรซินอะคริลิกจะมีรูพรุนขนาดเล็กซึ่งเกิดจากการขัดแต่ง ซึ่งแม้ว่าได้นำมาขัดมันด้วยแท่งไขขัดมันหรือหัวขัดแล้ว เมื่อมองด้วยกำลังขยายสูงๆก็ยังคงพบว่ามีรอยขีดข่วน และผิวไม่เรียบอยู่ (Kuhar และ Funduk, 2005) ทำให้เป็นที่สะสมของเชื้อโรค คราบจุลินทรีย์ และคราบสีซึ่งส่งผลกระทบต่อสุขอนามัยของช่องปากและความสวยงามได้ สารเคลือบผิวเรซินอะคริลิกเป็นวัสดุที่มีการนำมาใช้ปิดรูพรุน เพื่อป้องกันปัญหาดังกล่าวและทำให้พื้นผิวเรียบมากขึ้น ในการศึกษาครั้งนี้ใช้สารเคลือบผิวที่มีจำหน่ายในท้องตลาด 3 ผลิตภัณฑ์ ได้แก่ Bosworth Glaze™, Palaseal® และ Plaquit เปรียบเทียบกับผิวที่ไม่ได้ใช้สารเคลือบผิว แต่ขัดปกติด้วยแท่งไขขัดมัน แสดงตามรูปที่ 38



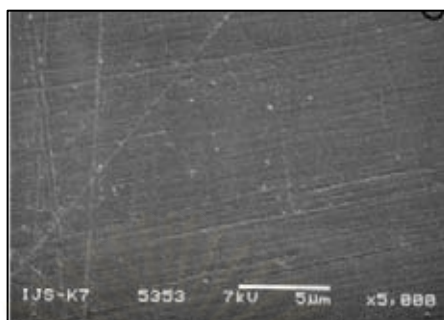
รูปที่ 38 แสดงผิวขัดปกติด้วยแท่งไขขัดมัน เคลือบBosworth Glaze™, Palaseal® และ Plaquit ตามลำดับ

2.1 อภิปรายข้อมูลการวัดสี

2.1.1 เปรียบเทียบผลต่างเฉลี่ยของสีของชิ้นงานภายหลังผ่านการอบด้วยควันทูบหรือ ระหว่างกลุ่มที่ขัดปกติด้วยแท่งไขขัดมันกับผิวเคลือบเรซินอะคริลิกแต่ละผลิตภัณฑ์

การทดสอบการติดสีของเรซินอะคริลิกที่เตรียมผิวต่างกันสามารถวัดได้จากเครื่องวัดสี (Spectrocolorimeter) ในงานวิจัยนี้ต้องการศึกษาการติดสีควันทูบหรือบนผิวเรซินอะคริลิก โดยจำลองการอบควันทูบหรือนาน 1 วัน คราบที่ที่เกิดขึ้นเป็นสารประกอบในทูบหรือซึ่งอาจเกิดจากทาร์ นิโคติน หรือสารอื่นๆ มีลักษณะเหนียว แตกต่างจากคราบสีอื่นๆ ที่เกิดจากชา กาแฟ และสีจากอาหาร ผลการทดสอบพบว่ากลุ่มเรซินอะคริลิกที่ขัดปกติด้วยแท่งไขขัดมันมีการติดสีมากกว่ากลุ่มเรซินอะคริลิกที่ใช้สารเคลือบผิวทุกผลิตภัณฑ์ ในขณะที่ผิวเคลือบแต่ละผลิตภัณฑ์ให้ผลการติดสีควันทูบหรือไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จากการศึกษาของ Kuhar และ Funduk

(2005) พบว่าเรซินอะคริลิกภายหลังการขัดยังคงมีรูพรุนอยู่ แต่มีเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เกิน 1 ไมครอนดังรูปที่ 39



รูปที่ 39 ภาพกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด (SEM) แสดงผิวขัดมันของเรซินอะคริลิก ชนิดบ่มด้วยความร้อน ที่กำลังขยาย 5000 เท่า (ที่มา: Kuhar และ Funduk, 2005)

ดังนั้นจากผลการทดลองจึงเป็นไปได้ว่าเรซินอะคริลิกที่ใช้วิธีขัดด้วยแท่งไขขัดมัน อาจมีรูพรุนและความขรุขระ ทำให้เกิดการติดสีได้ง่ายกว่าเรซินอะคริลิกที่เคลือบผิว และเนื่องจากแท่งไขขัดมันที่เคลือบชิ้นงานให้เกิดความมันเงา เกิดจากการแทรกซึมของแท่งไขไปตามรูพรุนเล็กๆ ที่ผิวซึ่งไม่มีปฏิกิริยาใดๆ เกิดขึ้น ต่างจากสารเคลือบผิวที่ใช้ในการทดลอง ที่เป็นพอลิเมอร์และเกิดการแข็งตัวด้วยแสง หรือจากการระเหยของตัวทำละลาย และอาจมีสารเชื่อมไขเป็นส่วนประกอบในโมเลกุลด้วย ดังนั้นในการทดลองขณะที่ทำการอบควันบุหรี่ ในกล่องที่ทำการทดลองอาจมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ โดยโมเลกุลของแท่งไขขัดมันอาจมีช่องว่างมากขึ้น ทำให้คราบบุหรี่ซึ่งมีลักษณะเหนียว สามารถยึดเกาะกับผิวได้ง่ายขึ้น ขณะที่กลุ่มที่ใช้สารเคลือบผิว การเลื่อนไหลผ่านกันของสายโซ่โมเลกุลเกิดได้ยากกว่า จึงไม่เกิดช่องว่างระหว่างโมเลกุล การยึดเกาะของคราบบุหรี่จึงเกิดขึ้นได้น้อย โดยสามารถเห็นการเปลี่ยนสีได้ชัดเจนในทางคลินิกเพราะมีค่าผลต่างของสีมากกว่า 3.3 (Powers และ Sakagushi, 2006) แสดงดังรูปที่ 40 ข ค และ ง นอกจากนี้ Reenan (1973) ยังพบว่าเรซินอะคริลิกมีรูพรุนและมีความขรุขระทำให้เชื้อราสามารถแทรกซึมเข้าไปเจริญได้ด้วย สอดคล้องกับ Keyf และ Etikan (2004) ที่ศึกษาผลของพื้นผิวเรซินอะคริลิก พบว่าภายหลังแช่ในเครื่องดื่มคือชา กาแฟ โคล่า และน้ำเซอริ เรซินอะคริลิกที่มีผิวเรียบจะมีการเปลี่ยนสีน้อยกว่า ซึ่งเป็นผลจากการลดการยึดเกาะของแบคทีเรีย คราบจุลินทรีย์และคราบสี โดยผิวขรุขระจะเกิดการสะท้อนและกระจายแสงทำให้มองดูผิวด้านทึบ จึงมีความสวยงามน้อยกว่าและมักเห็นการเปลี่ยนสีอย่างชัดเจน



รูปที่ 40 แสดงการติดสีของผิวขัดปกติด้วยแท่งไขขัดมัน เคลือบ Bosworth Glaze™, Palaseal® และ Plaquit ตามลำดับ ภายหลังอบควันบุหรี

2.1.2 ผลต่างเฉลี่ยของสีของเรซินอะคริลิกภายหลังผ่านการอบด้วยควันบุหรีและแช่ในสารทำความสะอาดฟันเทียมแต่ละชนิดนานข้ามคืน ระหว่างกลุ่มที่ขัดปกติด้วยแท่งไขขัดมันกับผิวเคลือบเรซินอะคริลิกผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ

การศึกษาส่วนใหญ่พบว่า การกำจัดคราบบนผิวฟันเทียมโดยวิธีแช่ในสารเคมี ชนิดที่มีประสิทธิภาพสูงที่สุดคือกลุ่มอัลคาไลน์ ไฮโปคลอไรท์ แต่มีข้อด้อยคือกัดกร่อนโลหะ แม้การเติมสารฟอสเฟต อัลคาไลน์มากๆ หรือโซเดียม ซิลิเกตจะสามารถลดการกัดกร่อนได้ อย่างไรก็ตาม การแช่สารทำความสะอาดฟันเทียมกลุ่มอัลคาไลน์ ไฮโปคลอไรท์เป็นระยะเวลาสั้น ยังคงเป็นข้อห้ามอยู่ (Abelson, 1985; Jagger และ Harrison, 1995; Jagger, Al-Akhazami และคณะ, 2002; Smith, 1966) ในการศึกษาที่วัดการเปลี่ยนสีของเรซินอะคริลิกภายหลังแช่ในสารทำความสะอาดฟันเทียมที่แตกต่างกัน ซึ่งเป็นผลต่างหลังจากอบควันบุหรี โดยสารทำความสะอาดฟันเทียมที่ทดสอบอยู่ในกลุ่มที่ให้ฟองฟูเหมือนกันได้แก่ Bonypus, Fitty® Dent, Polident และ Steradent เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำกลั่นให้ผลที่แตกต่างกัน พบว่ากลุ่มเรซินอะคริลิกที่ขัดด้วยแท่งไขขัดมันเมื่อแช่ในสารทำความสะอาดฟันเทียมมีผลต่างเฉลี่ยของสีไม่แตกต่างกัน แต่ต่างจากน้ำกลั่นซึ่งพบว่ายังคงมีการติดสีมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าการแช่สารทำความสะอาดฟันเทียมสามารถกำจัดคราบสีได้ดีกว่าแช่ในน้ำกลั่น

กลุ่มเรซินอะคริลิกที่เคลือบผิวด้วย Bosworth Glaze™, Palaseal® และ Plaquit มีการติดสีไม่แตกต่างกันทั้งในกลุ่มที่แช่ในน้ำกลั่นและสารทำความสะอาดฟันเทียมทุกผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งอาจเป็นผลมาจากความเรียบของผิวคือการใช้สารเคลือบผิวเรซินอะคริลิกผิวจะเรียบเงากว่าจึงสามารถทำความสะอาดพื้นผิวได้ง่ายกว่า การแช่น้ำกลั่นหรือสารทำความสะอาดฟันเทียมให้ประสิทธิภาพไม่แตกต่างกัน ในกรณีผิวขัดปกติด้วยแท่งไขขัดมันอาจมีรูพรุน ทำให้คราบบุหรีติดแน่นและกำจัดยากจึงจำเป็นต้องใช้สารทำความสะอาดฟันเทียมที่มีประสิทธิภาพ

ในการทำความสะอาดมากกว่าน้ำกลั่น เพื่อให้สามารถกำจัดคราบบูหรือได้ สามารถแสดงตัวอย่างพื้นผิวเรซิน อะคริลิกได้ดังรูปที่ 41ก. และ ข.



รูปที่ 41 แสดงพื้นผิวเรซินอะคริลิกที่กำลังขยาย 20 เท่า

ก. ผิวขัดด้วยแท่งไขขัดมัน ข. ผิวเคลือบ Plaquit

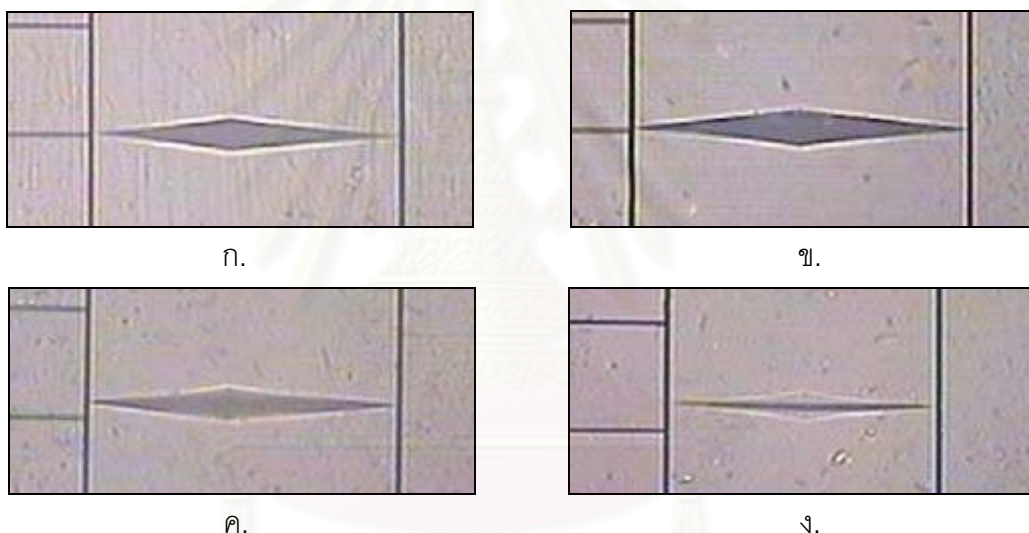
อย่างไรก็ตามผลการทดลองอาจเปลี่ยนไป ถ้าการติดสีค้อนบูหรือบนชิ้นงานเกิดจากคราบทาร์ แต่เนื่องจากการติดสีมีน้อยและอาจไม่ได้เกิดจากทาร์ เพราะจุดที่เผาไหม้บูหรือกับชิ้นงานไม่ได้อยู่ติดกัน ดังนั้นคราบทาร์จึงติดอยู่กับท่ออย่างที่นำค้อนบูหรือเข้าไปในกล่องมากกว่าที่ชิ้นงาน นอกจากนี้ในขั้นตอนการทำความสะอาดอาจมีผลต่อการติดสีด้วย เพราะความแรงของเครื่องทำให้คราบทาร์อาจถูกกำจัดไปได้ จึงทำให้การเปลี่ยนแปลงสีที่เกิดขึ้นอาจไม่ตรงกับความจริง ซึ่งถ้ามีคราบทาร์ที่หนาแน่นมากขึ้น ผลการทดลองอาจเปลี่ยนแปลงไป ดังนั้นจากผลการทดลอง การเปลี่ยนสีที่เกิดขึ้นจึงเป็นผลของทั้งสารทำความสะอาดพื้นเทียมและเครื่องทำความสะอาดชิ้นงานด้วย ไม่ใช่ผลจากสารทำความสะอาดพื้นเทียมเพียงอย่างเดียว

งานวิจัยของ Jagger, Al-Akhazami และคณะปี 2002 นำเรซินอะคริลิกไปแช่น้ำชาพบว่าลักษณะพื้นผิวของเรซินอะคริลิกที่ขรุขระและมีรูพรุน จะมีการติดสีและการยึดเกาะของคราบจุลินทรีย์มากขึ้น รวมถึงการกำจัดคราบยังทำได้ยากกว่าด้วย แม้จะใช้สารทำความสะอาดพื้นเทียมก็ตาม สอดคล้องกับ Kado และคณะ (2005) ซึ่งใช้ไททานเนียมไดออกไซด์เคลือบผิวพื้นเทียมพบว่าสามารถทำความสะอาดได้ง่ายกว่าพื้นเทียมที่ไม่ได้เคลือบผิวแต่ใช้วิธีการขัดแบบปกติด้วยแท่งไขขัดมัน

2.2 อภิปรายข้อมูลการทดสอบความแข็งผิว

2.2.1 การศึกษาเปรียบเทียบความแข็งผิวเฉลี่ยระหว่างกลุ่มที่ขัดปกติ ด้วยแท่งไขขัดมันกับผิวเคลือบเรซินอะคริลิกแต่ละผลิตภัณฑ์

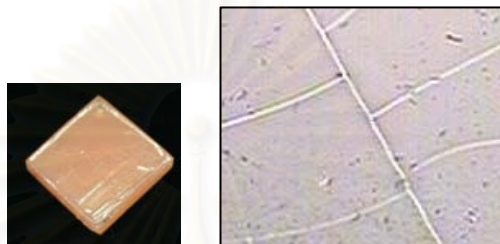
ในการทดสอบความแข็งผิวงานวิจัยนี้ใช้หัวกดรูปทดสอบความแข็งผิว เพราะใช้แรงกดน้อย และให้รอยกดที่ตื้น เนื่องจากต้องวัดบนผิวเคลือบเรซินอะคริลิกซึ่งบางเพียง 60-100 ไมครอน โดยที่รอยกดยังอยู่บนผิวเคลือบนี้ ถ้ารอยกดมีเส้นทแยงมุมน้อย แสดงว่ายิ่งมีความแข็งผิวมาก จากการทดสอบพบว่าสารเคลือบผิวผลิตภัณฑ์ Bosworth Glaze™ มีความแข็งผิวต่ำที่สุด ส่วนสารเคลือบผิวผลิตภัณฑ์ Plaquit มีความแข็งผิวมากที่สุด ในขณะที่ผิวเคลือบ Palaseal® และเรซินอะคริลิกที่ขัดด้วยแท่งไขขัดมันมีความแข็งผิวไม่ต่างกันแสดงรอยกดตามรูปที่ 42 ก ข ค และ ง



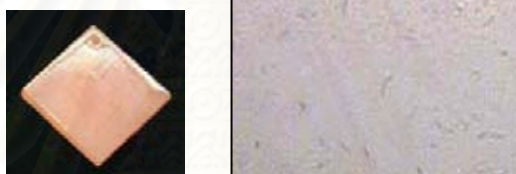
รูปที่ 42 แสดงรอยกดบนพื้นผิวเรซินอะคริลิกที่กำลังขยาย 20 เท่า ก. ผิวขัดด้วยแท่งไขขัดมัน
ข. ผิวเคลือบ Bosworth Glaze™ ค. ผิวเคลือบ Palaseal® ง. ผิวเคลือบ Plaquit

ความแข็งผิวที่แตกต่างอาจเกิดจากการแข็งตัวที่ต่างกัน กล่าวคือ Bosworth Glaze™ เป็นการระเหยของตัวทำละลายจนแผ่นฟิล์มแห้ง ทำให้พอลิเมอร์ที่อยู่ในตัวทำละลายเข้ามาชิดกัน เกิดพันธะแบบทุติยภูมิ (Secondary bond) การยึดติดจะไม่มาก สังเกตขณะเคลือบผิวพบว่า Bosworth Glaze™ มีการหดตัวที่ขอบและมีรอยแตกที่ผิวซึ่งเห็นได้ชัดแสดงว่าผิวค่อนข้างเปราะ (รูปที่ 43 ก.) จึงมีความแข็งผิวต่ำที่สุด รอยแตกที่เกิดขึ้นอาจเกิดจากการระเหยของตัวทำละลายเร็วเกินไป หรือชั้นเคลือบหนาเกินไป จนสารเคลือบผิวไม่สามารถขยายและหดตัวได้ในอัตราที่เท่ากันระหว่างการแห้งของฟิล์ม ในขณะที่ Palaseal® และ Plaquit เกิดปฏิกิริยาการแข็งตัวโดยมี

แสงเป็นตัวกระตุ้น จึงอาจเกิดการยึดติดที่แข็งแรงกว่า เกิดพันธะแบบปฐมภูมิ (Primary bond) และเมื่อคูที่กำลังขยาย 20 เท่า พบว่าผิวเคลือบเรซินอะคริลิกที่แข็งตัวด้วยแสง เช่น Plaquit มีผิวเรียบและเงาเหมือนกระจกและไม่มีรอยขีดข่วนใด ๆ (รูปที่ 43 ข.) นอกจากนี้ Palaseal[®] และ Plaquit อาจมีสารเชื่อมไขว้ในส่วนประกอบทำให้มีความแข็งผิวสูงขึ้นด้วย ส่วนผิวเรซินอะคริลิกที่ขัดด้วยแท่งไขขัดมันมีรอยขีดข่วนที่เกิดจากการขัด แสดงตามรูปที่ 43 ค.



รูปที่ 43 ก.



รูปที่ 43 ข.



รูปที่ 43 ค.

รูปที่ 43 แสดงผิวเรซินอะคริลิกเมื่อมองด้วยตาเปล่าและที่กำลังขยาย 20 เท่า

ก. ผิวเคลือบ Bosworth Glaze[™] ข. ผิวเคลือบ Plaquit ค. ผิวขัดด้วยแท่งไขขัดมัน

เป็นไปได้ว่าความแข็งผิวของ Palaseal[®] และ Plaquit ซึ่งเป็นการแข็งตัวด้วยแสงเหมือนกันมีความแตกต่างกัน อาจเกิดจากส่วนประกอบของสารเคลือบผิวที่ต่างกันด้วย แม้ว่าบริษัทผู้ผลิตจะไม่ได้ให้รายละเอียดไว้แต่สังเกตจากความหนืดของสารที่แตกต่างกัน ขณะทำการเคลือบผิวพบว่า Palaseal[®] จะมีความหนืดน้อยกว่า Plaquit อาจมีผลต่อการแผ่และความหนาของชั้นผิวเคลือบภายหลังการแข็งตัว โดยความหนืดของพอลิเมอร์มีความสัมพันธ์กับความเข้มข้นของสารในตัวทำละลายและขนาดโมเลกุล เป็นไปได้ว่า Plaquit อาจมีขนาดโมเลกุลใหญ่กว่า

นอกจากนี้ Plaquit ยังอาจเกิดการเชื่อมไขว้ได้มากกว่า Palaseal[®] ด้วยจึงมีความแข็งแรงผิวมากกว่า Palaseal[®] แต่จะต้องศึกษาในส่วนประกอบของทั้งสองผลิตภัณฑ์เพื่อยืนยันผลที่ถูกต้องต่อไป อย่างไรก็ตามสังเกตว่าในผิวเคลือบเดียวกันบริเวณที่มีความหนามากจะมีความแข็งแรงผิวสูงตามไปด้วย สอดคล้องกับงานวิจัยของ Emmanouil และคณะ (2002) ที่ศึกษาความแข็งแรงผิวของผิวเคลือบเรซินอะคริลิกเช่นกัน พบว่าเรซินอะคริลิกที่ใช้สารเคลือบผิวมีความแข็งแรงผิวมากกว่าเรซินอะคริลิกที่ไม่ได้เคลือบผิว และ Plaquit ซึ่งมีความหนืดมากพบว่ามีความแข็งแรงผิวมากกว่า Palaseal[®] เช่นกัน โดยที่ผิวเคลือบ Palaseal[®] มีความแข็งแรงผิวไม่แตกต่างจากเรซินอะคริลิกที่ใช้วิธีขัดด้วยแท่งไขขัดมันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$ อาจเนื่องจากมีปริมาณสารเชื่อมไขว้น้อย จึงทำให้ไม่แตกต่างจากผิวอะคริลิกปกติที่ไม่ได้เคลือบผิว นอกจากนี้ Hayakawa และคณะ (2006) กล่าวว่าสารเชื่อมไขว้มีผลต่อความแข็งแรงผิว ถ้าไม่มีสารเชื่อมไขว้วัสดุจะมีความแข็งแรงผิวต่ำ ซึ่งงานวิจัยของ Szabo, Valderhaug และ Ruyter (1985) และ Szabo, Stafford, และ Huggett (1987) พบว่าชั้นงาน เรซินอะคริลิกที่เคลือบผิวมีความแข็งแรงผิวสูงกว่าชั้นงานที่ไม่ได้เคลือบผิว เนื่องจากมีสารเชื่อมไขว้ในผิวเคลือบแต่พบว่าความแข็งแรงจริงจะเพิ่มขึ้นด้วยทำให้ผิวเคลือบมีความเปราะมากขึ้น ซึ่งเป็นข้อด้อยที่ต้องปรับปรุงต่อไป

2.2.2 การศึกษาเปรียบเทียบความแข็งแรงผิวเฉลี่ยของเรซินอะคริลิก หลังจากผ่านการอบด้วยควันทูบหรือและแช่ในสารทำความสะอาดพื้นเทียมนานข้ามคืน

การวัดความแข็งแรงผิวเป็นการวัดในระดับจุลภาค สามารถวัดชิ้นงานที่บางมากๆ เช่นผิวเคลือบได้ แต่ในการทดลองนี้ชิ้นงานที่ผ่านการอบควันทูบหรือจะถูกเคลือบด้วยสารจากบุนหรีที่มีลักษณะเป็นแผ่นฟิล์มบาง และเหนียว จึงไม่สามารถวัดความแข็งแรงผิวได้ เพราะการวัดจะวัดในส่วนชั้นของฟิล์มบุนหรีซึ่งไม่มีความแข็งแรงพอที่จะรองรับแรงกดจากหัวกดบุนหรีได้ ทำให้ไม่เห็นขอบเขตรอยแตกที่ชัดเจน และไม่สามารถวัดความยาวเส้นทแยงมุมที่ถูกต้องได้ ค่าที่ได้จะคลาดเคลื่อนมาก ดังแสดงตามรูปที่ 44 ซึ่งถ้ามีการทำความสะอาดแผ่นฟิล์มออกจะสามารถเห็นรอยกตที่ชัดเจนขึ้น แต่ในงานวิจัยนี้มีการศึกษาผลของการแช่สารทำความสะอาดพื้นเทียมต่อการเปลี่ยนสีของเรซินอะคริลิกด้วย การกำจัดคราบบุนหรีออกด้วยวิธีใดๆก็ตามอาจมีผลต่อสีที่ผิวทำให้กระทบกับประสิทธิภาพของสารทำความสะอาดพื้นเทียมที่กำลังศึกษานี้ได้



รูปที่ 44 แสดงรอยกดบนผิวเคลือบเรซินอะคริลิกภายใต้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนหลังจากการอบคrown ที่กำลังขยาย 20 เท่า

ดังนั้นขั้นตอนการวัดความแข็งผิวจึงวัดภายใต้สภาวะที่ความสะอาดพื้นเทียมแทน การศึกษานี้ทดสอบความแข็งผิวที่เปลี่ยนไปของเรซินอะคริลิกที่ขัดด้วยแท่งไขขัดมันและเรซินอะคริลิกที่ใช้สารเคลือบผิวภายใต้การอบคrown และสภาวะที่ความสะอาดพื้นเทียมผลิตภัณฑ์ต่างๆ

หลังการอบคrown เมื่อวิเคราะห์ในกลุ่มควบคุมคือแช่ในน้ำกลั่นพบว่าคrown หรือมีผลต่อแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงความแข็งผิวของเรซินอะคริลิกในกลุ่มขัดปกติด้วยแท่งไขขัดมัน และกลุ่มเคลือบผิวด้วย Bosworth Glaze™ คือทำให้มีความแข็งผิวเปลี่ยนแปลง ซึ่งอาจเกิดจากอุณหภูมิขณะอบคrown สูงกว่าอุณหภูมิห้อง ทำให้กลุ่มควบคุมซึ่งมีแท่งไขเคลือบอยู่ และกลุ่มที่เคลือบด้วย Bosworth Glaze™ ซึ่งเป็นการแข็งตัวจากการระเหยของโมโนเมอร์ เมื่อโดนความร้อน ทำให้คุณสมบัติทางกายภาพเปลี่ยนไป อาจมีสารประกอบจากคrown เข้าไปแทรกในชั้นเคลือบผิวนั้นๆ และทำให้ความแข็งผิวเปลี่ยนแปลง ซึ่งต้องศึกษาถึงประเด็นนี้ต่อไป อย่างไรก็ตามแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงความแข็งผิวยังเหมือนก่อนอบคrown หรือคือ Bosworth Glaze™ มีความแข็งผิวต่ำที่สุดและ Plaquit มีความแข็งผิวมากที่สุด

ภายหลังจากการทำความสะอาดพื้นเทียมเมื่อพิจารณาความแข็งผิวที่เปลี่ยนไปแยกตามประเภทของการเตรียมผิว พบว่ากลุ่มที่ใช้สารเคลือบผิวผลิตภัณฑ์ Palaseal® และ Plaquit การเปลี่ยนแปลงความแข็งผิวเกิดจากการทำความสะอาดพื้นเทียมเท่านั้น ดังนั้นในกลุ่มผิวเคลือบ Palaseal® สารทำความสะอาดพื้นเทียมไม่มีผลต่อความแข็งผิว ส่วนผิวเคลือบ Plaquit สารทำความสะอาดพื้นเทียมผลิตภัณฑ์ Bonyplus, Polident และ Steradent มีผลต่อความแข็งผิว แต่ Fitty® Dent ไม่มีผลต่อความแข็งผิวของผิวเคลือบ Plaquit

กลุ่มที่เคลือบผิวด้วย Bosworth Glaze™ ความแข็งผิวที่เปลี่ยนไปเกิดจากทั้งคrown หรือและสารทำความสะอาดพื้นเทียม โดยพบว่า Polident และ Steradent มีผลต่อความแข็งผิว แต่ Bonyplus และ Fitty® Dent ไม่มีผลต่อความแข็งผิว

กลุ่มซัดปกติด้วยแท่งไขซ์ดมัน การเปลี่ยนแปลงความแข็งผิวเกิดจากทั้งคัวนบูหรีและสาร
 ทำความสะอาดพื้นเทียม โดยสารทำความสะอาดพื้นเทียมทุกกลุ่มมีผลต่อความแข็งผิว

ความแข็งผิวที่เปลี่ยนแปลงสูงขึ้นอาจทำให้ลดการสึกเนื่องจากการเสียดสี พื้นผิวจะมี
 ความเรียบคงทนและมีความสวยงามที่นานกว่าพื้นผิวที่มีความแข็งผิวต่ำ (Hayakawa และคณะ,
 2006) อย่างไรก็ตามความแข็งผิวที่ทดสอบเป็นความแข็งผิวของวัสดุเคลือบผิว ไม่ใช่เนื้อของ
 เรซินอะคริลิก ยกเว้นในกลุ่มซัดด้วยแท่งไขซ์ดมัน ที่ความแข็งผิวเปลี่ยนแปลงเกิดจากเนื้อเรซิน
 อะคริลิกจริงๆ

งานวิจัยหลายเรื่องที่ได้ศึกษาความแข็งผิวและความขรุขระของพื้นผิวเรซินอะคริลิกภายหลัง
 แช่วสารฆ่าเชื้อที่เวลาต่างๆ กัน และเป็นผลของเนื้อเรซินอะคริลิกจริงๆ ให้ผลแตกต่างกันคือ Ma,
 Johnson และ Gordon (1997) ศึกษาผลของสารฆ่าเชื้อได้แก่ โซเดียม ไฮโปคลอไรท์ กลูตารอลดี
 ไฮด์ และไอโอดีนพบว่าการแช่วสารฆ่าเชื้อทั้ง 3 ชนิดนาน 7 วันไม่พบการเปลี่ยนแปลงความ
 ขรุขระของพื้นผิว ซึ่งสอดคล้องกับ Oliveira และคณะ (2006) ที่พบว่าการแช่วสารทำความสะอาด
 พื้นเทียม (เปอร์ออกไซด์ และไฮโปคลอไรท์) นาน 2 ปี ไม่มีผลต่อความแข็งผิวของสารรองพื้น
 ยืดหยุ่น (Resilient liner) นอกจากนี้ Asad, Watkinson และ Huggett (1993) พบว่าสารฆ่าเชื้อ
 คลอร์เฮกซีดีนและกลูตารอลดีไฮด์ไม่มีผลต่อความแข็งผิวของเรซินอะคริลิกใน 24 ชั่วโมงแรก แต่
 ถ้าแชนาน 7 วัน ความแข็งผิวจะลดลง ซึ่ง Neppelenbroek และคณะ (2005) พบว่าเรซินอะคริลิก
 ที่แช่วสารฆ่าเชื้อคลอร์เฮกซีดีน โซเดียม เพอร์บอเรต และโซเดียม ไฮโปคลอไรท์ มีความแข็งผิว
 ลดลงเช่นกัน แต่จะคืนกลับเมื่อแช่น้ำนาน 15 วัน สอดคล้องกับ Pavarina และคณะ (2003) และ
 Tan และคณะ (2000) ที่พบว่าหลังแช่วสารฆ่าเชื้อนานๆ ชิ้นงานมีความแข็งผิวลดลง เนื่องจาก
 ส่วนประกอบของสารฆ่าเชื้อไปทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างพอลิเมอร์ระหว่างโครงยึด
 (matrix) พื้นผิวจะนิ่มขึ้น และในสารทำความสะอาดพื้นเทียมจะใส่หัวน้ำหอม (Essential oil) ลง
 ไปเพื่อเพิ่มกลิ่นหอมซึ่งมีผลต่อผิวของเรซิน อะคริลิก เพราะเป็นตัวทำละลายทำให้ความแข็งผิว
 ลดลง (Smith, 1966) ในทางตรงข้ามเมื่อแช่วเรซินอะคริลิกในน้ำลายเทียม จะมีการตกตะกอนของ
 แคลเซียมคลอไรด์ และเกลือโซเดียม ฟอสเฟต ทำให้มีความแข็งผิวเพิ่มขึ้น ถ้าแช่วสารทำความสะอาด
 พื้นเทียมที่สามารถกำจัดแผ่นคราบน้ำลาย (Pellicle) ได้จะไม่มีการเปลี่ยนแปลงของความ
 แข็งผิว เพราะไม่มีการสะสมของสาร อนินทรีย์บนผิวเรซินอะคริลิก (Garcia และคณะ, 2004)

อย่างไรก็ตามจากผลการศึกษานี้ การเปลี่ยนแปลงความแข็งผิวของเรซินอะคริลิกที่ซัด
 ด้วยแท่งไขซ์ดมันและที่ใช้สารเคลือบผิว เป็นไปได้ว่าเกิดจากสารประกอบบางอย่าง เช่นหัวน้ำหอม
 และสารอะโรมาติกในสารทำความสะอาดพื้นเทียมอาจเป็นไทมอล ยูคาลิปตัส เมทิลซาลิไซเลต
 และสารอื่นๆ ซึ่งเป็นตัวทำละลายสำหรับเรซินอะคริลิก อาจมีผลต่อคุณสมบัติทางกายภาพเช่น สี

ฟันผุ และความขรุขระได้ (Shen, Javid และ Colaizzi, 1989; Sickora และ Riccobono, 2000) ทั้งนี้ต้องศึกษาส่วนประกอบในเชิงลึกของสารทำความสะอาดฟันเทียมที่มีผลต่อความแข็งแรงฟันต่อไป

3. สรุปผลการวิจัย

จากข้อจำกัดของการวิจัย สามารถสรุปผลได้ดังนี้

3.1. การทดสอบสี

3.1.1 เรซินอะคริลิกที่ขัดด้วยแท่งไขขัดมันมีการติดสีควันบุหรี่ปุ่มมากกว่ากลุ่มที่ใช้สารเคลือบฟันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อเทียบกับการสูบบุหรี่ 1 วัน

3.1.2 ผลของการทำความสะอาด พบว่าเรซินอะคริลิกที่ใช้สารเคลือบฟันทุกกลุ่มมีการเปลี่ยนแปลงการติดสีไม่ต่างกันเมื่อแช่น้ำกลั่นหรือสารทำความสะอาดฟันเทียม แต่เรซินอะคริลิกที่ขัดด้วยแท่งไขขัดมันจำเป็นต้องแช่สารทำความสะอาดฟันเทียมจึงจะให้การติดสีที่น้อยกว่าและการแช่น้ำกลั่นยังคงมีการติดสีมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) อย่างไรก็ตามผลการทดลองอาจเปลี่ยนไปถ้าชิ้นงานมีคราบสารซึ่งมีลักษณะเหนียวและทำความสะอาดยากติดมากขึ้น

3.2. การทดสอบความแข็งแรงฟัน

3.2.1. ความแข็งแรงฟันที่ทดสอบ เป็นความแข็งแรงของวัสดุเคลือบฟัน ไม่ใช่จากเนื้อเรซินอะคริลิก โดยเรซินอะคริลิกที่ใช้สารเคลือบฟันผลิตภัณฑ์ Plaquit มีความแข็งแรงมากที่สุด ในขณะที่สารเคลือบฟันผลิตภัณฑ์ Bosworth Glaze™ มีความแข็งแรงฟันน้อยที่สุด แต่สารเคลือบฟัน Palaseal® เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ขัดด้วยแท่งไขขัดมันซึ่งเป็นความแข็งแรงของเนื้อเรซินอะคริลิกจริงๆ มีความแข็งแรงไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

3.2.2. ความแข็งแรงของเรซินอะคริลิกที่เตรียมฟันต่างกันภายหลังอบควันบุหรี่ปุ่มและแช่สารทำความสะอาดฟันเทียม สรุปได้ดังนี้

3.2.2.1 ควันบุหรี่ปุ่มและสารทำความสะอาดฟันเทียมผลิตภัณฑ์ต่างๆ มีผลต่อความแข็งแรงฟันของกลุ่มขัดด้วยแท่งไขขัดมันและกลุ่มที่เคลือบฟันด้วย Bosworth Glaze™ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

3.2.2.2 กลุ่มที่เคลือบผิวด้วย Palaseal® ควันบูรหรือและสารทำความสะอาด สะอาดพื้นเทียมผลิตภัณฑ์ต่างๆ ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความแข็งผิวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

3.2.2.3 กลุ่มที่เคลือบผิวด้วย Plaquit ความแข็งผิวที่เปลี่ยนแปลงเป็นผลจากสารทำความสะอาดพื้นเทียม ไม่ได้เกิดจากควันบูร

4. ข้อเสนอแนะ

4.1 การนำสารเคลือบผิวมาใช้ในทางคลินิก พบว่าสามารถลดการติดสีควันบูรหรือได้ และทำให้พื้นเทียมสามารถทำความสะอาดได้ง่ายขึ้น แต่ควรเลือกชนิดที่ให้ความแข็งผิวได้มากกว่าหรืออย่างน้อยต้องเท่ากับอะคริลิกเรซินเดิม

4.2 ในการวัดความแข็งผิวที่เกิดจากผลของควันบูรหรือจริงๆ สามารถทำได้โดยทำการศึกษาทดลองแยกจากการวัดสี ซึ่งสามารถวัดรอยกัดได้ถ้าทำความสะอาดผิวหน้าของชิ้นงานเรซินอะคริลิกไม่ให้มีคราบบุหรือตกค้าง เช่นใช้ผ้าเช็ด เป็นต้น หรือเปลี่ยนวิธีการวัดความแข็งผิวใหม่เป็นการทดสอบความแข็งผิวแบบมหภาคแทน ซึ่งจะให้ออกค่าที่ต่ำกว่าแต่ต้องอยู่บนชั้นของผิวเคลือบเท่านั้น

4.3 ผลของสีและความแข็งผิวของเรซินอะคริลิกที่แตกต่างกัน การเก็บในน้ำกลั่นอาจไม่ได้จำลองสภาวะในช่องปากที่แท้จริง ถ้าเป็นไปได้ควรเลือกเก็บในน้ำลายเทียมและควรแช่สารทำความสะอาดพื้นเทียมให้ละลายในน้ำประปาแทนน้ำกลั่น นอกจากนี้ควรทำการทดลองให้นานขึ้น เพราะผลของควันบูรหรือและสารทำความสะอาดพื้นเทียมที่สัมผัสชิ้นงานอาจมีปัจจัยเรื่องของเวลามาเกี่ยวข้องด้วย

4.4 ควรมีการทดสอบเพิ่มเติมในเรื่องความแข็งผิวของเรซินอะคริลิกที่ยังไม่ขัดด้วยแท่งไขขัดมัน เพื่อศึกษาความเปลี่ยนแปลงของความแข็งผิวตอนเริ่มต้นก่อนจะผ่านกระบวนการขัดใดๆ

4.5 ความแข็งผิวที่เปลี่ยนแปลงในทางที่สูงขึ้นควรทดสอบความแข็งจริงเพิ่มเติม เพราะอาจมีความเปราะมากขึ้น ทำให้เป็นข้อด้อยของวัสดุได้

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

- เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร. **การสำรวจพฤติกรรมการสูบบุหรี่**. กระทรวง. กลุ่มควบคุมการบริโภคยาสูบและเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ สำนักงานสถิติแห่งชาติ สำนักโรคไม่ติดต่อ, 2547
- ประภิต วาที่สาธกกิจ และกรองจิต วาที่สาธกกิจ. **สารพิษที่สำคัญในควันบุหรี่**[Online]. 2547. สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน, เล่มที่ 28. แหล่งที่มา: http://guru.sanook.com/search/knowledge_search.php?q=%CA%D2%C3%BE%D4%C9%B7%D5%E8%CA%D3%A4%D1%AD%E3%B9%A4%C7%D1%B9%BA%D8%CB%C3%D5%E8&select=1[2008, Mar 24]
- สวนพัฒนาสื่อและเทคโนโลยี. **เรียนรู้เรื่องยาเสพติด ชีวิตปลอดภัย**. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์พัฒนาการป้องกันและแก้ไขปัญหายาเสพติด สำนักงานป้องกันและปราบปรามยาเสพติด, 2545.
- จิตรกร เตชะตา, ฐิติมา ทรงจิตสมบุรณ์ และ วรณนนิศา แสงวังคำ. **การอบแห้งโรสแมรี่ด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์**. วิทยานิพนธ์ปริญญาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2549.
- อรอุษา สรวารี. **สารเคลือบผิว: สี วาร์นิช และแล็กเกอร์**. ภาควิชาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2544.

ภาษาอังกฤษ

- Abelson, D. C. Denture plaque and denture cleansers: Review of the literature. *Gerodontology* 1 (1985): 202-206.
- Anusavice, K.J. *Phillips' Science of dental materials* 11thed. Philadelphia: W.B.Saunders Company, 2003.
- Asad, T.; Watkinson, A. C ; and Huggett, R. The effects of various disinfectant solutions on the surface hardness of an acrylic resin denture base material. *Int J Prosthodont* 6 (1993): 9-12.

- Ashton, H. E. **New organic coatings**[online].1966. Available from: http://irc.nrc-cnrc.gc.ca/pubs/cbd/cbd079_e.html[2006,Dec15]
- Aslan, Y.; and Avci, M. Monopoly coating on acrylic resin surfaces: A bacteriologic study. **J Prosthet Dent** 63 (1990): 478-481.
- Austin, A. T.; and Basker, R. M. The level of residual monomer in acrylic denture base materials. **Br Dent J** 149 (1980): 281-286.
- Benedix, R.; Dehn, F.; Quaas, J.; and Orgass, M. **Application of titanium dioxide photocatalysis to create self-cleaning building materials**[online].2000. Available from: http://aspdin.wifa.uni-leipzig.de/institut/lacer/lacer05/105_19.pdf[2006,Dec 15]
- Canay, S.; Hersek, N.; Tolunoglu, I.; and Uzun, G. Evaluation of color and hardness changes of soft lining materials in food colorant solutions. **J Oral Rehabil** 26 (1999): 821-829.
- Chow, T. S. Wetting of rough surface. **J Phys: Condens Matter** 10 (1998): 455-451.
- Decher, G. Fuzzy nanoassemblies: Toward layered polymeric multicomposites. **Science** 277 (1997): 1232-1237.
- Dills, S. S., et al. Comparison of the antimicrobial capability of an abrasive paste and chemical-soak denture cleaners. **J Prosthet Dent** 66 (1988): 67.
- Dogan, A.; Bek, B.; Cevik, N. N.; and Usanmaz, A. The effect of preparation conditions of acrylic denture base materials on the level of residual monomer: Mechanical properties and water absorption. **J Dent** 23 (1995): 313-318.
- Emmanouil, J. K.; Kavouras, P.; and Kehagias, Th. The effect of photo-activated glazes on the microhardness of acrylic baseplate resins. **J Dent** 30 (2002): 7-10.
- Etienne, O.; Gasnier, C., et al. Antifungal coating by biofunctionalized polyelectrolyte multilayered films. **Biomaterials** 26 (2005): 6704-6712.
- Etienne, O.; Picart, C. et al. Polyelectrolyte multilayer film coating and stability at the surfaces of oral prosthesis base polymers: An in vitro and in vivo study. **J Dent Res** 85 (2006): 44-48.

- Friedman, M.; and Golomb, G. New sustained release dosage form of chlorhexidine for dental use: I Development and kinetics of release. *J Perio Res* 17 (1982): 323-328.
- Fujishima, A. **Discovery and applications of photocatalysis: Creating a comfortable future by making use of light energy**[online].2003. Available from: <http://www.nanonet.go.jp/english/mailmag/2005/044a.html>[2006,Nov06]
- Garcia, R. C.; Souza, J. A.; Rached, R. N.; and Cury, A. A. Effect of denture cleansers on the surface roughness and hardness of a microwave-cured acrylic resin and dental alloys. *J Prosthet Dent* 13 (2004): 173–178.
- Gardner, L. K.; and Parr, G. R. Extending the longevity of temporary soft liners with a mono-poly coating. *J Prosthet Dent* 59 (1988): 71-72.
- Goyal, S. Silanes: Chemistry and applications. *J Indian Prostho Soc* 6 (2006): 14-18.
- Hardness**[online]. Brycoat Inc,2006. Available from: <http://www.brycoat.com/hardness.htm>[2007,Jan11]
- Hardness**[online]. Wikipedia contributors: The Free Encyclopedia, 2007. Available from: <http://en.wikipedia.org/windex.php?title=Hardness&oldid=112519049> [2007,Feb03]
- Harrison, Z.; Johnson, A.; and Douglas, C. W. I. An in vitro study into the effect of a limited range of denture cleaners on surface roughness and removal of candida albicans from conventional heat-cured acrylic resin denture base material. *J Oral Rehabil* 31 (2004): 460-467.
- Haselden, C. A., et al. A comparison between the wear resistance of three types of denture resin to three different dentifrices. *J Oral Rehabil* 25 (1998): 335.
- Hayakawa, I.; Akiba, N.; Keh, E.; and Kasuga, Y. Physical properties of a new denture lining material containing a fluoroalkyl methacrylate polymer. *J Prosthet Dent.* 96 (2006): 53-58.
- Hirschfeld, Z.; Friedman, M.; Golomb, G.; and Yaacov, D. B. New sustained release dosage form of chlorhexidine for dental use: Use for plaque control in partial denture wearers. *J Oral Rehabil* 11 (1984): 477-482.

- Jagger, D. C.; Al-Akhazami, L.; Harrison, A.; and Rees, J. The effectiveness of seven denture cleansers on tea stain removal from PMMA acrylic resin. **Int J Prosthodont**.15.(2002): 549-552.
- Jagger, D. C.; and Harrison, A. Denture cleansing: The best approach. **Br Dent J**.10 (1995): 413-417.
- Jorgensen, E. B.; and Kaaber, S. Clinical effects of glazing denture acrylic resin bases using an ultraviolet curing method. **Scand J Dent Res** 94 (1986): 569-574.
- Jorgensen, E. B.; and Loe, H. Chlorhexidine as a denture disinfectant in the treatment of denture stomatitis. **Scand J Dent Res** 80 (1972): 457-464.
- Kado, D.; Sakurai, K.; Sugiyama, T.; and Ueda, T. Cleanability of acrylic denture base resin with titanium dioxide coating. **Prosthodon Res Pract** 4 (2005): 69-76.
- Kameyama, T. **Robust science & technology for safe and secure life space: Photocatalyst**[online]. Available from: http://www.aist.go.jp/aist_e/research_results/publications/pamphlet/T_today/photocatalyst_e.pdf[2007,Dec12]
- Keijman, J. M. **The evolution of siloxane epoxy coatings in the protective coatings industry**.[online].1999. Available from: <http://www.ameroncoatings.com/techcenter/docs/Evolutionofsiloxaneepoxycoatings.pdf>[2007, Dec 17]
- Keng, S. B.; and Lim, M. Denture plaque distribution and the effectiveness of a perborate-containing denture cleanser. **Quintessence Int** 27 (1996): 341-345.
- Keyf, F.; and Etikan, I. Evaluation of gross changes of two denture acrylic resin materials in four different beverages. **Dent Mater** 20 (2004): 244-251.
- Knoop hardness**[Online]. Engineering fundamentals, 2008. Available from: http://www.efunda.com/units/hardness/convert_hardness.cfm[2008, Mar 24]
- Knoop hardness test**[Online]. Wikipedia contributors: The free encyclopedia, 2008. Available from: <http://www.wikipedia.org>[2008, Mar 11]
- Kulak, Y.; Arikan, A.; Albak, S.; Okar, I.; and Kazazoglu, E. Scanning electron microscopic examination of different cleaners: Surface contaminant removal from dentures. **J Oral Rehabil** 24 (1997): 209-215.
- Kuhar, M.; and Funduk, N. Effects of polishing techniques on the surface roughness of acrylic denture base resins. **J Prosthet Dent** 93 (2005): 76-85.

- Lugardon, K., et al. Structural and biological characterization of chromofungin: The antifungal chromogranin A-(47-66)-derived peptide. *J Biol Chem* 276 (2001): 35875-35882.
- Lupetti, A., et al. Antimicrobial peptides: Therapeutic potential for the treatment of Candida infections. *Expert Opin Investig Drugs* 11 (2002): 309-318.
- Ma, T.; Johnson, G. H.; and Gordon, G. E. Effects of chemical disinfectants on the surface characteristics and color of denture resins. *J Prosthet Dent* 77 (1997): 197-204.
- Macrelli, G. **Innovative hydrophobic technology that provides a true self cleaning glass surface and a more bond friendly surface to pressure sensitive adhesives**[online].2002. Available from: <http://www.diamondfusion.com.au/us/news/pr020502.html>[2007,Jan15]
- Material hardness**[Online]. Calce and the University of Maryland, 2001. Available from: http://www.calce.umd.edu/general/Facilities/Hardness_ad_htm[2007,Dec18]
- Microhardness Test**[Online]. Gordon England. Available from: <http://www.gordonengland.co.uk/hardness/microhardness.htm>[2006,Nov23]
- Monsenego, P. Presence of microorganisms on the fitting denture complete surface: Study in vivo. *J Oral Rehabil* 27 (2000): 708-713.
- Neppelenbroek, K. H.; Pavarina, A. C.; Vergani, C.E.; and Giampaolo, E. T. Hardness of heat-polymerized acrylic resins after disinfection and long-term water immersion. *J Prosthet Dent* 93 (2005): 171-176.
- O'Brien, W. J. **Dental material and their selection** 2nd ed. Chicago; Quintessence Publishing, 1997.
- Odman, P. A. The effectiveness of an enzyme-containing denture cleanser. *Quint Int* 23 (1992): 187-190.
- Oliveira, L. V.; Mesquita. M F.; Henriques. G. EP.; Consani, R. LX.; and Fragoso, W. S. The compatibility of denture cleansers and resilient liners. *J Appl Oral Sci* 14 (2006): 1-7.

- Pavarina, A. C.; Vergani, C. E.; Machado, A. L.; Giampaolo, E. T. and Teraoka, M. T. The effect of disinfectant solutions on the hardness of acrylic resin denture teeth. **J Oral Rehabil** 30 (2003): 749-752.
- Powers, J. M.; and Sakagushi, R. L. **Craigs' Restorative dental materials** 12th ed. Mosby, 2006.
- Redding, S. W.; Bhatt, B.; Ribot, J. L.; Siegel, G.; and Rawls, H. R. **Inhibition of Candida albicans biofilms by a novel film coating**[online].2006. Available from: http://iadr.confex.com/iadr/2006Orld/techprogram/abstract_75421.htm[2006,Nov 25]
- Reenen, J. F. V. Microbiologic studies on denture stomatitis. **J Prosthet Dent.** 30 (1973): 493-505.
- Sesma, N.; Lagana, D. C.; Morimoto, S.; and Gil, C. Effect of denture surface glazing on denture plaque formation. **Braz Dent J** 16 (2005): 129-134.
- Shay, K. Dental hygiene: A review and update. **J Contemp Dent Prac** 1 (2000): 1-8.
- Shen, C.; Javid, N. S.; and Colaizzi, F.A. The effect of glutaraldehyde base disinfectants on denture base resins. **J Prosthet Dent.** 61 (1989): 583-589.
- Sickora, V.J.; Riccobono, P.X. **Denture cleanser**[Online].2000. Available from: <http://www.patentstorm.US/patents/6077501-fulltext.html>[2008,Feb23]
- Smith, D. C. The cleansing of dentures. **Dent Pract Dent Rec** 17 (1966): 39-43.
- Szabo, G.; and Huggett, R. Some mechanical properties of denture base polymers treated with an ultraviolet light-activated coating material. **J Dent** 15 (1987): 261-265.
- Szabo, G.; and Huggett, R. The loss of residual monomer from denture base polymers coated with an ultraviolet light-activated polymer. **Dent Mater** 3 (1987): 64-66.
- Szabo, G.; Valderhaug, J.; and Ruyter, I. E. Some properties of a denture acrylic coating. **Acta Odontol Scand** 43 (1985): 249-256.
- Tan, H. K.; Woo, A.; Kim, S.; Lamoureux, M.; and Grace, M. Effect of denture cleansers, surface finish, and temperature on Molloplast B resilient liner color, hardness, and texture. **J Prosthodont** 9. (2000): 148-155.

- Tarbet, W. J. Denture plaque: Quiet destroyer. *J Prosthet Dent* 48 (1982): 647-652.
- Thorne, K.; and Vittori, G. **Encapsulating denture acrylic polymers: Inorganic polymer films provide impermeable barriers**[online].1997. Available from: <http://ieeexplore.ieee.org/iel3/4462/12647/00583252pdf?arnumber=583252>[2006, Nov28]
- Vallittu, P. K. The effect of surface treatment of denture acrylic resin on the residual monomer content and its release into water. *Acta Odontol Scand* 54 (1996): 188-192.
- Vallittu, P. K.; Ruyter, I. E.; and Buykuilmaz, S. Effect of polymerization temperature and time on the residual monomer content of denture base polymers. *Eur J Oral Sci* 106 (1998): 588-593.



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 7 แสดงการวิเคราะห์การแจกแจงของข้อมูลการติดสีเฉลี่ยของชิ้นงานภายหลังจากการอบด้วยควันบุหรี่ ระหว่างกลุ่มที่ซัดปกติด้วยแท่งไขซ์ดมันกับผิวเคลือบเรซินอะคริลิกแต่ละผลิตภัณฑ์

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

coating		Delta E after smoke	
polish	N	50	
	Normal Parameters(a,b)	Mean	3.9524
		Std. Deviation	0.76642
	Kolmogorov-Smirnov Z	0.980	
	Asymp. Sig. (2-tailed)	0.292	
bosworth glaze	N	50	
	Normal Parameters(a,b)	Mean	2.4048
		Std. Deviation	0.85624
	Kolmogorov-Smirnov Z	0.690	
	Asymp. Sig. (2-tailed)	0.728	
palaseal	N	50	
	Normal Parameters(a,b)	Mean	2.5586
		Std. Deviation	0.55969
	Kolmogorov-Smirnov Z	0.876	
	Asymp. Sig. (2-tailed)	0.426	
plaquit	N	50	
	Normal Parameters(a,b)	Mean	2.3602
		Std. Deviation	0.69943
	Kolmogorov-Smirnov Z	0.884	
	Asymp. Sig. (2-tailed)	0.415	

a. Test distribution is Normal

b. Calculated from data.

ตารางที่ 8 แสดงการวิเคราะห์ความเหมือนของความแปรปรวน (Homogeneity of Variance) ด้วยการใช้การทดสอบแบบเลอวีเน (Levene's Test) ของข้อมูลการติดสีเฉลี่ยของชิ้นงานภายหลังจากการอบด้วยควันบุหรี่ ระหว่างกลุ่มที่ซัดปกติด้วยแท่งไขซ์ดมันกับผิวเคลือบเรซินอะคริลิกแต่ละผลิตภัณฑ์

Test of Homogeneity of Variances

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
2.050	3	196	0.108

ตารางที่ 9 แสดงการทดสอบการติดสีเฉลี่ยของชิ้นงานภายหลังจากการอบด้วยควันบุหรี่ ระหว่างกลุ่มที่ซัดปกติด้วยแท่งไข้ดมันกับผิวเคลือบเรซินอะคริลิกแต่ละผลิตภัณฑ์ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One-Way ANOVA)

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	86.723	3	28.908	54.466	0.000
Within Groups	104.027	196	0.531		
Total	190.750	199			

ตารางที่ 10 แสดงการทดสอบการติดสีเฉลี่ยของชิ้นงานภายหลังจากการอบด้วยควันบุหรี่ ระหว่างกลุ่มที่ซัดปกติด้วยแท่งไข้ดมันกับผิวเคลือบเรซินอะคริลิกแต่ละผลิตภัณฑ์ด้วยการเปรียบเทียบเชิงซ้อนแบบเตอร์เกย์ เฮชเอสดี (Turkey HSD multiple comparison)

Multiple Comparisons

Tukey HSD

(I) coating	(J) coating	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
polish	bosworth glaze	1.548 [*]	0.146	0.000	1.170	1.925
	palaseal	1.394 [*]	0.146	0.000	1.016	1.771
	plaquit	1.592 [*]	0.146	0.000	1.215	1.970
bosworth glaze	polish	-1.548 [*]	0.146	0.000	-1.925	-1.170
	palaseal	-0.154	0.146	0.717	-0.531	0.224
	plaquit	0.045	0.146	0.990	-0.333	0.422
palaseal	polish	-1.394 [*]	0.146	0.000	-1.771	-1.016
	bosworth glaze	0.154	0.146	0.717	-0.224	0.531
	plaquit	0.198	0.146	0.525	-0.179	0.576
plaquit	polish	-1.592 [*]	0.146	0.000	-1.970	-1.215
	bosworth glaze	-0.045	0.146	0.990	-0.422	0.333
	palaseal	-0.198	0.146	0.525	-0.576	0.179

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

Tukey HSD^a

coating	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
plaquit	50	2.3602	
bosworth glaze	50	2.4048	
palaseal	50	2.5586	
polish	50		3.9524
Sig.		0.525	1.0000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 50.000.

ตารางที่ 11 แสดงการวิเคราะห์การแจกแจงผลต่างเฉลี่ยของสีระหว่างเรซินอะคริลิกกลุ่มที่ขัดปกติ ด้วยแท่งไขขัดมันกับผิวเคลือบเรซินอะคริลิกแต่ละผลิตภัณฑ์ภายหลังจากการอบด้วยควันบุหรี่ และแก้ไขในสารทำความสะอาดฟันเทียมต่างชนิดกันนานข้ามคืน

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

coating	cleanser		DeltaE after cleanser
polish	water	N	10
		Normal Parameters(a,b)	
		Mean	2.8150
		Std. Deviation	0.2318
		Kolmogorov-Smirnov Z	0.506
Asymp. Sig. (2-tailed)	0.960		
bonyplus	N	N	10
		Normal Parameters(a,b)	
		Mean	1.2000
		Std. Deviation	0.2338
		Kolmogorov-Smirnov Z	0.584
Asymp. Sig. (2-tailed)	0.885		
fittydent	N	N	10
		Normal Parameters(a,b)	
		Mean	1.5300
		Std. Deviation	0.2780
		Kolmogorov-Smirnov Z	0.682
Asymp. Sig. (2-tailed)	0.740		
polident	N	N	10
		Normal Parameters(a,b)	
		Mean	1.0350
		Std. Deviation	0.2154
		Kolmogorov-Smirnov Z	0.603
Asymp. Sig. (2-tailed)	0.860		

coating	cleanser		DeltaE after cleanser		
steradent	N		10		
		Normal Parameters(a,b)	Mean	1.3700	
			Std. Deviation	0.2209	
			Kolmogorov-Smirnov Z	1.018	
			Asymp. Sig. (2-tailed)	0.251	
bosworth glaze	water	N	10		
			Normal Parameters(a,b)	Mean	1.5430
				Std. Deviation	0.7481
				Kolmogorov-Smirnov Z	0.758
				Asymp. Sig. (2-tailed)	0.614
bonyplus	N		10		
			Normal Parameters(a,b)	Mean	1.2160
				Std. Deviation	0.4922
				Kolmogorov-Smirnov Z	0.811
				Asymp. Sig. (2-tailed)	0.527
fittydent	N		10		
			Normal Parameters(a,b)	Mean	1.7440
				Std. Deviation	0.5622
				Kolmogorov-Smirnov Z	0.508
				Asymp. Sig. (2-tailed)	0.958
polident	N		10		
			Normal Parameters(a,b)	Mean	1.7670
				Std. Deviation	0.4838
				Kolmogorov-Smirnov Z	0.343
				Asymp. Sig. (2-tailed)	1.000
steradent	N		10		
			Normal Parameters(a,b)	Mean	1.2650
				Std. Deviation	0.3895
				Kolmogorov-Smirnov Z	0.968
				Asymp. Sig. (2-tailed)	0.305
palaseal	water	N	10		
			Normal Parameters(a,b)	Mean	2.2500
				Std. Deviation	0.7099
				Kolmogorov-Smirnov Z	0.931
				Asymp. Sig. (2-tailed)	0.351

coating	cleanser		DeltaE after cleanser	
	bonyplus	N	10	
		Normal Parameters(a,b)	Mean	1.4470
			Std. Deviation	0.4611
			Kolmogorov-Smirnov Z	0.538
			Asymp. Sig. (2-tailed)	0.934
	fittydent	N	10	
		Normal Parameters(a,b)	Mean	1.7190
			Std. Deviation	0.6170
			Kolmogorov-Smirnov Z	0.488
			Asymp. Sig. (2-tailed)	0.971
	polident	N	10	
		Normal Parameters(a,b)	Mean	1.5440
			Std. Deviation	0.6001
			Kolmogorov-Smirnov Z	0.665
			Asymp. Sig. (2-tailed)	0.768
	steradent	N	10	
		Normal Parameters(a,b)	Mean	1.7040
			Std. Deviation	0.6079
			Kolmogorov-Smirnov Z	0.751
			Asymp. Sig. (2-tailed)	0.625
plaquit	water	N	10	
		Normal Parameters(a,b)	Mean	2.4430
			Std. Deviation	1.0732
			Kolmogorov-Smirnov Z	0.632
			Asymp. Sig. (2-tailed)	0.819
	bonyplus	N	10	
		Normal Parameters(a,b)	Mean	1.4760
			Std. Deviation	0.5454
			Kolmogorov-Smirnov Z	0.646
			Asymp. Sig. (2-tailed)	0.798
	fittydent	N	10	
		Normal Parameters(a,b)	Mean	1.5450
			Std. Deviation	0.4609
			Kolmogorov-Smirnov Z	0.837
			Asymp. Sig. (2-tailed)	0.486

coating	cleanser	DeltaE after cleanser		
	polident	N	10	
		Normal Parameters(a,b)	Mean	1.4940
			Std. Deviation	0.4271
		Kolmogorov-Smirnov Z		0.702
		Asymp. Sig. (2-tailed)		0.709
	steradent	N	10	
		Normal Parameters(a,b)	Mean	1.0450
			Std. Deviation	0.2931
		Kolmogorov-Smirnov Z		0.825
		Asymp. Sig. (2-tailed)		0.503

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

ตารางที่ 12 แสดงการวิเคราะห์ผลระหว่างตัวแปรแต่ละตัว (Subjects effect) ต่อผลต่างเฉลี่ยของสีระหว่างเรซินอะคริลิกกลุ่มที่ขัดปกติด้วยแท่งไขซ์ดมันกับผิวเคลือบเรซินอะคริลิกแต่ละผลิตภัณฑ์ ภายหลังจากการอบด้วยควันทูร์และแช่ในสารทำความสะอาดฟันเทียมต่างชนิดกันนานข้ามคืน

Tests of Between-Subjects Effects

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	38.460 ^a	19	2.024	7.306	0.000
Intercept	516.876	1	516.876	1865.452	0.000
coating	1.308	3	0.436	1.573	0.197
cleanser	23.785	4	5.946	21.460	0.000
coating * cleanser	13.368	12	1.114	4.020	0.000
Error	49.874	180	0.277		
Total	605.209	200			
Corrected Total	88.334	199			

a. R Squared = .435 (Adjusted R Squared = .376)

ตารางที่ 13 แสดงการวิเคราะห์ความเหมือนของความแปรปรวน (Homogeneity of Variance) ด้วยการใช้อัตราทดสอบแบบเลอวีเน (Levene's Test) ของข้อมูลผลต่างเฉลี่ยของสี่ระหว่างเรซินอะคริลิกกลุ่มที่ซัดปกติด้วยแท่งไข่มันกับผิวเคลือบเรซินอะคริลิกแต่ละผลิตภัณฑ์ภายหลังจากการอบด้วยควันบุหรี่และแช่ในสารทำความสะอาดฟันเทียมต่างชนิดกันนานข้ามคืน

Test of Homogeneity of Variances

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
3.408	19	180	0.000

ตารางที่ 14 แสดงการทดสอบผลต่างเฉลี่ยของสี่ระหว่างเรซินอะคริลิกกลุ่มที่ซัดปกติด้วยแท่งไข่มันกับผิวเคลือบเรซินอะคริลิกแต่ละผลิตภัณฑ์ภายหลังจากการอบด้วยควันบุหรี่และแช่ในสารทำความสะอาดฟันเทียมต่างชนิดกันนานข้ามคืนด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One-Way ANOVA)

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	38.460	19	2.024	7.306	0.000
Within Groups	49.874	180	0.277		
Total	88.334	199			

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 15 แสดงการทดสอบผลต่างเฉลี่ยของสี่ระหว่างเรซินอะคริลิกกลุ่มที่ซัดปกติด้วยแท่งไขัด
มันกับผิวเคลือบเรซินอะคริลิกแต่ละผลิตภัณฑ์ภายหลังผ่านการอบด้วยควันทูหรือและแซในสารทำ
ความสะอาดฟันเทียมต่างชนิดกันนานข้ามคืนด้วยการเปรียบเทียบเชิงซ้อนแบบทามฮาน
(Tamhane multiple comparison)

Multiple Comparisons

Tamhane

(I) group	(J) group	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1	2	1.615	0.104	0.000	1.1453	2.0847
	3	1.285	0.114	0.000	0.7648	1.8052
	4	1.780	0.100	0.000	1.3280	2.2320
	5	1.445	0.101	0.000	0.9879	1.9021
	6	1.272	0.248	0.065	-0.0442	2.5882
	7	1.599	0.172	0.000	0.7447	2.4533
	8	1.071	0.192	0.023	0.0930	2.0490
	9	1.048	0.170	0.006	0.2082	1.8878
	10	1.550	0.143	0.000	0.8681	2.2319
	11	0.565	0.236	0.999	-0.6811	1.8111
	12	1.368	0.163	0.000	0.5672	2.1688
	13	1.096	0.208	0.043	0.0194	2.1726
	14	1.271	0.203	0.009	0.2249	2.3171
	15	1.111	0.206	0.034	0.0508	2.1712
	16	0.372	0.347	1.000	-1.5446	2.2886
	17	1.339	0.187	0.002	0.3909	2.2871
	18	1.270	0.163	0.001	0.4696	2.0704
	19	1.321	0.154	0.000	0.5777	2.0643
	20	1.770	0.118	0.000	1.2303	2.3097
	2	1	-1.615	0.104	0.000	-2.0847
3		-0.330	0.115	0.861	-0.8517	0.1917
4		0.165	0.101	1.000	-0.2892	0.6192
5		-0.170	0.102	1.000	-0.6292	0.2892
6		-0.343	0.248	1.000	-1.6587	0.9727
7		-0.016	0.172	1.000	-0.8703	0.8383
8		-0.544	0.193	0.946	-1.5218	0.4338
9		-0.567	0.170	0.640	-1.4068	0.2728
10		-0.065	0.144	1.000	-0.7474	0.6174
11		-1.050	0.236	0.174	-2.2957	0.1957
12		-0.247	0.163	1.000	-1.0479	0.5539
13		-0.519	0.209	0.996	-1.5952	0.5572

(I) group	(J) group	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
	14	-0.344	0.204	1.000	-1.3898	0.7018
	15	-0.504	0.206	0.998	-1.5638	0.5558
	16	-1.243	0.347	0.625	-3.1590	0.6730
	17	-0.276	0.188	1.000	-1.2239	0.6719
	18	-0.345	0.163	1.000	-1.1456	0.4556
	19	-0.294	0.154	1.000	-1.0376	0.4496
	20	0.155	0.119	1.000	-0.3860	0.6960
3	1	-1.285	0.114	0.000	-1.8052	-0.7648
	2	0.330	0.115	0.861	-0.1917	0.8517
	4	0.495	0.111	0.065	-0.0140	1.0040
	5	0.160	0.112	1.000	-0.3526	0.6726
	6	-0.013	0.252	1.000	-1.3190	1.2930
	7	0.314	0.179	1.000	-0.5444	1.1724
	8	-0.214	0.198	1.000	-1.1901	0.7621
	9	-0.237	0.176	1.000	-1.0818	0.6078
	10	0.265	0.151	1.000	-0.4346	0.9646
	11	-0.720	0.241	0.892	-1.9569	0.5169
	12	0.083	0.170	1.000	-0.7253	0.8913
	13	-0.189	0.214	1.000	-1.2603	0.8823
	14	-0.014	0.209	1.000	-1.0557	1.0277
	15	-0.174	0.211	1.000	-1.2293	0.8813
	16	-0.913	0.351	0.993	-2.8162	0.9902
	17	0.054	0.194	1.000	-0.8934	1.0014
	18	-0.015	0.170	1.000	-0.8230	0.7930
	19	0.036	0.161	1.000	-0.7193	0.7913
	20	-0.485	0.128	0.223	-0.0917	1.0617
4	1	-1.780	0.100	0.000	-2.2320	-1.3280
	2	-0.165	0.101	1.000	-0.6192	0.2892
	3	-0.495	0.111	0.065	-1.0040	0.0140
	5	-0.335	0.098	0.431	-0.7753	0.1053
	6	-0.508	0.246	1.000	-1.8285	0.8125
	7	-0.181	0.170	1.000	-1.0360	0.6740
	8	-0.709	0.190	0.443	-1.6893	0.2713
	9	-0.732	0.167	0.147	-1.5722	0.1082
	10	-0.230	0.141	1.000	-0.9085	0.4485
	11	-1.215	0.235	0.062	-2.4652	0.0352
	12	-0.412	0.161	0.990	-1.2124	0.3884
	13	-0.684	0.207	0.728	-1.7638	0.3958

(I) group	(J) group	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
	14	-0.509	0.202	0.995	-1.5581	0.5401
	15	-0.669	0.204	0.744	-1.7322	0.3942
	16	-1.408	0.346	0.366	-3.3293	0.5133
	17	-0.441	0.185	0.999	-1.3911	0.5091
	18	-0.510	0.161	0.763	-1.3101	0.2901
	19	-0.459	0.151	0.833	-1.2007	0.2827
	20	-0.010	0.115	1.000	-0.5398	0.5198
5	1	-1.445	0.101	0.000	-1.9021	-0.9879
	2	0.170	0.102	1.000	-0.2892	0.6292
	3	-0.160	0.112	1.000	-0.6726	0.3526
	4	0.335	0.098	0.431	-0.1053	0.7753
	6	-0.173	0.247	1.000	-1.4921	1.1461
	7	0.154	0.171	1.000	-0.7006	1.0086
	8	-0.374	0.191	1.000	-1.3535	0.6055
	9	-0.397	0.168	0.999	-1.2370	0.4430
	10	0.105	0.142	1.000	-0.5745	0.7845
	11	-0.880	0.235	0.476	-2.1288	0.3688
	12	-0.077	0.162	1.000	-0.8774	0.7234
	13	-0.349	0.207	1.000	-1.4276	0.7296
	14	-0.174	0.202	1.000	-1.2220	0.8740
	15	-0.334	0.205	1.000	-1.3961	0.7281
	16	-1.073	0.347	0.892	-2.9927	0.8467
	17	-0.106	0.186	1.000	-1.0553	0.8433
	18	-0.175	0.162	1.000	-0.9751	0.6251
	19	-0.124	0.152	1.000	-0.8661	0.6181
	20	-0.325	0.116	0.907	-0.2079	0.8579
6	1	-1.272	0.248	0.065	-2.5882	0.0442
	2	0.343	0.248	1.000	-0.9727	1.6587
	3	0.013	0.252	1.000	-1.2930	1.3190
	4	0.508	0.246	1.000	-0.8125	1.8285
	5	0.173	0.247	1.000	-1.1461	1.4921
	7	0.327	0.283	1.000	-0.9980	1.6520
	8	-0.201	0.296	1.000	-1.5602	1.1582
	9	-0.224	0.282	1.000	-1.5458	1.0978
	10	0.278	0.267	1.000	-1.0221	1.5781
	11	-0.707	0.326	1.000	-2.1793	0.7653
	12	0.096	0.278	1.000	-1.2182	1.4102
	13	-0.176	0.307	1.000	-1.5711	1.2191

(I) group	(J) group	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
	14	-0.001	0.303	1.000	-1.3842	1.3822
	15	-0.161	0.305	1.000	-1.5496	1.2276
	16	-0.900	0.414	1.000	-2.8190	1.0190
	17	0.067	0.293	1.000	-1.2828	1.4168
	18	-0.002	0.278	1.000	-1.3162	1.3122
	19	0.049	0.272	1.000	-1.2566	1.3546
	20	0.498	0.254	1.000	-0.8054	1.8014
7	1	-1.599	0.172	0.000	-2.4533	-0.7447
	2	0.016	0.172	1.000	-0.8383	0.8703
	3	-0.314	0.179	1.000	-1.1724	0.5444
	4	0.181	0.170	1.000	-0.6740	1.0360
	5	-0.154	0.171	1.000	-1.0086	0.7006
	6	-0.327	0.283	1.000	-1.6520	0.9980
	8	-0.528	0.236	0.999	-1.5983	0.5423
	9	-0.551	0.218	0.983	-1.5357	0.4337
	10	-0.049	0.198	1.000	-0.9554	0.8574
	11	-1.034	0.273	0.265	-2.3021	0.2341
	12	-0.231	0.213	1.000	-1.1942	0.7322
	13	-0.503	0.250	1.000	-1.6419	0.6359
	14	-0.328	0.245	1.000	-1.4451	0.7891
	15	-0.488	0.247	1.000	-1.6151	0.6391
	16	-1.227	0.373	0.688	-3.0902	0.6362
	17	-0.260	0.232	1.000	-1.3107	0.7907
	18	-0.329	0.213	1.000	-1.2920	0.6340
	19	-0.278	0.206	1.000	-1.2120	0.6560
	20	0.171	0.181	1.000	-0.6908	1.0328
8	1	-1.071	0.192	0.023	-2.0490	-0.0930
	2	0.544	0.193	0.946	-0.4338	1.5218
	3	0.214	0.198	1.000	-0.7621	1.1901
	4	0.709	0.190	0.443	-0.2713	1.6893
	5	0.374	0.191	1.000	-0.6055	1.3535
	6	0.201	0.296	1.000	-1.1582	1.5602
	7	0.528	0.236	0.999	-0.5423	1.5983
	9	-0.023	0.235	1.000	-1.0867	1.0407
	10	0.479	0.216	1.000	-0.5251	1.4831
	11	-0.506	0.286	1.000	-1.8138	0.8018
	12	0.297	0.230	1.000	-0.7496	1.3436
	13	0.025	0.264	1.000	-1.1682	1.2182
	14	0.200	0.260	1.000	-0.9744	1.3744
	15	0.040	0.262	1.000	-1.1430	1.2230

(I) group	(J) group	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
	16	-0.699	0.383	1.000	-2.5645	1.1665
	17	0.268	0.248	1.000	-0.8498	1.3858
	18	0.199	0.230	1.000	-0.8475	1.2455
	19	0.250	0.223	1.000	-0.7742	1.2742
	20	0.699	0.200	0.514	-0.2781	1.6761
9	1	-1.048	0.170	0.006	-1.8878	-0.2082
	2	0.567	0.170	0.640	-0.2728	1.4068
	3	0.237	0.176	1.000	-0.6078	1.0818
	4	0.732	0.167	0.147	-0.1082	1.5722
	5	0.397	0.168	0.999	-0.4430	1.2370
	6	0.224	0.282	1.000	-1.0978	1.5458
	7	0.551	0.218	0.983	-0.4337	1.5357
	8	0.023	0.235	1.000	-1.0407	1.0867
	10	0.502	0.196	0.980	-0.3935	1.3975
	11	-0.483	0.272	1.000	-1.7474	0.7814
	12	0.320	0.211	1.000	-0.6341	1.2741
	13	0.048	0.248	1.000	-1.0854	1.1814
	14	0.223	0.244	1.000	-0.8883	1.3343
	15	0.063	0.246	1.000	-1.0584	1.1844
	16	-0.676	0.372	1.000	-2.5395	1.1875
	17	0.291	0.231	1.000	-0.7527	1.3347
	18	0.222	0.211	1.000	-0.7319	1.1759
	19	0.273	0.204	1.000	-0.6510	1.1970
	20	0.722	0.179	0.189	-0.1265	1.5705
10	1	-1.550	0.143	0.000	-2.2319	-0.8681
	2	-0.065	0.144	1.000	-0.6174	0.7474
	3	-0.265	0.151	1.000	-0.9646	0.4346
	4	0.230	0.141	1.000	-0.4485	0.9085
	5	-0.105	0.142	1.000	-0.7845	0.5745
	6	-0.278	0.267	1.000	-1.5781	1.0221
	7	0.049	0.198	1.000	-0.8574	0.9554
	8	-0.479	0.216	1.000	-1.4831	0.5251
	9	-0.502	0.196	0.980	-1.3975	0.3935
	11	-0.985	0.256	0.288	-2.2212	0.2512
	12	-0.182	0.191	1.000	-1.0488	0.6848
	13	-0.454	0.231	1.000	-1.5408	0.6328
	14	-0.279	0.226	1.000	-1.3398	0.7818
	15	-0.439	0.228	1.000	-1.5118	0.6338

(I) group	(J) group	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
	16	-1.178	0.361	0.751	-3.0533	0.6973
	17	-0.211	0.212	1.000	-1.1909	0.7689
	18	-0.280	0.191	1.000	-1.1465	0.5865
	19	-0.229	0.183	1.000	-1.0553	0.5973
	20	0.220	0.154	1.000	-0.4879	0.9279
11	1	-0.565	0.236	0.999	-1.8111	0.6811
	2	1.050	0.236	0.174	-0.1957	2.2957
	3	0.720	0.241	0.892	-0.5169	1.9569
	4	1.215	0.235	0.062	-0.0352	2.4652
	5	0.880	0.235	0.476	-0.3688	2.1288
	6	0.707	0.326	1.000	-0.7653	2.1793
	7	1.034	0.273	0.265	-0.2341	2.3021
	8	0.506	0.286	1.000	-0.8018	1.8138
	9	0.483	0.272	1.000	-0.7814	1.7474
	10	0.985	0.256	0.288	-0.2512	2.2212
	12	0.803	0.268	0.812	-0.4521	2.0581
	13	0.531	0.297	1.000	-0.8169	1.8789
	14	0.706	0.294	0.995	-0.6287	2.0407
	15	0.546	0.296	1.000	-0.7947	1.8867
	16	-0.193	0.407	1.000	-2.0954	1.7094
	17	0.774	0.283	0.934	-0.5230	2.0710
	18	0.705	0.268	0.971	-0.5500	1.9600
	19	0.756	0.262	0.888	-0.4882	2.0002
	20	1.205	0.243	0.061	-0.0299	2.4399
12	1	-1.368	0.163	0.000	-2.1688	-0.5672
	2	0.247	0.163	1.000	-0.5539	1.0479
	3	-0.083	0.170	1.000	-0.8913	0.7253
	4	0.412	0.161	0.990	-0.3884	1.2124
	5	0.077	0.162	1.000	-0.7234	0.8774
	6	-0.096	0.278	1.000	-1.4102	1.2182
	7	0.231	0.213	1.000	-0.7322	1.1942
	8	-0.297	0.230	1.000	-1.3436	0.7496
	9	-0.320	0.211	1.000	-1.2741	0.6341
	10	0.182	0.191	1.000	-0.6848	1.0488
	11	-0.803	0.268	0.812	-2.0581	0.4521
	13	-0.272	0.244	1.000	-1.3915	0.8475
	14	-0.097	0.239	1.000	-1.1934	0.9994
	15	-0.257	0.241	1.000	-1.3640	0.8500

(I) group	(J) group	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
	16	-0.996	0.369	0.975	-2.8610	0.8690
	17	-0.029	0.226	1.000	-1.0546	0.9966
	18	-0.098	0.206	1.000	-1.0282	0.8322
	19	-0.047	0.199	1.000	-0.9450	0.8510
	20	0.402	0.173	0.999	-0.4110	1.2150
13	1	-1.096	0.208	0.043	-2.1726	-0.0194
	2	0.519	0.209	0.996	-0.5572	1.5952
	3	0.189	0.214	1.000	-0.8823	1.2603
	4	0.684	0.207	0.728	-0.3958	1.7638
	5	0.349	0.207	1.000	-0.7296	1.4276
	6	0.176	0.307	1.000	-1.2191	1.5711
	7	0.503	0.250	1.000	-0.6359	1.6419
	8	-0.025	0.264	1.000	-1.2182	1.1682
	9	-0.048	0.248	1.000	-1.1814	1.0854
	10	0.454	0.231	1.000	-0.6328	1.5408
	11	-0.531	0.297	1.000	-1.8789	0.8169
	12	0.272	0.244	1.000	-0.8475	1.3915
	14	0.175	0.272	1.000	-1.0532	1.4032
	15	0.015	0.274	1.000	-1.2208	1.2508
	16	-0.724	0.391	1.000	-2.5980	1.1500
	17	0.243	0.260	1.000	-0.9360	1.4220
	18	0.174	0.244	1.000	-0.9454	1.2934
	19	0.225	0.237	1.000	-0.8768	1.3268
	20	0.674	0.216	0.791	-0.3969	1.7449
14	1	-1.271	0.203	0.009	-2.3171	-0.2249
	2	0.344	0.204	1.000	-0.7018	1.3898
	3	0.014	0.209	1.000	-1.0277	1.0557
	4	0.509	0.202	0.995	-0.5401	1.5581
	5	0.174	0.202	1.000	-0.8740	1.2220
	6	0.001	0.303	1.000	-1.3822	1.3842
	7	0.328	0.245	1.000	-0.7891	1.4451
	8	-0.200	0.260	1.000	-1.3744	0.9744
	9	-0.223	0.244	1.000	-1.3343	0.8883
	10	0.279	0.226	1.000	-0.7818	1.3398
	11	-0.706	0.294	0.995	-2.0407	0.6287
	12	0.097	0.239	1.000	-0.9994	1.1934
	13	-0.175	0.272	1.000	-1.4032	1.0532
	15	-0.160	0.270	1.000	-1.3787	1.0587

(I) group	(J) group	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
	16	-0.899	0.389	0.999	-2.7697	0.9717
	17	0.068	0.256	1.000	-1.0914	1.2274
	18	-0.001	0.239	1.000	-1.0973	1.0953
	19	0.050	0.233	1.000	-1.0273	1.1273
	20	0.499	0.211	0.999	-0.5427	1.5407
15	1	-1.111	0.206	0.034	-2.1712	-0.0508
	2	0.504	0.206	0.998	-0.5558	1.5638
	3	0.174	0.211	1.000	-0.8813	1.2293
	4	0.669	0.204	0.744	-0.3942	1.7322
	5	0.334	0.205	1.000	-0.7281	1.3961
	6	0.161	0.305	1.000	-1.2276	1.5496
	7	0.488	0.247	1.000	-0.6391	1.6151
	8	-0.040	0.262	1.000	-1.2230	1.1430
	9	-0.063	0.246	1.000	-1.1844	1.0584
	10	0.439	0.228	1.000	-0.6338	1.5118
	11	-0.546	0.296	1.000	-1.8867	0.7947
	12	0.257	0.241	1.000	-0.8500	1.3640
	13	-0.015	0.274	1.000	-1.2508	1.2208
	14	0.160	0.270	1.000	-1.0587	1.3787
	16	-0.739	0.390	1.000	-2.6112	1.1332
	17	0.228	0.258	1.000	-0.9404	1.3964
	18	0.159	0.241	1.000	-0.9479	1.2659
	19	0.210	0.235	1.000	-0.8786	1.2986
	20	0.659	0.213	0.809	-0.3962	1.7142
16	1	-0.372	0.347	1.000	-2.2886	1.5446
	2	1.243	0.347	0.625	-0.6730	3.1590
	3	0.913	0.351	0.993	-0.9902	2.8162
	4	1.408	0.346	0.366	-0.5133	3.3293
	5	1.073	0.347	0.892	-0.8467	2.9927
	6	0.900	0.414	1.000	-1.0190	2.8190
	7	1.227	0.373	0.688	-0.6362	3.0902
	8	0.699	0.383	1.000	-1.1665	2.5645
	9	0.676	0.372	1.000	-1.1875	2.5395
	10	1.178	0.361	0.751	-0.6973	3.0533
	11	0.193	0.407	1.000	-1.7094	2.0954
	12	0.996	0.369	0.975	-0.8690	2.8610
	13	0.724	0.391	1.000	-1.1500	2.5980
	14	0.899	0.389	0.999	-0.9717	2.7697

(I) group	(J) group	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
	15	0.739	0.390	1.000	-1.1332	2.6112
	17	0.967	0.381	0.991	-0.8971	2.8311
	18	0.898	0.369	0.998	-0.9671	2.7631
	19	0.949	0.365	0.989	-0.9200	2.8180
	20	1.398	0.352	0.374	-0.5009	3.2969
17	1	-1.339	0.187	0.002	-2.2871	-0.3909
	2	0.276	0.188	1.000	-0.6719	1.2239
	3	-0.054	0.194	1.000	-1.0014	0.8934
	4	0.441	0.185	0.999	-0.5091	1.3911
	5	0.106	0.186	1.000	-0.8433	1.0553
	6	-0.067	0.293	1.000	-1.4168	1.2828
	7	0.260	0.232	1.000	-0.7907	1.3107
	8	-0.268	0.248	1.000	-1.3858	0.8498
	9	-0.291	0.231	1.000	-1.3347	0.7527
	10	0.211	0.212	1.000	-0.7689	1.1909
	11	-0.774	0.283	0.934	-2.0710	0.5230
	12	0.029	0.226	1.000	-0.9966	1.0546
	13	-0.243	0.260	1.000	-1.4220	0.9360
	14	-0.068	0.256	1.000	-1.2274	1.0914
	15	-0.228	0.258	1.000	-1.3964	0.9404
	16	-0.967	0.381	0.991	-2.8311	0.8971
	18	-0.069	0.226	1.000	-1.0944	0.9564
	19	-0.018	0.219	1.000	-1.0196	0.9836
	20	0.431	0.196	1.000	-0.5179	1.3799
18	1	-1.270	0.163	0.001	-2.0704	-0.4696
	2	0.345	0.163	1.000	-0.4556	1.1456
	3	0.015	0.170	1.000	-0.7930	0.8230
	4	0.510	0.161	0.763	-0.2901	1.3101
	5	0.175	0.162	1.000	-0.6251	0.9751
	6	0.002	0.278	1.000	-1.3122	1.3162
	7	0.329	0.213	1.000	-0.6340	1.2920
	8	-0.199	0.230	1.000	-1.2455	0.8475
	9	-0.222	0.211	1.000	-1.1759	0.7319
	10	0.280	0.191	1.000	-0.5865	1.1465
	11	-0.705	0.268	0.971	-1.9600	0.5500
	12	0.098	0.206	1.000	-0.8322	1.0282
	13	-0.174	0.244	1.000	-1.2934	0.9454
	14	0.001	0.239	1.000	-1.0953	1.0973

(I) group	(J) group	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
	15	-0.159	0.241	1.000	-1.2659	0.9479
	16	-0.898	0.369	0.998	-2.7631	0.9671
	17	0.069	0.226	1.000	-0.9564	1.0944
	19	0.051	0.199	1.000	-0.8467	0.9487
	20	0.500	0.173	0.877	-0.3127	1.3127
19	1	-1.321	0.154	0.000	-2.0643	-0.5777
	2	0.294	0.154	1.000	-0.4496	1.0376
	3	-0.036	0.161	1.000	-0.7913	0.7193
	4	0.459	0.151	0.833	-0.2827	1.2007
	5	0.124	0.152	1.000	-0.6181	0.8661
	6	-0.049	0.272	1.000	-1.3546	1.2566
	7	0.278	0.206	1.000	-0.6560	1.2120
	8	-0.250	0.223	1.000	-1.2742	0.7742
	9	-0.273	0.204	1.000	-1.1970	0.6510
	10	0.229	0.183	1.000	-0.5973	1.0553
	11	-0.756	0.262	0.888	-2.0002	0.4882
	12	0.047	0.199	1.000	-0.8510	0.9450
	13	-0.225	0.237	1.000	-1.3268	0.8768
	14	-0.050	0.233	1.000	-1.1273	1.0273
	15	-0.210	0.235	1.000	-1.2986	0.8786
	16	-0.949	0.365	0.989	-2.8180	0.9200
	17	0.018	0.219	1.000	-0.9836	1.0196
	18	-0.051	0.199	1.000	-0.9487	0.8467
	20	0.449	0.164	0.938	-0.3126	1.2106
20	1	-1.770	0.118	0.000	-2.3097	-1.2303
	2	-0.155	0.119	1.000	-0.6960	0.3860
	3	-0.485	0.128	0.223	-1.0617	0.0917
	4	0.010	0.115	1.000	-0.5198	0.5398
	5	-0.325	0.116	0.907	-0.8579	0.2079
	6	-0.498	0.254	1.000	-1.8014	0.8054
	7	-0.171	0.181	1.000	-1.0328	0.6908
	8	-0.699	0.200	0.514	-1.6761	0.2781
	9	-0.722	0.179	0.189	-1.5705	0.1265
	10	-0.220	0.154	1.000	-0.9279	0.4879
	11	-1.205	0.243	0.061	-2.4399	0.0299
	12	-0.402	0.173	0.999	-1.2150	0.4110
	13	-0.674	0.216	0.791	-1.7449	0.3969
	14	-0.499	0.211	0.999	-1.5407	0.5427

(I) group	(J) group	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
	15	-0.659	0.213	0.809	-1.7142	0.3962
	16	-1.398	0.352	0.374	-3.2969	0.5009
	17	-0.431	0.196	1.000	-1.3799	0.5179
	18	-0.500	0.173	0.877	-1.3127	0.3127
	19	-0.449	0.164	0.938	-1.2106	0.3126

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

ตารางที่ 16 แสดงสัญลักษณ์ของกลุ่มเรซินอะคริลิกที่เตรียมผิวต่างกันและสารทำความสะอาดฟัน
เทียบผลิตภัณฑ์ต่างๆ

		Value Label	N
coating 1	1	polish	50
	2	bosworth glaze	50
	3	palaseal	50
	4	plaquit	50
cleanser	1	water	40
	2	bonyplus	40
	3	fittydent	40
	4	polident	40
	5	steradent	40

			Value Label
coating 1 &	cleanser 1		group 1
coating 1 &	cleanser 2		group 2
coating 1 &	cleanser 3		group 3
coating 1 &	cleanser 4		group 4
coating 1 &	cleanser 5		group 5
coating 2 &	cleanser 1		group 6
coating 2 &	cleanser 2		group 7
coating 2 &	cleanser 3		group 8
coating 2 &	cleanser 4		group 9
coating 2 &	cleanser 5		group 10
coating 3 &	cleanser 1		group 11
coating 3 &	cleanser 2		group 12
coating 3 &	cleanser 3		group 13

	Value Label
coating 3 & cleanser 4	group 14
coating 3 & cleanser 5	group 15
coating 4 & cleanser 1	group 16
coating 4 & cleanser 2	group 17
coating 4 & cleanser 3	group 18
coating 4 & cleanser 4	group 19
coating 4 & cleanser 5	group 20

ตารางที่ 17 แสดงการวิเคราะห์การแจกแจงของข้อมูลความแข็งผิวเฉลี่ยระหว่างกลุ่มที่ขัดปกติด้วย
 แป้งไขขัดมันกับผิวเคลือบเรซินอะคริลิกแต่ละผลิตภัณฑ์

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

coating	hard_start
polish	N
	50
Normal Parameters(a,b)	Mean
	16.026
	Std. Deviation
	0.6889
Kolmogorov-Smirnov Z	1.010
Asymp. Sig. (2-tailed)	0.260
bosworth glaze	N
	50
Normal Parameters(a,b)	Mean
	13.586
	Std. Deviation
	0.8519
Kolmogorov-Smirnov Z	0.847
Asymp. Sig. (2-tailed)	0.470
palaseal	N
	50
Normal Parameters(a,b)	Mean
	15.828
	Std. Deviation
	0.7231
Kolmogorov-Smirnov Z	0.881
Asymp. Sig. (2-tailed)	0.420
plaquit	N
	50
Normal Parameters(a,b)	Mean
	18.348
	Std. Deviation
	1.5436
Kolmogorov-Smirnov Z	0.612
Asymp. Sig. (2-tailed)	0.848

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

ตารางที่ 18 แสดงการวิเคราะห์ความเหมือนของความแปรปรวน (Homogeneity of Variance) ด้วยการทดสอบแบบเลอวี (Levene's Test) ของข้อมูลความแข็งผิวเฉลี่ยระหว่างกลุ่มที่ขัดปอกติด้วยแท่งไข้ดมันกับผิวเคลือบเรซินอะคริลิกแต่ละผลิตภัณฑ์

Test of Homogeneity of Variances

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
12.117	3	196	0.000

ตารางที่ 19 แสดงการทดสอบข้อมูลความแข็งผิวเฉลี่ยระหว่างกลุ่มที่ขัดปอกติด้วยแท่งไข้ดมันกับผิวเคลือบเรซินอะคริลิกแต่ละผลิตภัณฑ์ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One-Way ANOVA)

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	567.976	3	189.325	184.449	0.000
Within Groups	201.182	196	1.026		
Total	769.158	199			

ตารางที่ 20 แสดงการทดสอบข้อมูลความแข็งผิวเฉลี่ยระหว่างกลุ่มที่ขัดปอกติด้วยแท่งไข้ดมันกับผิวเคลือบเรซินอะคริลิกแต่ละผลิตภัณฑ์ด้วยการเปรียบเทียบเชิงซ้อนทามฮาน (Tamhane multiple comparison)

Multiple Comparisons

Tamhane

(I) coating	(J) coating	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
polish	bosworth	2.4400 [*]	0.1549	0.000	2.024	2.856
	palaseal	0.1980	0.1412	0.659	-0.181	0.577
	plaquit	-2.3220 [*]	0.2390	0.000	-2.970	-1.674
bosworth	polish	-2.4400 [*]	0.1549	0.000	-2.856	-2.024
	palaseal	-2.2420 [*]	0.1580	0.000	-2.667	-1.817
	plaquit	-4.7620 [*]	0.2493	0.000	-5.435	-4.089
palaseal	polish	-0.1980	0.1412	0.659	-0.577	0.181
	bosworth	2.2420 [*]	0.1580	0.000	1.817	2.667
	plaquit	-2.5200 [*]	0.2411	0.000	-3.173	-1.867

(I) coating	(J) coating	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
plaquit	polish	2.3220 [*]	0.2390	0.000	1.674	2.970
	bosworth	4.7620 [*]	0.2493	0.000	4.089	5.435
	palaseal	2.5200 [*]	0.2411	0.000	1.867	3.173

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

ตารางที่ 21 แสดงการวิเคราะห์การแจกแจงของข้อมูลความแข็งผิวเฉลี่ยของเรซินอะคริลิก ระหว่างกลุ่มที่ขัดปกติด้วยแท่งไขขัดมันกับผิวเคลือบเรซินอะคริลิกแต่ละผลิตภัณฑ์หลังจากผ่านการอบด้วยควันทูบหรือและเขียนสารทำความสะอาดพื้นเทียมนานข้ามคืน

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

coating	cleanser		Hard start	Hard after clean	
polish	water	N	10	10	
		Normal Parameters(a,b)	Mean	16.100	17.500
			Std. Deviation	0.4714	0.3232
		Kolmogorov-Smirnov Z		0.582	0.734
		Asymp. Sig. (2-tailed)		0.887	0.655
bonyplus		N	10	10	
		Normal Parameters(a,b)	Mean	15.680	16.650
			Std. Deviation	0.9987	0.9513
		Kolmogorov-Smirnov Z		0.714	0.699
		Asymp. Sig. (2-tailed)		0.688	0.713
fittydent		N	10	10	
		Normal Parameters(a,b)	Mean	16.200	16.670
			Std. Deviation	0.2981	0.4473
		Kolmogorov-Smirnov Z		0.533	0.644
		Asymp. Sig. (2-tailed)		0.939	0.802
polident		N	10	10	
		Normal Parameters(a,b)	Mean	16.410	15.740
			Std. Deviation	0.5666	0.6257
		Kolmogorov-Smirnov Z		0.926	0.596
		Asymp. Sig. (2-tailed)		0.357	0.869
steradent		N	10	10	
		Normal Parameters(a,b)	Mean	15.740	16.850
			Std. Deviation	0.7260	0.5359
		Kolmogorov-Smirnov Z		1.023	0.453
		Asymp. Sig. (2-tailed)		0.246	0.987

coating	cleanser		Hard start	Hard after clean	
bosworth glaze	water	N	10	10	
		Normal Parameters(a,b)	Mean	14.140	14.870
			Std. Deviation	0.5739	0.6019
		Kolmogorov-Smirnov Z	0.621	0.570	
		Asymp. Sig. (2-tailed)	0.835	0.902	
	bonyplus	N	10	10	
		Normal Parameters(a,b)	Mean	13.710	13.360
			Std. Deviation	0.7767	1.0080
		Kolmogorov-Smirnov Z	0.494	0.734	
		Asymp. Sig. (2-tailed)	0.967	0.654	
	fittydent	N	10	10	
		Normal Parameters(a,b)	Mean	13.520	13.740
			Std. Deviation	0.5029	0.5016
		Kolmogorov-Smirnov Z	0.614	0.733	
		Asymp. Sig. (2-tailed)	0.845	0.656	
	polident	N	10	10	
Normal Parameters(a,b)		Mean	13.150	13.960	
		Std. Deviation	1.2140	1.1900	
Kolmogorov-Smirnov Z		0.675	0.380		
	Asymp. Sig. (2-tailed)	0.752	0.999		
steradent	N	10	10		
	Normal Parameters(a,b)	Mean	13.410	14.360	
		Std. Deviation	0.8266	0.9675	
	Kolmogorov-Smirnov Z	0.574	0.651		
	Asymp. Sig. (2-tailed)	0.897	0.790		
palaseal	water	N	10	10	
		Normal Parameters(a,b)	Mean	16.040	16.270
			Std. Deviation	0.3627	0.6913
		Kolmogorov-Smirnov Z	0.494	0.552	
		Asymp. Sig. (2-tailed)	0.968	0.921	
	bonyplus	N	10	10	
		Normal Parameters(a,b)	Mean	15.060	15.680
			Std. Deviation	0.647	1.077
		Kolmogorov-Smirnov Z	0.569	0.609	
		Asymp. Sig. (2-tailed)	0.902	0.852	
	fittydent	N	10	10	
		Normal Parameters(a,b)	Mean	16.470	15.850

coating	cleanser		Hard start	Hard after clean
		Std. Deviation	0.5945	0.4577
		Kolmogorov-Smirnov Z	0.593	0.562
		Asymp. Sig. (2-tailed)	0.874	0.910
	polident	N	10	10
		Normal Parameters(a,b)		
		Mean	15.680	15.600
		Std. Deviation	0.6512	0.5793
		Kolmogorov-Smirnov Z	0.661	0.732
		Asymp. Sig. (2-tailed)	0.775	0.658
	steradent	N	10	10
		Normal Parameters(a,b)		
		Mean	15.890	16.490
		Std. Deviation	0.5724	0.4886
		Kolmogorov-Smirnov Z	1.067	0.630
		Asymp. Sig. (2-tailed)	0.205	0.822
plaquit	water	N	10	10
		Normal Parameters(a,b)		
		Mean	18.320	18.600
		Std. Deviation	1.5208	1.5599
		Kolmogorov-Smirnov Z	0.732	0.629
		Asymp. Sig. (2-tailed)	0.658	0.824
	bonyplus	N	10	10
		Normal Parameters(a,b)		
		Mean	18.490	19.390
		Std. Deviation	1.3320	0.8595
		Kolmogorov-Smirnov Z	0.858	0.509
		Asymp. Sig. (2-tailed)	0.453	0.958
	fittydent	N	10	10
		Normal Parameters(a,b)		
		Mean	18.790	18.910
		Std. Deviation	1.4216	1.4685
		Kolmogorov-Smirnov Z	0.535	0.618
		Asymp. Sig. (2-tailed)	0.937	0.840
	polident	N	10	10
		Normal Parameters(a,b)		
		Mean	18.120	18.790
		Std. Deviation	1.8843	1.7426
		Kolmogorov-Smirnov Z	0.529	0.941
		Asymp. Sig. (2-tailed)	0.942	0.338
	steradent	N	10	10
		Normal Parameters(a,b)		
		Mean	18.020	19.140
		Std. Deviation	1.7015	1.8488
		Kolmogorov-Smirnov Z	0.680	0.469
		Asymp. Sig. (2-tailed)	0.745	0.980

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

ตารางที่ 22 แสดงการวิเคราะห์ความเหมือนของความแปรปรวน (Homogeneity of Variance) ด้วยการใช้อัตราทดสอบแบบเลอวี (Levene's Test) ของข้อมูลความแข็งผิวเฉลี่ยระหว่างกลุ่มที่ขัดปกติด้วยแท่งไขซ์ดมันกับผิวเคลือบเรซินอะคริลิกแต่ละผลิตภัณฑ์หลังจากผ่านการอบด้วยควันทูหรือและแช่ในน้ำกลั่นซึ่งเป็นกลุ่มควบคุม

Test of Homogeneity of Variances

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
3.427	3	36	0.027

ตารางที่ 23 แสดงการทดสอบข้อมูลความแข็งผิวเฉลี่ยระหว่างกลุ่มที่ขัดปกติด้วยแท่งไขซ์ดมันกับผิวเคลือบเรซินอะคริลิกแต่ละผลิตภัณฑ์หลังจากผ่านการอบด้วยควันทูหรือและแช่ในน้ำกลั่นซึ่งเป็นกลุ่มควบคุมด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One-Way ANOVA)

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	77.354	3	25.785	30.532	0.000
Within Groups	30.402	36	0.845		
Total	107.756	39			

ตารางที่ 24 แสดงการทดสอบข้อมูลความแข็งผิวเฉลี่ยระหว่างกลุ่มที่ขัดปกติด้วยแท่งไขซ์ดมันกับผิวเคลือบเรซินอะคริลิกแต่ละผลิตภัณฑ์หลังจากผ่านการอบด้วยควันทูหรือและแช่ในน้ำกลั่นซึ่งเป็นกลุ่มควบคุมด้วยการเปรียบเทียบเชิงซ้อนแบบตามฮาน (Tamhane multiple comparison)

Multiple Comparisons

Tamhane

(I) coating	(J) coating	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
polish	bosworth	2.6300 [*]	0.2161	0.000	1.968	3.292
	palaseal	1.2300 [*]	0.2413	0.001	0.480	1.980
	plaquit	-1.1000	0.5038	0.286	-2.753	0.553
bosworth	polish	-2.6300 [*]	0.2161	0.000	-3.292	-1.968
	palaseal	-1.4000 [*]	0.2899	0.001	-2.258	-0.542
	plaquit	-3.7300 [*]	0.5287	0.000	-5.401	-2.059

(I) coating	(J) coating	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
palaseal	polish	-1.2300 [*]	0.2413	0.001	-1.980	-0.480
	bosworth	1.4000 [*]	0.2899	0.001	0.542	2.258
	plaquit	-2.3300 [*]	0.5396	0.006	-4.014	-0.646
plaquit	polish	1.1000	0.5038	0.286	-0.553	2.753
	bosworth	3.7300 [*]	0.5287	0.000	2.059	5.401
	palaseal	2.3300 [*]	0.5396	0.006	0.646	4.014

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

ตารางที่ 25 แสดงการวิเคราะห์ความแข็งผิวตอนเริ่มต้นและหลังจากอบควันบุหรี่และแช่สารทำความสะอาดฟันเทียมด้วยการใช้การทดสอบผลต่างค่าเฉลี่ยแบบจับคู่ (Paired sample T-test)

Paired Samples Statistics

coating	cleanser		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean		
polish	water	Pair 1	Hard start	16.100	10	0.4714	0.1491	
			Hard after clean	17.500	10	0.3232	0.1022	
	bonyplus	Pair 1	Hard start	15.680	10	0.9987	0.3158	
			Hard after clean	16.650	10	0.9513	0.3008	
	fittydent	Pair 1	Hard start	16.200	10	0.2981	0.0943	
			Hard after clean	16.670	10	0.4473	0.1415	
	polident	Pair 1	Hard start	16.410	10	0.5666	0.1792	
			Hard after clean	15.740	10	0.6257	0.1979	
	steradent	Pair 1	Hard start	15.740	10	0.7260	0.2296	
			Hard after clean	16.850	10	0.5359	0.1695	
	bosworth glaze	water	Pair 1	Hard start	14.140	10	0.5739	0.1815
				Hard after clean	14.870	10	0.6019	0.1904
bonyplus		Pair 1	Hard start	13.710	10	0.7767	0.2456	
			Hard after clean	13.360	10	1.0080	0.3187	
fittydent		Pair 1	Hard start	13.520	10	0.5029	0.1590	
			Hard after clean	13.740	10	0.5016	0.1586	
polident		Pair 1	Hard start	13.150	10	1.2140	0.3839	
			Hard after clean	13.960	10	1.1900	0.3763	
steradent		Pair 1	Hard start	13.410	10	0.8266	0.2614	
			Hard after clean	14.360	10	0.9675	0.3059	
palaseal		water	Pair 1	Hard start	16.040	10	0.3627	0.1147
				Hard after clean	16.270	10	0.6913	0.2186
	bonyplus	Pair 1	Hard start	15.060	10	0.6467	0.2045	
			Hard after clean	15.680	10	1.0768	0.3405	

coating	cleanser			Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
	fittydent	Pair 1	Hard start	16.470	10	0.5945	0.1880
			Hard after clean	15.850	10	0.4577	0.1447
	polident	Pair 1	Hard start	15.680	10	0.6512	0.2059
			Hard after clean	15.600	10	0.5793	0.1832
	steradent	Pair 1	Hard start	15.890	10	0.5724	0.1810
			Hard after clean	16.490	10	0.4886	0.1545
plaquit	water	Pair 1	Hard start	18.320	10	1.5208	0.4809
			Hard after clean	18.600	10	1.5599	0.4933
	bonyplus	Pair 1	Hard start	18.490	10	1.3320	0.4212
			Hard after clean	19.390	10	0.8595	0.2718
	fittydent	Pair 1	Hard start	18.790	10	1.4216	0.4496
			Hard after clean	18.910	10	1.4685	0.4644
	polident	Pair 1	Hard start	18.120	10	1.8843	0.5959
			Hard after clean	18.790	10	1.7426	0.5510
	steradent	Pair 1	Hard start	18.020	10	1.7015	0.5381
			Hard after clean	19.140	10	1.8488	0.5847

Paired Samples Test

coating	cleanser			Paired differences		t	df	Sig. (2-tailed)
				Mean	Std. Deviation			
polish	water	Pair 1	hard_start -					
			hard_after_clean	-1.4000*	0.6110	-7.246	9	0.000
	bonyplus	Pair 1	hard_start -					
			hard_after_clean	-0.9700*	0.3683	-8.328	9	0.000
	fittydent	Pair 1	hard_start -					
hard_after_clean			-0.4700*	0.3622	-4.103	9	0.003	
polident	Pair 1	hard_start -						
		hard_after_clean	0.6700*	0.4945	4.284	9	0.002	
steradent	Pair 1	hard_start -						
		hard_after_clean	-1.1100*	0.6887	-5.097	9	0.001	
bosworth glaze	water	Pair 1	hard_start -					
			hard_after_clean	-0.7300*	0.3401	-6.788	9	0.000
	bonyplus	Pair 1	hard_start -					
hard_after_clean			0.3500	0.5380	2.057	9	0.070	
	fittydent	Pair 1	hard_start -					
			hard_after_clean	-0.2200	0.4050	-1.718	9	0.120

			hard_start -					
	polident	Pair 1	hard_after_clean	-0.8100*	0.5859	-4.372	9	0.002
			hard_start -					
	steradent	Pair 1	hard_after_clean	-0.9500*	0.6133	-4.899	9	0.001
palaseal			hard_start -					
	water	Pair 1	hard_after_clean	-0.2300	0.9511	-0.765	9	0.464
			hard_start -					
	bonyplus	Pair 1	hard_after_clean	-0.6200	1.5725	-1.247	9	0.244
			hard_start -					0.070
	fittydent	Pair 1	hard_after_clean	0.6200	0.9543	2.055	9	
			hard_start -					
	polident	Pair 1	hard_after_clean	0.0800	0.9531	0.265	9	0.797
			hard_start -					
	steradent	Pair 1	hard_after_clean	-0.6000	0.8731	-2.173	9	0.058
plaquit			hard_start -					
	water	Pair 1	hard_after_clean	-0.2800	0.9908	-0.894	9	0.395
			hard_start -					
	bonyplus	Pair 1	hard_after_clean	-0.9000*	1.0646	-2.673	9	0.025
			hard_start -					
	fittydent	Pair 1	hard_after_clean	-0.1200	0.6941	-0.547	9	0.598
			hard_start -					
	polident	Pair 1	hard_after_clean	-0.6700*	0.7103	-2.983	9	0.015
			hard_start -					
	steradent	Pair 1	hard_after_clean	-1.1200*	0.9295	-3.810	9	0.004

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวรุ่งอรุณ อภินันท์ เกิดที่ กรุงเทพมหานคร เมื่อวันที่ 11 มกราคม พ.ศ. 2521 สัญชาติไทย สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี ทันตแพทยศาสตรบัณฑิต พ.ศ. 2545 จากคณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เคยรับราชการตำแหน่งทันตแพทย์ประจำโรงพยาบาลคลองหาด จังหวัดสระแก้ว พ.ศ.2545-2548 ปัจจุบันได้ลาออกจากราชการเพื่อมาศึกษาต่อในหลักสูตร ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชา ทันตกรรมประดิษฐ์ คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย