อิทธิพลของน้ำยาทำความสะอาดฟันปลอมต่อคุณสมบัติทางกายภาพของวัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อ

นางสาว พนารัตน์ ขอดแก้ว

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาทันตกรรมประดิษฐ์ ภาควิชาทันตกรรมประดิษฐ์
คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2544

ISBN 974-03-0511-3

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

EFFECT OF DENTURE CLEANSERS ON THE PHYSICAL PROPERTIES OF TISSUE CONDITIONERS

Miss. Panarat Kodkeaw

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science in Prosthodontics

Department of Prosthodontics

Faculty of Dentistry

Chulalongkorn University

Academic Year 2001

ISBN 974-03-0511-3

หัวข้อวิทยานิพนธ์	อิทธิพลของน้ำยาทำความสะอาดฟันปลอม ต่อคุณสมบัติทางกายภาพของวัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อ
โดย	นางสาว พนารัตน์ ขอดแก้ว
ภาควิชา	ทันตกรรมประดิษฐ์
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทันตแพทย์หญิง รำไพ โรจนกิจ
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	รองศาสตราจารย์ ทันตแพทย์ ดร.ปิยวัฒน์ พันธุ์โกศล

คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

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

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(อาจารย์ ทันตแพทย์หญิง ดร. ปิยะมล อัลบูสทานี)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทันตแพทย์หญิง รำไพ โรจนกิจ)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(รองศาสตราจารย์ ทันตแพทย์ ดร. ปิยวัฒน์ พันธุโกศล)

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

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ทันตแพทย์ ดร. สุนทรา พันธ์มีเกียรติ)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

นางสาว พนารัตน์ ขอดแก้ว : อิทธิพลของน้ำยาทำความสะอาดฟันปลอมต่อคุณสมบัติทางกายภาพของวัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อ. (Effect of denture cleansers on the physical properties of tissue conditioners) อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทันตแพทย์หญิง รำไพ โรจนกิจ, รองศาสตราจารย์ ทันตแพทย์ ดร. ปิยวัฒน์ พันธุ์โกศล 80 หน้า ISBN 974-03-0511-3.

วัตถุประสงค์ ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของวัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อ เมื่อทำความสะอาดด้วยน้ำยาทำความสะอาดฟันปลอมตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต และแช่วัสดุในน้ำประปาตลอดเวลา ในระยะเวลา 3 สัปดาห์

วัสดุและวิธีการ ทำการศึกษาในวัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อ 4 ยี่ห้อ (COE-SOFT™, Dura Conditioner, Trusoft™ และ Visco-gel) และน้ำยาทำความสะอาดฟันปลอม 3 ยี่ห้อ (Polident, Steradent และ Clean A Dent) โดยทำชิ้นทดสอบทั้งหมด 520 ชิ้น แบ่งเป็น 52 กลุ่ม ตามวัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อ น้ำยาทำความสะอาดฟันปลอม และระยะเวลาในการแช่ เตรียมชิ้นทดสอบรูปดัมเบลล์ตามมาตรฐานไอเอสโอ 37 ทำการวัดสีของชิ้นทดสอบในวันเริ่มต้นและวันครบรอบระยะเวลาทดสอบ ด้วยเครื่องอัลตราสแกน เอ็กซ์ อี แล้วนำมาคำนวณหาค่าการเปลี่ยนแปลงของสี ทดสอบความแข็งผิวของวัสดุด้วยเครื่องดูโรมิเตอร์ แบบ เอ ทดสอบการตอบสนองต่อแรงดึงของวัสดุด้วยเครื่องทดสอบสากลลอยด์ รุ่น แอลอาร์ 10 เค นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว เพื่อหาความแตกต่างระหว่างกลุ่มในแต่ละสัปดาห์และความแตกต่างจากวันเริ่มต้นการทดลอง ทำการวิเคราะห์อิทธิพลของน้ำยาทำความสะอาดฟันปลอม น้ำประปา และ ระยะเวลาในการแช่ ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทาง เมื่อพบว่ามีความแตกต่างในระหว่างกลุ่ม จึงทำการเปรียบเทียบเชิงซ้อนด้วย Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95

ผลการทดลอง วัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อทุกชนิดที่ศึกษามีการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพ โดยเกิดการเปลี่ยนสี ความแข็งผิว และ การตอบสนองต่อแรงดึง ในระดับที่แตกต่างกัน ซึ่งเป็นอิทธิพลของน้ำยาทำความสะอาดฟันปลอม น้ำประปา และ ระยะเวลาในการแช่

ภาควิชาทันตกรรมประดิษฐ์ ลายมือชื่อนิสิต.....
สาขาวิชาทันตกรรมประดิษฐ์ ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....
ปีการศึกษา 2544 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

427 61154 32 : MAJOR Prosthodontics

KEY WORD: denture cleanser / tissue conditioner / color change / surface hardness / tensile properties

PANARAT KODKEAW: EFFECT OF DENTURE CLEANSERS ON THE PHYSICAL PROPERTIES OF TISSUE CONDITIONERS.

THESIS ADVISOR: ASSIST.PROF.Dr. RUMPAI ROCHANAKIT, ASSOC.PROF.Dr. PIYAWAT PHANKOSOL, 80 pp. ISBN 974-03-0511-3.

Objectives The purposes of this study was to determine the physical properties of tissue conditioners which were cleaned by denture cleansers according to the manufacturers' recommendations and soaked in tab water continuously for 3 weeks.

Materials and Methods The study was carried on by using 4 brands of tissue conditioners (COE-SOFT™, Dura Conditioner, Trusoft™, and Visco-gel) and 3 brands of denture cleansers (Polident, Steradent , and Clean A Dent). Five hundred and twenty specimens were divided into 52 groups depending on the different tissue conditioners, denture cleansers and duration of soaking time. Dumbbells shaped specimen were prepared according to ISO 37 standard. The color of each specimen was measured using the Ultrascan XE and the differences of color (ΔE) were then calculated. Durometer type A was used to measure the surface hardness of the materials. Lloyd universal testing machine model LR 10K was used to test the tensile properties of the materials. The data were collected and analyzed statistically. The one-way ANOVA was used to analyze the differences between groups of each week and at the beginning. The two-way ANOVA was used to analyze the effect of denture cleansers, tab water, and soaking times. Duncan's Multiple Range Test was then used to find the differences between groups at 95% confidence level.

Results The physical properties (color, surface hardness, and tensile properties) of tissue conditioners were affected by the influence of denture cleansers, tab water, and soaking time at different levels.

Department Prosthodontics. Student's signature.....

Field of study Prosthodontics. Advisor's signature.....

Academic year 2001 Co-advisor's signature……..

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้เนื่องจากคำแนะนำและความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทันตแพทย์หญิง รำไพ โรจนกิจ ผู้เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ทันตแพทย์ ดร. ปิยวัฒน์ พันธุ์โกศล ผู้เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาร่วม รวมทั้ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทันตแพทย์ ดร. ไพฑูรย์ สังวรินทะ รองศาสตราจารย์ ทันตแพทย์ ดร. สุนทรา พันธ์มีเกียรติ และอาจารย์ ทันตแพทย์หญิง ดร. ปิยะมล อัลบูสทานี ที่กรุณาสละเวลาตรวจสอบวิทยานิพนธ์ และให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์สำหรับการปรับปรุงเนื้อหาวิทยานิพนธ์ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น นอกจากนี้ ผู้วิจัยขอขอบคุณบริษัท เฮลธ์โก้ ที่ให้การสนับสนุนน้ำยาทำความสะอาดฟันปลอม คลีน อะ เดนท์ และ บริษัท ดีทแฮล์ม ที่ให้การสนับสนุนเม็ดฟู่ทำความสะอาดฟันปลอม สเตอราเดนท์ ที่ใช้ในการวิจัยทั้งหมด หน่วยบูรณะช่องปากและใบหน้า ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่สำหรับทำวิจัย ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และ คุณสมจิต ชุ่มเมืองเย็น ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้เครื่องตัดชิ้นทดสอบ ศูนย์วิจัยทันตวัสดุศาสตร์ ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้เครื่องมือทดสอบในการวิจัย และ ทันตแพทย์หญิง กุสลี ทองปุสสะ ที่ได้ให้ความช่วยเหลือในทุกๆด้าน

ผู้วิจัยจึงใคร่ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่าน และ ขอขอบคุณทุกบริษัทและทุกหน่วยงาน มา ณ ที่นี

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....จ

กิตติกรรมประกาศ.....ฉ

สารบัญ.....ช

สารบัญรูป.....ฌ

สารบัญตาราง.....ฎ

สารบัญแผนภูมิ.....ฒ

บทที่

1. บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....1

1.2 คำถามของการวิจัย 1

1.3 สมมุติฐานของการวิจัย.....1

1.4 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....1

1.5 ขอบเขตของการวิจัย.....2

1.6 ตัวแปร.....2

1.7 ข้อตกลงเบื้องต้น.....2

1.8 ข้อจำกัดของการวิจัย.....2

1.9 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....3

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....4

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 วัสดุและอุปกรณ์.....17

3.2 สร้างชิ้นทดสอบ.....23

3.3 การแบ่งกลุ่มตัวอย่าง.....25

3.4 การทดสอบ.....26

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล.....28

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หน้า

4. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 ผลทดสอบการเปลี่ยนสี.....29

4.2 ผลทดสอบความแข็งผิว.....34

4.3 ผลทดสอบการตอบสนองต่อแรงดึง.....39

4.3.1 แรงดึงสูงสุด.....39

4.3.2 แรงดึงเมื่อชิ้นทดสอบขาดออกจากกัน.....44

4.3.3 อัตราการยืดตัวของวัสดุเมื่อมีแรงดึงสูงสุด.....49

4.3.4 อัตราการยืดตัวของวัสดุเมื่อชิ้นทดสอบขาดออกจากกัน.....54

5. อภิปรายผลการวิจัย สรุปผล และ ข้อเสนอแนะ

5.1 อภิปรายผลการวิจัย.....59

5.2 สรุปผล.....73

5.3 ข้อเสนอแนะ.....74

6. รายการอ้างอิง.....75

7. ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....80

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 2.1
แบบจำลอง แม็กซ์เวลล์……4
รูปที่ 2.2
แบบจำลอง เคลวิน……5
รูปที่ 3.1
วัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อที่ใช้ในการศึกษา……17
รูปที่ 3.2
น้ำยาทำความสะอาดฟันปลอมที่ใช้ในการศึกษา……18
รูปที่ 3.3
บีกเกอร์ และ แท่งแก้วคน……18
รูปที่ 3.4
เครื่องชั่งอิเล็กทรอนิกส์ เอแอนดี รุ่น เอฟเอ-200……19
รูปที่ 3.5
กระบอกตวง ถ้วยกระเบื้องเคลือบ และ พายโลหะไร้สนิม……19
รูปที่ 3.6
แบบสำหรับสร้างแผ่นวัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อ……20
รูปที่ 3.7
เครื่องสั่น……20
รูปที่ 3.8
ตู้ควบคุมอุณหภูมิ……21
รูปที่ 3.9
เครื่องตัดชิ้นทดสอบ และ แม่พิมพ์สำหรับตัดชิ้นทดสอบ รูปดัมเบลล์ แบบที่ 2……21
รูปที่ 3.10
เครื่องทดสอบยูนิเวอร์ซัล ลอยด์ รุ่น แอลอาร์ 10 เค และ แขนจับแบบหนีบ……22
รูปที่ 3.11
เครื่องวัดความแข็งผิวดูโรมิเตอร์ แบบ เอ รุ่น 408 และ ขาตั้ง รุ่น 471……22
รูปที่ 3.12
เครื่องวัดสีอัลตราสแกน เอกซ์ อี……23
รูปที่ 3.13
การสร้างแผ่นวัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อ……24

หน้า

รูปที่ 3.14
ชิ้นทดสอบรูปดัมเบลล์ แบบที่ 2 ตามมาตรฐาน ไอเอสโอ 37……..……..24
รูปที่ 3.15
การแบ่งกลุ่มตัวอย่าง……..……25
รูปที่ 3.16
ตำแหน่งการวางชิ้นทดสอบ
และ การยึดชิ้นทดสอบด้วยแขนจับของเครื่องวัดสี อัลตราสแกน เอกซ์ อี……..……26
รูปที่ 3.17
การซ้อนทับชิ้นทดสอบ และตำแหน่งการวางชิ้นทดสอบ……..27
รูปที่ 3.18
การยึดชิ้นทดสอบ และชิ้นทดสอบที่ขาดออกจากกัน……28
รูปที่ 5.1
ภาพตัวอย่างแสดงการตอบสนองต่อแรงดึง
ของวัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อทั้ง 4 ยี่ห้อ ในวันเริ่มต้นการทดลอง……..……64
รูปที่ 5.2
ภาพตัวอย่างแสดงการตอบสนองต่อแรงดึง
ของวัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อทั้ง 4 ยี่ห้อ ในระยะเวลาศึกษา 1 ถึง 3 สัปดาห์……65

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1
การลดลงของอุณหภูมิวิกฤติเปลี่ยนสถานะของ เอ็น-อัลคิล เมธาคริเลท โพลิเมอร์……7
ตารางที่ 3.1
ชื่อทางการค้าและบริษัทผู้ผลิตของ วัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อที่ใช้ในการศึกษา……..……17
ตารางที่ 3.2
ชื่อทางการค้าและบริษัทผู้ผลิตของ น้ำยาทำความสะอาดฟันปลอมที่ใช้ในการศึกษา……....18
ตารางที่ 4.1.1
ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของการเปลี่ยนสี…..……..29
ตารางที่ 4.1.2
ค่าเฉลี่ยการเปลี่ยนสีที่แปลงเป็น NBS unit …..……30
ตารางที่ 4.1.3
การแปรผลความแตกต่างของสีตามระบบ NBS ……..30
ตารางที่ 4.1.4
การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ 2 ทางของการเปลี่ยนสี……33
ตารางที่ 4.1.5
ผลการเปรียบเทียบเชิงซ้อนของการเปลี่ยนสีจากการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ 2 ทาง……..33
ตารางที่ 4.2.1
ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าความแข็งผิว……34
ตารางที่ 4.2.2
ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ 2 ทางของค่าความแข็งผิว……..37
ตารางที่ 4.2.3
ผลการเปรียบเทียบเชิงซ้อนของค่าความแข็งผิวจากการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ 2 ทาง….37
ตารางที่ 4.2.4
ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวของค่าความแข็งผิวในแต่ละสัปดาห์..……...38
ตารางที่ 4.2.5
ผลการเปรียบเทียบเชิงซ้อนของค่าความแข็งผิว
จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว ในแต่ละสัปดาห์……..…..…..38
ตารางที่ 4.3.1
ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของ แรงดึงสูงสุด……39

หน้า

ตารางที่ 4.3.2
ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ 2 ทางของ ค่าแรงดึงสูงสุด……..42
ตารางที่ 4.3.3
ผลการเปรียบเทียบเชิงซ้อนของค่าแรงดึงสูงสุด
จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ 2 ทาง……42
ตารางที่ 4.3.4
ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวของค่าแรงดึงสูงสุด ในแต่ละสัปดาห์……..43
ตารางที่ 4.3.5
ผลการเปรียบเทียบเชิงซ้อนของค่าแรงดึงสูงสุด
จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว ในแต่ละสัปดาห์……43
ตารางที่ 4.3.6
ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของแรงดึงเมื่อชิ้นทดสอบขาดออกจากกัน…..……..44
ตารางที่ 4.3.7
ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ 2 ทางของค่าแรงดึงเมื่อชิ้นทดสอบขาดออกจากกัน……..47
ตารางที่ 4.3.8
ผลการเปรียบเทียบเชิงซ้อนของค่าแรงดึงเมื่อชิ้นทดสอบขาดออกจากกัน
จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ 2 ทาง……47
ตารางที่ 4.3.9
ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว
ของค่าแรงดึงเมื่อชิ้นทดสอบขาดออกจากกัน ในแต่ละสัปดาห์……..48
ตารางที่ 4.3.10
ผลการเปรียบเทียบเชิงซ้อนของค่าแรงดึงเมื่อชิ้นทดสอบขาดออกจากกัน
จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว ในแต่ละสัปดาห์……48
ตารางที่ 4.3.11
ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของอัตราการยืดตัวของวัสดุเมื่อมีแรงดึงสูงสุด……..49
ตารางที่ 4.3.12
ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ 2 ทางของอัตราการยืดตัวของวัสดุเมื่อมีแรงดึงสูงสุด……52
ตารางที่ 4.3.13
ผลการเปรียบเทียบเชิงซ้อนของค่าอัตราการยืดตัวของวัสดุเมื่อมีแรงดึงสูงสุด
จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ 2 ทาง……52

หน้า

ตารางที่ 4.3.14
ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวของค่าอัตราการยืดตัวของวัสดุ
เมื่อมีแรงดึงสูงสุด ในแต่ละสัปดาห์……..……..53
ตารางที่ 4.3.15
ผลการเปรียบเทียบเชิงซ้อนของค่าอัตราการยืดตัวของวัสดุเมื่อมีแรงดึงสูงสุด
จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว ในแต่ละสัปดาห์…….……53
ตารางที่ 4.3.16
ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของอัตราการยืดตัวของวัสดุ
เมื่อชิ้นทดสอบขาดออกจากกัน……...54
ตารางที่ 4.3.17
ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ 2 ทางของอัตราการยืดตัวของวัสดุ
เมื่อชิ้นทดสอบขาดออกจากกัน……...57
ตารางที่ 4.3.18
ผลการเปรียบเทียบเชิงซ้อนของอัตราการยืดตัวของวัสดุเมื่อชิ้นทดสอบขาดออกจากกัน
จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ 2 ทาง……57
ตารางที่ 4.3.19
ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวของอัตราการยืดตัวของวัสดุ
เมื่อชิ้นทดสอบขาดออกจากกัน ในแต่ละสัปดาห์……...58
ตารางที่ 4.3.20
ผลการเปรียบเทียบเชิงซ้อนของอัตราการยืดตัวของวัสดุเมื่อชิ้นทดสอบขาดออกจากกัน
จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว ในแต่ละสัปดาห์……..……58
ตารางที่ 5.1
แสดงน้ำยาทำความสะอาดฟันปลอมและวัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อ ที่น่าจะใช้ร่วมกันได้
ในระยะเวลาใช้งานตั้งแต่ 1 ถึง 3 สัปดาห์ จากมุมมองของค่าความแข็งผิวของวัสดุ
เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่แช่วัสดุในน้ำประปาตลอดเวลา……63
ตารางที่ 5.2
แสดงน้ำยาทำความสะอาดฟันปลอมและวัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อ ที่น่าจะใช้ร่วมกันได้
ในระยะเวลาใช้งานตั้งแต่ 1 ถึง 3 สัปดาห์ จากมุมมองของค่าแรงดึงสูงสุดและแรงดึงเมื่อชิ้น
ทดสอบขาดออกจากกัน เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่แช่วัสดุในน้ำประปาตลอดเวลา…….67

หน้า

ตารางที่ 5.3
แสดงน้ำยาทำความสะอาดฟันปลอมและวัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อ ที่น่าจะใช้ร่วมกันได้ ในระยะเวลาใช้งานตั้งแต่ 1 ถึง 3 สัปดาห์ จากมุมมองของอัตราการยืดตัวของวัสดุเมื่อมีแรงดึงสูงสุดและเมื่อชิ้นทดสอบขาดออกจากกัน เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่แช่วัสดุในน้ำประปาตลอดเวลา.....70

ตารางที่ 5.4
แสดงน้ำยาทำความสะอาดฟันปลอมและวัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อ ที่น่าจะใช้ร่วมกันได้ ในระยะเวลาใช้งานตั้งแต่ 1 ถึง 3 สัปดาห์ จากผลการทดสอบความแข็งผิว และการตอบสนองต่อแรงดึงเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่แช่วัสดุในน้ำประปาตลอดเวลา.....71

ตารางที่ 5.5
น้ำยาทำความสะอาดฟันปลอมที่ทำให้วัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อมีการเสื่อมสภาพน้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับการแช่วัสดุในน้ำประปาตลอดเวลา ในระยะเวลาใช้งาน 1-3 สัปดาห์.....72

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญแผนภูมิ

หน้า

แผนภูมิที่ 4.1.1
ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการเปลี่ยนสีของ COE-SOFT™.....31
แผนภูมิที่ 4.1.2
ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการเปลี่ยนสีของ Dura Conditioner.....31
แผนภูมิที่ 4.1.3
ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการเปลี่ยนสีของ Trusoft™.....32
แผนภูมิที่ 4.14
ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการเปลี่ยนสีของ Visco-gel.....32
แผนภูมิที่ 4.2.1
ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความแข็งผิวของ COE-SOFT™.....35
แผนภูมิที่ 4.2.2
ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความแข็งผิวของ Dura Conditioner.....35
แผนภูมิที่ 4.2.3
ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความแข็งผิว ของ Trusoft™.....36
แผนภูมิที่ 4.2.4
ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความแข็งผิวของ Visco-gel.....36
แผนภูมิที่ 4.3.1
ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของแรงดึงสูงสุดของ COE-SOFT™.....40
แผนภูมิที่ 4.3.2
ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของแรงดึงสูงสุดของ Dura Conditioner.....40
แผนภูมิที่ 4.3.3
ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของแรงดึงสูงสุดของ Trusoft™.....41
แผนภูมิที่ 4.3.4
ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของแรงดึงสูงสุดของ Viscogel.....41
แผนภูมิที่ 4.3.5
ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของแรงดึงเมื่อชิ้นทดสอบขาดออกจากกัน
ของ COE-SOFT™.....45

สารบัญแผนภูมิ (ต่อ)

หน้า

แผนภูมิที่ 4.3.6
ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของแรงดึงเมื่อชิ้นทดสอบขาดออกจากกัน
ของ Dura Conditioner.....45
แผนภูมิที่ 4.3.7
ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของแรงดึงเมื่อชิ้นทดสอบขาดออกจากกัน
ของ Trusoft™.....46
แผนภูมิที่ 4.3.8
ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของแรงดึงเมื่อชิ้นทดสอบขาดออกจากกัน
ของ Visco-gel.....46
แผนภูมิที่ 4.3.9
ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของอัตราการยืดตัวของวัสดุเมื่อมีแรงดึงสูงสุด
ของ COE-SOFT™.....50
แผนภูมิที่ 4.3.10
ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของอัตราการยืดตัวของวัสดุเมื่อมีแรงดึงสูงสุด
ของ Dura Conditioner.....50
แผนภูมิที่ 4.3.11
ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของอัตราการยืดตัวของวัสดุเมื่อมีแรงดึงสูงสุด
ของ Trusoft™.....51
แผนภูมิที่ 4.3.12
ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของอัตราการยืดตัวของวัสดุเมื่อมีแรงดึงสูงสุด
ของ Visco-gel.....51
แผนภูมิที่ 4.3.13
ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของอัตราการยืดตัวของวัสดุเมื่อชิ้นทดสอบขาดออกจากกัน
ของ COE-SOFT™.....55
แผนภูมิที่ 4.3.14
ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของอัตราการยืดตัวของวัสดุเมื่อชิ้นทดสอบขาดออกจากกัน
ของ Dura Conditioner.....55

หน้า

แผนภูมิที่ 4.3.15
ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของอัตราการยืดตัวของวัสดุเมื่อชิ้นทดสอบขาดออกจากกัน ของ Trusoft™.....56
แผนภูมิที่ 4.3.16
ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของอัตราการยืดตัวของวัสดุเมื่อชิ้นทดสอบขาดออกจากกัน ของ Visco-gel.....

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

วัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อเป็นทันตวัสดุที่ถูกนำมาใช้ในงานทันตกรรมประดิษฐ์ที่หลากหลาย เช่น ปรับสภาพเนื้อเยื่อ พิมพ์เนื้อเยื่อขณะใช้งาน เสริมฐานชั่วคราว เสริมฐานฟันปลอมที่ใส่หลังถอนฟันทันที ฯลฯ แต่วัสดุนี้มีข้อเสียที่สำคัญ คือ เสื่อมสภาพเร็ว ง่ายต่อการเกาะติดและเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ นอกจากนี้ยังไม่สามารถทำความสะอาดด้วยการแปรงได้เนื่องจากเป็นวัสดุที่นุ่ม จึงต้องทำความสะอาดโดยใช้น้ำยาทำความสะอาดฟันปลอม หรือน้ำยาฆ่าเชื้อโรค ซึ่งมีรายงานว่าอาจมีผลต่อคุณสมบัติทางกายภาพของวัสดุเช่นกัน

คำถามของการวิจัย

คำถามหลัก คือ เมื่อทำความสะอาดวัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อ ด้วยน้ำยาทำความสะอาดฟันปลอมต่างชนิดกัน และแช่วัสดุในน้ำประปาตลอดเวลา จะทำให้วัสดุมีคุณสมบัติทางกายภาพแตกต่างกันหรือไม่

คำถามรอง คือ วัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อ และน้ำยาทำความสะอาดฟันปลอมชนิดใด ที่ใช้ร่วมกันได้โดยไม่ทำให้เกิดความเสียหายต่อคุณสมบัติทางกายภาพของวัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อมากกว่าที่เกิดขึ้นในน้ำประปา

สมมุติฐานของการวิจัย

สมมุติฐานว่าง คือ คุณสมบัติทางกายภาพของวัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อ เมื่อทำความสะอาดด้วยน้ำยาทำความสะอาดฟันปลอมต่างชนิดกัน และแช่วัสดุในน้ำประปาตลอดเวลาภายในระยะเวลาศึกษา 3 สัปดาห์ ไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

สมมุติฐานแย้ง คือ คุณสมบัติทางกายภาพของวัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อ เมื่อทำความสะอาดด้วยน้ำยาทำความสะอาดฟันปลอมต่างชนิดกัน และแช่วัสดุในน้ำประปาตลอดเวลาภายในระยะเวลาศึกษา 3 สัปดาห์ แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของวัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อที่มีขายในประเทศไทย ประกอบด้วย การเปลี่ยนสี (Delta E) ความแข็งผิว (Surface hardness) และ การตอบสนองต่อแรงดึง [แรงดึงสูงสุด (Maximum load) แรงดึงเมื่อชิ้นทดสอบขาดออกจากกัน (Load @ break) อัตราการยืดตัวของวัสดุเมื่อมีแรงดึงสูงสุด (% elongation @ maximum load) และอัตราการยืด

ตัวของวัสดุเมื่อชิ้นทดสอบขาดออกจากกัน (% elongation @ break)] เมื่อทำความสะอาดด้วยน้ำยาทำความสะอาดฟันปลอมต่างชนิดกัน และ แช่วัสดุในน้ำประปาตลอดเวลา ภายในระยะเวลาศึกษา 3 สัปดาห์

ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ศึกษาอิทธิพลของน้ำยาทำความสะอาดฟันปลอม 3 ยี่ห้อ ต่อคุณสมบัติทางกายภาพของวัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อ 4 ยี่ห้อ ที่มีขายในประเทศไทย โดยมีกลุ่มควบคุมคือ วัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อที่แช่ในน้ำประปาตลอดเวลา และที่ยังไม่ได้รับตัวแปรสอดแทรกใดๆ

ตัวแปร

ตัวแปรต้น คือ วัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อ

ตัวแปรสอดแทรก คือ น้ำยาทำความสะอาดฟันปลอม และระยะเวลาแช่ (สัปดาห์)

ตัวแปรตาม คือ การเปลี่ยนสี ความแข็งผิว แรงดึงสูงสุด แรงดึงเมื่อชิ้นทดสอบขาดออกจากกัน อัตราการยืดตัวของวัสดุเมื่อมีแรงดึงสูงสุด และอัตราการยืดตัวของวัสดุเมื่อชิ้นทดสอบขาดออกจากกัน

ข้อตกลงเบื้องต้น

การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพของวัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องหลายประการ ตัวอย่างเช่น ส่วนประกอบ อัตราส่วนผสม ความหนา สภาพแวดล้อมในช่องปาก (อาหาร น้ำลาย แรงบดเคี้ยว อุณหภูมิ ฯลฯ) วิธีทำความสะอาด ระยะเวลา ฯลฯ แต่การวิจัยครั้งนี้ศึกษาเพียงอิทธิพลของ น้ำประปา น้ำยาทำความสะอาดฟันปลอม และ ระยะเวลาแช่ ต่อคุณสมบัติทางกายภาพของวัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อ

ข้อจำกัดของการวิจัย

เนื่องจากเป็นการวิจัยในห้องปฏิบัติการซึ่งไม่สามารถจำลองสภาพแวดล้อมของการทดลองให้เหมือนกับสภาพที่เกิดขึ้นจริงในช่องปากได้ ทำให้ผลการวิจัยครั้งนี้ไม่ได้แสดงการเปลี่ยนแปลงของวัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อที่เกิดขึ้นจริงในผู้ป่วย

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

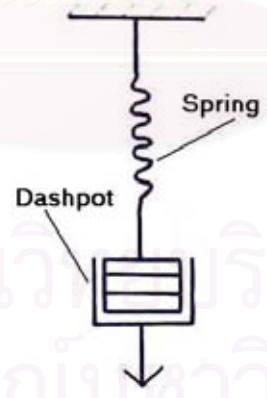
เพื่อเป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจสำหรับทันตแพทย์ในการแนะนำผู้ป่วยในการเลือกใช้น้ำยาทำความสะอาดฟันปลอมที่เหมาะสมกับวัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

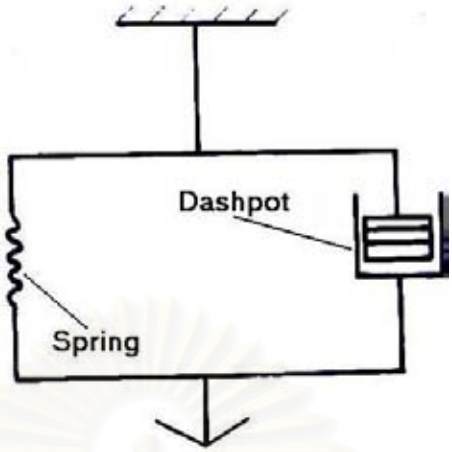
วัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อ คือ วัสดุฉาบฐานฟันปลอมอย่างนุ่มที่ใช้สำหรับฉาบผิวสัมผัสเนื้อเยื่อของฟันปลอมเพื่อลดแรงกระแทกจากการบดเคี้ยว ทันตแพทย์สามารถนำวัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อมาใช้ในงานทันตกรรมที่หลากหลาย เช่น ปรับสภาพเนื้อเยื่อที่ได้รับบาดเจ็บจากการใส่ฟันปลอม พิมพ์เนื้อเยื่อขณะใช้งาน เสริมฐานชั่วคราว เสริมฐานฟันปลอมที่ใส่ทันทีหลังถอนฟันหรือศัลยกรรม ปิดส่วนคอดของแบบหล่อเพื่อสร้างฐานบันทึกที่แนบสนิทกับเนื้อเยื่อและไม่สร้างความเสียหายต่อแบบหล่อ [8, 24, 54, 57]

วัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อควรนุ่มตลอดการใช้งาน สามารถคืนตัวกลับสู่สภาพเดิมภายหลังจากที่แรงบดเคี้ยวถูกดูดซับ และไม่เกิดการเปลี่ยนรูปอย่างถาวร แต่เมื่อใช้ในการพิมพ์เนื้อเยื่อขณะใช้งานวัสดุต้องมีการเปลี่ยนรูปอย่างถาวรภายใต้แรงกระทำระดับหนึ่งเพื่อให้ได้รอยพิมพ์ที่ถูกปรับแต่งตามแรงกระทำของเนื้อเยื่อข้างใต้ การที่วัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อมีพฤติกรรมการตอบสนองต่อแรงกระทำเช่นนี้ เนื่องมาจากคุณสมบัติวิสโคอิลาสติก (Viscoelastic) ของวัสดุ ซึ่งสามารถอธิบายได้ด้วยแบบจำลองแม็กซ์เวลล์ (Maxwell) และแบบจำลอง เคลวิน (Kelvin) ตามรูปที่ 2.1 และ 2.2



รูปที่ 2.1แบบจำลอง แม็กซ์ เวลล์

แบบจำลองแม็กซ์เวลล์ ประกอบด้วยสปริงและกระบอกสูบ (Dashpot) ที่ต่อกันแบบอนุกรม เมื่อใส่แรงเข้าไปในแบบจำลองสปริงจะยืดตัวอย่างทันทีทันใดตามด้วยการเปิดออกอย่างช้าๆของกระบอกสูบ และเมื่อนำแรงออกไปสปริงจะคืนตัวกลับสู่สภาพเดิมทันทีแต่กระบอกสูบจะยังคงผิดรูปอย่างถาวร โดยปริมาณการผิดรูปนั้นขึ้นอยู่กับขนาดของแรง และระยะเวลาที่รับแรง



รูปที่ 2.2 แบบจำลองเคลวิน

แบบจำลองเคลวิน ประกอบด้วยสปริงและกระบอกสูบที่ต่อกันแบบขนาน เมื่อใส่แรงเข้าไปในแบบจำลอง สปริงจะยืดตัวออกอย่างช้าๆภายใต้การขัดขวางจากกระบอกสูบ และเมื่อนำแรงออกไปทั้งกระบอกสูบและสปริงก็จะคืนตัวกลับสู่ภาวะเริ่มต้นพร้อมกันอย่างช้าๆภายใต้อิทธิพลของสปริงและกระบอกสูบ สำหรับเวลาที่ใช้ในการคืนตัวกลับนั้นขึ้นอยู่กับขนาดของแรงกระทำ และระยะเวลาที่รับแรง ในทางทันตกรรมได้นำวัสดุที่มีคุณสมบัติวิสโคอิลาสติกมาใช้กันอย่างกว้างขวาง โดยวัสดุแต่ละชนิดนั้นมีรูปแบบการตอบสนองต่อแรงกระทำที่แตกต่างกัน และสามารถอธิบายพฤติกรรมนั้นๆด้วยแบบจำลองแม็กซ์เวลล์ และแบบจำลองเคลวินที่ต่อกันในหลายๆรูปแบบ [9, 15, 37, 45]

วัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อประกอบด้วยส่วนผงและส่วนเหลว ที่สามารถใช้ได้ทันทีข้างเก้าอี้ผู้ป่วย โดยผสมส่วนผงและส่วนเหลวเข้าด้วยกันตามอัตราส่วนที่บริษัทกำหนด และยังสามารถปรับอัตราส่วนผสมได้ในระดับหนึ่งเพื่อให้วัสดุมีคุณสมบัติที่เหมาะกับการใช้งาน[40] ในส่วนผงมีองค์ประกอบ คือ โพลิเอธิลเมธาคริเลท [Poly(ethyl methacrylate)] หรือ โคโพลิเมอร์ของ โพลิเอธิลเมธาคริเลท และ โพลิเมธิลเมธาคริเลท [Poly(methyl methacrylate)] ผงโพลิเมอร์นี้จะมีน้ำหนักโมเลกุลเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 1.79×10^5 และ 3.28×10^5 ประกอบด้วยโพลิเอธิลเมธาคริเลท ประมาณร้อยละ 79-100 และ โพลิเมธิลเมธาคริเลท ประมาณร้อยละ 0-10 ในส่วนเหลวมีองค์ประกอบ คือ เอธิลแอลกอฮอล์ (Ethyl alcohol) และ เอสเทอร์พลาสติไซเซอร์ (Ester plasticizer)[4, 30, 32] เนื่องจากไม่มีตัวเริ่มต้นปฏิกิริยาในส่วนผง และไม่มีโมโนเมอร์ (Monomer) ในส่วนเหลว ดังนั้นเมื่อผสมทั้งสองส่วนเข้าด้วยกัน จึงเกิดขบวนการทางกายภาพเพียงอย่างเดียว (Purely physical process) มีเอธิลแอลกอฮอล์ทำหน้าที่เป็นตัวทำละลาย โดยละลายเม็ดโพลิเมอร์ขนาดเล็กและทำให้เม็ดโพลิเมอร์ขนาดใหญ่พองตัวออก นอกจากนี้ยังเป็นตัวนำเอสเทอร์

พลาสติไซเซอร์เข้าแทรกระหว่างสายโซ่โพลิเมอร์ เมื่อก่อตัวเสร็จวัสดุจะมีลักษณะเป็นวุ้นโพลิเมอร์อสัณฐานแบบไม่มีการเชื่อมโยงข้าม (Non cross linked amorphous polymer gel) [7, 36]

วัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อควรมีคุณสมบัติในอุดมคติดังนี้

1. มีค่าสัมประสิทธิ์ความยืดหยุ่นหลังก่อตัว 1 ชั่วโมงประมาณ 0.05 เมกกะพาสคาล (MPa) [36]
2. มีค่าความแข็งผิวหลังผสม 24 ชั่วโมง จากเครื่องดูโรมิเตอร์ แบบเอ ประมาณ 13-49 หน่วย[11]
3. มีอัตราส่วนการแทรก (Penetration ratio) ระหว่างเวลาหลังผสม 2 ชั่วโมง กับ 7 วัน จากเครื่องเพนีโทรมิเตอร์ (Penetrometer) ไม่เกิน 5 [25]

ปัจจัยที่มีอิทธิพลทำให้โพลิเมอร์แต่ละชนิดมีคุณสมบัติที่แตกต่างกัน ประกอบด้วย โครงสร้างระดับโมเลกุลของหน่วยซ้ำกัน (Repeating unit) โคโพลิเมอร์ น้ำหนักโมเลกุลหรือความยาวของสายโซ่โพลิเมอร์ ระดับของการแตกแขนงของสายโซ่โพลิเมอร์ ความหนาแน่นของการเชื่อมโยงข้าม และ การมีพลาสติไซเซอร์ หรือ ฟิลเลอร์ (Filler) เป็นส่วนประกอบ

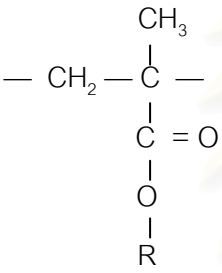
คุณสมบัติพื้นฐานสำคัญสองประการที่บ่งบอกถึงความเป็นโพลิเมอร์ คือ อุณหภูมิวิกฤติเปลี่ยนสถานะ [Glass transition temperature (Tg)] และอุณหภูมิหลอมละลาย [Melting temperature (Tm)] โดยโพลิเมอร์ผลึก (Crystalline polymers) จะมีทั้งอุณหภูมิวิกฤติเปลี่ยนสถานะ และอุณหภูมิหลอมละลาย ส่วนโพลิเมอร์อสัณฐาน (Amorphous polymers) นั้นมีเพียงอุณหภูมิวิกฤติเปลี่ยนสถานะเท่านั้น เมื่อโพลิเมอร์อสัณฐานอยู่ในอุณหภูมิที่ต่ำกว่าอุณหภูมิวิกฤติเปลี่ยนสถานะจะมีลักษณะเป็นของแข็งที่ไม่ยืดหยุ่น (Rigid solid) แต่เมื่ออยู่ในอุณหภูมิที่สูงกว่าอุณหภูมิวิกฤติเปลี่ยนสถานะ วัสดุจะเปลี่ยนสภาพเป็นของเหลวที่หนืด (Viscous liquid) ของแข็งที่โค้งงอได้ (Flexible solid) หรือ ยาง (Rubber) ขึ้นอยู่กับโครงสร้างโมเลกุล และระดับการแตกแขนงหรือการเชื่อมโยงข้าม อุณหภูมิวิกฤติเปลี่ยนสถานะนี้มีความสำคัญเป็นอย่างมากในการใช้งาน ตัวอย่างเช่นถ้าสร้างฟันปลอมจากโพลิเมอร์ที่มีอุณหภูมิวิกฤติเปลี่ยนสถานะ 60 องศาเซลเซียส ฟันปลอมจะแข็งในอุณหภูมิปกติของช่องปาก แต่จะนุ่มและโค้งงอได้เมื่อผู้ป่วยดื่มน้ำร้อนอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส

โครงสร้างโมเลกุลก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อคุณสมบัติของโพลิเมอร์ ตัวอย่างเช่น โพลิเมอร์ที่มี กลุ่มฟีนิล (Phenyl group) อยู่โครงสร้างแกน (Backbone) จะแข็งกว่าที่มีเพียงพันธะคาร์บอน-คาร์บอน (Carbon-carbon bond) สำหรับโพลิเมอร์ที่มีพันธะ ซิลิคอน-ออกซิเจน (Silicon-oxygen bond) ในโครงสร้างแกนมีแนวโน้มที่จะโค้งงอได้มากกว่า สามารถกล่าวได้ว่า

การมีกลุ่มฟีนิลในโครงสร้างแกนของโพลิเมอร์ทำให้อุณหภูมิวิกฤติเปลี่ยนสถานะเพิ่มขึ้น ในขณะที่การมีพันธะ ซิลิคอน-ออกซิเจน ในโครงสร้างแกนของโพลิเมอร์ทำให้อุณหภูมิวิกฤติเปลี่ยนสถานะลดลง

นอกจากโครงสร้างแกนแล้ว กลุ่มข้างเคียง (Side group) ก็มีอิทธิพลต่ออุณหภูมิวิกฤติเปลี่ยนสถานะเช่นกัน เมื่อโพลิเมอร์มีกลุ่มข้างเคียงที่มีขนาดใหญ่ขึ้นจะทำให้อุณหภูมิวิกฤติเปลี่ยนสถานะลดลง ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 การลดลงของอุณหภูมิวิกฤติเปลี่ยนสถานะของ เอ็น-อัลคิล เมธาคริเลท โพลิเมอร์

สูตรทั่วไป	R	Tg(^{o}C)
	methyl	105
	ethyl	65
	n-propyl	35
	n-butyl	21
	n-hexyl	-5
	n-octyl	-20
	n-dodecyl	-65

น้ำหนักโมเลกุลเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่ออุณหภูมิวิกฤติเปลี่ยนสถานะ โดยมีความสัมพันธ์ตามสมการ Tg = Tgo – K/M เมื่อ K คือ ค่าคงที่ M คือ น้ำนักโมเลกุลเฉลี่ย Tgo คือ อุณหภูมิวิกฤติเปลี่ยนสถานะของโพลิเมอร์ที่มีน้ำหนักโมเลกุลมากจนไม่สามารถวัดได้ (Infinite molecular weight) จากสมการดังกล่าวแสดงว่าอุณหภูมิวิกฤติเปลี่ยนสถานะจะเพิ่มขึ้นเมื่อน้ำหนักโมเลกุลเฉลี่ยเพิ่มขึ้น

นอกจากนี้โพลิเมอร์ที่มีกิ่งก้านสาขามากขึ้นจะมีอุณหภูมิวิกฤติเปลี่ยนสถานะต่ำลง ส่วนโพลิเมอร์ที่มีการเชื่อมโยงข้ามมากขึ้นจะมีอุณหภูมิวิกฤติเปลี่ยนสถานะเพิ่มขึ้น และหากการเชื่อมโยงข้ามนั้นหนาแน่นมากก็จะทำให้โพลิเมอร์มีลักษณะแข็งและเปราะ

การเติมฟิลเลอร์ (อนุภาค หรือ เส้นใยอนินทรีย์) เข้าไปทำให้สัมประสิทธิ์ความยืดหยุ่นและ ความแข็งแรงของโพลิเมอร์เพิ่มขึ้น ส่วนการเติมพลาสติไซเซอร์เข้าไป มีผลให้อุณหภูมิวิกฤติเปลี่ยนสถานะลดลง โดยพลาสติไซเซอร์ ทำหน้าที่เสมือนสารหล่อลื่นสำหรับการเคลื่อนไหวของสายโซ่โพลิเมอร์และช่วยในการขึ้นรูป [15, 38]

วัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อเป็นโพลิเมอร์อสัณฐานที่ถูกพัฒนาขึ้นมาให้มีความนุ่มเมื่ออยู่ในอุณหภูมิช่องปาก โดยการเติมกลุ่มข้างเคียง เช่น เมธิล และ เอธิล เข้าไปในสายโซ่โพลิเมธาคริเลทในกระบวนการสังเคราะห์ ทำให้สายโซ่โพลิเมอร์แต่ละเส้นแยกตัวออกจากกัน ซึ่งส่งผลให้แรงวันเดอร์วาลส์ (Van der waals forces) ที่ยึดเหนี่ยวสายโซ่โพลิเมอร์เข้าด้วยกันมีค่าลดลง เนื่องจากมีการเพิ่มขึ้นของระยะห่างระหว่างสายโซ่โพลิเมอร์ กรณีเช่นนี้ถือว่าเป็นการเติมพลาสติไซเซอร์ภายใน (Internal plasticization) นอกจากนี้ยังมีการเติมพลาสติไซเซอร์ภายหลังโพลิเมอร์ไรเซชันซึ่งถือว่าเป็นการเติมพลาสติไซเซอร์ภายนอก (External plasticization) โดยพลาสติไซเซอร์จะกระจายไปทั่วสายโซ่โพลิเมอร์ และเข้าแทรกตามช่องว่างระหว่างสายโซ่ จึงทำหน้าที่เสมือนสารหล่อลื่น และในทำนองเดียวกันพลาสติไซเซอร์นี้ยังทำให้สายโซ่โพลิเมอร์แยกออกจากกันและส่งผลให้แรงวันเดอร์วาลส์อ่อนลงด้วย ตัวอย่างพลาสติไซเซอร์ที่นำมาใช้ในวัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อมีดังนี้

1. บิวทิลธาลิลบิวทิลไกลโคเลท (Butylphthalyl butylglycolate)

2. เบนซิล เอ็น-บิวทิลธาเลท (Benzyl n-butyl phthalate)

3. ไดบิวทิลธาเลท (Dibutyl phthalate)

4. เบนซิลเบนโซเอท (Benzyl benzoate)

5. เบนซิลซาลิไซเลท (Benzyl salicylate)

6. ไดบิวทิลซีบาเคท (Dibutyl sebacate)

นอกจากนี้ยังมีการใช้โคโพลิเมอร์ในการทำให้วัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อมีคุณสมบัติเป็นไปตามต้องการได้ [15, 38]

การเลือกใช้วัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อในงานแต่ละประเภทนั้นต้องพิจารณาถึง คุณสมบัติการไหลแผ่ในระยะแรกและระยะเวลาก่อตัวซึ่งเกี่ยวข้องกับระยะเวลาในการทำงานและการจัดการ และ คุณสมบัติวิสโคอิลาสติกและอัตราการเปลี่ยนแปลงตามเวลาซึ่งเกี่ยวข้องกับการนำไปใช้

Jones และคณะ[31] ศึกษาอิทธิพลของพลาสติไซเซอร์ และ เอธิลแอลกอฮอล์ ต่อความแข็งแรงของโพลิเมอร์ และเวลาก่อตัวของวัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อ โดยนำส่วนผงที่เป็น โพลิเอธิลเมธาคริเลท โคโพลิเมอร์ ผสมกับส่วนเหลวที่ประกอบด้วย เอธิลแอลกอฮอล์ และเอสเทอร์พลาสติไซเซอร์ (ไดบิวทิลธาเลท บิวทิลธาลิลไกลโคเลท และ เบนซิลซาลิไซเลท) พบว่าการเพิ่มเอธิล

แอลกอฮอล์ ในส่วนผสมทำให้อัตราการก่อตัวเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว เมื่อวัสดุมีพลาสติไซเซอร์ที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำเป็นส่วนประกอบทำให้เวลาก่อตัวลดลง พบความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างปริมาณเอทิลแอลกอ ฮอล์ และล๊อก (Log) ของเวลาก่อตัว เอสเทอร์พลาสติไซเซอร์ที่มีน้ำหนักโมเลกุลที่สูงกว่าจะทำให้ได้โพลิเมอร์ที่มีความแข็งแรงมากกว่า พบความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างล๊อกของเวลาก่อตัวกับความแข็งแรงต่อการเจาะ (Puncture strength) และการที่เอทิลแอลกอฮอล์มีโพลาร์บอนด์ (Polar bond) ที่แข็งแรงมีอิทธิพลอย่างชัดเจนต่อทั้งอัตราการก่อตัวและความแข็งแรงของโพลิเมอร์ในเวลาต่อมา

Murata และคณะ[41, 42, 44] ศึกษาอิทธิพลของน้ำหนักโมเลกุลของผงโพลิเมอร์ ปริมาณเอธิลแอลกอฮอล์ ชนิดของพลาสติไซเซอร์ และอัตราผสมส่วนผงต่อส่วนเหลว ต่อคุณสมบัติวิสโคอิลาสติกของวัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อ พบการลดลงแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล (Exponential) ของเวลาก่อตัวเป็นวุ้นเมื่อเพิ่มน้ำหนักโมเลกุลของผงโพลิเมอร์ อัตราผสมส่วนผงต่อส่วนเหลว และ ปริมาณเอธิลแอลกอฮอล์ สำหรับชนิดของพลาสติไซเซอร์นั้นมีผลต่อเวลาก่อตัวตามลำดับจากน้อยไปมาก คือ เบนซิลเบนโซเอท ไดบิวทิลธาเลท และ บิวทิลธาลิลบิวทิลไกลโคเลท นอกจากนี้ยังพบว่าวัสดุจะมีการไหลแผ่ (Flow) ภายหลังก่อตัวเพิ่มขึ้นเมื่อ เพิ่มปริมาณเอธิลแอลกอฮอล์ (มีผลในระยะสั้น) ลดน้ำหนักโมเลกุลของผงโพลิเมอร์ (มีผลในระยะยาว) และ ลดอัตราผสมส่วนผงต่อส่วนเหลว (มีผลทั้งในระยะสั้นและระยะยาว) และยังพบว่าปริมาณของเอธิลแอลกอฮอล์มีอิทธิพลอย่างเด่นชัดต่ออัตราการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติวิสโคอิลาสติก โดยวัสดุจะมีการไหลแผ่ภายหลังก่อตัวลดลงอย่างรวดเร็วเมื่อเพิ่มปริมาณเอธิลแอลกอฮอล์ในส่วนประกอบ ส่วนชนิดของพลาสติไซเซอร์มีผลต่อการไหลแผ่ภายหลังก่อตัวตามลำดับจากค่ามากไปน้อย คือ เบนซิลเบนโซเอท ไดบิวทิลธาเลท และ บิวทิลธาลิลบิวทิลไกลโคเลท นอกจากนี้ยังได้จำแนกคุณสมบัติวิสโคอิลาสติกที่สัมพันธ์กับการใช้งานในคลินิกดังนี้ กรณีใช้เพื่อปรับสภาพเนื้อเยื่อที่ได้รับบาดเจ็บจากการใส่ฟันปลอม วัสดุควรสามารถไหลแผ่ภายใต้แรงกดดันน้อยๆที่กระทำอย่างต่อเนื่องจากการคืนตัวกลับของเนื้อเยื่อที่ผิดรูป และคงความนุ่มในระยะยาว ดังนั้นวัสดุควรประกอบด้วยผงโพลิเมอร์น้ำหนักโมเลกุลต่ำและ เอธิลแอลกอฮอล์ ปริมาณน้อย เพื่อให้ได้วัสดุที่มีความสามารถในการไหลแผ่สูงและมีการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติตามเวลาน้อย แต่เมื่อใช้สำหรับพิมพ์เนื้อเยื่อขณะใช้งาน ในช่วงแรกวัสดุควรมีคุณสมบัติเช่นเดียวกับกรณีที่ใช้สำหรับปรับสภาพเนื้อเยื่อ แต่เมื่อถึงกำหนดเวลาในการสร้างแบบหล่อวัสดุควรหยุดไหลแผ่ ดังนั้นวัสดุควรประกอบด้วยผงโพลิเมอร์ที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำ และเอธิลแอลกอฮอล์ปริมาณสูงเพื่อให้ได้วัสดุที่มีความสามารถในการไหลแผ่ที่สูงในระยะแรกจากนั้นก็ลดลงอย่างรวดเร็ว หากใช้สำหรับเสริมฐานชั่วคราว วัสดุควรมีการไหลแผ่น้อยเพื่อป้องกันการเปลี่ยนมิติในแนวดิ่งของฟันปลอม ไม่เกิดการเปลี่ยนรูปแบบพลาสติก (Plastic deformation) และ

มีความยืดหยุ่นเพียงพอสำหรับการซึมซับและถ่ายทอดแรงบดเคี้ยว ดังนั้นวัสดุควรประกอบด้วยผงโพลิเมอร์ที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูง เอธิลแอลกอฮอล์ ปริมาณน้อย และ อัตราผสมส่วนผงต่อส่วนเหลวที่สูง

ปัจจุบันมีการผลิตวัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อออกมาสู่ท้องตลาดค่อนข้างมาก แต่ละยี่ห้อก็มีคุณสมบัติวิสโคอิลาสติก และอัตราการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติตามเวลาแตกต่างกันไป ทำให้ทันตแพทย์สามารถเลือกใช้ให้เหมาะสมตามวัตถุประสงค์ของงานได้ นอกจากนี้ยังสามารถปรับเปลี่ยนอัตราผสมส่วนผงต่อส่วนเหลวได้ในระดับหนึ่งเพื่อให้ได้วัสดุที่มีคุณสมบัติตามต้องการ [40] และการที่จะได้วัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อที่ทำหน้าที่ได้อย่างสมบูรณ์นั้น วัสดุควรมีความหนาอย่างน้อย 2 มิลลิเมตร [47]

อย่างไรก็ตามวัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อก็มีข้อเสียสำคัญที่เกี่ยวข้องกับคุณสมบัติทางกายภาพ และทางชีววิทยา ทำให้ผู้ป่วยต้องกลับมาเปลี่ยนวัสดุอยู่บ่อยๆ การเปลี่ยนแปลงนี้สัมพันธ์กับลักษณะโครงสร้างของโพลิเมอร์ที่ง่ายต่อการสูญเสียส่วนประกอบภายใน และความสามารถในการดูดซับสารจากสิ่งแวดล้อม เมื่อแช่วัสดุในน้ำจะเกิดกระบวนการอยู่ 2 ประการ คือ การสูญเสียเอธิลแอลกอฮอล์ และ เอสเทอร์พลาสติไซเซอร์ ออกจากโพลิเมอร์ และการดูดซับน้ำ Braden และ Causton[3] พบว่ามีการสูญเสียเอธิลแอลกอฮอล์อย่างรวดเร็วในช่วงแรกของการแช่วัสดุในน้ำ แต่วัสดุไม่สามารถดูดซับน้ำเข้ามาแทนที่ได้ทันกับการสูญเสีย จึงทำให้วัสดุมีน้ำหนักลดลงในช่วงแรก แต่เมื่อเวลาผ่านไปวัสดุจะมีน้ำหนักเพิ่มขึ้นเรื่อยๆจากการดูดซับน้ำจนเข้าสู่ภาวะปกติ Ellis และคณะ[16] ได้เปรียบเทียบการตอบสนองของวัสดุเมื่อแช่ในน้ำกับในน้ำลายเทียม พบว่าในช่วงแรกทั้งสองกลุ่มมีการลดลงของน้ำหนักอย่างรวดเร็วเหมือนกัน แต่เมื่อเวลาผ่านไปวัสดุที่แช่ในน้ำลายเทียมยังคงมีน้ำหนักค่อนข้างคงที่อยู่เช่นนั้น ในขณะที่วัสดุที่แช่ในน้ำจะมีน้ำหนักเพิ่มขึ้นเรื่อยๆจนเข้าสู่สภาวะปกติ แสดงให้เห็นว่าการแช่วัสดุในตัวกลางที่ต่างกันมีผลทำให้การดูดซับสารเข้าสู่โพลิเมอร์ต่างกันด้วย Jones และคณะ[32] พบว่าเมื่อแช่วัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อในน้ำกลั่นที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียสมีการสูญเสียเอธิลแอลกอฮอล์ออกจากวัสดุอย่างสมบูรณ์ภายในเวลา 24 ชั่วโมง มีการสูญเสียเอสเทอร์พลาสติไซเซอร์ 0.30 – 8.70 มิลลิกรัม/กรัม ภายในเวลา 14 วัน โดยวัสดุที่มีส่วนประกอบเป็นเอสเทอร์พลาสติไซเซอร์น้ำหนักโมเลกุลต่ำสุด (เบนซิลเบนโซเอท) มีการสูญเสียมากที่สุด

เนื่องจากในวุ้นโพลิเมอร์มีทั้งกระบวนการแพร่ออกของส่วนประกอบ และการดูดซับสารจากสิ่งแวดล้อม จึงทำให้วัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อมีคุณสมบัติทางกายภาพบางประการเปลี่ยนไป Graham และคณะ[20] พบว่า Coe-Comfort มีคุณสมบัติการยอมให้กด (Compliance) ลดลงอย่าง

มีนัยสำคัญในวันแรก และการลดลงนี้จะเกิดขึ้นเรื่อยๆจนสิ้นสุดการทดลอง Jepson และคณะ[28] พบว่า COE-SOFT™ มีคุณสมบัติการยอมให้กดลดลงอย่างรวดเร็วในช่วงสัปดาห์แรก และการลดลงนั้นดำเนินต่อไปเรื่อยๆตลอดการทดลอง (8 สัปดาห์) นอกจากนี้ยังไม่พบความแตกต่างของคุณสมบัติการยอมให้กดในตัวกลางทั้งสามชนิด (น้ำกลั่น น้ำเกลือ และ น้ำลายเทียม) แต่อย่างไรก็ตามการลดลงของการยอมให้กดที่เกิดขึ้นในห้องทดลองนั้นมีปริมาณน้อยกว่าที่พบในคลินิกเป็นอย่างมาก Murata และคณะ[43] พบว่าเมื่อแช่ Coe Comfort, COE-SOFT™, GC Soft Liner และ Visco-gel ในเฮกเซน (Hexane) จะมีคุณสมบัติยอมให้กดลดลงมากกว่ากลุ่มที่แช่ใน น้ำกลั่น 10%อะซิโตน (Acetone) และ 20%อะซิโตน Jepson และคณะ[29] พบว่าเมื่อแช่ Coe Comfort, COE-SOFT™, GC Soft Liner และ Visco-gel ใน น้ำกลั่น 8%เอธานอล 50%เอธานอล น้ำมันข้าวโพด และ เฮพเทน (Heptane) วัสดุจะมีคุณสมบัติการยอมให้กดลดลงอย่างมีนัยสำคัญ และมีเพียงกลุ่มที่แช่ในเฮพเทน และน้ำมันข้าวโพด เท่านั้นที่มีคุณสมบัติการยอมให้กดลดลงอย่างรวดเร็วเหมือนกับที่พบในคลินิก

จากการที่วัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อเสื่อมสภาพในเวลาที่ค่อนข้างเร็ว ดังนั้นจึงมีความพยายามในการยืดอายุการใช้งาน โดยการเคลือบผิววัสดุด้วยสารเคลือบผิวฟันปลอม โดย Casey และ Scheer[6] ศึกษาการเปลี่ยนแปลงพื้นผิวของ COE-SOFT™ ในคลินิก เป็นระยะเวลา 30 วัน โดยใช้ เอสอีเอ็ม เมื่อเคลือบผิววัสดุด้วย โมโนเมอร์ โมโนโพลี และ Minute-Stain พบว่ากลุ่มที่ไม่ได้เคลือบผิวและกลุ่มที่เคลือบผิวด้วยโมโนเมอร์มีการสึกของผิวอย่างรุนแรงโดยเห็นเป็นหลุมบ่อโดยทั่วไปซึ่งเกิดจากการโผล่ขึ้นมาของฟองอากาศที่ถูกกักไว้ในเนื้อวัสดุขณะผสม แต่ไม่พบการเปลี่ยนแปลงสภาพผิวในกลุ่มที่เคลือบผิวด้วยโมโนโพลี ส่วนกลุ่มที่เคลือบผิวด้วย Minute-Stain นั้นมีพื้นผิวที่ไม่สม่ำเสมอแต่ยังไม่ถึงขั้นเป็นหลุมบ่อที่รุนแรงเช่นที่พบในสองกลุ่มแรก Gronet และคณะ[21] ทดลองเคลือบผิว Lynal และ Viscogel ด้วย Palaseal และ โมโนโพลี พบว่าเมื่อเคลือบผิว Lynal ด้วย Palaseal หรือ โมโนโพลี และเคลือบผิว Viscogel ด้วย Palaseal วัสดุจะมีความหยุ่นตัว (Resiliency) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ไม่ได้เคลือบผิว จะเห็นได้ว่าการเคลือบผิวนั้นมีประโยชน์ต่อวัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อแต่การตัดสินใจว่าจะใช้หรือไม่นั้นต้องพิจารณาถึงปัจจัยอื่นๆด้วยว่าทำแล้วคุ้มค่าหรือไม่

สำหรับข้อเสียทางชีววิทยาของวัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อนั้นเกี่ยวข้องกับการติดเชื้อจุลินทรีย์โดยเฉพาะ *แคนดิดา อัลบิเคน* (*Candida albicans*) ซึ่งถือว่าเป็นปัจจัยสำคัญปัจจัยหนึ่งที่สัมพันธ์กับการอักเสบของเยื่อบุช่องปาก (Denture stomatitis) แต่ความสัมพันธ์ระหว่างวัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อกับการติดเชื้อ *แคนดิดา* นั้นยังเป็นข้อถกเถียงกันว่าวัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อสนับสนุนและส่งเสริมการเจริญของ *แคนดิดา* [1, 22] หรือวัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อไม่มีผลต่อการเจริญของ *แคนดิดา*

[55, 58, 62] ดังนั้น Nikawa และคณะ[50, 51, 52] จึงได้พยายามหาคำตอบถึงความเกี่ยวข้องระหว่างวัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อกับ *แคนดิดา* จากการศึกษาพบว่าการยึดติดของ *แคนดิดา* กับวัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อมีความสัมพันธ์กับคุณสมบัติไม่ชอบน้ำของวัสดุ แต่เมื่อเคลือบผิววัสดุด้วยน้ำลายจะไม่พบความสัมพันธ์ดังกล่าว เมื่อศึกษาเปรียบเทียบระหว่าง เรซินอะคริลิก กับวัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อ พบว่าในตัวกลางที่แช่วัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อมีการเจริญของ *แคนดิดา* น้อยกว่าในตัวกลางที่แช่เรซินอะคริลิก ทั้งนี้อาจเนื่องจากส่วนประกอบของวัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อ โดยพลาสติไซเซอร์ 2 ชนิด คือ เบนซิลเบนโซเอท และ เบนซิลซาลิไซเลท สามารถลดการเจริญของ *แคนดิดา* ได้อย่างมีนัยสำคัญ สำหรับขนาดของโพลิเมอร์นั้นมีอิทธิพลน้อยมากต่อการเจริญของ *แคนดิดา* ส่วนปริมาณ เอธิลแอลกอฮอล์ มีอิทธิพลต่อการเจริญของ *แคนดิดา* เช่นกัน แต่ต้องขึ้นอยู่กับชนิดของพลาสติไซเซอร์ด้วย ตัวอย่างเช่น เบนซิลซาลิไซเลท มีผลในการต้านการเจริญของ *แคนดิดา* ที่มีความสัมพันธ์ในทางเดียวกันกับปริมาณ เอธิลแอลกอฮอล์ แต่กลุ่มเบนซิล เอ็น-บิวทิลธาเลท มีผลในการต้านการเจริญของ *แคนดิดา* ที่สัมพันธ์ในทางกลับกันกับปริมาณเอธิลแอลกอฮอล์ นอกจากนี้ยังพบว่าพื้นผิวที่มีความสามารถในการเกาะติดสูงจะสนับสนุนการเจริญของ *แคนดิดา* และพบการลดลงของการยับยั้งการเจริญของ *แคนดิดา* เมื่อเพิ่มปริมาณเชื้อ *แคนดิดา* ในวันเริ่มต้น ดังนั้นการควบคุมคราบจุลินทรีย์จึงเป็นสิ่งสำคัญ

การทำความสะอาดฟันปลอม

การทำความสะอาดฟันปลอมเป็นสิ่งจำเป็นในการป้องกันการสะสมของคราบจุลินทรีย์และคราบหินน้ำลาย การหมักหมมบูดเน่าและเกิดกลิ่นเหม็น การสูญเสียความสวยงาม และอันตรายต่อเนื้อเยื่อที่รองรับฟันปลอม สามารถจำแนกวิธีการทำความสะอาดฟันปลอมออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่คือการทำความสะอาดโดยวิธีเชิงกล และ โดยวิธีเชิงเคมี

การทำความสะอาดโดยวิธีเชิงกลประกอบด้วยการใช้แปรงทำความสะอาด และ การใช้เครื่องอัลตราโซนิก (Ultrasonic device) พบว่าการแปรงทำความสะอาดเป็นวิธีที่นิยมใช้กันโดยทั่วไป อาจใช้ร่วมกับเพสสำหรับขัดฟันปลอม สบู่ หรือ ยาสีฟัน ซึ่งเป็นวิธีทำความสะอาดที่ง่าย สะดวก และราคาไม่แพง แต่ต้องอาศัยทักษะการใช้มือค่อนข้างมาก จึงมักเป็นปัญหาในผู้ป่วยสูงอายุหรือพิการ และหากแปรงทำความสะอาดฟันปลอมอย่างรุนแรงร่วมกับวิธีการที่ผิดจะทำให้ผิวหน้าของฟันปลอมสึกอย่างรวดเร็ว นอกจากนี้การแปรงเพียงอย่างเดียวไม่สามารถกำจัดคราบที่ติดแน่นได้ ส่วนการใช้เครื่องอัลตราโซนิก นั้นเป็นวิธีการทำความสะอาดที่ไม่เปลืองแรง และไม่ต้องอาศัยทักษะการใช้มือ แต่มีค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูงทั้งค่าเครื่อง ค่าน้ำยา และใช้เวลานานในการทำความสะอาดแต่ละครั้ง

สำหรับการทำความสะอาดโดยวิธีเชิงเคมีนั้น ควรใช้สารเคมีที่สามารถกำจัดคราบสี สารอินทรีย์ และ อนินทรีย์ ที่เกาะติดฟันปลอมได้อย่างมีประสิทธิภาพ ไม่เป็นอันตรายต่อวัสดุสร้างฟันปลอม ไม่เป็นพิษต่อร่างกาย มีรสชาติตกค้างน้อยที่สุด ไม่มีกลิ่นเหม็น นอกจากนี้ยังควรมีความสามารถในการฆ่าเชื้อแบคทีเรีย เชื้อรา ใช้ง่าย และมีราคาถูก เพื่อส่งเสริมการใช้ให้แพร่หลาย สามารถแบ่งกลุ่มสารเคมีทำความสะอาดฟันปลอมได้เป็น 5 กลุ่มใหญ่ ตามองค์ประกอบทางเคมี และ กลไกการออกฤทธิ์ ดังนี้

1. อัลคาไล ไฮโปคลอไรท์ (Alkaline hypochlorite)
2. อัลคาไล เพอร์ออกไซด์ (Alkaline peroxide)
3. กรด (Acid)
4. เอ็นไซม์ (Enzyme)
5. สารฆ่าเชื้อโรค (Disinfectant)

สารเคมีกลุ่มแรกที่ถูกนำมาใช้ในการทำความสะอาดฟันปลอม คือ อัลคาไล ไฮโปคลอไรท์ ซึ่งเป็นสารละลายเจือจางของ โซเดียม โฮโปคลอไรท์ สารกลุ่มนี้ออกฤทธิ์โดยการละลายสิ่งเกาะติดประเภทสารอินทรีย์ สามารถกำจัดการติดสีจากอาหารและบุหรี่ได้ แต่มีข้อเสีย คือ ทำให้โลหะสึกกร่อนอย่างรุนแรง ดังนั้นจึงมีการเติมสารต้านการสึกกร่อน เช่น โซเดียมเฮ็กสะเมทาฟอสเฟต (Sodium hexametaphosphate) หรือ โซเดียมซิลิเคท (Sodium silicate) เข้าไปเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว แต่อย่างไรก็ตามเนื่องจากยังมีปัญหาเรื่องกลิ่นตกค้างทำให้ไม่เป็นที่นิยม สำหรับกลุ่มที่นิยมใช้ในปัจจุบัน คือ อัลคาไล เพอร์ออกไซด์ ซึ่งบรรจุในรูปเม็ดฟู่ โดยมีส่วนประกอบหลักคือ โซเดียมเพอร์บอเรท (Sodium perborate) หรือ โซเดียมเพอร์คาร์บอเนท (Sodium percarbonate) และ อัลคาไลฟอสเฟต (Alkaline phosphate) เมื่อละลายน้ำจะได้สารละลาย อัลคาไล เพอร์ออกไซด์ สำหรับประสิทธิภาพในการทำความสะอาดของสารกลุ่มนี้ส่วนหนึ่งขึ้นอยู่กับความสามารถในการปล่อยฟองอากาศเข้าไปสัมผัสกับสารอินทรีย์ที่เกาะบนผิวฟันปลอม ซึ่งถือว่าเป็นการทำความสะอาดด้วยวิธีเชิงกล อีกส่วนหนึ่งจากความสามารถในการละลายของ อัลคาไลฟอสเฟต และผลของสารชะล้าง (Detergent) สารกลุ่มนี้เหมาะสำหรับกรณีติดคราบน้อย ส่วนสารทำความสะอาดกลุ่มกรดนั้น อยู่ในรูปสารละลายกรดเจือจาง เช่น กรดไฮโดรคลอริก กรดซิตริก และ กรดฟอสฟอริก ออกฤทธิ์โดยการแตกตัวของกรดจากนั้นประจุของกรดจะเข้าไปจับกับสารอนินทรีย์ฟอสเฟต (Inorganic phosphate) ของคราบหินน้ำลาย ดังนั้นสารทำความสะอาดกลุ่มนี้จึงสามารถกำจัดคราบหินน้ำลายที่ไม่สามารถกำจัดโดยใช้สารกลุ่มเพอร์ออกไซด์ได้ นอกจากนี้ยังใช้เวลาในการทำความสะอาดน้อยจึงทำให้ผู้ป่วยรู้สึกสะดวกในการใช้ แต่อย่างไรก็ตามยังพบความเสียหายที่เกิดต่อส่วนประกอบโลหะของฟันปลอม สำหรับสารทำ

ความสะอาดกลุ่มเอ็นไซม์นั้น ออกฤทธิ์โดยการส่งเสริมการสลายตัวของโปรตีนในคราบจุลินทรีย์ [27, 46, 56]

จะเห็นได้ว่าการทำความสะอาดโดยใช้สารเคมีนั้นเป็นวิธีที่สะดวกวิธีหนึ่ง แต่เมื่อเทียบกับการแปรงทำความสะอาดแล้วถือว่ามีค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูง และหากไม่ใช้ตามคำแนะนำของบริษัทก็อาจทำให้ฟันปลอมเสื่อมสภาพเร็วขึ้น โดยสามารถพบในรูปของการเปลี่ยนสีของเรซินอะคริลิก การสึกกร่อนของโลหะ หรือ การเสียคุณสมบัติทางกายภาพของวัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อ

Ünlü และคณะ[59] ศึกษาอิทธิพลของน้ำยาทำความสะอาดฟันปลอม Polident, Efferdent, Blen-A-Dent และ Corega ต่อความมืดความสว่าง (Brightness) ของสีของ เรซินอะคริลิก ที่บ่มตัวด้วยความร้อน (Rodex, QC-20 และ Meliodent) และ เรซินอะคริลิก ที่บ่มตัวได้เอง (Meliodent auto, Acralite และ Orthodontic) โดยศึกษาเป็นเวลา 240 ชั่วโมง ทำการเปลี่ยนน้ำยาแช่ทุกๆ 8 ชั่วโมง ซึ่งเทียบได้กับการแช่ข้ามคืน 30 วัน พบว่า Polident ทำให้ เรซินอะคริลิก ขาวขึ้นน้อยที่สุด Corega ทำให้ เรซินอะคริคลิก ขาวขึ้นมากที่สุด นอกจากนี้ เรซินอะคริลิก ที่บ่มตัวด้วยความร้อน (QC-20) ขาวขึ้นน้อยกว่า เรซินอะคริลิก ที่บ่มตัวได้เอง

Klingler และ Lord[33] ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของวัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อในระยะเวลา 2 สัปดาห์ เมื่อแช่ในน้ำยาทำความสะอาดฟันปลอมข้ามคืน (6ชั่วโมงต่อวัน) แล้วให้คะแนนความเสียหายของวัสดุภายใต้สภาวะบอด (Blind condition) พบว่าการเปลี่ยนสีที่เกิดขึ้นนั้นอยู่ในระดับที่ไม่รุนแรง นอกจากนี้ Kleenite และ Efferdent ตามด้วย Polident tablets และ Comfordent ทำให้เกิดรูพรุนภายในเนื้อวัสดุอย่างรวดเร็ว และรูพรุนนี้จะนำไปสู่ความขรุขระของพื้นผิวในเวลาต่อมา ส่วนความเป็นกรดด่างหรือการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรดด่างของน้ำยาทำความสะอาดฟันปลอมไม่มีผลอย่างมีนัยสำคัญต่อการเปลี่ยนแปลงของวัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อ และเมื่อนำความเสียหายที่เกิดขึ้นมาเปรียบเทียบกับการเปลี่ยนแปลงที่พบในคลินิก พบว่าในคลินิกมีความเสียหายมากว่าในห้องปฏิบัติการ

Davenport และคณะ[12] ศึกษาการใช้ร่วมกันได้โดยไม่สร้างความเสียหาย ของ Coe Comfort, Ivoseal และ Visco-gel กับ Steradent, Dentural (แช่ข้ามคืน 8 ชั่วโมงต่อวัน ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส) Denclen (แช่ 2 นาทีต่อวัน ที่อุณหภูมิห้อง) Valdent (แช่ 20นาทีต่อวัน ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส) ให้คะแนนความเสียหายของผิววัสดุด้วยบุคคลในวันที่ 3, 10, 20 และ 30 โดยเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่แช่วัสดุในน้ำประปาตลอดเวลา ทดสอบการเปลี่ยนแปลงความนุ่มโดยการกด (Indentation test) ในวันที่ 10 และ 20 โดยใช้แท่งทำเครื่องหมายทรงกระบอกเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 มม. เคลื่อนด้วยความเร็ว 1 มิลลิเมตรต่อนาที มีแรง

กดโดยรวม 10 นิวตัน จากผลการทดสอบดังกล่าวทำให้ได้ข้อสรุปว่า วัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อและน้ำยาทำความสะอาดฟันปลอมที่ไม่ควรใช้ร่วมกันคือ Visco-gel กับ Denclen และ Valdent เนื่องจากทำให้วัสดุมีความแข็งที่เพิ่มขึ้นจนยอมรับไม่ได้ Visco-gel กับ Steradent และ Coe-Comfort กับ Dentural และ Steradent เนื่องจากทำให้ผิวหน้าของวัสดุเกิดความเสียหายในระดับยอมรับไม่ได้ ส่วน Ivoseal นั้นสามารถใช้ด้วยกันได้กับ น้ำยาทำความสะอาดฟันปลอมทุกตัวที่ทดสอบ

Goll และคณะ[18] ศึกษาการใช้ร่วมกันได้โดยไม่ก่อให้เกิดความเสียหายของ Coe Comfort, F.I.T.T, Hydro Cast, Lynol, Softone, Tissuedyne, Veltec และ Viscogel กับ น้ำยาทำความสะอาดฟันปลอม Efferdent, Kleenite, Mersence, Polident powder และ Polident tablets โดยแช่ตลอดเดือน ซึ่งเปรียบได้กับการแช่ข้ามคืนนาน 3 เดือน (เปลี่ยนน้ำยาทุกวัน) แล้วให้คะแนนการเปลี่ยนสี ความพรุน การผิดรูป การเปลี่ยนขนาด การดูดซับน้ำ และการละลายน้ำ พบว่า Lynol, Tissuedyne, F.I.T.T และ Hydro Cast มีการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติจากการแช่ในน้ำยาทำความสะอาดฟันปลอมน้อยที่สุด ในขณะที่ Viscogel, Softone และ Veltec มีการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติค่อนข้างมาก

Harrison และคณะ[23] ศึกษาผลของน้ำยาทำความสะอาดฟันปลอม Steradent Minty, Steradent Deepclean, Steradent Original, Dentural และ Corega Tabs ต่อความนุ่ม และความเสียหายของผิว ของวัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อ Viscogel, GC Soft, Dura Conditioner, Coe Comfort และ Ivoseal เมื่อแช่ข้ามคืน (8 ชั่วโมงต่อวัน) ทำการทดสอบคุณสมบัติในวันที่ 3, 7, 14 และ 21 ให้คะแนนความเสียหายของผิววัสดุด้วยบุคคล ทดสอบความนุ่มของวัสดุโดยใช้ เพนีโทรมีเตอร์ รุ่น พีเอ็นอาร์ 10 ที่มีเข็มกดปลายตัดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 มม. ถ่วงน้ำหนักทั้งหมด 50 กรัม กดนาน 1 วินาที แล้วบันทึกระยะที่เข็มกดเข้าไปในวัสดุ พบว่ากลุ่มที่แช่ใน Steradent Original และ Steradent Minty เกิดความเสียหายของผิววัสดุมากที่สุด โดย Visco-gel มีความเสียหายมากที่สุด ตามด้วย GC Soft, Coe Comfort และ Dura Conditioner ส่วน Ivoseal เป็นวัสดุที่มีความเสียหายของผิวน้อยที่สุด เมื่อเปรียบเทียบความลึกของการกด ระหว่างวันที่ 3 กับวันที่ 21 ไม่ความแตกต่างใน Viscogel และ Ivoseal ที่แช่ในน้ำยาทำความสะอาดฟันปลอมทุกชนิดที่ทดสอบ GC Soft ที่แช่ในน้ำยาทำความสะอาดฟันปลอม Steradent Original และ Dentural, Dura Conditioner ที่แช่ใน Steradent Original และ Steradent Minty, Coe Comfort ใน Steradent Original

Nikawa และคณะ[49] ศึกษาผลของน้ำยาทำความสะอาดฟันปลอม (Steradent, Doctor Health, Dent Free, Nisodent, Polident, Liodent, และ Pika DCE) ต่อสภาพผิวของ Coe

Comfort, COE-SOFT, Fit Softer, GC Soft Liner, Hydrocast, และ Visco-gel โดยแช่ข้ามคืน (8 ชั่วโมงต่อวัน) เก็บข้อมูลในวันที่ 1, 4, 7 และ10 พบการเปลี่ยนแปลงของผิววัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อเมื่อแช่ในน้ำยาทำความสะอาดฟันปลอมประเภทเพอร์ออกไซด์ มากกว่าประเภทอื่น ยกเว้น Coe Comfort ที่แช่ใน Pika DCE (เอ็นไซม์) ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างความเป็นกรดด่าง ปริมาณเพอร์ออกไซด์ และเวลาก่อตัว กับระดับความรุนแรงของรูพรุนที่พื้นผิว ($p>0.05$) แต่อย่างไรก็ตามมีข้อยกเว้นสำหรับ COE-SOFT™ ที่พบความสัมพันธ์ระหว่างระดับความรุนแรงของรูพรุนของผิววัสดุเมื่อแช่นาน 7 วัน กับล๊อกของค่าเฉลี่ยเวลาก่อตัวเมื่อแช่ใน Steradent, Doctor Health, Polident และ Liodent

จากการศึกษาอิทธิพลของน้ำยาทำความสะอาดฟันปลอมต่อคุณสมบัติของวัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อที่กล่าวมาข้างต้นนั้นส่วนใหญ่ใช้วิธีการแช่แบบข้ามคืน ซึ่งไม่ใช่วิธีการที่ทางบริษัทผู้ผลิตแนะนำให้ใช้เป็นประจำทุกวัน จะใช้ก็ต่อเมื่อฟันปลอมขาดการทำความสะอาดเป็นเวลานานหรือมีคราบติดแน่น นอกจากนี้บางการศึกษาได้แช่วัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อในน้ำยาทำความสะอาดฟันปลอมตลอดเวลาโดยไม่ปล่อยให้วัสดุได้พักในตัวกลางอื่นเลย คาดว่าด้วยเหตุนี้จึงทำให้มีรายงานถึงการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของวัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อบางตัวเป็นอย่างมากเมื่อใช้ร่วมกันกับน้ำยาทำความสะอาดฟันปลอมบางชนิด

จากปัญหาที่เกิดต่อวัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อตามที่กล่าวมาข้างต้น Nikawa และคณะ[49] จึงได้แนะนำหลักในการเลือกน้ำยาทำความสะอาดฟันปลอมในผู้ป่วยที่ใช้วัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อว่าต้องพิจารณาถึง คุณสมบัติของวัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อที่เลือกใช้ วัตถุประสงค์และ/หรือเวลาที่คาดหวังไว้ในการใช้วัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อ ความไวของวัสดุต่อการติดเชื้อ สภาวะอนามัยช่องปากหรือนิสัยของผู้ป่วย และสภาวะทางระบบของผู้ป่วย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

วัสดุและอุปกรณ์

ในการวิจัยครั้งนี้ได้ทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของวัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อที่มีขายในประเทศไทย และเป็นที่รู้จักกันโดยทั่วไป จำนวน 4 ยี่ห้อ ตามตารางและรูปที่ 3.1 เมื่อใช้น้ำยาทำความสะอาดฟันปลอมจำนวน 3 ยี่ห้อที่มีขายในประเทศไทย ตามตารางและรูปที่ 3.2

ตารางที่ 3.1 ชื่อทางการค้า และ บริษัทผู้ผลิตของวัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อที่ใช้ในการศึกษา

ชื่อทางการค้า	ส่วนประกอบ		อัตราส่วนผงต่อส่วนเหลว	เลขล๊อต	บริษัทผู้ผลิต
	ส่วนผง	ส่วนเหลว			
COE-SOFT ™	Polyethyl methacrylate	Dibutyl phthalate, Benzyl salicylate, Ethanol	11 กรัม / 8 มล.	P1025998 L102899A	GC AMERICA INC ALSIP, IL 60803, U.S.A.
Dura Conditioer	-	-	6.5 กรัม / 6 มล.	P091800 L082200	Reliance Dental Mfg.Co.Worth, IL 60482, U.S.A.
Trusoft™	Polyethyl methacrylate	Alkyl-Phthalate, Ethanol	8 กรัม / 7 มล.	P0009585	HARRY J. Bosworth Co.SKOKIE, ILLINOIS 60076, U.S.A.
Visco-gel	Polyethyl methacrylate	Phthalyl butyl glycolate, Ethanol	3 กรัม / 2.2 มล.	P9910000155 L9910000582	DENTSPLY DeTrey GmbH D-78467 Konstanz, Germany

รูปที่ 3.1 วัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อที่ใช้ในการศึกษา

ตารางที่ 3.2 ชื่อทางการค้า และ บริษัทผู้ผลิตของน้ำยาทำความสะอาดฟันปลอมที่ใช้ในการศึกษา

ชื่อทางการค้า	กลุ่ม	บริษัทผู้ผลิต
Polident	Neutral peroxide with Enzyme	Block Drug Co., Inc., U.S.A.
Steradent	Alkaline peroxide	Reckitt & Benckiser Ltd., Hull, UK
Clean A Dent	Citric acid	Forever Denmark ApS., DK-4700 Naestved., Denmark

รูปที่ 3.2 น้ำยาทำความสะอาดฟันปลอมที่ใช้ในการศึกษา

มีอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบดังต่อไปนี้

1. บีกเกอร์ (Beaker) ขนาด 250 มิลลิลิตร และ แท่งแก้วคน ตามรูปที่ 3.3 ใช้สำหรับตวงน้ำและละลายเม็ดฟู่ทำความสะอาดฟันปลอม

รูปที่ 3.3 บีกเกอร์ และ แท่งแก้วคน

2. เครื่องชั่งอิเล็กทรอนิกส์ เอแอนดี รุ่น เอฟเอ-200 (A&D electronic balance FA-200 Ser.50329540, A&D Company Ltd., Japan.) ที่สามารถชั่งน้ำหนักได้สูงสุด 210 กรัม และมีความละเอียดไม่เกิน 0.001 กรัมตามรูปที่ 3.4 ใช้สำหรับชั่งส่วนผงของวัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อ

รูปที่ 3.4 เครื่องชั่งอิเล็กทรอนิกส์ เอแอนดี รุ่น เอฟเอ-200

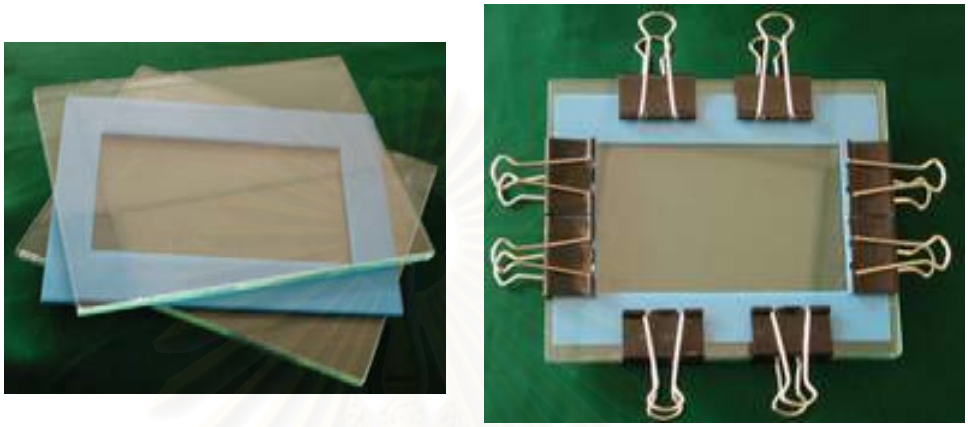
3. กระบอกตวง ถ้วยกระเบื้องเคลือบ และ พายโลหะไร้สนิม ตามรูปที่ 3.5 ใช้สำหรับตวงส่วนเหลว และผสมวัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อ

รูปที่ 3.5 กระบอกตวง ถ้วยกระเบื้องเคลือบ และ พายโลหะไร้สนิม

4. ถังพลาสติกบรรจุน้ำขนาด 12 แกลลอน จำนวน 3 ถัง ใช้เก็บน้ำประปาสำหรับละลายเม็ดฟู่ทำความสะอาดฟันปลอม และแช่ชิ้นทดสอบ ตลอดการทดลอง

5. กล่องพลาสติกมีฝาปิดสำหรับเก็บชิ้นทดสอบ

6. แบบสำหรับสร้างแผ่นวัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อ ประกอบด้วยแผ่นกระจกหนา 5 มิลลิเมตร ขนาด 150X180 ตารางมิลลิเมตร จำนวน 2 แผ่น และ แผ่นพลาสติกหนา 3 มิลลิเมตร ขนาด 135X175 ตาตางมิลลิเมตร เจาะเป็นช่องขนาด 80X130 ตารางมิลลิเมตร และ คลิบหนีบกระดาษขนาดกลาง สำหรับยึดแบบเข้าด้วยกัน ตามรูปที 3.6



รูปที่ 3.6 แบบสำหรับสร้างแผ่นวัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อ

7. เครื่องสั่น (PEARL vibrator, BN Enterprise, Bangkok, Thailand) ตามรูปที่ 3.7 ใช้สำหรับช่วยให้วัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อมีการไหลแผ่ที่ดีขึ้น และลดฟองอากาศในเนื้อวัสดุ

รูปที่ 3.7 เครื่องสั่น

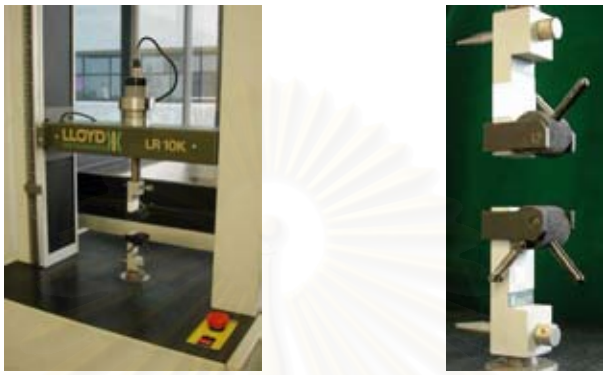
8. ตู้ควบคุมอุณหภูมิ (Memmert type BE 400, Memmert GmbH+Co. KG D-91126 Schwabach FRG, Germany) ตามรูปที่ 3.8 ใช้สำหรับเก็บชิ้นทดสอบให้เสมือนอยู่ในอุณหภูมิร่างกาย ที่ 37 องศาเซลเซียส

รูปที่ 3.8 ตู้ควบคุมอุณหภูมิ

9. เครื่องตัดชิ้นทดสอบ (Wallace die and cutter Ser.C95032-1, Wallace test equipment Co. Ltd., England) ที่ยึดกับแม่พิมพ์สำหรับตัดชิ้นทดสอบรูปดัมเบลล์ แบบที่ 2 ตามมาตรฐาน ไอเอสโอ 37 ตามรูปที่ 3.9 ทำให้สามารถสร้างชิ้นทดสอบให้มีขนาดเท่ากันทั้งหมด

รูปที่ 3.9 เครื่องตัดชิ้นทดสอบ และ แม่พิมพ์สำหรับตัดชิ้นทดสอบรูปดัมเบลล์ แบบที่ 2

10. เครื่องทดสอบยูนิเวอร์ซัลลอยด์ รุ่น แอลอาร์ 10 เค (LLOYD universal testing machine, Lloyd Instruments Ltd., Segenworth West, Foreham, Hants. P0155SH) ที่ควบคุมการทำงานด้วยคอมพิวเตอร์ โดยมีโหลดเซลล์ (Load cell) ขนาด 100 นิวตัน เคลื่อนหัวจับด้วยความเร็ว (Cross head speed) 500 มิลลิเมตร/นาที และแขนจับชิ้นทดสอบแบบหนีบ ตามรูปที่ 3.10 ใช้สำหรับทดสอบการตอบสนองต่อแรงดึง



รูปที่ 3.10 เครื่องทดสอบยูนิเวอร์ซัลลอยด์ รุ่น แอลอาร์ 10 เค และ แขนจับแบบหนีบ

11. เครื่องวัดความแข็งผิว ดูโรมิเตอร์ แบบ เอ รุ่น 408 และขาตั้ง รุ่น 471 (Type A Durometer Models 408 and Durometer Deadweight Test Stands Models 471, Pacific Transducer corp. Los Angeles. CA, U.SA.) ตามรูปที่ 3.11 ใช้สำหรับวัดความแข็งผิวของวัสดุตามมาตรฐาน เอเอสทีเอ็ม ดี 2240-97 โดยเครื่องวัดความแข็งผิว สามารถบอกระดับความแข็งผิวตั้งแต่ 0 ถึง 100 ด้วยความเที่ยงตรง $\pm$ 1 หน่วย มีเข็มสีแดงของเครื่องวัดที่สามารถค้างอยู่ในตำแหน่งค่าความแข็งผิวสูงสุด ทำให้ง่ายต่อการอ่านผล มีเข็มสำหรับกดรูปโคนปลายตัดที่อยู่ตรงกลางฐานกดขนาด 1X1 ตารางนิ้ว และได้ยึดเครื่องเข้ากับขาตั้งที่มีน้ำหนักกด 1 กิโลกรัม และมีฐานวางชิ้นทดสอบที่สามารถเคลื่อนขึ้นลงได้ ทำให้สะดวกในการใช้

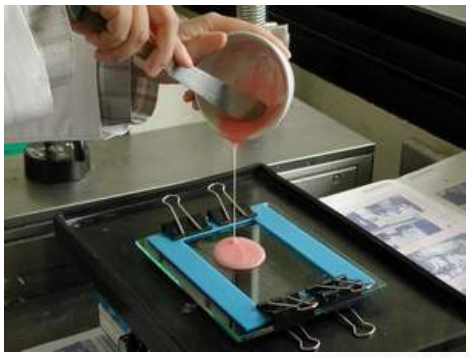
รูปที่ 3.11 เครื่องวัดความแข็งผิวดูโรมิเตอร์ แบบ เอ รุ่น 408 และ ขาตั้ง รุ่น 471

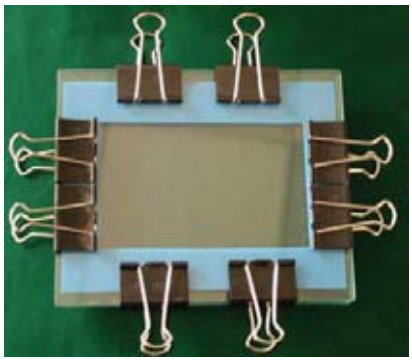
12. เครื่องวัดสี อัลตราสแกน เอ็กซ์ อี (UltraScan XE, Hunter Associates Laboratory, Inc, Virginia, U.S.A.) ที่ควบคุมการทำงานด้วยคอมพิวเตอร์ ตามรูปที่ 3.12 โดยวัดสีของวัสดุออกมาเป็นตัวเลขประกอบด้วยค่า L*, a* และ b* ในระบบสี ซี ไอ อี (CIE color system) ซึ่งสามารถนำมาคำนวณและหาค่าความแตกต่างของสีที่เกิดขึ้นได้

รูปที่ 3.12 เครื่องวัดสีอัลตราสแกน เอ็กซ์ อี

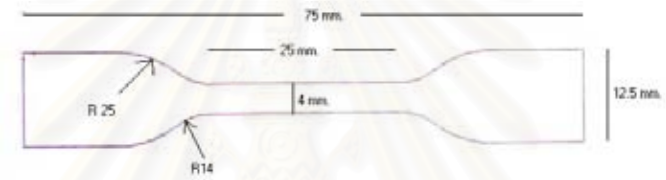
การสร้างชิ้นทดสอบ

เตรียมวัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อปริมาตร 40 ลูกบาศก์เซ็นติเมตร ด้วยการผสมส่วนผงและส่วนเหลวที่ชั่งและตวงตามอัตราส่วนที่บริษัทแนะนำในถ้วยกระเบื้องเคลือบโดยค่อยๆเทส่วนผงลงในส่วนเหลว แล้วคนส่วนผสมทั้งสองให้เป็นเนื้อเดียวกันด้วยพายโลหะไร้สนิมภายในระยะเวลา 30 วินาที จากนั้นเทวัสดุลงในแบบที่ประกอบด้วยแผ่นกระจกและแผ่นพลาสติกที่ยึดเข้าด้วยกันด้วยคลิบขนาดกลางจำนวน 4 ตัว ที่วางอยู่บนเครื่องสั่น โดยเทวัสดุเป็นจุดเดียวแล้วปล่อยให้วัสดุค่อยๆไหลแผ่จนเต็มแบบ นำแบบออกจากเครื่องสั่น แกะคลิบที่ยึดออกทั้งหมด จากนั้นวางบนพื้นราบ ค่อยๆปิดทับส่วนบนด้วยกระจกอย่างช้าๆ กดแบบให้แนบสนิทแล้วยึดด้วยคลิบขนาดกลางจำนวน 8 ตัว (รูปที่ 3.13) ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 นาที แล้วนำไปแช่น้ำและเก็บในตู้ควบคุมอุณหภูมิที่ 37 องศาเซลเซียส นาน 10 ชั่วโมง จึงนำออกมาแกะแล้วเก็บไว้ในกล่องพลาสติกที่บรรจุน้ำประปาจนท่วมแผ่นวัสดุ ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องนาน 3 ชั่วโมงจึงนำแผ่นดังกล่าวไปตัดเพื่อให้ได้ชิ้นทดสอบรูปดัมเบลล์แบบที่ 2 ตามมาตรฐาน ไอเอสโอ 37 (รูปที่ 3.14) ด้วยเครื่องตัดชิ้นทดสอบ แล้วแช่ชิ้นทดสอบต่อในน้ำประปา จากนั้นจึงนำมาจัดกลุ่มด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่ายแบบไม่ใส่กลับคืน ตามรูปที่ 3.15





รูปที่ 3.13 การสร้างแผ่นวัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อ



Visco-gel

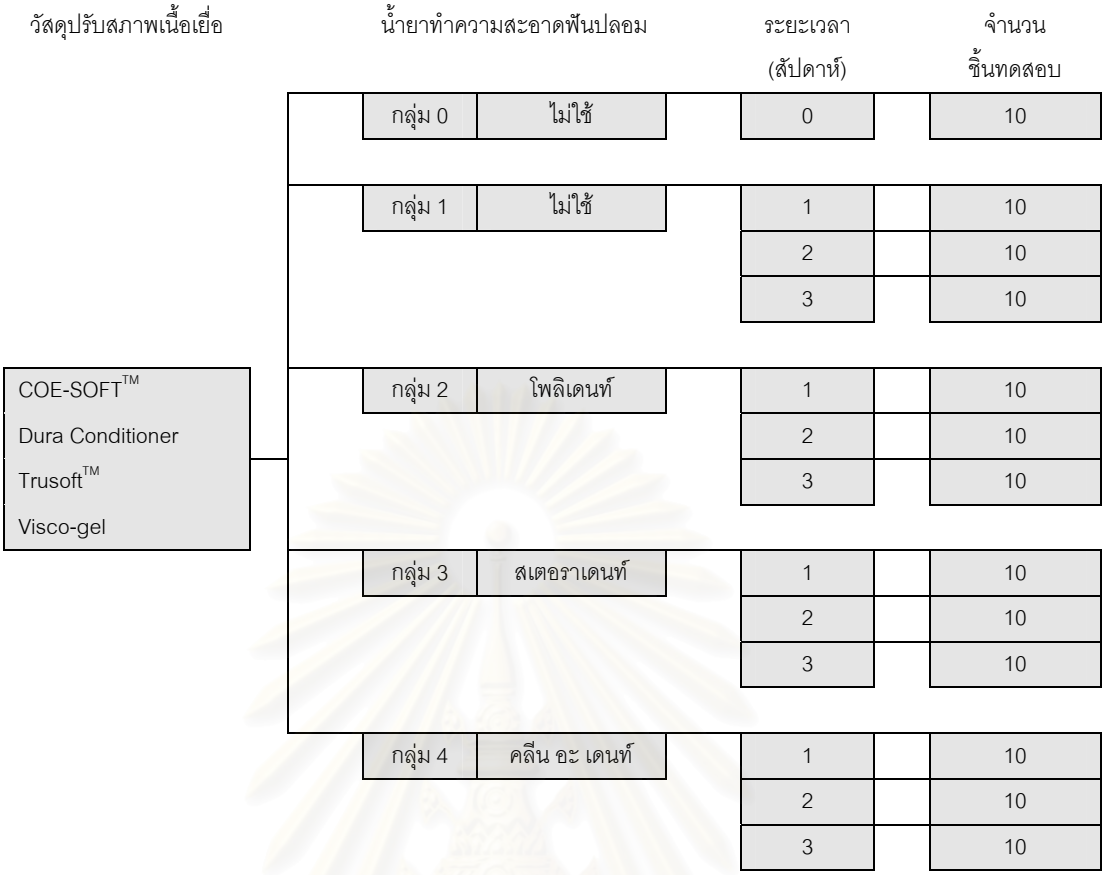
Dura Conditioner

COE-SOFT™

Trusoft™

รูปที่ 3.14 ชิ้นทดสอบรูปดัมเบลล์ แบบที่ 2 ตาม มาตรฐาน ไอเอสโอ 37

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



มีกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 52 กลุ่ม แต่ละกลุ่มมีชิ้นทดสอบจำนวน 10 ชิ้น รวมชิ้นทดสอบทั้งหมด 520 ชิ้น

รูปที่ 3.15 การแบ่งกลุ่มตัวอย่าง

นำกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่มไปผ่านกระบวนการทดลองดังต่อไปนี้

กลุ่ม 0 เป็นกลุ่มควบคุมที่นำชิ้นทดสอบไปทดสอบ ความแข็งผิว และ การตอบสนองต่อแรงดึง ในวันเริ่มต้นการทดลอง

กลุ่ม 1 เป็นกลุ่มควบคุมที่แช่ชิ้นทดสอบในน้ำประปาตลอดเวลา โดยทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 8 ชั่วโมง และที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียสในตู้ควบคุมอุณหภูมิ 16 ชั่วโมง/วัน ทำเช่นนี้ทุกวันจนครบกำหนดระยะเวลา 1, 2 และ 3 สัปดาห์ จึงนำไปทดสอบ

กลุ่ม 2 เป็นกลุ่มทดลองที่แช่ชิ้นทดสอบในโพลิเดนท์ (ละลายเม็ดฟู่ในน้ำประปา ด้วยอัตราส่วน 1 เม็ด/200 มิลลิลิตร) นาน 20 นาที แล้วล้างน้ำ จากนั้นแช่ต่อในน้ำประปา ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องจนครบ 8 ชั่วโมง และที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียสในตู้ควบคุมอุณหภูมิ 16 ชั่วโมง/วัน ทำเช่นนี้ทุกวันจนครบกำหนดระยะเวลา 1, 2 และ 3 สัปดาห์ จึงนำไปทดสอบ

กลุ่ม 3 เป็นกลุ่มทดลองที่แช่ชิ้นทดสอบใน สเตอราเดนท์ (ละลายเม็ดฟู่ในน้ำประปา ด้วยอัตราส่วน 1 เม็ด/200 มิลลิลิตร) นาน 20 นาที แล้วล้างน้ำ จากนั้นแช่ต่อในน้ำประปา ทิ้งไว้ที่

อุณหภูมิห้องจนครบ 8 ชั่วโมง และที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียสในตู้ควบคุมอุณหภูมิ 16 ชั่วโมง/วัน ทำเช่นนี้ทุกวันจนครบกำหนดระยะเวลา 1, 2 และ 3 สัปดาห์ จึงนำไปทดสอบ

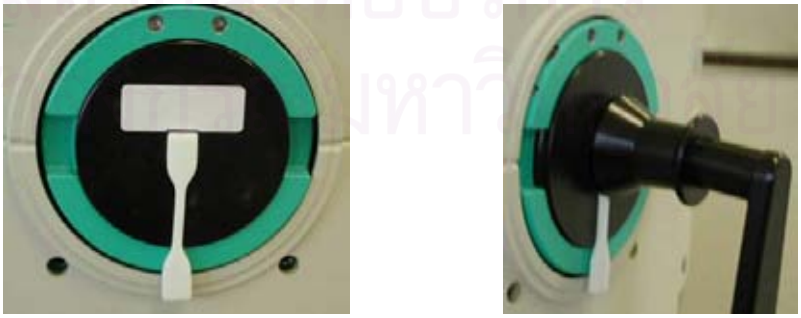
กลุ่ม 4 เป็นกลุ่มทดลองที่สเปรย์ชิ้นทดสอบด้วย คลีน อะ เดนท์ โดยสเปรย์ห่างจากชิ้นทดสอบ 25 เซนติเมตร เป็นจำนวน 10 ครั้ง จนทั่วชิ้นทดสอบ ทิ้งไว้ 10 นาที จึงล้างน้ำ แล้วแช่ต่อในน้ำประปา ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องจนครบ 8 ชั่วโมง และที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียสในตู้ควบคุมอุณหภูมิ 16 ชั่วโมง/วัน ทำเช่นนี้ทุกวันจนครบกำหนดระยะเวลา 1, 2 , และ 3 สัปดาห์ จึงนำไปทดสอบ

การทดสอบ

การวัดสี

ใช้เครื่องวัดสี อัลตราสแกน เอ็กซ์ อี ที่ควบคุมการทำงานด้วยคอมพิวเตอร์ วัดสีของวัสดุออกเป็นตัวเลข ประกอบด้วยค่า L*, a* และ b* ซึ่งเป็นระบบสี ซี ไอ อี โดยนำชิ้นทดสอบมาวัดสีในวันเริ่มต้นและวันครบรอบระยะเวลาทดสอบของแต่ละกลุ่ม จากนั้นนำค่าดังกล่าวมาคำนวณหาความแตกต่างของสีจากวันเริ่มต้นของชิ้นทดสอบ ด้วยสมการ $\Delta E = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$ แล้วนำค่าการเปลี่ยนสีที่คำนวณได้ไปวิเคราะห์ทางสถิติ

ในการใช้เครื่องวัดสีแต่ละครั้งได้ทำการปรับเครื่องวัดสีให้ได้มาตรฐาน (Calibrate) ก่อนการทดสอบ ด้วยการใช้แผ่นมาตรฐานสีดำ (Black light trap) และแผ่นมาตรฐานสีขาว (White light trap) ที่มีอยู่ในชุดอุปกรณ์วัดสี จากนั้นจึงนำชิ้นทดสอบมาซับน้ำด้วยกระดาษทิชชู แล้วทำการวัดสีของแขนแต่ละข้างของชิ้นทดสอบรูปดัมเบลล์ โดยวางขอบด้านท้ายของชิ้นทดสอบให้ตรงกับตำแหน่งที่ทำเครื่องหมายไว้ จากนั้นยึดชิ้นทดสอบด้วยแขนจับของเครื่อง ตามรูปที่ 3.16 จึงออกคำสั่งให้เครื่องทำการวัดสี



รูปที่ 3.16 ตำแหน่งการวางชิ้นทดสอบ และ การยึดชิ้นทดสอบด้วยแขนจับของเครื่องเทียบสีอัลตราสแกน เอ็กซ์ อี

การทดสอบความแข็งผิว

ในการทดสอบความแข็งผิวของวัสดุโดยการกด ได้ใช้เครื่อง ดูโรมิเตอร์ แบบ เอ รุ่น 408 โดยยึดกับขาตั้ง รุ่น 471 ที่มีน้ำหนักกด 1 กิโลกรัม และฐานวางชิ้นทดสอบที่เคลื่อนขึ้นลงได้ โดยเครื่องสามารถบอกระดับความแข็งผิวของวัสดุตั้งแต่ 0 ถึง 100 ด้วยความเที่ยงตรง ±1 หน่วย มีเข็มของเครื่องวัดที่สามารถค้างอยู่ในตำแหน่งค่าความแข็งผิวสูงสุด (เข็มสีแดง) ซึ่งสะดวกต่อการอ่านผล และมีเข็มกดรูปโคนปลายตัดอยู่ตรงกลางฐานกดขนาด 1X1 ตารางนิ้ว

เริ่มต้นด้วยการนำชิ้นทดสอบ 2 ชิ้นมาวางซ้อนทับกันให้สนิท เพื่อให้ได้ชิ้นทดสอบที่มีความหนา 6 มิลลิเมตร ตามกำหนดขั้นต่ำของ มาตรฐาน เอเอสทีเอ็ม ดี 2240–97 สำหรับการทดสอบความแข็งผิวด้วยเครื่องดูโรมิเตอร์ แบบ เอ จากนั้นวางบนฐานวางชิ้นทดสอบในตำแหน่งที่ทำเครื่องหมายไว้ เพื่อให้เข็มกดของเครื่องอยู่ตรงกลางของแขนชิ้นทดสอบ (รูปที่ 3.17) แล้วหมุนปรับเข็มสีแดงให้อยู่ในตำแหน่งศูนย์ ตามด้วยการเคลื่อนฐานวางชิ้นทดสอบขึ้นจนกระทั่งชิ้นทดสอบสัมผัสกับฐานกดอย่างมั่นคงเป็นเวลา 1 วินาที จึงบันทึกค่าความแข็งผิวของวัสดุจากตำแหน่งของเข็มสีแดงที่ค้างอยู่ ทำการทดสอบความแข็งผิวที่แขนทั้งสองของชิ้นทดสอบ จากนั้นทำการเวียนสลับชิ้นทดสอบจากด้านล่างขึ้นมาด้านบน จนทุกชิ้นได้ผ่านการทดสอบ

รูปที่ 3.17 การซ้อนทับชิ้นทดสอบ และ ตำแหน่งการวางชิ้นทดสอบ

การทดสอบการตอบสนองต่อแรงดึง

ใช้เครื่องทดสอบยูนิเวอร์ซัลลอยด์ รุ่น แอลอาร์ 10 เค ที่ควบคุมการทำงานด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ มีโหลดเซลล์ขนาด 100 นิวตัน เคลื่อนหัวจับด้วยความเร็ว 500 มิลลิเมตร/นาที ยึดชิ้นทดสอบด้วยแขนจับแบบหนีบ ตั้งโปรแกรมให้เครื่องหยุดดึงเมื่อชิ้นทดสอบขาดออกจากกัน และเคลื่อนหัวจับกลับสู่ตำแหน่งเริ่มต้นโดยอัตโนมัติ

เริ่มต้นด้วยการนำชิ้นทดสอบมาซับน้ำด้วยกระดาษทิชชู จากนั้นยึดแขนทั้งสองของชิ้นทดสอบกับแขนจับชิ้นทดสอบที่จัดตำแหน่งให้ห่างจากกัน 35 มิลลิเมตร (วัดจากขอบล่างของแถบสีดำของแขนจับตัวบน ไปยังขอบบนของแถบสีดำของแขนจับตัวล่าง) โดยวางขอบบนของชิ้นทดสอบให้อยู่ตรงกับตำแหน่งที่ทำเครื่องหมายไว้ ยึดแขนส่วนบนให้แน่น แล้วจึงค่อยยึดแขนส่วนล่าง ปรับค่าแรงดึงและระยะทางเริ่มต้นให้เป็นศูนย์ จากนั้นออกคำสั่งให้เครื่องเริ่มดึงจนกระทั่งชิ้นทดสอบขาดออกจากกัน (รูปที่ 3.18) เครื่องจะบันทึกค่า แรงดึงสูงสุด แรงดึงเมื่อชิ้นทดสอบขาดออกจากกัน การยืดตัวเมื่อมีแรงดึงสูงสุด และ การยืดตัวเมื่อชิ้นทดสอบขาดออกจากกัน

ทำการคำนวณหาอัตราการยืดตัวของวัสดุตามสมการ

$$\text{อัตราการยืดตัวของวัสดุ} = \frac{\text{การยืดตัว X 100}}{\text{ความยาวเริ่มต้น (35 มม.)}}$$

รูปที่ 3.18 การยืดชิ้นทดสอบ และชิ้นทดสอบที่ขาดออกจากกัน

การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้ทั้งหมดมาวิเคราะห์ทางสถิติด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One way ANOVA) เพื่อหาความแตกต่างจากวันเริ่มต้นการทดลองและความแตกต่างระหว่างกลุ่มในแต่ละสัปดาห์ และ วิเคราะห์อิทธิพลของน้ำยาทำความสะอาดฟันปลอม น้ำประปา และระยะเวลาแช่ ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทาง (Two way ANOVA) หลังจากนั้นทำการวิเคราะห์ว่าคู่ใดบ้างที่แตกต่างกันด้วยการเปรียบเทียบเชิงซ้อน Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลทดสอบการเปลี่ยนสี

ได้นำค่าสีของชิ้นทดสอบที่วัดได้ในวันเริ่มต้นและวันครบรอบระยะเวลาทดสอบมาคำนวณหาค่าความแตกต่างของสีตามสมการ $\Delta E = [(\Delta L^*)^2+(\Delta a^*)^2+(\Delta b^*)^2]^{1/2}$ จากนั้นนำค่าที่ได้ไปวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตราฐานของการเปลี่ยนสีของแต่ละกลุ่ม ได้ผลตามตารางที่ 4.1.1 และแผนภูมิที่ 4.1.1-4.1.4 แต่เนื่องจากค่าดังกล่าวไม่สามารถสื่อความหมายทางคลินิกได้ ดังนั้นจึงได้แปลงค่าเฉลี่ยของการเปลี่ยนสีให้เป็น National Bureau of Standards (NBS) units ตามสมการ NBS units = ΔE X 0.92 ได้ผลตามตารางที่ 4.1.2 ซึ่งสามารถนำมาแปลผลความแตกต่างของสีตามตารางที่ 4.1.3 นอกจากนี้ยังได้นำข้อมูลของการเปลี่ยนสี (ΔE) ของวัสดุมาวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ 2 ทาง และเปรียบเทียบเชิงซ้อนด้วย Duncan's New Multiple Range Test ได้ผลตามตารางที่ 4.1.4 และ 4.1.5

ตารางที่ 4.1.1 ค่าเฉลี่ย และ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของการเปลี่ยนสี

วัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อ	ระยะเวลา (สัปดาห์)	กลุ่มควบคุม		กลุ่ม โพลิเดนท์		กลุ่ม สเตอราเดนท์		กลุ่ม คลีน อะ เดนท์	
		ค่าเฉลี่ย	SD	ค่าเฉลี่ย	SD	ค่าเฉลี่ย	SD	ค่าเฉลี่ย	SD
COE-SOFT™	1	0.72	0.17	0.76	0.15	0.72	0.18	0.69	0.13
	2	0.77	0.12	0.78	0.14	0.75	0.14	0.74	0.16
	3	1.22	0.19	1.13	0.21	1.24	0.19	1.22	0.21
Dura Conditioner	1	0.66	0.11	0.61	0.09	0.69	0.11	0.64	0.12
	2	0.67	0.10	0.62	0.11	0.68	0.09	0.65	0.13
	3	1.10	0.13	1.05	0.19	1.14	0.17	1.15	0.15
Trusoft™	1	2.19	0.27	2.27	0.32	2.39	0.31	2.33	0.26
	2	2.23	0.22	2.33	0.32	2.43	0.35	2.38	0.29
	3	2.29	0.23	2.40	0.25	2.45	0.31	2.40	0.32
Visco-gel	1	1.24	0.29	1.28	0.27	1.26	0.25	1.26	0.27
	2	1.25	0.25	1.26	0.22	1.25	0.23	1.24	0.24
	3	1.23	0.28	1.28	0.29	1.26	0.24	1.23	0.28

ตารางที่ 4.1.2 ค่าเฉลี่ยการเปลี่ยนสีที่แปลงเป็น NBS units

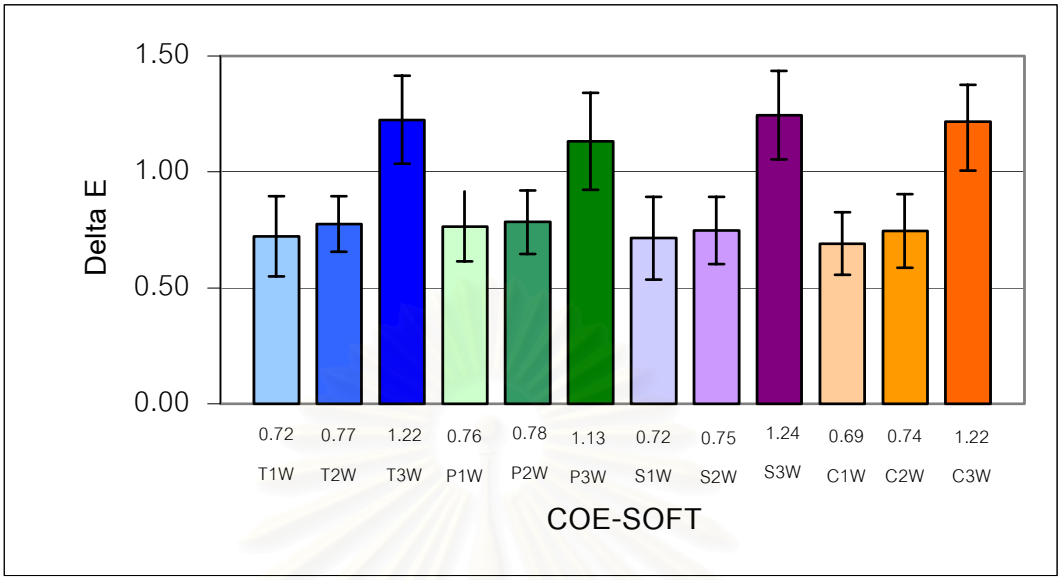
วัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อ	ระยะเวลา (สัปดาห์)	กลุ่มควบคุม	กลุ่ม โพลิเดนท์	กลุ่ม สเตอราเดนท์	กลุ่ม คลีน อะเดนท์
COE-SOFT™	1	0.66	0.70	0.66	0.64
	2	0.71	0.72	0.69	0.69
	3	1.13	1.04	1.14	1.12
Dura Conditioner	1	0.60	0.56	0.64	0.59
	2	0.61	0.57	0.62	0.59
	3	1.01	0.96	1.05	1.06
Trusoft™	1	2.02	2.09	2.19	2.15
	2	2.05	2.14	2.24	2.19
	3	2.11	2.20	2.25	2.21
Visco-gel	1	1.14	1.18	1.16	1.15
	2	1.15	1.16	1.15	1.14
	3	1.14	1.18	1.16	1.13

ตารางที่ 4.1.3 การแปรผลความแตกต่างของสีตามระบบ NBS

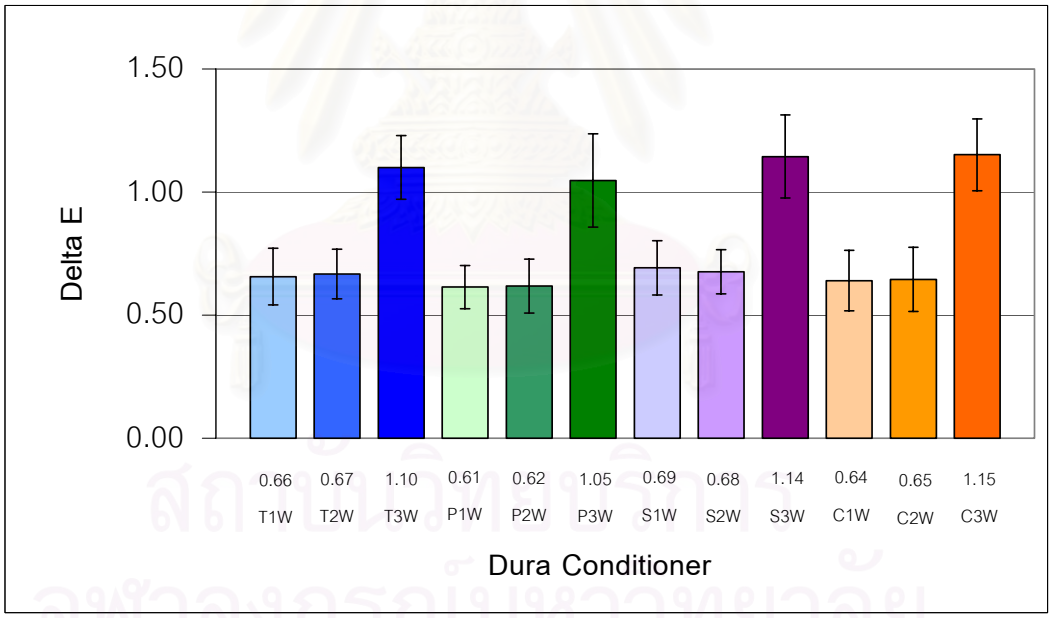
การแปรผลความแตกต่างของสี	NBS units
น้อยมาก (Trace)	0.0-0.5
น้อย (Slight)	0.5-1.5
พอสังเกตุเห็น (Noticeable)	1.5-3.0
เห็นได้อย่างชัดเจน (Appreciable)	3.0-6.0
เปลี่ยนค่อนข้างมาก (Much)	6.0-12.0
เปลี่ยนมาก (Very much)	12.0+

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนภูมิที่ 4.1.1 ค่าเฉลี่ย และ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของการเปลี่ยนสี ของ COE-SOFT ™



แผนภูมิที่ 4.1.2 ค่าเฉลี่ย และ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของการเปลี่ยนสี ของ Dura Conditioner



T= tab water (แช่ชิ้นทดสอบในน้ำประปาตลอดเวลา)

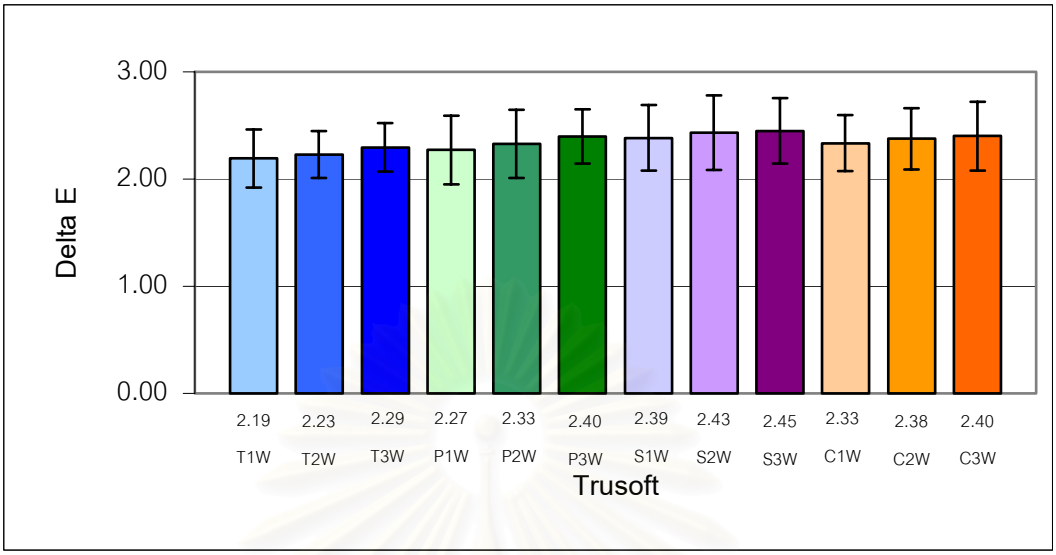
P=Polident (แช่ชิ้นทดสอบใน โพลิเดนท์ นาน 20 นาทีตามด้วยการแช่ในน้ำประปาจนครบ 24 ชั่วโมง)

S=Steradent (แช่ชิ้นทดสอบใน สเตอราเดนท์ นาน 20 นาทีตามด้วยการแช่ในน้ำประปาจนครบ 24 ชั่วโมง)

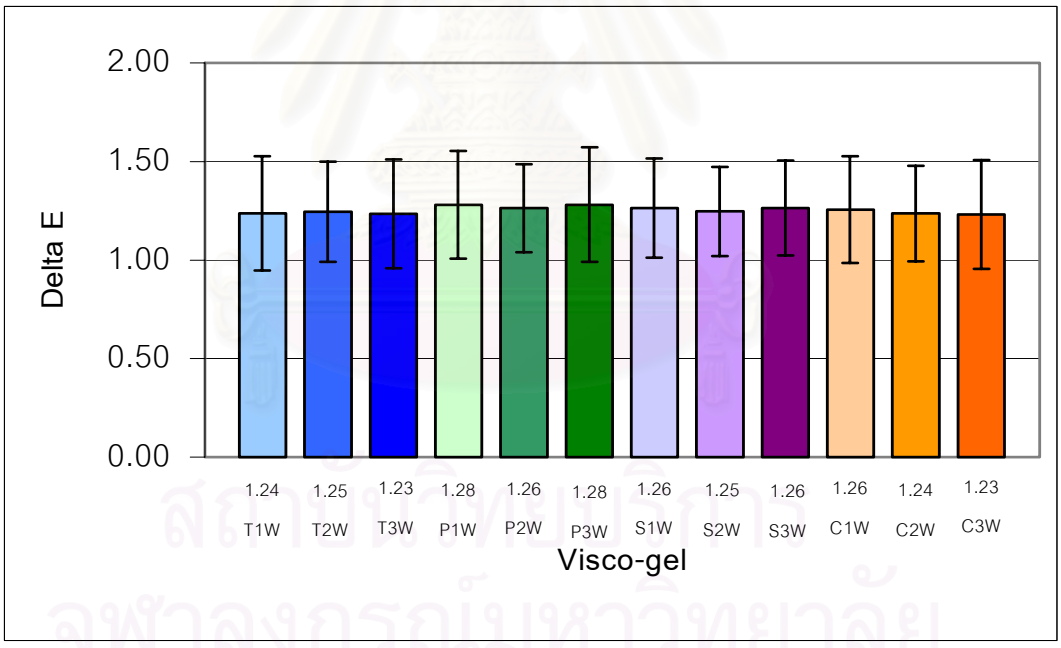
C=Clean A Dent (สเปรย์ชิ้นทดสอบด้วย คลีน อะ เดนท์ ทิ้งไว้ 10 นาทีตามด้วยการแช่ในน้ำประปาจนครบ 24 ชั่วโมง)

W=week (สัปดาห์)

แผนภูมิที่ 4.1.3 ค่าเฉลี่ย และ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของการเปลี่ยนสี ของ Trusoft™



แผนภูมิที่ 4.1.4 ค่าเฉลี่ย และ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของการเปลี่ยนสี ของ Visco-gel



T= tab water (แช่ชิ้นทดสอบในน้ำประปาตลอดเวลา)

P=Polident (แช่ชิ้นทดสอบใน โพลิเดนท์ นาน 20 นาทีตามด้วยการแช่ในน้ำประปาจนครบ 24 ชั่วโมง)

S=Steradent (แช่ชิ้นทดสอบใน สเตอราเดนท์ นาน 20 นาทีตามด้วยการแช่ในน้ำประปาจนครบ 24 ชั่วโมง)

C=Clean A Dent (สเปรย์ชิ้นทดสอบด้วย คลีน อะ เดนท์ ทิ้งไว้ 10 นาทีตามด้วยการแช่ในน้ำประปาจนครบ 24 ชั่วโมง)

W=week (สัปดาห์)

ตารางที่ 4.1.4 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ 2 ทาง ของการเปลี่ยนสี

วัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อ		DF	F value	Significance
COE-SOFT™				
	น้ำยาทำความสะอาดฟันปลอมและน้ำประปา	3	0.228	0.877
	ระยะเวลา (สัปดาห์)	2	200.367	0.000
	น้ำยาทำความสะอาดฟันปลอมและน้ำประปา X ระยะเวลา	6	1.222	0.296
Dura Conditioner				
	น้ำยาทำความสะอาดฟันปลอมและน้ำประปา	3	3.827	0.011
	ระยะเวลา (สัปดาห์)	2	342.401	0.000
	น้ำยาทำความสะอาดฟันปลอมและน้ำประปา X ระยะเวลา	6	0.540	0.778
Trusoft™				
	น้ำยาทำความสะอาดฟันปลอมและน้ำประปา	3	4.365	0.005
	ระยะเวลา (สัปดาห์)	2	1.923	0.149
	น้ำยาทำความสะอาดฟันปลอมและน้ำประปา X ระยะเวลา	6	0.065	0.999
Visco-gel				
	น้ำยาทำความสะอาดฟันปลอมและน้ำประปา	3	0.249	0.862
	ระยะเวลา (สัปดาห์)	2	0.040	0.961
	น้ำยาทำความสะอาดฟันปลอมและน้ำประปา X ระยะเวลา	6	0.026	1.000

ตารางที่ 4.1.5 ผลการเปรียบเทียบเชิงซ้อนของการเปลี่ยนสี จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ 2 ทาง

วัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อ	น้ำยาทำความสะอาดฟันปลอม				ระยะเวลา (สัปดาห์)		
COE-SOFT™	C	P	S	N	1	2	3
Dura Conditioner	P	N	C	S	1	2	3
Trusoft™	N	P	C	S	1	2	3
Visco-gel	N	C	S	P	2	3	1

เรียงลำดับข้อมูลจากน้อยไปมาก (N=ไม่ใช้, P=โพลิเดนท์, S=สเตอราเดนท์, C=คลีน อะ เดนท์)

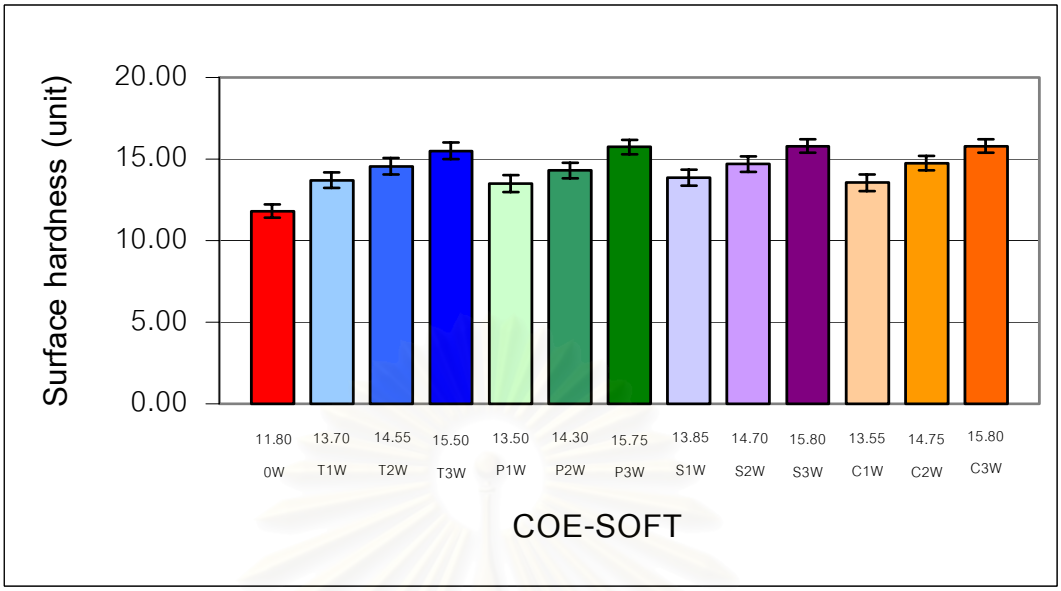
ผลทดสอบความแข็งผิว

เมื่อนำค่าความแข็งผิวที่วัดได้จากเครื่องวัดความแข็งผิวดูโรมิเตอร์ แบบ เอ มาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย และ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ได้ผลตามตารางที่ 4.2.1 และ แผนภูมิที่ 4.2.1-4.2.4 นอกจากนี้ยังได้นำข้อมูลค่าความแข็งผิวมาวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวและสองทาง จากนั้นทำการเปรียบเทียบเชิงซ้อนด้วย Duncan's New Multiple Range Test ได้ผลตามตารางที่ 4.2.2–4.2.5

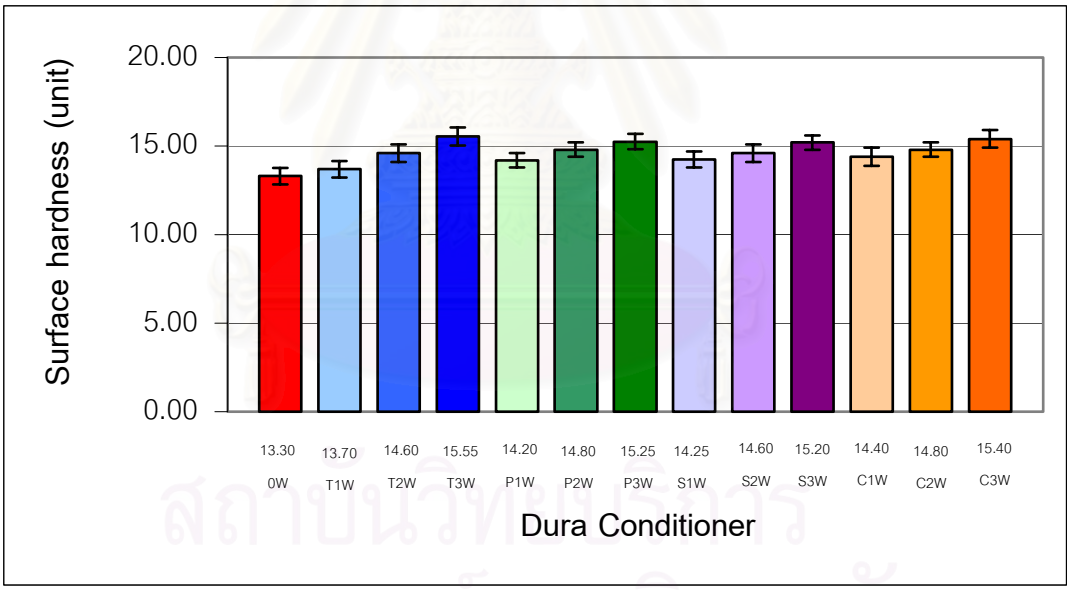
ตารางที่ 4.2.1 ค่าเฉลี่ย และ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของค่าความแข็งผิว

วัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อ	ระยะเวลา (สัปดาห์)	กลุ่มควบคุม		กลุ่ม โพลิเดนท์		กลุ่ม สเตอราเดนท์		กลุ่ม คลีน อะ เดนท์	
		ค่าเฉลี่ย	SD	ค่าเฉลี่ย	SD	ค่าเฉลี่ย	SD	ค่าเฉลี่ย	SD
COE-SOFT™	0	11.80	0.41	11.80	0.41	11.80	0.41	11.80	0.41
	1	13.70	0.47	13.50	0.51	13.85	0.49	13.55	0.51
	2	14.55	0.51	14.30	0.47	14.70	0.47	14.75	0.44
	3	15.50	0.51	15.75	0.44	15.80	0.41	15.80	0.41
Dura Conditioner	0	13.30	0.47	13.30	0.47	13.30	0.47	13.30	0.47
	1	13.70	0.47	14.20	0.41	14.25	0.44	14.40	0.50
	2	14.60	0.50	14.80	0.41	14.60	0.50	14.80	0.41
	3	15.55	0.51	15.25	0.44	15.20	0.41	15.40	0.50
Trusoft™	0	11.65	0.49	11.65	0.49	11.65	0.49	11.65	0.49
	1	16.40	0.50	16.60	0.50	16.20	0.41	16.85	0.37
	2	19.35	0.49	19.65	0.49	19.60	0.50	19.35	0.49
	3	19.80	0.41	19.85	0.37	19.75	0.44	19.90	0.31
Visco-gel	0	13.75	0.44	13.75	0.44	13.75	0.44	13.75	0.44
	1	15.65	0.49	16.50	0.51	15.80	0.41	15.70	0.47
	2	15.80	0.41	16.70	0.47	16.75	0.44	17.25	0.44
	3	17.65	0.49	17.40	0.50	17.70	0.47	17.75	0.44

แผนภูมิที่ 4.2.1 ค่าเฉลี่ย และ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของความแข็งผิว ของ COE-SOFT™



แผนภูมิที่ 4.2.2 ค่าเฉลี่ย และ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของความแข็งผิว ของ Dura Conditioner



T= tab water (แช่ชิ้นทดสอบในน้ำประปาตลอดเวลา)

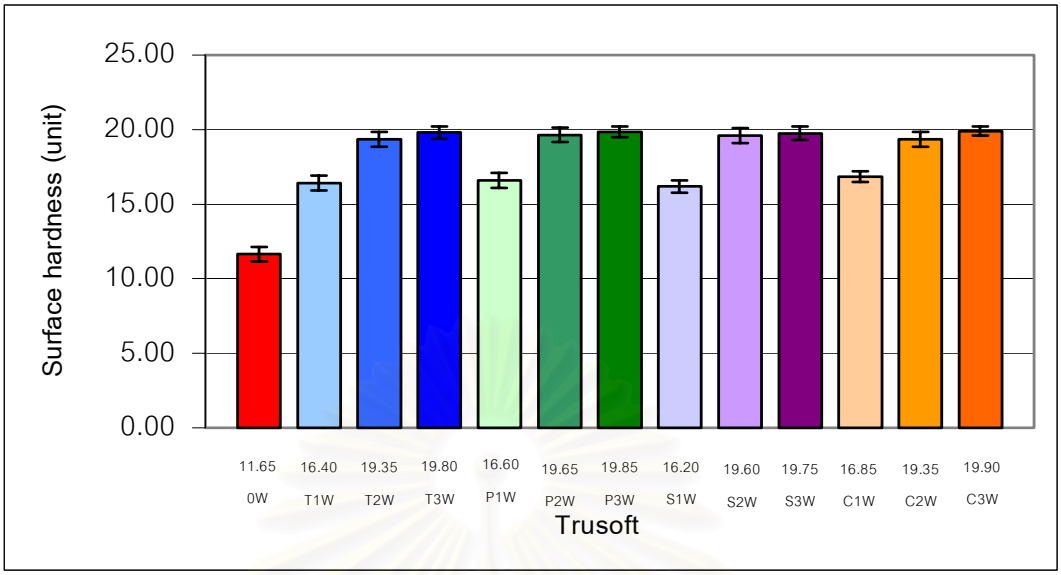
P= Polident (แช่ชิ้นทดสอบใน โพลิเดนท์ นาน 20 นาทีตามด้วยการแช่ในน้ำประปาจนครบ 24 ชั่วโมง)

S= Steradent (แช่ชิ้นทดสอบใน สเตอราเดนท์ นาน 20 นาทีตามด้วยการแช่ในน้ำประปาจนครบ 24 ชั่วโมง)

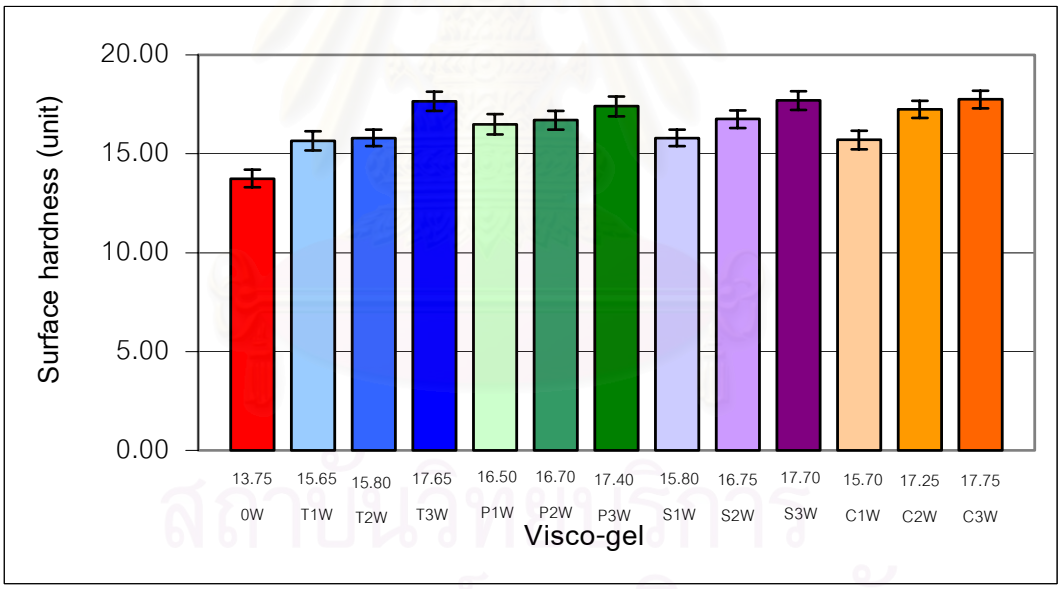
C= Clean A Dent (สเปรย์ชิ้นทดสอบด้วย คลีน อะ เดนท์ ทิ้งไว้ 10 นาทีตามด้วยการแช่ในน้ำประปาจนครบ 24 ชั่วโมง

W= week (สัปดาห์)

แผนภูมิที่ 4.2.3 ค่าเฉลี่ย และ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของความแข็งผิว ของ Trusoft™



แผนภูมิที่ 4.2.4 ค่าเฉลี่ย และ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของความแข็งผิว ของ Visco-gel



T= tab water (แช่ชิ้นทดสอบในน้ำประปาตลอดเวลา)

P= Polident (แช่ชิ้นทดสอบใน โพลิเดนท์ นาน 20 นาทีตามด้วยการแช่ในน้ำประปาจนครบ 24 ชั่วโมง)

S= Steradent (แช่ชิ้นทดสอบใน สเตอราเดนท์ นาน 20 นาทีตามด้วยการแช่ในน้ำประปาจนครบ 24 ชั่วโมง)

C= Clean A Dent (สเปรย์ชิ้นทดสอบด้วย คลีน อะ เดนท์ ทิ้งไว้ 10 นาทีตามด้วยการแช่ในน้ำประปาจนครบ 24 ชั่วโมง

W= week (สัปดาห์)

ตารางที่ 4.2.2 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ 2 ทางของค่าความแข็งผิว

วัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อ		DF	F value	Significance
COE-SOFT™				
	น้ำยาทำความสะอาดฟันปลอมและน้ำประปา	3	3.798	0.011
	ระยะเวลา (สัปดาห์)	2	382.070	0.000
	น้ำยาทำความสะอาดฟันปลอมและน้ำประปา X ระยะเวลา	6	1.970	0.071
Dura Conditioner				
	น้ำยาทำความสะอาดฟันปลอมและน้ำประปา	3	3.196	0.024
	ระยะเวลา (สัปดาห์)	2	138.038	0.000
	น้ำยาทำความสะอาดฟันปลอมและน้ำประปา X ระยะเวลา	6	4.524	0.000
Trusoft™				
	น้ำยาทำความสะอาดฟันปลอมและน้ำประปา	3	3.398	0.019
	ระยะเวลา (สัปดาห์)	2	1343.881	0.000
	น้ำยาทำความสะอาดฟันปลอมและน้ำประปา X ระยะเวลา	6	3.714	0.002
Visco-gel				
	น้ำยาทำความสะอาดฟันปลอมและน้ำประปา	3	16.668	0.000
	ระยะเวลา (สัปดาห์)	2	274.640	0.000
	น้ำยาทำความสะอาดฟันปลอมและน้ำประปา X ระยะเวลา	6	16.977	0.000

ตารางที่ 4.2.3 ผลการเปรียบเทียบเชิงซ้อนของค่าความแข็งผิว จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ 2 ทาง

วัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อ	น้ำยาทำความสะอาดฟันปลอม				ระยะเวลา (สัปดาห์)		
COE-SOFT™	P	N	C	S	1	2	3
Dura Conditioner	N	S	P	C	1	2	3
Trusoft™	N	S	C	P	1	2	3
Visco-gel	N	S	P	C	1	2	3

เรียงลำดับข้อมูลจากน้อยไปมาก (N=ไม่ใช้, P=โพลิเดนท์, S=สเตอราเดนท์, C=คลีน อะ เดนท์)

ตารางที่ 4.2.4 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวของค่าความแข็งผิวในแต่ละสัปดาห์

วัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อ	ระยะเวลา (สัปดาห์)	DF	F value	Significance
COE-SOFT™	1	4	61.013	0.000
	2	4	147.016	0.000
	3	4	318.599	0.000
Dura Conditioner	1	4	19.754	0.000
	2	4	37.812	0.000
	3	4	78.114	0.000
Trusoft™	1	4	457.026	0.000
	2	4	1016.459	0.000
	3	4	1602.623	0.000
Visco-gel	1	4	96.675	0.000
	2	4	196.240	0.000
	3	4	272.702	0.000

ตารางที่ 4.2.5 ผลการเปรียบเทียบเชิงซ้อนของค่าความแข็งผิว จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว ในแต่ละสัปดาห์

วัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อ	ระยะเวลา (สัปดาห์)	น้ำยาทำความสะอาดฟันปลอม				
COE-SOFT™	1	O	P	C	N	S
	2	O	P	N	S	C
	3	O	N	P	S	C
Dura Conditioner	1	O	N	P	S	C
	2	O	N	S	P	C
	3	O	S	P	C	N
Trusoft™	1	O	S	N	P	C
	2	O	N	C	S	P
	3	O	S	N	P	C
Visco-gel	1	O	N	C	S	P
	2	O	N	P	S	C
	3	O	P	N	S	C

เรียงลำดับข้อมูลจากน้อยไปหามาก

(O=ค่าในวันเริ่มต้น, N=ไม่ใช้, P=โพลิเดนท์, S=สเตอราเดนท์, C=คลีน อะ เดนท์)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผลทดสอบการตอบสนองต่อแรงดึง

ได้นำชิ้นทดสอบไปทดสอบการตอบสนองต่อแรงดึงโดยใช้เครื่องทดสอบสากลลอยด์ รุ่น แอล อาร์ 10 เค ได้ผลออกมา 4 ค่า คือ แรงดึงสูงสุด แรงดึงเมื่อชิ้นทดสอบขาดออกจากกัน อัตราการยืดตัวของวัสดุเมื่อมีแรงดึงสูงสุด และ อัตราการยืดตัวของวัสดุเมื่อชิ้นทดสอบขาดออกจากกัน จากนั้นนำข้อมูลดังกล่าวมาวิเคราะห์ทางสถิติได้ผลดังต่อไปนี้

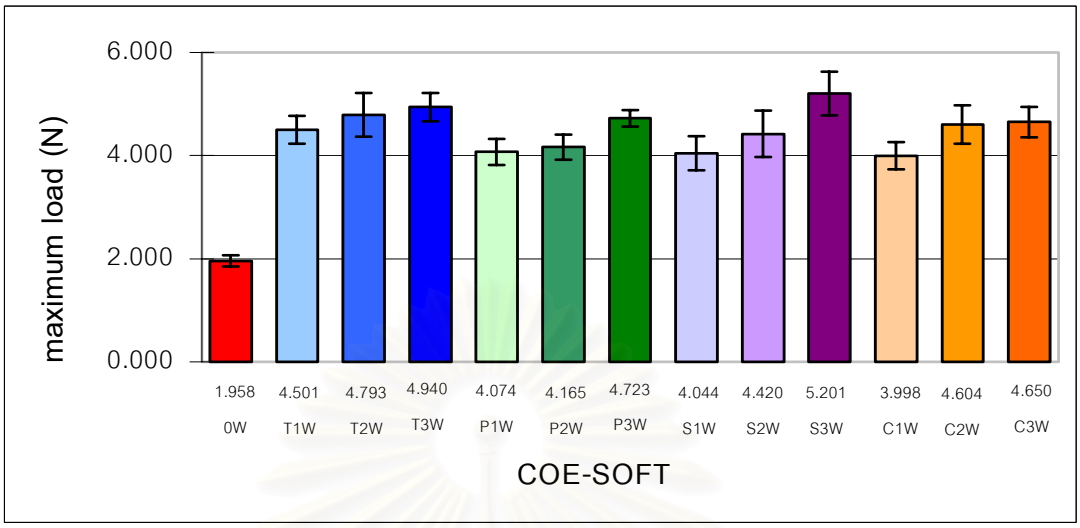
แรงดึงสูงสุด

เมื่อนำค่าแรงดึงสูงสุดของแต่ละกลุ่มมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ได้ผลตามตารางที่ 4.3.1 และแผนภูมิที่ 4.3.1–4.3.4 จากนั้นนำข้อมูลมาวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวและสองทาง แล้วเปรียบเทียบเชิงซ้อนด้วย Duncan's New Multiple Range Test ได้ผลตามตารางที่ 4.3.2-4.3.5

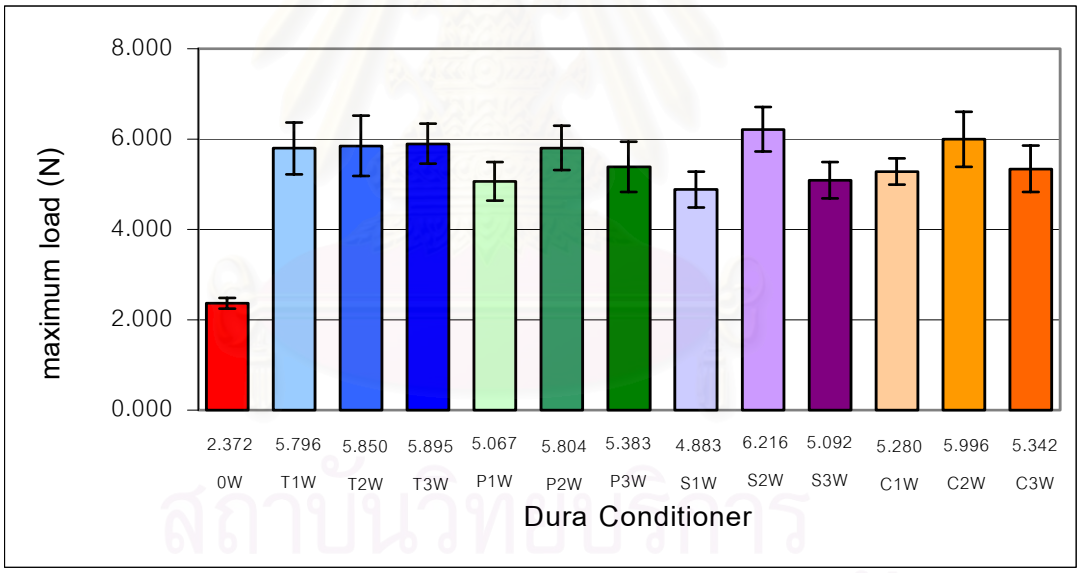
ตารางที่ 4.3.1 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของแรงดึงสูงสุด (นิวตัน)

วัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อ	ระยะเวลา (สัปดาห์)	กลุ่มควบคุม		กลุ่ม โพลิเดนท์		กลุ่ม สเตอราเดนท์		กลุ่ม คลีน อะ เดนท์	
		ค่าเฉลี่ย	SD	ค่าเฉลี่ย	SD	ค่าเฉลี่ย	SD	ค่าเฉลี่ย	SD
COE-SOFT™	0	1.958	0.106	1.958	0.106	1.958	0.106	1.958	0.106
	1	4.501	0.272	4.074	0.255	4.044	0.330	3.998	0.267
	2	4.793	0.424	4.165	0.241	4.420	0.447	4.604	0.373
	3	4.940	0.277	4.723	0.159	5.201	0.425	4.650	0.291
Dura Conditioner	0	2.372	0.118	2.372	0.118	2.372	0.118	2.372	0.118
	1	5.796	0.574	5.067	0.424	4.883	0.399	5.280	0.289
	2	5.850	0.668	5.804	0.490	6.216	0.489	5.996	0.610
	3	5.895	0.445	5.383	0.557	5.092	0.404	5.342	0.513
Trusoft™	0	2.270	0.100	2.270	0.100	2.270	0.100	2.270	0.100
	1	7.309	0.653	6.987	0.636	7.260	0.688	7.073	0.618
	2	8.355	0.665	7.852	0.697	6.863	0.501	7.797	0.489
	3	8.020	0.658	7.656	0.466	7.340	0.216	7.716	0.468
Visco-gel	0	2.063	0.116	2.063	0.116	2.063	0.116	2.063	0.116
	1	4.776	0.262	5.142	0.391	4.936	0.283	5.379	0.267
	2	4.282	0.264	3.697	0.271	4.160	0.316	4.089	0.269
	3	3.567	0.308	3.439	0.328	3.227	0.257	4.078	0.275

แผนภูมิที่ 4.3.1 ค่าเฉลี่ย และ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของแรงดึงสูงสุดของ COE-SOFT™



แผนภูมิที่ 4.3.2 ค่าเฉลี่ย และ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของแรงดึงสูงสุดของ Dura Conditioner



T= tab water (แช่ชิ้นทดสอบในน้ำประปาตลอดเวลา)

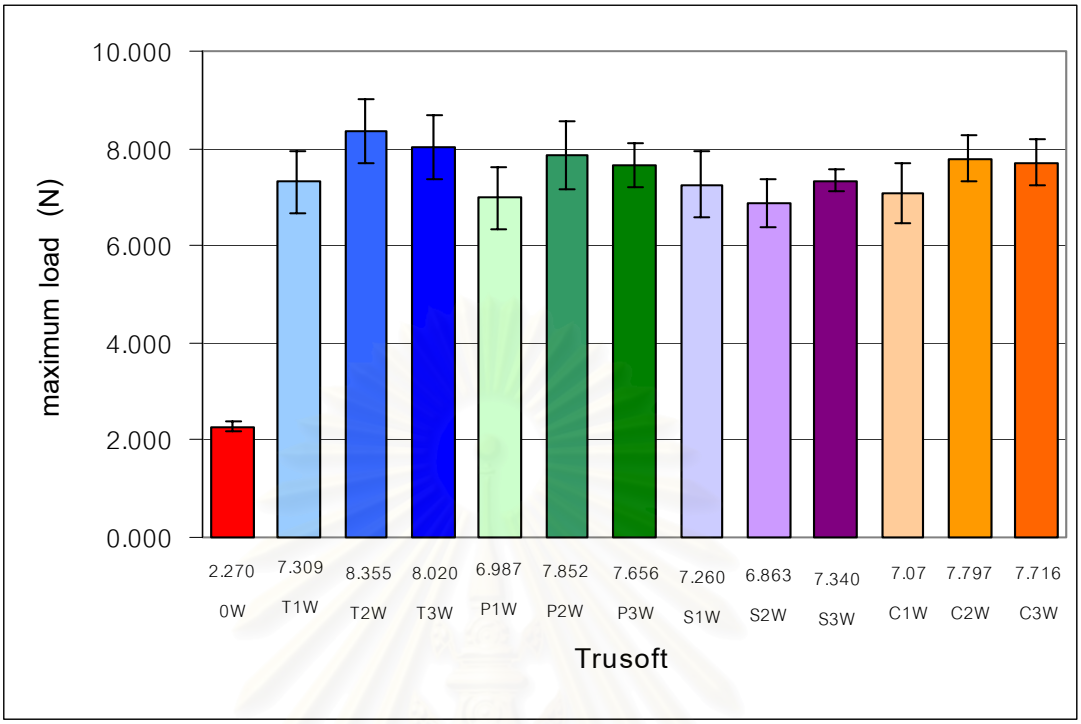
P= Polident (แช่ชิ้นทดสอบใน โพลิเดนท์ นาน 20 นาทีตามด้วยการแช่ในน้ำประปาจนครบ 24 ชั่วโมง)

S= Steradent (แช่ชิ้นทดสอบใน สเตอราเดนท์ นาน 20 นาทีตามด้วยการแช่ในน้ำประปาจนครบ 24 ชั่วโมง)

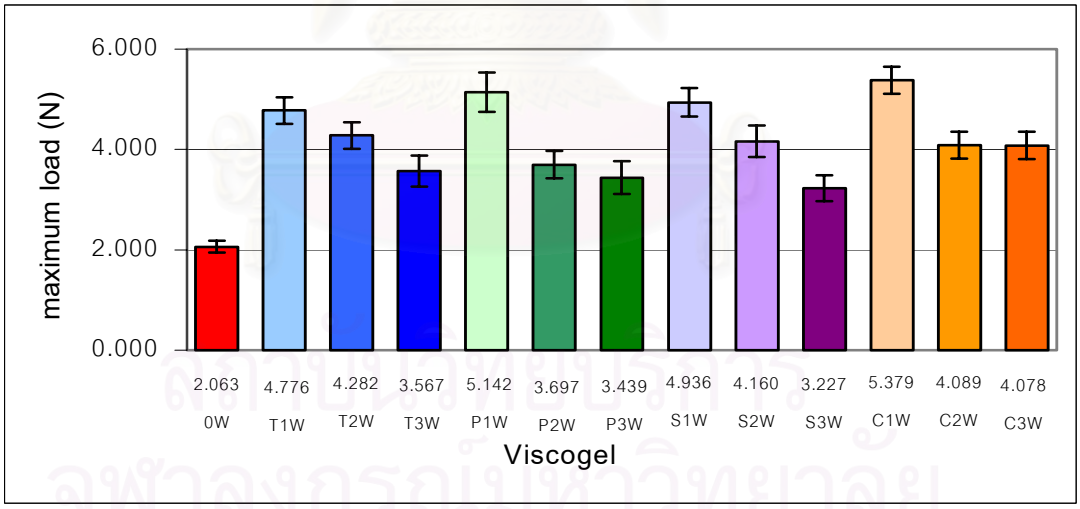
C= Clean A Dent (สเปรย์ชิ้นทดสอบด้วย คลีน อะ เดนท์ ทิ้งไว้ 10 นาทีตามด้วยการแช่ในน้ำประปาจนครบ 24 ชั่วโมง)

W= week (สัปดาห์)

แผนภูมิที่ 4.3.3 ค่าเฉลี่ย และ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของแรงดึงสูงสุดของ Trusoft™



แผนภูมิที่ 4.3.4 ค่าเฉลี่ย และ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของค่าแรงดึงสูงสุดของ Visco-gel



T= tab water (แช่ชิ้นทดสอบในน้ำประปาตลอดเวลา)

P= Polident (แช่ชิ้นทดสอบใน โพลิเดนท์ นาน 20 นาทีตามด้วยการแช่ในน้ำประปาจนครบ 24 ชั่วโมง)

S= Steradent (แช่ชิ้นทดสอบใน สเตอราเดนท์ นาน 20 นาทีตามด้วยการแช่ในน้ำประปาจนครบ 24 ชั่วโมง)

C= Clean A Dent (สเปรย์ชิ้นทดสอบด้วย คลีน อะ เดนท์ ทิ้งไว้ 10 นาทีตามด้วยการแช่ในน้ำประปาจนครบ 24 ชั่วโมง)

W= week (สัปดาห์)

ตารางที่ 4.3.2 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ 2 ทางของค่าแรงดึงสูงสุด

วัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อ		DF	F value	Significance
COE-SOFT™				
	น้ำยาทำความสะอาดฟันปลอมและน้ำประปา	3	9.649	0.000
	ระยะเวลา (สัปดาห์)	2	49.923	0.000
	น้ำยาทำความสะอาดฟันปลอมและน้ำประปา X ระยะเวลา	6	4.091	0.001
Dura Conditioner				
	น้ำยาทำความสะอาดฟันปลอมและน้ำประปา	3	5.200	0.002
	ระยะเวลา (สัปดาห์)	2	22.087	0.000
	น้ำยาทำความสะอาดฟันปลอมและน้ำประปา X ระยะเวลา	6	3.509	0.003
Trusoft™				
	น้ำยาทำความสะอาดฟันปลอมและน้ำประปา	3	8.194	0.000
	ระยะเวลา (สัปดาห์)	2	11.764	0.000
	น้ำยาทำความสะอาดฟันปลอมและน้ำประปา X ระยะเวลา	6	3.180	0.007
Visco-gel				
	น้ำยาทำความสะอาดฟันปลอมและน้ำประปา	3	13.458	0.000
	ระยะเวลา (สัปดาห์)	2	265.464	0.000
	น้ำยาทำความสะอาดฟันปลอมและน้ำประปา X ระยะเวลา	6	8.563	0.000

ตารางที่ 4.3.3 ผลการเปรียบเทียบเชิงซ้อนของค่าแรงดึงสูงสุด จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ 2 ทาง

วัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อ	น้ำยาทำความสะอาดฟันปลอม				ระยะเวลา (สัปดาห์)		
COE-SOFT™	P	C	S	N	1	2	3
Dura Conditioner	S	P	C	N	1	3	2
Trusoft™	S	P	C	N	1	3	2
Visco-gel	P	S	N	C	3	2	1

เรียงลำดับข้อมูลจากน้อยไปมาก (N=ไม่ใช้, P=โพลิเดนท์, S=สเตอราเดนท์, C=คลีน อะ เดนท์)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.3.4 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวของค่าแรงดึงสูงสุด ในแต่ละสัปดาห์

วัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อ	ระยะเวลา (สัปดาห์)	DF	F value	Significance
COE-SOFT™	1	4	152.335	0.000
	2	4	114.154	0.000
	3	4	231.256	0.000
Dura Conditioner	1	4	116.288	0.000
	2	4	99.472	0.000
	3	4	102.936	0.000
Trusoft™	1	4	141.307	0.000
	2	4	217.871	0.000
	3	4	319.835	0.000
Visco-gel	1	4	238.497	0.000
	2	4	128.300	0.000
	3	4	77.938	0.000

ตารางที่ 4.3.5 ผลการเปรียบเทียบเชิงซ้อนของค่าแรงดึงสูงสุด จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว ในแต่ละสัปดาห์

COE-SOFT™	1	O	C	S	P	N
	2	O	P	S	C	N
	3	O	C	P	N	S
Dura Conditioner	1	O	S	P	C	N
	2	O	P	N	C	S
	3	O	S	C	P	N
Trusoft™	1	O	P	C	S	N
	2	O	S	C	P	N
	3	O	S	P	C	N
Visco-gel	1	O	N	S	P	C
	2	O	P	C	S	N
	3	O	S	P	N	C

เรียงลำดับข้อมูลจากน้อยไปหามาก

(O=วันเริ่มต้นการทดลอง, N=ไม่ใช้, P=โพลิเดนท์, S=สเตอราเดนท์, C=คลีน อะ เดนท์)

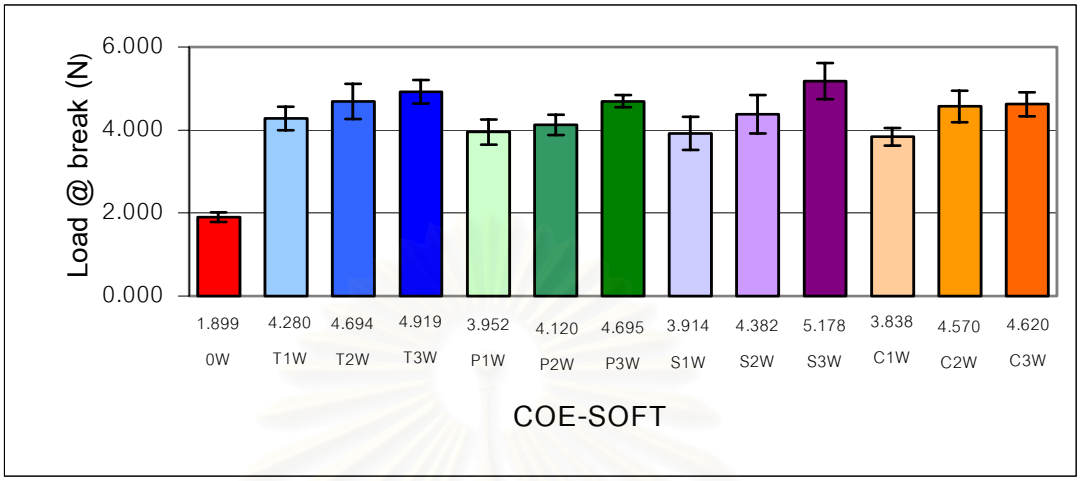
แรงดึงเมื่อชิ้นทดสอบขาดออกจากกัน

เมื่อนำค่าแรงดึงเมื่อชิ้นทดสอบขาดออกจากกันมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ได้ผลตามตารางที่ 4.3.6 และแผนภูมิที่ 4.3.5-4.3.8 จากนั้นนำข้อมูลมาวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวและสองทาง แล้วเปรียบเทียบเชิงซ้อนด้วย Duncan's New Multiple Range Test ได้ผลตามตารางที่ 4.3.7-4.3.10

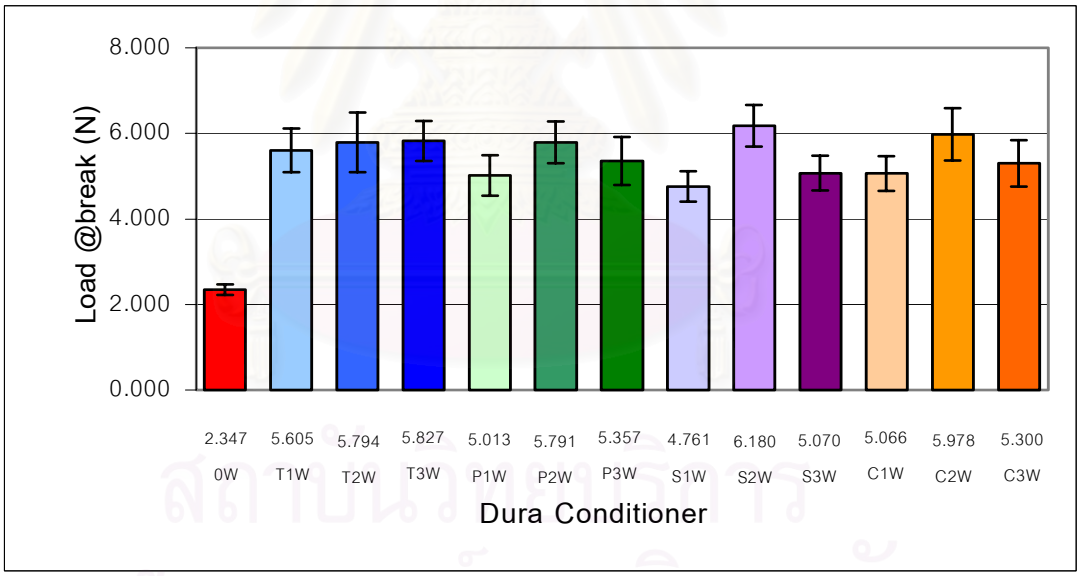
ตารางที่ 4.3.6 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของแรงดึงเมื่อชิ้นทดสอบขาดออกจากกัน (นิวตัน)

วัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อ	ระยะเวลา (สัปดาห์)	กลุ่มควบคุม		กลุ่ม โพลิเดนท์		กลุ่ม สเตอราเดนท์		กลุ่ม คลีน อะ เดนท์	
		ค่าเฉลี่ย	SD	ค่าเฉลี่ย	SD	ค่าเฉลี่ย	SD	ค่าเฉลี่ย	SD
COE-SOFT™	0	1.899	0.117	1.899	0.117	1.899	0.117	1.899	0.117
	1	4.280	0.280	3.952	0.307	3.914	0.399	3.838	0.210
	2	4.694	0.425	4.120	0.246	4.382	0.463	4.570	0.381
	3	4.919	0.282	4.695	0.151	5.178	0.432	4.620	0.285
Dura Conditioner	0	2.347	0.119	2.347	0.119	2.347	0.119	2.347	0.119
	1	5.605	0.511	5.013	0.475	4.761	0.355	5.066	0.405
	2	5.794	0.698	5.791	0.489	6.180	0.487	5.978	0.608
	3	5.827	0.468	5.357	0.562	5.070	0.407	5.300	0.545
Trusoft™	0	2.219	0.083	2.219	0.083	2.219	0.083	2.219	0.083
	1	7.164	0.675	6.856	0.623	7.190	0.693	6.897	0.677
	2	8.344	0.672	7.820	0.692	6.847	0.504	7.777	0.484
	3	7.970	0.677	7.629	0.451	7.324	0.206	7.661	0.464
Visco-gel	0	1.968	0.158	1.968	0.158	1.968	0.158	1.968	0.158
	1	4.582	0.265	4.974	0.349	4.738	0.368	5.226	0.356
	2	4.206	0.280	3.649	0.243	4.133	0.327	4.061	0.274
	3	3.532	0.316	3.404	0.340	3.192	0.271	4.033	0.282

แผนภูมิที่4.3.5 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของแรงดึงเมื่อชิ้นทดสอบขาดออกจากกัน ของ COE-SOFT™



แผนภูมิที่ 4.3.6 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของแรงดึงเมื่อชิ้นทดสอบขาดออกจากกัน ของ Dura Conditioner



T= tab water (แช่ชิ้นทดสอบในน้ำประปาตลอดเวลา)

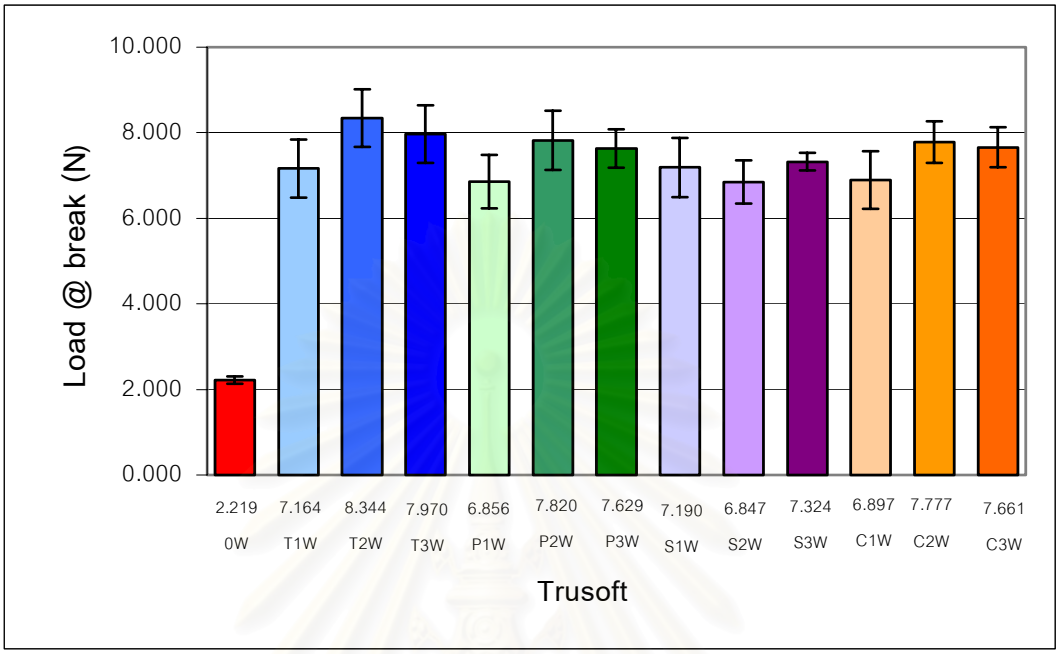
P= Polident (แช่ชิ้นทดสอบใน โพลิเดนท์ นาน 20 นาทีตามด้วยการแช่ในน้ำประปาจนครบ 24 ชั่วโมง)

S= Steradent (แช่ชิ้นทดสอบใน สเตอราเดนท์ นาน 20 นาทีตามด้วยการแช่ในน้ำประปาจนครบ 24 ชั่วโมง)

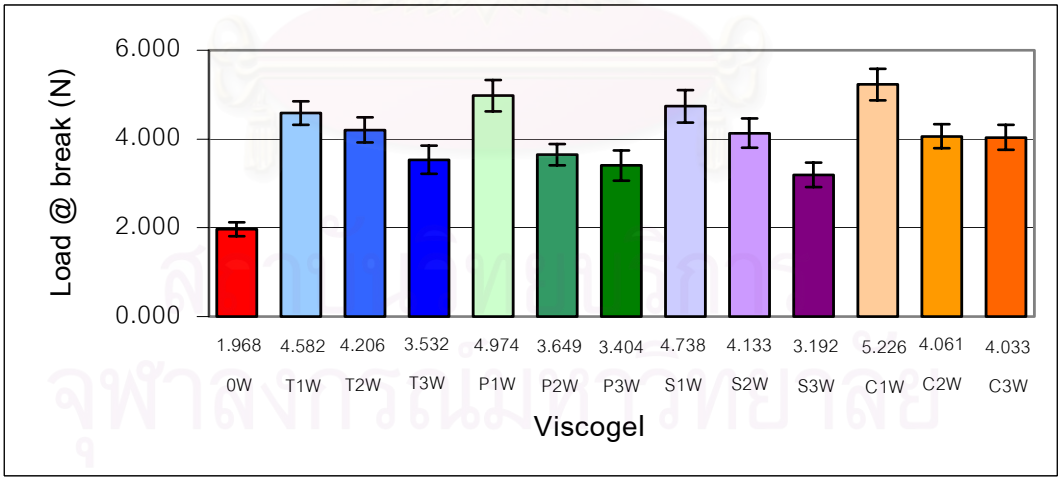
C= Clean A Dent (สเปรย์ชิ้นทดสอบด้วย คลีน อะ เดนท์ ทิ้งไว้ 10 นาทีตามด้วยการแช่ในน้ำประปาจนครบ 24 ชั่วโมง)

W= week (สัปดาห์)

แผนภูมิที่ 4.3.7 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของแรงดึงเมื่อชิ้นทดสอบขาดออกจากกัน ของ Trusoft™



แผนภูมิที่ 4.3.8 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของแรงดึงเมื่อชิ้นทดสอบขาดออกจากกัน ของ Viscogel



T= tab water (แช่ชิ้นทดสอบในน้ำประปาตลอดเวลา)

P= Polident (แช่ชิ้นทดสอบใน โพลิเดนท์ นาน 20 นาทีตามด้วยการแช่ในน้ำประปาจนครบ 24 ชั่วโมง)

S= Steradent (แช่ชิ้นทดสอบใน สเตอราเดนท์ นาน 20 นาทีตามด้วยการแช่ในน้ำประปาจนครบ 24 ชั่วโมง)

C= Clean A Dent (สเปรย์ชิ้นทดสอบด้วย คลีน อะ เดนท์ ทิ้งไว้ 10 นาทีตามด้วยการแช่ในน้ำประปาจนครบ 24 ชั่วโมง)

W= week (สัปดาห์)

ตารางที่ 4.3.7 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ 2 ทาง ของค่าแรงดึงเมื่อชิ้นทดสอบขาดออกจากกัน

วัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อ		DF	F value	Significance
COE-SOFT™				
	น้ำยาทำความสะอาดฟันปลอมและน้ำประปา	3	7.328	0.000
	ระยะเวลา (สัปดาห์)	2	65.536	0.000
	น้ำยาทำความสะอาดฟันปลอมและน้ำประปา X ระยะเวลา	6	3.625	0.003
Dura Conditioner				
	น้ำยาทำความสะอาดฟันปลอมและน้ำประปา	3	3.809	0.012
	ระยะเวลา (สัปดาห์)	2	27.177	0.000
	น้ำยาทำความสะอาดฟันปลอมและน้ำประปา X ระยะเวลา	6	3.133	0.007
Trusoft™				
	น้ำยาทำความสะอาดฟันปลอมและน้ำประปา	3	7.287	0.000
	ระยะเวลา (สัปดาห์)	2	16.215	0.000
	น้ำยาทำความสะอาดฟันปลอมและน้ำประปา X ระยะเวลา	6	3.460	0.004
Visco-gel				
	น้ำยาทำความสะอาดฟันปลอมและน้ำประปา	3	12.869	0.000
	ระยะเวลา (สัปดาห์)	2	194.279	0.000
	น้ำยาทำความสะอาดฟันปลอมและน้ำประปา X ระยะเวลา	6	7.702	0.000

ตารางที่ 4.3.8 ผลการเปรียบเทียบเชิงซ้อนของค่าแรงดึงเมื่อชิ้นทดสอบขาดออกจากกัน จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ 2 ทาง

วัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อ	น้ำยาทำความสะอาดฟันปลอม				ระยะเวลา (สัปดาห์)		
COE-SOFT™	P	C	S	N	1	2	3
Dura Conditioner	S	P	C	N	1	3	2
Trusoft™	S	P	C	N	1	3	2
Visco-gel	P	S	N	C	3	2	1

เรียงลำดับข้อมูลจากน้อยไปมาก (N=ไม่ใช้, P=โพลิเดนท์, S=สเตอราเดนท์, C=คลีน อะ เดนท์)

ตารางที่ 4.3.9 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวของค่าแรงดึงเมื่อชิ้นทดสอบขาดออกจากกัน ในแต่ละสัปดาห์

วัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อ	ระยะเวลา (สัปดาห์)	DF	F value	Significance
COE-SOFT™	1	4	116.626	0.000
	2	4	109.071	0.000
	3	4	233.343	0.000
Dura Conditioner	1	4	102.501	0.000
	2	4	96.539	0.000
	3	4	95.246	0.000
Trusoft™	1	4	129.875	0.000
	2	4	220.651	0.000
	3	4	320.837	0.000
Visco-gel	1	4	183.414	0.000
	2	4	128.201	0.000
	3	4	75.117	0.000

ตารางที่ 4.3.10 ผลการเปรียบเทียบเชิงซ้อนของค่าแรงดึงเมื่อชิ้นทดสอบขาดออกจากกันจากการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว ในแต่ละสัปดาห์

วัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อ	ระยะเวลา (สัปดาห์)	น้ำยาทำความสะอาดฟันปลอม				
COE-SOFT™	1	O	C	S	P	N
	2	O	P	S	C	N
	3	O	C	P	N	S
Dura Conditioner	1	O	S	P	C	N
	2	O	P	N	C	S
	3	O	S	C	P	N
Trusoft™	1	O	P	C	N	S
	2	O	S	C	P	N
	3	O	S	P	C	N
Visco-gel	1	O	N	S	P	C
	2	O	P	C	S	N
	3	O	S	P	N	C

เรียงลำดับข้อมูลจากน้อยไปหามาก

(O=วันเริ่มต้นการทดลอง, N=ไม่ใช้, P=โพลิเดนท์, S=สเตอราเดนท์, C=คลีน อะ เดนท์)

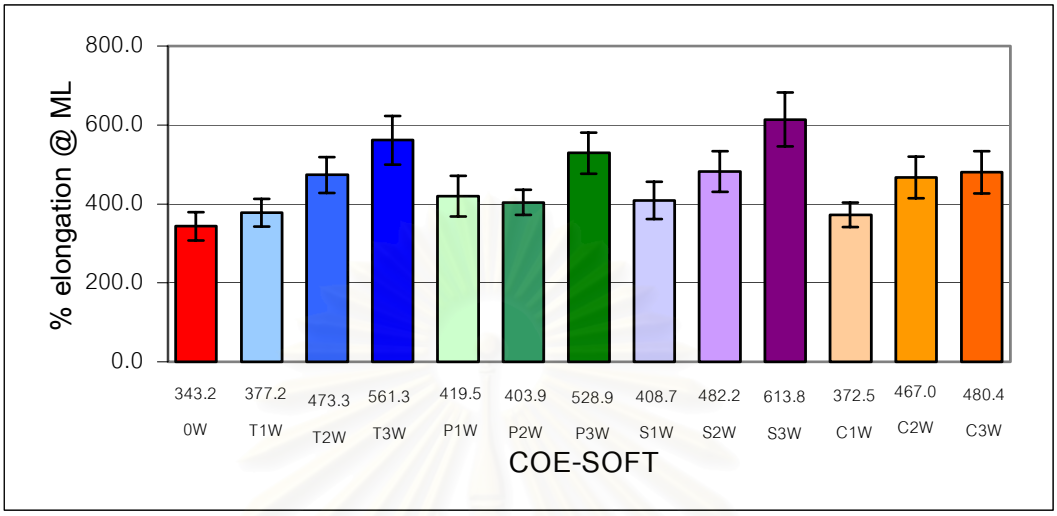
อัตราการยืดตัวของวัสดุเมื่อมีแรงดึงสูงสุด

นำค่าอัตราการยืดตัวของวัสดุเมื่อมีแรงดึงสูงสุดมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ได้ผลตามตารางที่ 4.3.11 และแผนภูมิที่ 4.3.9-4.3.12 จากนั้นนำข้อมูลมาวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวและสองทาง แล้วเปรียบเทียบเชิงซ้อนด้วย Duncan's New Multiple Range Test ได้ผลตามตารางที่ 4.3.12-4.3.15

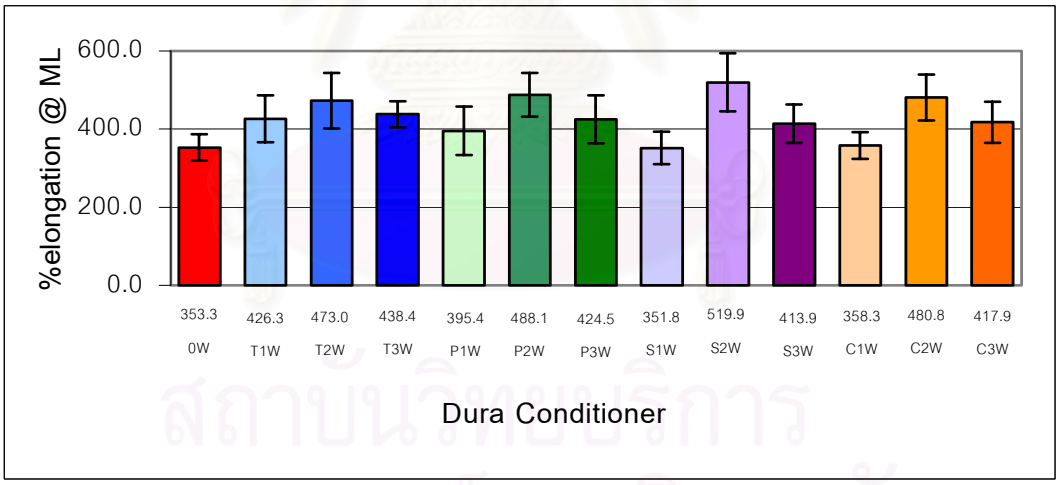
ตารางที่ 4.3.11 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของอัตราการยืดตัวของวัสดุเมื่อมีแรงดึงสูงสุด (เปอร์เซ็นต์)

วัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อ	ระยะเวลา (สัปดาห์)	กลุ่มควบคุม		กลุ่ม โพลิเดนท์		กลุ่ม สเตอราเดนท์		กลุ่ม คลีน อะ เดนท์	
		ค่าเฉลี่ย	SD	ค่าเฉลี่ย	SD	ค่าเฉลี่ย	SD	ค่าเฉลี่ย	SD
COE-SOFT™	0	343.2	36.4	343.2	36.4	343.2	36.4	343.2	36.4
	1	377.2	35.2	419.5	51.9	408.7	47.6	372.5	30.8
	2	473.3	45.3	403.9	31.6	482.2	51.3	467.0	52.8
	3	561.3	61.4	528.9	52.1	613.8	68.8	480.4	53.5
Dura Conditioner	0	353.3	33.0	353.3	33.0	353.3	33.0	353.3	33.0
	1	426.3	59.9	395.4	62.5	351.8	41.3	358.3	34.5
	2	473.0	70.6	488.1	55.9	519.9	74.0	480.8	58.8
	3	438.4	33.4	424.5	61.3	413.9	48.9	417.9	52.9
Trusoft™	0	396.0	21.4	396.0	21.4	396.0	21.4	396.0	21.4
	1	449.4	42.9	411.3	62.1	444.6	46.4	406.6	40.0
	2	495.7	41.0	481.7	47.5	457.0	36.4	480.9	39.3
	3	469.3	43.7	441.6	30.0	435.7	27.2	488.0	34.6
Visco-gel	0	338.9	38.2	338.9	38.2	338.9	38.2	338.9	38.2
	1	617.5	44.0	541.9	43.1	547.4	39.1	600.0	47.8
	2	706.9	45.0	733.8	59.6	562.9	113.6	704.3	82.6
	3	760.3	67.1	748.3	70.8	703.1	116.9	790.7	59.9

แผนภูมิที่ 4.3.9 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของอัตราการยืดตัวของวัสดุเมื่อมีแรงดึงสูงสุด ของ COE-SOFT™



แผนภูมิที่ 4.3.10 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของอัตราการยืดตัวของวัสดุเมื่อมีแรงดึงสูงสุด ของ Dura Conditioner



T= tab water (แช่ชิ้นทดสอบในน้ำประปาตลอดเวลา)

P= Polident (แช่ชิ้นทดสอบใน โพลิเดนท์ นาน 20 นาทีตามด้วยการแช่ในน้ำประปาจนครบ 24 ชั่วโมง)

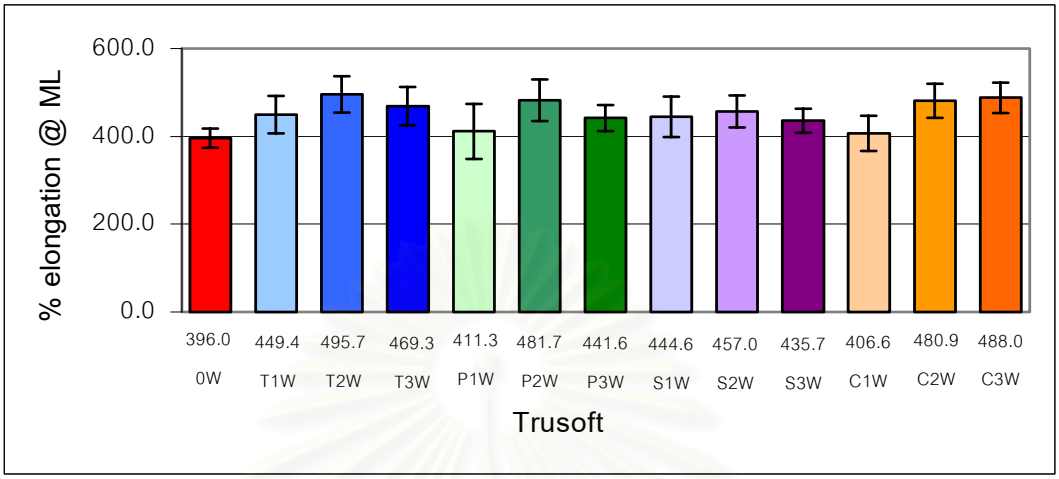
S= Steradent (แช่ชิ้นทดสอบใน สเตอราเดนท์ นาน 20 นาทีตามด้วยการแช่ในน้ำประปาจนครบ 24 ชั่วโมง)

C= Clean A Dent (สเปรย์ชิ้นทดสอบด้วย คลีน อะ เดนท์ ทิ้งไว้ 10 นาทีตามด้วยการแช่ในน้ำประปาจนครบ 24 ชั่วโมง)

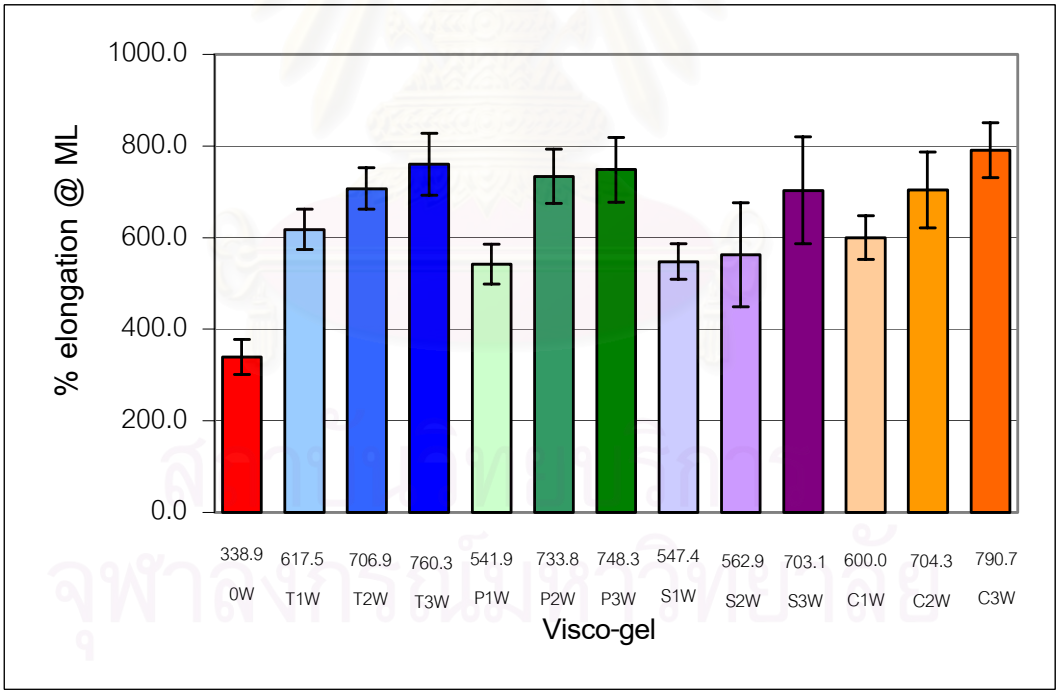
W= week (สัปดาห์)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนภูมิที่ 4.3.11 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของอัตราการยืดตัวของวัสดุเมื่อมีแรงดึงสูงสุด ของ Trusoft™



แผนภูมิที่ 4.3.12 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของอัตราการยืดตัวของวัสดุเมื่อมีแรงดึงสูงสุด ของ Viscogel



T= tab water (แช่ชิ้นทดสอบในน้ำประปาตลอดเวลา)

P= Polident (แช่ชิ้นทดสอบใน โพลิเดนท์ นาน 20 นาทีตามด้วยการแช่ในน้ำประปาจนครบ 24 ชั่วโมง)

S= Steradent (แช่ชิ้นทดสอบใน สเตอราเดนท์ นาน 20 นาทีตามด้วยการแช่ในน้ำประปาจนครบ 24 ชั่วโมง)

C= Clean A Dent (สเปรย์ชิ้นทดสอบด้วย คลีน อะ เดนท์ ทิ้งไว้ 10 นาทีตามด้วยการแช่ในน้ำประปาจนครบ 24 ชั่วโมง)

W= week (สัปดาห์)

ตารางที่ 4.3.12 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ 2 ทาง ของค่าอัตราการยืดตัวของวัสดุเมื่อมีแรงดึงสูงสุด

วัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อ		DF	F value	Significance
COE-SOFT™				
	น้ำยาทำความสะอาดฟันปลอมและน้ำประปา	3	8.875	0.000
	ระยะเวลา (สัปดาห์)	2	93.987	0.000
	น้ำยาทำความสะอาดฟันปลอมและน้ำประปา X ระยะเวลา	6	5.570	0.000
Dura Conditioner				
	น้ำยาทำความสะอาดฟันปลอมและน้ำประปา	3	1.243	0.298
	ระยะเวลา (สัปดาห์)	2	37.733	0.000
	น้ำยาทำความสะอาดฟันปลอมและน้ำประปา X ระยะเวลา	6	2.165	0.052
Trusoft™				
	น้ำยาทำความสะอาดฟันปลอมและน้ำประปา	3	2.688	0.050
	ระยะเวลา (สัปดาห์)	2	15.003	0.000
	น้ำยาทำความสะอาดฟันปลอมและน้ำประปา X ระยะเวลา	6	2.497	0.027
Visco-gel				
	น้ำยาทำความสะอาดฟันปลอมและน้ำประปา	3	11.502	0.000
	ระยะเวลา (สัปดาห์)	2	61.276	0.000
	น้ำยาทำความสะอาดฟันปลอมและน้ำประปา X ระยะเวลา	6	2.997	0.010

ตารางที่ 4.3.13 ผลการเปรียบเทียบเชิงซ้อน ของค่าอัตราการยืดตัวของวัสดุเมื่อมีแรงดึงสูงสุด จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ 2 ทาง

วัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อ	น้ำยาทำความสะอาดฟันปลอม				ระยะเวลา (สัปดาห์)		
COE-SOFT™	C	P	N	S	1	2	3
Dura Conditioner	C	S	P	N	1	3	2
Trusoft™	P	S	C	N	1	3	2
Visco-gel	S	P	N	C	1	2	3

เรียงลำดับข้อมูลจากน้อยไปมาก (N=ไม่ใช้, P=โพลิเดนท์, S=สเตอราเดนท์, C=คลีน อะ เดนท์)

ตารางที่ 4.3.14 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว ของค่าอัตราการยืดตัวของวัสดุเมื่อมีแรงดึงสูงสุด ในแต่ละสัปดาห์

วัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อ	ระยะเวลา (สัปดาห์)	DF	F value	Significance
COE-SOFT™	1	4	5.483	0.001
	2	4	18.008	0.000
	3	4	34.400	0.000
Dura Conditioner	1	4	4.695	0.003
	2	4	11.258	0.000
	3	4	4.835	0.002
Trusoft™	1	4	2.884	0.033
	2	4	10.757	0.000
	3	4	11.831	0.000
Visco-gel	1	4	68.317	0.000
	2	4	51.030	0.000
	3	4	61.818	0.000

ตารางที่ 4.3.15 ผลการเปรียบเทียบเชิงซ้อน ของค่าอัตราการยืดตัวของวัสดุเมื่อมีแรงดึงสูงสุด จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว ในแต่ละสัปดาห์

วัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อ	ระยะเวลา (สัปดาห์)	น้ำยาทำความสะอาดฟันปลอม				
COE-SOFT™	1	O	C	N	S	P
	2	O	P	C	N	S
	3	O	C	P	N	S
Dura Conditioner	1	S	O	C	P	N
	2	O	N	C	P	S
	3	O	S	C	P	N
Trusoft™	1	O	C	P	S	N
	2	O	S	C	P	N
	3	O	S	P	N	C
Visco-gel	1	O	P	S	C	N
	2	O	S	C	N	P
	3	O	S	P	N	C

เรียงลำดับข้อมูลจากน้อยไปหามาก

(O=วันเริ่มต้นการทดลอง, N=ไม่ใช้, P=โพลิเดนท์, S=สเตอราเดนท์, C=คลีน อะ เดนท์)

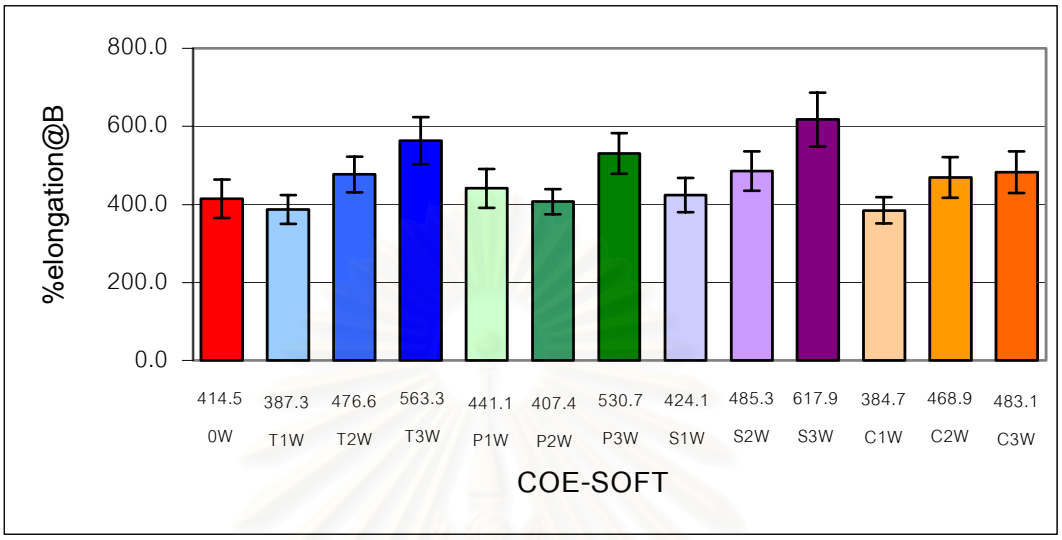
อัตราการยืดตัวของวัสดุเมื่อชิ้นทดสอบขาดออกจากกัน

นำค่าอัตราการยืดตัวของวัสดุเมื่อชิ้นทดสอบขาดออกจากกันมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ได้ผลตามตารางที่ 4.3.16 และแผนภูมิที่ 4.3.13-4.3.16 จากนั้นนำข้อมูลมาวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวและสองทาง แล้วเปรียบเทียบเชิงซ้อนด้วย Duncan's New Multiple Range Test ได้ผลตามตารางที่ 4.3.17-4.3.20

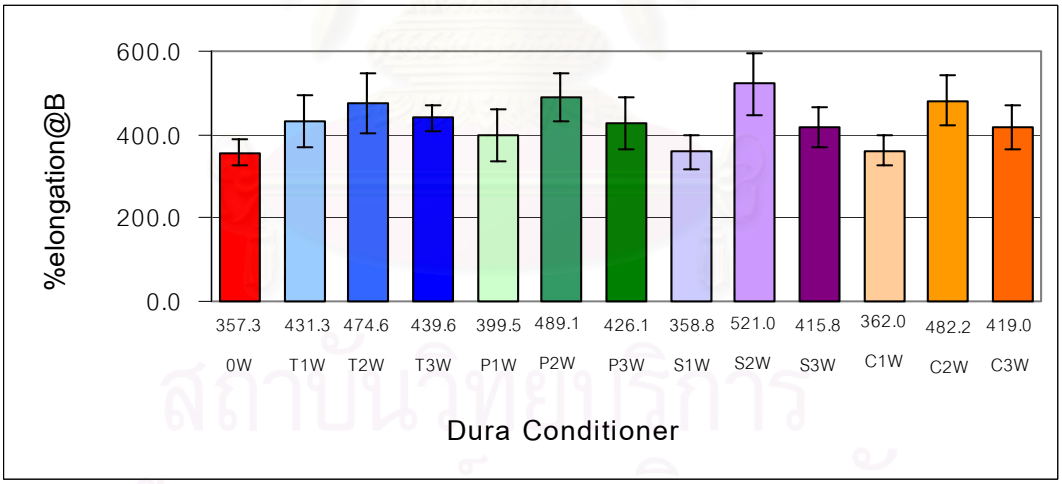
ตารางที่ 4.3.16 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของอัตราการยืดตัวของวัสดุเมื่อชิ้นทดสอบขาดออกจากกัน

วัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อ	ระยะเวลา (สัปดาห์)	กลุ่มควบคุม		กลุ่ม โพลิเดนท์		กลุ่ม สเตอราเดนท์		กลุ่ม คลีน อะ เดนท์	
		ค่าเฉลี่ย	SD	ค่าเฉลี่ย	SD	ค่าเฉลี่ย	SD	ค่าเฉลี่ย	SD
COE-SOFT™	0	414.5	49.7	414.5	49.7	414.5	49.7	414.5	49.7
	1	387.3	37.1	441.1	50.0	424.1	44.1	384.7	33.3
	2	476.6	45.4	407.4	32.2	485.3	51.0	468.9	52.4
	3	563.3	60.3	530.7	52.4	617.9	68.8	483.1	53.5
Dura Conditioner	0	357.3	31.4	357.3	31.4	357.3	31.4	357.3	31.4
	1	431.3	61.1	399.5	63.3	358.8	39.8	362.0	34.5
	2	474.6	71.0	489.1	55.8	521.0	73.8	482.2	59.3
	3	439.6	32.6	426.1	61.8	415.8	48.2	419.0	52.3
Trusoft™	0	400.1	21.5	400.1	21.5	400.1	21.5	400.1	21.5
	1	453.5	42.7	413.8	61.4	448.3	45.2	411.6	39.7
	2	496.5	40.9	483.5	48.4	458.5	35.8	482.1	39.3
	3	471.5	43.5	442.8	30.3	436.9	27.5	489.3	34.5
Visco-gel	0	599.7	58.8	599.7	58.8	599.7	58.8	599.7	58.8
	1	628.1	42.7	552.7	46.4	560.4	41.0	612.9	49.6
	2	711.1	46.7	739.7	58.4	566.5	112.3	707.4	81.9
	3	764.9	68.7	752.5	71.2	708.7	116.9	794.1	60.8

แผนภูมิที่ 4.3.13 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของอัตราการยืดตัวของวัสดุเมื่อชิ้นทดสอบขาดออกจากกัน ของ COE-SOFT™



แผนภูมิที่ 4.3.14 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของอัตราการยืดตัวของวัสดุเมื่อชิ้นทดสอบขาดออกจากกัน ของ Dura Conditioner



T= tab water (แช่ชิ้นทดสอบในน้ำประปาตลอดเวลา)

P= Polident (แช่ชิ้นทดสอบใน โพลิเดนท์ นาน 20 นาทีตามด้วยการแช่ในน้ำประปาจนครบ 24 ชั่วโมง)

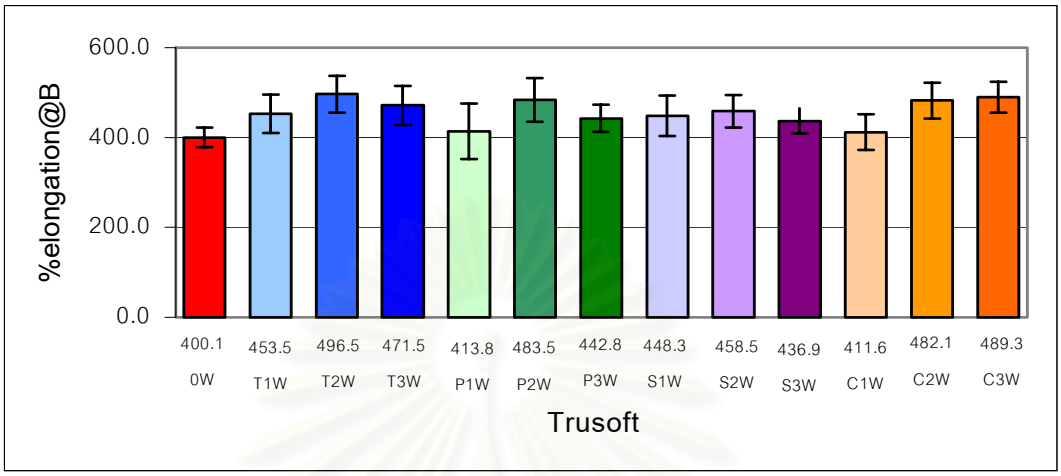
S= Steradent (แช่ชิ้นทดสอบใน สเตอราเดนท์ นาน 20 นาทีตามด้วยการแช่ในน้ำประปาจนครบ 24 ชั่วโมง)

C= Clean A Dent (สเปรย์ชิ้นทดสอบด้วย คลีน อะ เดนท์ ทิ้งไว้ 10 นาทีตามด้วยการแช่ในน้ำประปาจนครบ 24 ชั่วโมง)

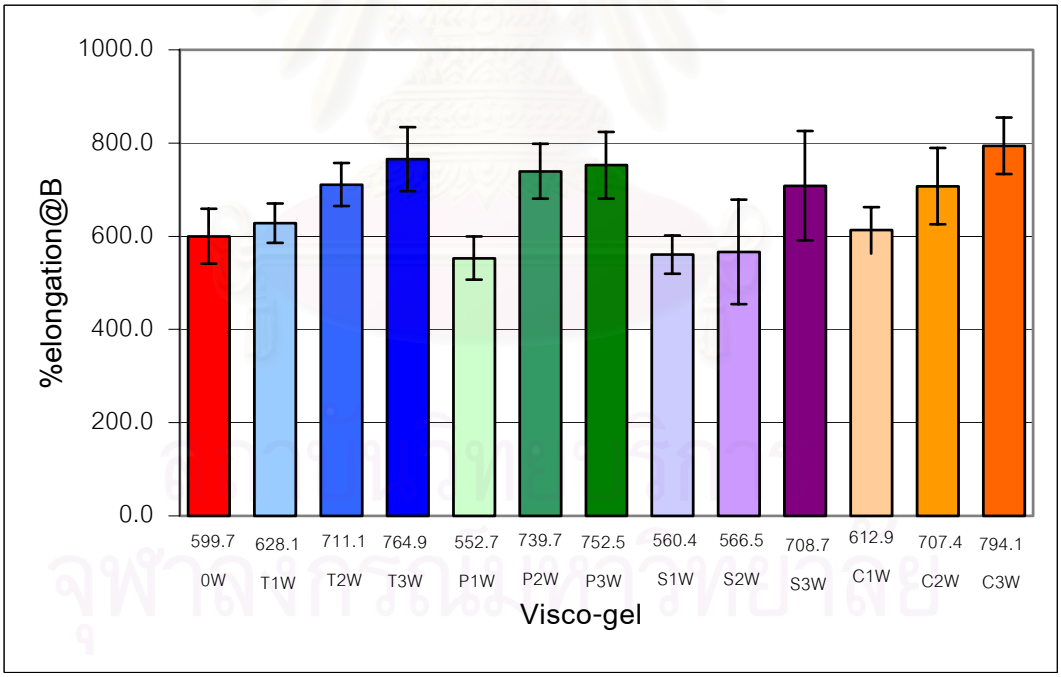
W= week (สัปดาห์)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนภูมิที่ 4.3.15 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของอัตราการยืดตัวของวัสดุเมื่อชิ้นทดสอบขาดออกจากกัน ของ Trusoft™



แผนภูมิที่ 4.3.16 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของอัตราการยืดตัวของวัสดุเมื่อชิ้นทดสอบขาดออกจากกัน ของ Viscogel



T= tab water (แช่ชิ้นทดสอบในน้ำประปาตลอดเวลา)

P= Polident (แช่ชิ้นทดสอบใน โพลิเดนท์ นาน 20 นาทีตามด้วยการแช่ในน้ำประปาจนครบ 24 ชั่วโมง)

S= Steradent (แช่ชิ้นทดสอบใน สเตอราเดนท์ นาน 20 นาทีตามด้วยการแช่ในน้ำประปาจนครบ 24 ชั่วโมง)

C= Clean A Dent (สเปรย์ชิ้นทดสอบด้วย คลีน อะ เดนท์ ทิ้งไว้ 10 นาทีตามด้วยการแช่ในน้ำประปาจนครบ 24 ชั่วโมง)

W= week (สัปดาห์)

ตารางที่ 4.3.17 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ 2 ทาง ของอัตราการยืดตัวของวัสดุเมื่อชิ้นทดสอบขาดออกจากกัน

วัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อ		DF	F value	Significance
COE-SOFT™				
	น้ำยาทำความสะอาดฟันปลอมและน้ำประปา	3	9.160	0.000
	ระยะเวลา (สัปดาห์)	2	81.580	0.000
	น้ำยาทำความสะอาดฟันปลอมและน้ำประปา X ระยะเวลา	6	6.128	0.000
Dura Conditioner				
	น้ำยาทำความสะอาดฟันปลอมและน้ำประปา	3	1.267	0.289
	ระยะเวลา (สัปดาห์)	2	35.327	0.000
	น้ำยาทำความสะอาดฟันปลอมและน้ำประปา X ระยะเวลา	6	2.094	0.060
Trusoft™				
	น้ำยาทำความสะอาดฟันปลอมและน้ำประปา	3	2.816	0.043
	ระยะเวลา (สัปดาห์)	2	13.614	0.000
	น้ำยาทำความสะอาดฟันปลอมและน้ำประปา X ระยะเวลา	6	2.477	0.028
Visco-gel				
	น้ำยาทำความสะอาดฟันปลอมและน้ำประปา	3	11.193	0.000
	ระยะเวลา (สัปดาห์)	2	55.559	0.000
	น้ำยาทำความสะอาดฟันปลอมและน้ำประปา X ระยะเวลา	6	3.101	0.008

ตารางที่ 4.3.18 ผลการเปรียบเทียบเชิงซ้อน ของอัตราการยืดตัวของวัสดุเมื่อชิ้นทดสอบขาดออกจากกัน จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ 2 ทาง

วัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อ	น้ำยาทำความสะอาดฟันปลอม				ระยะเวลา (สัปดาห์)		
COE-SOFT™	C	P	N	S	1	2	3
Dura Conditioner	C	S	P	N	1	3	2
Trusoft™	P	S	C	N	1	3	2
Visco-gel	S	P	N	C	1	2	3

เรียงลำดับข้อมูลจากน้อยไปมาก (N=ไม่ใช้, P=โพลิเดนท์, S=สเตอราเดนท์, C=คลีน อะ เดนท์)

ตารางที่ 4.3.19 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว ของอัตราการยืดตัวของวัสดุเมื่อชิ้นทดสอบขาดออกจากกัน ในแต่ละสัปดาห์

วัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อ	ระยะเวลา (สัปดาห์)	DF	F value	Significance
COE-SOFT™	1	4	3.119	0.024
	2	4	6.167	0.000
	3	4	18.263	0.000
Dura Conditioner	1	4	4.662	0.003
	2	4	10.834	0.000
	3	4	4.592	0.003
Trusoft™	1	4	2.949	0.030
	2	4	10.061	0.000
	3	4	11.240	0.000
Visco-gel	1	4	4.676	0.003
	2	4	10.343	0.000
	3	4	9.432	0.000

ตารางที่ 4.3.20 ผลการเปรียบเทียบเชิงซ้อน ของอัตราการยืดตัวของวัสดุเมื่อชิ้นทดสอบขาดออกจากกัน จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว ในแต่ละสัปดาห์

COE-SOFT™	1	C	N	O	S	P
	2	P	O	C	N	S
	3	O	C	P	N	S
Dura Conditioner	1	O	S	C	P	N
	2	O	N	C	P	S
	3	O	S	C	P	N
Trusoft™	1	O	C	P	S	N
	2	O	S	C	P	N
	3	O	S	P	N	C
Visco-gel	1	P	S	O	C	N
	2	S	O	C	N	P
	3	O	S	P	N	C

เรียงลำดับข้อมูลจากน้อยไปหามาก

(O=วันเริ่มต้นการทดลอง, N=ไม่ใช้, P=โพลิเดนท์, S=สเตอราเดนท์, C=คลีน อะ เดนท์)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5
อภิปรายผลการวิจัย สรุปผล และ ข้อเสนอแนะ

อภิปรายผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพของวัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อที่เกิดขึ้นในระยะเวลา 3 สัปดาห์ เมื่อทำความสะอาดด้วยน้ำยาทำความสะอาดฟันปลอมตามวิธีที่ระบุไว้ในฉลากสำหรับการติดคราบปกติ เปรียบเทียบกับการแช่วัสดุในน้ำประปาตลอดเวลา แต่เนื่องจากมีการผลิตวัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อออกมาสู่ท้องตลาดค่อนข้างมาก ทำให้ไม่สามารถนำผลิตภัณฑ์ทั้งหมดมาทดสอบในการวิจัยนี้ได้ จึงได้เลือกทดสอบเฉพาะวัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อที่มีขายในประเทศไทยและค่อนข้างเป็นที่รู้จักโดยทั่วไปจำนวน 4 ยี่ห้อ ประกอบด้วย COE-SOFT™, Dura Conditioner, Trusoft™ และ Visco-gel โดยแต่ละยี่ห้อมีประโยชน์ใช้สอยตามที่ระบุในฉลากแตกต่างกันไปดังนี้ COE-SOFT™ ใช้สำหรับเสริมฐานชั่วคราว Dura Conditioner ใช้สำหรับปรับสภาพเนื้อเยื่อ และพิมพ์เนื้อเยื่อขณะใช้งาน (ให้ผู้ป่วยใส่ฟันปลอมนาน 5–24 ชั่วโมง แล้วนำออกมาเทแบบทันที) Trusoft™ ใช้สำหรับเสริมฐานชั่วคราว Visco-gel ใช้สำหรับปรับสภาพเนื้อเยื่อ พิมพ์เนื้อเยื่อขณะใช้งาน (ให้ผู้ป่วยใส่ฟันปลอมนาน 24–48 ชั่วโมง แล้วนำออกมาเทแบบทันที) และเสริมฐานชั่วคราว แต่อย่างไรก็ตามวัสดุเหล่านี้ก็มีโครงสร้างพื้นฐานและส่วนประกอบหลักที่เหมือนกัน คือ เป็นโพลิเมอร์อสัณฐานแบบไม่มีการเชื่อมโยงข้าม ที่เกิดจากการผสม ผงโพลิเมอร์ เอสเทอร์พลาสติไซเซอร์ และ เอธิลแอลกอฮอล์ เข้าด้วยกัน

ในการศึกษานี้ได้เลือกทดสอบอิทธิพลของน้ำยาทำความสะอาดฟันปลอม 3 ยี่ห้อที่มีขายในประเทศไทย ประกอบด้วย โพลิเดนท์ (กลุ่ม เพอร์ออกไซด์ ร่วมกับ เอ็นไซม์) สเตอราเดนท์ (กลุ่ม เพอร์ออกไซด์) และ คลีน อะ เดนท์ (กลุ่ม กรด) โดยทำการทดสอบในระยะเวลาศึกษา 3 สัปดาห์ เนื่องจากวัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อมีการเสื่อมสภาพขณะใช้งานค่อนข้างเร็ว และมักจะเร็วกว่าที่ระบุไว้ในฉลาก โดยทั่วไปแล้วทันตแพทย์จะนัดผู้ป่วยมาตรวจและเปลี่ยนวัสดุภายในระยะเวลา 2 – 3 สัปดาห์

คุณสมบัติทางกายภาพที่ศึกษาประกอบด้วย การเปลี่ยนสี ความแข็งผิว และ การตอบสนองต่อแรงดึง (แรงดึงสูงสุด แรงดึงเมื่อชิ้นทดสอบขาดออกจากกัน อัตราการยืดตัวของวัสดุเมื่อมีแรงดึงสูงสุด และ อัตราการยืดตัวของวัสดุเมื่อชิ้นทดสอบขาดออกจากกัน) ซึ่งเป็นคุณสมบัติที่เกี่ยวข้องกับทางคลินิก

การเปลี่ยนสี

เนื่องจากการระบุสีของวัตถุโดยมนุษย์นั้นมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องหลายประการเช่น อายุ เพศ อารมณ์ ประสบการณ์ สิ่งแวดล้อม ฯลฯ จึงทำให้ยากต่อการระบุสีแต่ละครั้งให้ตรงกัน หรือสื่อความหมายของสีให้เข้าใจตรงกันได้ ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงทำการวัดสีโดยใช้เครื่องอัลตราสแกน เอ็กซ์ อี ที่วัดสีวัตถุออกมาเป็นตัวเลข ประกอบด้วยค่า L*, a* และ b* ซึ่งเป็นค่าสีของระบบ CIE (Commission Internationale de l'Eclairage) โดยค่า L* ใช้กำหนดความมืดความสว่างของสี มีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 100 โดย 0 คือตัวอย่างที่มีสีดำสนิท และ 100 คือตัวอย่างที่มีสีขาวสนิท ค่า a* ใช้กำหนดสีแดงหรือสีเขียว a* เป็น + คือวัตถุที่มีสีออกแดง ส่วน a* เป็น – คือวัตถุที่มีสีออกเขียว ค่า b* ใช้กำหนดสีเหลืองหรือสีน้ำเงิน b* เป็น + คือวัตถุที่มีสีออกเหลือง b* เป็น – คือวัตถุที่มีสีออกน้ำเงิน เมื่อนำค่าสีของชิ้นทดสอบที่วัดได้ในวันเริ่มต้นและวันครบรอบระยะเวลาทดสอบ มาคำนวณหาความแตกต่างของสี ตามสมการ $\Delta E = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$ ก็จะได้ค่าการเปลี่ยนสีของชิ้นทดสอบแต่ละชิ้น

เมื่อนำค่าการเปลี่ยนสีของชิ้นทดสอบไปวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยการเปลี่ยนสีและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของแต่ละกลุ่ม ได้ผลตามตารางที่ 4.1.1 และแผนภูมิที่ 4.1.1-4.1.4 จากนั้นนำข้อมูลมาวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทางและเปรียบเทียบเชิงซ้อนได้ผลตามตารางที่ 4.1.4 และ 4.1.5 พบว่า

COE-SOFT™ มีการเปลี่ยนสีที่ได้รับอิทธิพลจากระยะเวลา โดยในกลุ่ม 1 สัปดาห์ ชิ้นทดสอบมีการเปลี่ยนสีน้อยที่สุด แต่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับกลุ่ม 2 สัปดาห์ ส่วนกลุ่ม 3 สัปดาห์มีการเปลี่ยนสีมากที่สุดและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับทั้งสองกลุ่ม

Dura Conditioner มีการเปลี่ยนสีที่ได้รับอิทธิพลจากน้ำยาทำความสะอาดฟันปลอม น้ำประปา และ ระยะเวลา โดยกลุ่ม โพลิเดนท์ มีการเปลี่ยนสีน้อยที่สุดและแตกต่างจากทุกกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญ และ ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างกลุ่มควบคุม กลุ่ม คลีน อะเดนท์ และ กลุ่ม สเตอราเดนท์ สำหรับอิทธิพลของระยะเวลานั้น กลุ่ม 1 สัปดาห์ ชิ้นทดสอบมีการเปลี่ยนสีน้อยที่สุด แต่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับกลุ่ม 2 สัปดาห์ ส่วนกลุ่ม 3 สัปดาห์มีการเปลี่ยนสีมากที่สุดและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับทั้งสองกลุ่ม

Trusoft™ มีการเปลี่ยนสีที่ได้รับอิทธิพลจากน้ำยาทำความสะอาดฟันปลอม และ น้ำประปา โดยกลุ่มควบคุมมีการเปลี่ยนสีน้อยที่สุดแต่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับกลุ่ม โพลิเดนท์ นอกจากนี้ยังไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในน้ำยาทำความสะอาดฟันปลอมทุกยี่ห้อ

Visco-gel มีการเปลี่ยนสีที่ไม่ได้รับอิทธิพลจากน้ำยาทำความสะอาดฟันปลอม น้ำประปา และ ระยะเวลา

จะเห็นได้ว่าวัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อในทุกกลุ่มมีการเปลี่ยนสีจากวันเริ่มต้นในปริมาณที่มากน้อยแตกต่างกันไป คาดว่าการเปลี่ยนสีนี้เกิดจากการที่เม็ดสีถูกชะล้างออกมาจากวุ้นโพลิเมอร์[11] และ การดูดซับสีจากสิ่งแวดล้อม

เมื่อพิจารณาจากการใช้วัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อในคลินิก ที่ใช้ฉาบข้างใต้ฐานฟันปลอมร่วมกับการที่วัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อมีสีที่แตกต่างกันไป เช่น COE-SOFT™ มีสีชมพูอ่อน Dura Conditioner มีสีขาว Trusoft™ มีสีชมพูเข้ม และ Viscogel มีสีใส ดังนั้นหากกล่าวถึงในแง่ของความสวยงามแล้วถือว่าการเปลี่ยนสีของวัสดุมีผลน้อยมากหรือไม่มีเลย แต่ถ้าการเปลี่ยสีนี้มีมากจนถึงขั้นที่ผู้ป่วยรู้สึกรังเกียจในการใช้ฟันปลอม ก็ถือว่าเป็นเรื่องที่สำคัญข้อหนึ่ง ดังนั้นวัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อน่าจะมีการเปลี่ยนสีสูงสุดไม่เกินระดับพอสังเกตุเห็น ตามการแปรผลความแตกต่างของสีในระบบ NBS คือมีค่าไม่เกิน 3 NBS units

เมื่อนำค่าเฉลี่ยการเปลี่ยนสีมาแปลงให้เป็น NBS unit (ตารางที่ 4.1.2) จากนั้นนำไปแปรผลความแตกต่างของสีตามระบบ NBS (ตารางที่ 4.1.3) พบว่าในทุกกลุ่มของ COE-SOFT™, Dura Conditioner และ Visco-gel มีการเปลี่ยนสีในระดับน้อย (0.5-1.5 NBS unit) และทุกกลุ่มของ Trusoft™ มีการเปลี่ยนสีอยู่ในระดับพอสังเกตุเห็น (1.5-3.0 NBS unit) ซึ่งถือว่ายังอยู่ในขอบเขตที่น่าจะยอมรับได้ทางคลินิก และผลการศึกษานี้สอดคล้องกับการศึกษาของ Klingler และ Lord[33] ที่พบว่า Trusoft™ และ Veltec มีการเปลี่ยนสีอยู่ในระดับที่ไม่รุนแรงตลอดการทดลอง 14 วัน และ Goll และคณะ[18] ที่พบว่า Visco-gel มีสีที่คงที่ตลอดการทดลอง 30 วัน

ความแข็งผิว

ในการวิจัยนี้ใช้เครื่องดูโรมิเตอร์ แบบ เอ รุ่น 408 สำหรับวัดความแข็งผิวโดยการกด เมื่อนำข้อมูลค่าความแข็งผิวของชิ้นทดสอบมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของแต่ละกลุ่มได้ผลตามตารางที่ 4.2.1 และ แผนภูมิที่ 4.2.1-4.2.4 พบว่าเกือบทุกกลุ่มมีค่าเฉลี่ยของความแข็งผิวอยู่ในขอบเขตที่กล่าวไว้โดย Craig[11] ที่ว่าวัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อควรมีค่าความแข็งผิวหลังผสม 24 ชั่วโมง จากเครื่องดูโรมิเตอร์ แบบเอ 13 - 49 หน่วย ยกเว้นค่าความแข็งผิวในกลุ่มวันเริ่มต้นการทดลองของ COE-SOFT™ และ Trusoft™ ที่มีค่าน้อยกว่า 13 หน่วย

เนื่องจากวัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อที่ใช้ในงานแต่ละประเภทนั้นต้องการความนุ่มและการเปลี่ยนแปลงที่แตกต่างกันไป โดยในกรณีที่ใช้สำหรับปรับสภาพเนื้อเยื่อ วัสดุควรมีค่าความแข็งผิวที่น้อยและคงที่ตลอดระยะเวลาใช้งาน เพื่อให้เนื้อเยื่อสามารถคืนตัวกลับสู่สภาพปกติได้ เมื่อใช้สำหรับพิมพ์เนื้อเยื่อขณะใช้งาน วัสดุควรมีค่าความแข็งผิวที่น้อยในระยะแรก เพื่อให้ได้แบบพิมพ์ที่

ลอกเลียนรายละเอียดเนื้อเยื่อตามการตอบสนองต่อแรง และค่าความแข็งผิวควรเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจนถึงกำหนดเวลาสำหรับสร้างแบบหล่อ (Dura Conditioner 5-24 ชั่วโมง และ Visco-gel 24-48 ชั่วโมง) เพื่อให้ได้แบบหล่อที่ไม่เกิดการผิดรูปจากน้ำหนักกดของวัสดุเทแบบ ส่วนกรณีที่ใช้สำหรับเสริมฐานชั่วคราว วัสดุควรมีค่าความแข็งผิวในระยะแรกที่มากกว่าทั้ง 2 กรณีข้างต้นเพื่อป้องกันการเปลี่ยนมิติในแนวดิ่งของฟันปลอม และมีค่าความแข็งผิวที่คงที่ตลอดการใช้งาน แต่จากค่าเฉลี่ยของความแข็งผิว ตามตารางที่ 4.2.1 และ แผนภูมิที่ 4.2.1-4.2.4 สามารถกล่าวได้ว่าไม่มีวัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อยี่ห้อใดในการศึกษานี้ที่มีค่าความแข็งผิวที่คงที่ตลอดระยะเวลาศึกษา ซึ่งเป็นคุณสมบัติในอุดมคติของวัสดุที่ใช้ในงานปรับสภาพเนื้อเยื่อและเสริมฐานชั่วคราว (สำหรับการพิมพ์เนื้อเยื่อขณะใช้งานนั้นไม่สามารถนำมาเกี่ยวโยงกับการศึกษาครั้งนี้ได้ เนื่องจากข้อจำกัดของระยะเวลาทดสอบ)

เมื่อนำข้อมูลค่าความแข็งผิวมาวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทางและเปรียบเทียบเชิงซ้อนได้ผลตามตารางที่ 4.2.2 และ 4.2.3 พบว่าใน COE-SOFT™ ค่าความแข็งผิวได้รับอิทธิพลจากน้ำยาทำความสะอาดฟันปลอม น้ำประปา และ ระยะเวลา ส่วน Dura Conditioner, Trusoft™ และ Visco-gel ค่าความแข็งผิวได้รับอิทธิพลจากน้ำยาทำความสะอาดฟันปลอม น้ำประปา ระยะเวลา และ อิทธิพลร่วมของน้ำยาทำความสะอาดฟันปลอมน้ำประปาและระยะเวลา จากอิทธิพลของ น้ำยาทำความสะอาดฟันปลอมและน้ำประปา พบว่า

COE-SOFT™ กลุ่ม โพลิเดนท์ มีค่าความแข็งผิวที่น้อยที่สุดแต่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับกลุ่มควบคุม ส่วนกลุ่ม สเตอราเดนท์ มีค่าความแข็งผิวสูงสุดแต่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับกลุ่ม คลีน อะ เดนท์ นอกจากนี้กลุ่ม คลีน อะ เดนท์ มีค่าความแข็งผิวที่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับกลุ่มควบคุม

Dura Conditioner กลุ่มควบคุมมีค่าความแข็งผิวที่น้อยที่สุดแต่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับกลุ่ม สเตอราเดนท์ และ กลุ่ม โพลิเดนท์ ส่วนกลุ่ม คลีน อะ เดนท์ มีค่าความแข็งผิวสูงที่สุดแต่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับกลุ่ม โพลิเดนท์

Trusoft™ กลุ่มควบคุมมีค่าความแข็งผิวที่น้อยที่สุดแต่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับกลุ่ม สเตอราเดนท์ ส่วนกลุ่ม โพลิเดนท์ มีค่าความแข็งผิวที่มากที่สุดแต่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับกลุ่ม คลีน อะ เดนท์

Visco-gel กลุ่มควบคุมมีค่าความแข็งผิวที่น้อยที่สุดและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับทุกกลุ่ม และ ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของค่าความแข็งผิวในน้ำยาทำความสะอาดฟันปลอมทุกกลุ่ม

จากอิทธิพลของระยะเวลา พบว่าวัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อทั้ง 4 ยี่ห้อมีค่าความแข็งผิวที่เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาและมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในทุกกลุ่มเวลา

เมื่อนำข้อมูลค่าความแข็งผิวของแต่ละสัปดาห์และในวันเริ่มต้นการทดลองมาวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวและเปรียบเทียบเชิงซ้อนได้ผลตามตารางที่ 4.2.4 และ 4.2.5 พบว่าทุกกลุ่มของวัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อทั้ง 4 ยี่ห้อมีค่าความแข็งผิวที่มากกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับค่าความแข็งผิวในวันเริ่มต้นการทดลอง และ พบความแตกต่างของค่าความแข็งผิวในแต่ละสัปดาห์ที่เป็นผลจากน้ำยาทำความสะอาดฟันปลอมและน้ำประปา ได้นำผลการวิเคราะห์ดังกล่าวมาเป็นแนวทางในการจับคู่ระหว่างน้ำยาทำความสะอาดฟันปลอมกับวัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อที่น่าจะใช้ร่วมกันได้ ในระยะเวลาใช้งาน 1 ถึง 3 สัปดาห์ จากมุมมองของค่าความแข็งผิวของวัสดุ (ตารางที่ 5.1) โดยอาศัยหลักเกณฑ์ที่ว่าน้ำยาทำความสะอาดฟันปลอมนั้นต้องไม่ทำให้วัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อมีค่าความแข็งผิวที่มากกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับกลุ่มควบคุมที่แช่วัสดุในน้ำประปาตลอดเวลา

ตารางที่ 5.1 แสดงน้ำยาทำความสะอาดฟันปลอมและวัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อ ที่น่าจะใช้ร่วมกันได้ในระยะเวลาใช้งานตั้งแต่ 1 ถึง 3 สัปดาห์ จากมุมมองของค่าความแข็งผิวของวัสดุ เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่แช่วัสดุในน้ำประปาตลอดเวลา

วัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อ	ระยะเวลา (สัปดาห์)	น้ำยาทำความสะอาดฟันปลอม		
		โพลิเดนท์	สเตอราเดนท์	คลีน อะ เดนท์
COE-SOFT™	1	✓	✓	✓
	2	✓	✓	✓
	3	✓	×	×
Dura Conditioner	1	×	×	×
	2	✓	✓	✓
	3	✓	✓	✓
Trusoft™	1	✓	✓	×
	2	✓	✓	✓
	3	✓	✓	✓
Visco-gel	1	×	✓	✓
	2	×	×	×
	3	✓	✓	✓

✓ = กลุ่มที่มีค่าความแข็งผิวที่น้อยกว่าหรือไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับกลุ่มควบคุมที่แช่วัสดุในน้ำประปาตลอดเวลา

✗ = กลุ่มที่มีค่าความแข็งผิวที่มากกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับกลุ่มควบคุมที่แช่วัสดุในน้ำประปาตลอดเวลา

ผลการศึกษานี้สอดคล้องกับการศึกษาของ Klingler และ Lord[33] ที่พบว่า Trusoft™ มีความหยุ่นตัวลดลงในสัปดาห์ที่ 2 และการศึกษาของ Jepson และคณะ[28] ที่พบว่า COE-SOFT™ มีการลดลงอย่างต่อเนื่องของคุณสมบัติการยอมให้กดตลอดระยะเวลา 8 สัปดาห์ แต่ไม่สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Harrison และ คณะ[23] ที่พบว่าการแช่ Dura Conditioner และ Viscogel ใน Steradent Originol และ Steradent Minty เป็นเวลา 3 วัน และ 21 วัน มีความนุ่มที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

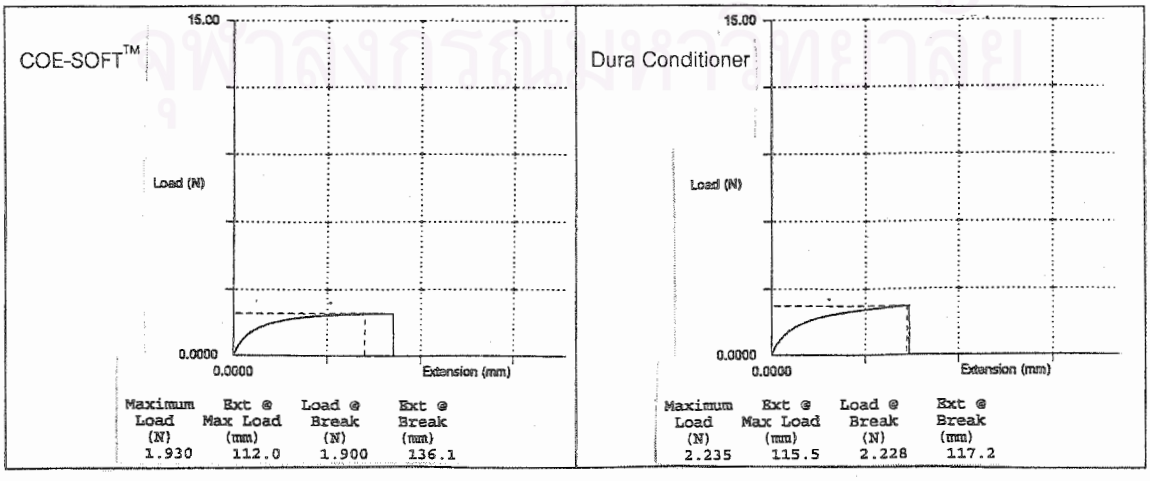
การตอบสนองต่อแรงดึง

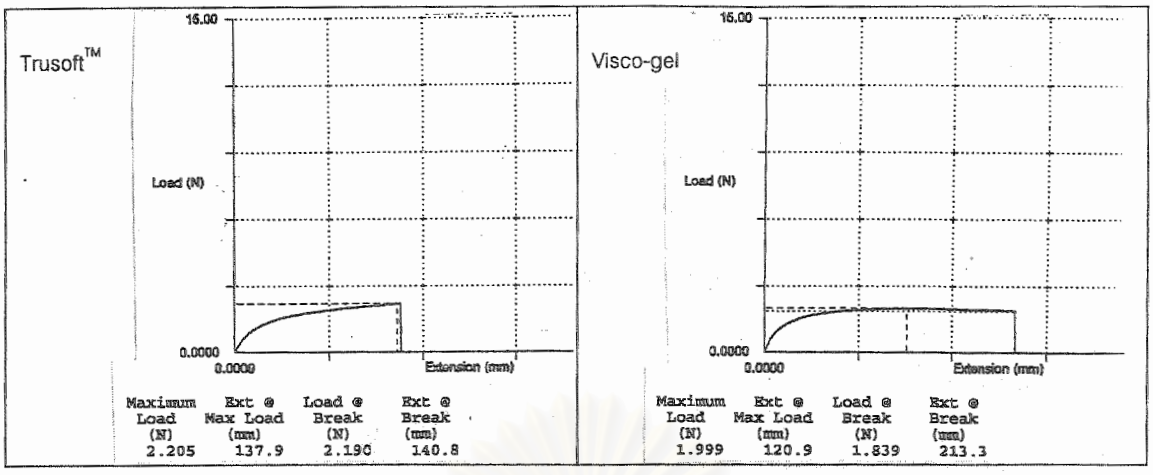
การวิจัยนี้ใช้เครื่องทดสอบสากลลอยด์ รุ่น แอลอาร์ 10 เค ในการทดสอบการตอบสนองต่อแรงดึง ซึ่งได้ผลออกมา 4 ค่า คือ แรงดึงสูงสุด แรงดึงเมื่อชิ้นทดสอบขาดออกจากกัน อัตราการยืดตัวของวัสดุเมื่อมีแรงดึงสูงสุด และ อัตราการยืดตัวของวัสดุเมื่อชิ้นทดสอบขาดออกจากกัน

แรงดึงสูงสุด และ แรงดึงเมื่อชิ้นทดสอบขาดออกจากกัน

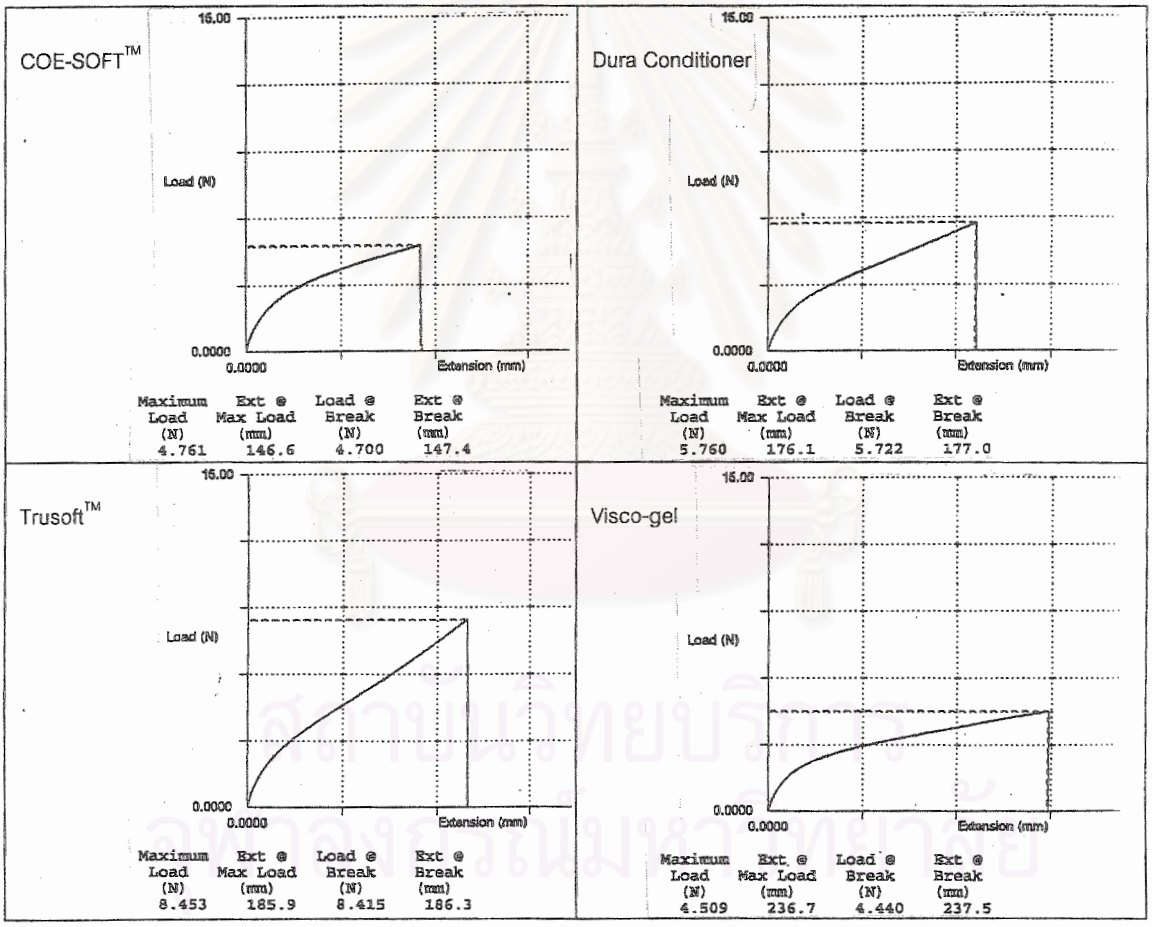
นำข้อมูลของค่าแรงดึงสูงสุดและแรงดึงเมื่อชิ้นทดสอบขาดออกจากกันมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานได้ผลตามตารางที่ 4.3.1 และ 4.3.6 และ แผนภูมิที่ 4.3.1-4.3.8 จะเห็นว่าภายหลังจากที่วัสดุมีค่าแรงดึงสูงสุดแล้วค่าแรงดึงจะลดลงเล็กน้อยในระดับเลขทศนิยมก่อนที่ชิ้นทดสอบจะขาดจากกัน ตามรูปที่ 5.1 และ 5.2

รูปที่ 5.1 ภาพตัวอย่างแสดงการตอบสนองต่อแรงดึงของวัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อทั้ง 4 ยี่ห้อในวันเริ่มต้นการทดลอง





รูปที่ 5.2 ภาพตัวอย่างแสดงการตอบสนองต่อแรงดึงของวัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อทั้ง 4 ยี่ห้อในระยะเวลาศึกษา 1 ถึง 3 สัปดาห์



เมื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทางและเปรียบเทียบเชิงซ้อนได้ผลตามตารางที่ 4.3.2, 4.3.3, 4.3.7 และ 4.3.8 พบว่าค่าแรงดึงสูงสุด และ แรงดึงเมื่อชิ้นทดสอบขาดออกจากกัน ได้รับอิทธิพลจาก น้ำยาทำความสะอาดฟันปลอม น้ำประปา ระยะเวลา และ อิทธิพลร่วมของน้ำยาทำความสะอาดฟันปลอมน้ำประปาและระยะเวลา

จากอิทธิพลของน้ำยาทำความสะอาดฟันปลอมและน้ำประปา พบว่าค่าแรงดึงสูงสุด และแรงดึงเมื่อชิ้นทดสอบขาดออกจากกัน ของแต่ละกลุ่มมีความสัมพันธ์กันดังนี้

COE-SOFT™ กลุ่ม โพลิเดนท์ มีค่าน้อยที่สุดแต่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับกลุ่ม คลีน อะ เดนท์ ส่วนกลุ่มควบคุมมีค่ามากที่สุดแต่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับกลุ่ม สเตอราเดนท์ นอกจากนี้ยังไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างกลุ่ม คลีน อะ เดนท์ กับ สเตอราเดนท์

Dura Conditioner กลุ่ม สเตอราเดนท์ มีค่าน้อยที่สุดและไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับกลุ่ม โพลิเดนท์ และ กลุ่ม คลีน อะ เดนท์ ส่วนกลุ่มควบคุมมีค่ามากที่สุดและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับกลุ่มอื่นๆทั้งหมด

Trusoft™ กลุ่ม สเตอราเดนท์ มีค่าน้อยที่สุด กลุ่มควบคุมมีค่ามากที่สุด และทั้งสองกลุ่มนี้แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับกลุ่มอื่นๆทั้งหมด และไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างกลุ่ม โพลิเดนท์ และ กลุ่ม คลีน อะ เดนท์

Visco-gel กลุ่ม โพลิเดนท์ มีค่าน้อยที่สุดและไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับกลุ่ม สเตอราเดนท์ และ กลุ่มควบคุม ส่วนกลุ่ม คลีน อะ เดนท์ มีค่ามากที่สุดและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับกลุ่มอื่นๆทั้งหมด

จากอิทธิพลของระยะเวลาพบว่า ค่าแรงดึงสูงสุด และ แรงดึงเมื่อชิ้นทดสอบขาดออกจากกัน ของแต่ละกลุ่มมีความสัมพันธ์กันดังนี้

COE-SOFT™ มีค่าเพิ่มขึ้นตามระยะเวลา และ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในทุกกลุ่มเวลา

Dura Conditioner มีค่าเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาจนสูงสุดในกลุ่ม 2 สัปดาห์ จากนั้นก็ลดลงในกลุ่ม 3 สัปดาห์ โดยไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของค่าแรงดึงสูงสุดระหว่างกลุ่ม 1 และ 3 สัปดาห์ แต่พบว่าค่าแรงดึงเมื่อชิ้นทดสอบขาดออกจากกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

Trusoft™ มีค่าเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาจนสูงสุดในกลุ่ม 2 สัปดาห์ จากนั้นก็ลดลงในกลุ่ม 3 สัปดาห์ แต่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างกลุ่ม 2 และ 3 สัปดาห์

Visco-gel มีค่าสูงสุดในกลุ่ม 1 สัปดาห์ จากนั้นก็ลดลงเรื่อยๆตามระยะเวลา และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในทุกกลุ่มเวลา

จากนั้นได้นำข้อมูลค่าแรงดึงสูงสุดและแรงดึงเมื่อชิ้นทดสอบขาดออกจากกันของแต่ละสัปดาห์และในวันเริ่มต้นการทดลอง มาวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวและเปรียบเทียบเชิงซ้อนได้ผลตามตารางที่ 4.3.4, 4.3.5, 4.3.9 และ 4.3.10 พบว่า ทุกกลุ่มของวัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อทั้ง 4 ยี่ห้อ มีค่าแรงดึงสูงสุด และแรงดึงเมื่อชิ้นทดสอบขาดออกจากกันที่มากกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับค่าในวันเริ่มต้นการทดลอง และ พบความแตกต่างระหว่างกลุ่มในแต่

ละสัปดาห์ที่เป็นผลจากน้ำยาทำความสะอาดฟันปลอมและน้ำประปา ได้นำผลการวิเคราะห์ดังกล่าวมาเป็นแนวทางในการจับคู่ระหว่างน้ำยาทำความสะอาดฟันปลอมกับวัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อที่น่าจะใช้ร่วมกันได้ ในระยะเวลาใช้งาน 1 ถึง 3 สัปดาห์ จากมุมมองของค่าแรงดึงสูงสุด และแรงดึงเมื่อชิ้นทดสอบขาดออกจากกัน (ตารางที่ 5.2) โดยอาศัยหลักเกณฑ์ที่ว่าน้ำยาทำความสะอาดฟันปลอมนั้นต้องไม่ทำให้วัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อมีค่าแรงดึงสูงสุดและแรงดึงเมื่อชิ้นทดสอบขาดออกจากกันที่มากกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับกลุ่มควบคุมที่แช่วัสดุในน้ำประปาตลอดเวลา

ตารางที่ 5.2 แสดงน้ำยาทำความสะอาดฟันปลอมและวัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อ ที่น่าจะใช้ร่วมกันได้ในระยะเวลาใช้งานตั้งแต่ 1 ถึง 3 สัปดาห์ จากมุมมองของค่าแรงดึงสูงสุดและแรงดึงเมื่อชิ้นทดสอบขาดออกจากกัน เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่แช่วัสดุในน้ำประปาตลอดเวลา

วัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อ	ระยะเวลา (สัปดาห์)	น้ำยาทำความสะอาดฟันปลอม		
		โพลิเดนท์	สเตอราเดนท์	คลีน อะ เดนท์
COE-SOFT™	1	✓	✓	✓
	2	✓	✓	✓
	3	✓	✗	✓
Dura Conditioner	1	✓	✓	✓
	2	✓	✓	✓
	3	✓	✓	✓
Trusoft™	1	✓	✓	✓
	2	✓	✓	✓
	3	✓	✓	✓
Visco-gel	1	✗	✓	✗
	2	✓	✓	✓
	3	✓	✓	✗

✓ = กลุ่มที่มีค่าแรงดึงสูงสุดและแรงดึงเมื่อชิ้นทดสอบขาดออกจากกันที่น้อยกว่าหรือไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับกลุ่มควบคุมที่แช่วัสดุในน้ำประปาตลอดเวลา

✗ = กลุ่มที่มีค่าแรงดึงสูงสุดและแรงดึงเมื่อชิ้นทดสอบขาดออกจากกันที่มากกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับกลุ่มควบคุมที่แช่วัสดุในน้ำประปาตลอดเวลา

จากการที่วัสดุมีค่าแรงดึงสูงสุดและแรงดึงเมื่อชิ้นทดสอบขาดออกจากกันมีค่ามากกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับค่าในวันเริ่มต้นนั้น มีข้อสันนิษฐานเบื้องต้นว่าน่าจะเกิดจากการสูญเสีย เอธิลแอลกอฮอล์ และ เอสเทอร์ พลาสติไซเซอร์ ออกจากวุ้นโพลิเมอร์ โดย Jones และคณะ[32] พบว่าเมื่อแช่วัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อในน้ำกลั่นที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียสมีการสูญเสีย

เอธิลแอลกอฮอล์ ออกจากวัสดุอย่างสมบูรณ์ภายในเวลา 24 ชั่วโมง และ มีการสูญเสีย เอสเทอร์พลาสติไซเซอร์ 0.30 – 8.70 มิลลิกรัม/กรัม ภายในเวลา 14 วัน โดยการสูญเสีย เอธิลแอลกอฮอล์ และ เอสเทอร์ พลาสติไซเซอร์ ออกจากวัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อทำให้สายโซ่โพลิเมอร์ที่เคยอยู่ห่างกันเคลื่อนเข้ามาใกล้กันมากขึ้น มีการเพิ่มขึ้นของแรงวันเดอร์วาลส์ที่ยึดสายโซ่โพลิเมอร์เข้าด้วยกัน เป็นผลให้การเคลื่อนไหวระหว่างสายโซ่โพลิเมอร์มีน้อยลง อุณหภูมิวิกฤติเปลี่ยนสถานะมีค่ามากขึ้น ดังนั้นวัสดุจะมีความนุ่มลดลงโดยเฉพาะเมื่ออยู่ในอุณหภูมิช่องปาก

นอกจากนี้การที่วัสดุในกลุ่มควบคุมที่แช่วัสดุในน้ำประปาตลอดเวลาและกลุ่มทดลองมีค่าแรงดึงสูงสุดและแรงดึงเมื่อชิ้นทดสอบขาดออกจากกันที่แตกต่างกัน น่าจะเป็นผลจากปฏิกิริยาเคมีระหว่างน้ำยาทำความสะอาดฟันปลอมกับวัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อ ที่ทำให้โครงสร้างภายในของวัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อมีการเปลี่ยนแปลงที่แตกต่างกัน แล้วส่งผลต่อเนื่องมายังค่าแรงดึงดังกล่าว ซึ่งต้องการการศึกษาโดยละเอียดต่อไป

อัตราการยืดตัวของวัสดุเมื่อมีแรงดึงสูงสุด และ เมื่อชิ้นทดสอบขาดออกจากกัน

นำข้อมูลของอัตราการยืดตัวของวัสดุเมื่อมีแรงดึงสูงสุดและเมื่อชิ้นทดสอบขาดออกจากกันมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานได้ผลตามตารางที่ 4.3.11 และ 4.3.16 และแผนภูมิที่ 4.3.9-4.3.16 จะเห็นว่าวัสดุในทุกกลุ่มสามารถยืดตัวต่อไปได้อีกจนกระทั่งชิ้นทดสอบขาดออกจากกันภายหลังจากที่มีแรงดึงสูงสุด ซึ่งจะเห็นความแตกต่างของค่าอัตราการยืดตัวนี้อย่างเด่นชัดในกลุ่มควบคุมที่ทดสอบการตอบสนองต่อแรงดึงในวันเริ่มต้นการทดลองของ Visco-gel และ COE-SOFT™ (รูปที่ 5.1 และ 5.2) จึงมีข้อสันนิษฐานเบื้องต้นว่าน่าจะเป็นผลจากส่วนประกอบที่เป็นเอสเทอร์พลาสติไซเซอร์ที่แตกต่างกัน เมื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทางและเปรียบเทียบเชิงซ้อนได้ผลตามตารางที่ 4.3.12, 4.3.13, 4.3.17 และ 4.3.18 พบว่า COE-SOFT™, Trusoft™ และ Visco-gel มีอัตราการยืดตัวเมื่อมีแรงดึงสูงสุดและเมื่อชิ้นทดสอบขาดออกจากกัน ที่ได้รับอิทธิพลจาก น้ำยาทำความสะอาดฟันปลอม น้ำประปา ระยะเวลา และ อิทธิพลร่วมของน้ำยาทำความสะอาดฟันปลอมน้ำประปา และ ระยะเวลา ส่วน Dura Conditioner ได้รับอิทธิพลจากระยะเวลาเพียงอย่างเดียว

จากอิทธิพลของน้ำยาทำความสะอาดฟันปลอมและน้ำประปา พบว่าอัตราการยืดตัวของวัสดุเมื่อมีแรงดึงสูงสุดและเมื่อชิ้นทดสอบขาดออกจากกัน ของแต่ละกลุ่มมีความสัมพันธ์กันดังนี้

COE-SOFT™ กลุ่ม คลีน อะ เดนท์ มีค่าน้อยที่สุดและไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับกลุ่ม โพลิเดนท์ ส่วนกลุ่ม สเตอราเดนท์ มีค่ามากที่สุดและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับกลุ่มอื่นๆ ทั้งหมด สำหรับกลุ่ม โพลิเดนท์ มีค่าไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ

Dura Conditioner ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในทุกกลุ่ม โดยกลุ่ม คลีน อะ เดนท์ มีค่าน้อยที่สุด และ กลุ่มควบคุมมีค่ามากที่สุด

Trusoft™ กลุ่ม โพลิเดนท์ มีค่าน้อยที่สุดแต่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับกลุ่ม สเตอราเดนท์ และ กลุ่ม คลีน อะ เดนท์ ส่วนกลุ่มควบคุมมีค่ามากที่สุดแต่ไม่แตกต่างจากกลุ่ม คลีน อะ เดนท์ อย่างมีนัยสำคัญ

Visco-gel กลุ่ม สเตอราเดนท์ มีค่าน้อยที่สุดและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับกลุ่มอื่นๆ ทั้งหมด และไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างกลุ่ม โพลิเดนท์ กลุ่ม คลีน อะ เดนท์ และ กลุ่มควบคุม

จากอิทธิพลของระยะเวลาพบว่าอัตราการยืดตัวของวัสดุเมื่อมีแรงดึงสูงสุดและเมื่อชิ้นทดสอบขาดออกจากกัน ของแต่ละกลุ่มมีความสัมพันธ์กันดังนี้

COE-SOFT™ มีค่าเพิ่มขึ้นตามระยะเวลา และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในทุกกลุ่มระยะเวลา

Dura Conditioner มีค่าเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาจนมีค่ามากที่สุดในกลุ่ม 2 สัปดาห์ จากนั้นลดลงในกลุ่ม 3 สัปดาห์ และ พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในทุกกลุ่มระยะเวลา

Trusoft™ มีค่าเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาจนมีค่ามากที่สุดในกลุ่ม 2 สัปดาห์ จากนั้นลดลงในกลุ่ม 3 สัปดาห์ และ พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในทุกกลุ่มระยะเวลา

Visco-gel มีค่าเพิ่มขึ้นตามระยะเวลา และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในทุกกลุ่มระยะเวลา

จากนั้นได้นำข้อมูลอัตราการยืดตัวของวัสดุเมื่อมีแรงดึงสูงสุดและเมื่อชิ้นทดสอบขาดออกจากกันในแต่ละสัปดาห์และในวันเริ่มต้นการทดลองมาวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวและเปรียบเทียบเชิงซ้อนได้ผลตามตารางที่ 4.3.14, 4.3.15, 4.3.19 และ 4.3.20 พบว่า อัตราการยืดตัวของวัสดุเมื่อมีแรงดึงสูงสุดในสัปดาห์แรก ของบางกลุ่มมีค่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับค่าในวันเริ่มต้นการทดลอง ประกอบด้วย COE-SOFT™ ในกลุ่มควบคุม และ คลีน อะ เดนท์ Dura Conditioner ในกุล่ม โพลิเดนท์ สเตอราเดนท์ และ คลีน อะ เดนท์ Trusoft™ ในกลุ่ม โพลิเดนท์ และ คลีน อะ เดนท์ ส่วน Visco-gel นั้นพบว่าทุกกลุ่มมีค่าที่มากกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับค่าในวันเริ่มต้นการทดลอง สำหรับกลุ่ม 2 และ 3 สัปดาห์นั้นมีอัตราการสยืดตัวเมื่อมีแรงดึงสูงสุดมีค่ามากกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับค่าในวันเริ่มต้นการทดลอง

เมื่อพิจารณาที่ค่าอัตราการยืดตัวของวัสดุเมื่อชิ้นทดสอบขาดออกจากกันพบว่าในสัปดาห์แรกพบว่ามีบางกลุ่มที่มีค่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับค่าในวันเริ่มต้นการทดลอง ประกอบด้วย COE-SOFT™ ในทุกกลุ่ม Dura Conditioer ในกลุ่ม โพลิเดนท์ สเตอราเดนท์ และ

คลีน อะ เดนท์ Trusoft™ ในกลุ่ม โพลิเดนท์ และ คลีน อะ เดนท์ Visco-gel ในกลุ่มควบคุม สเตอราเดนท์ และ คลีน อะ เดนท์ ในสัปดาห์ที่ 2 พบว่ามีบางกลุ่มที่มีค่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับค่าในวันเริ่มต้นการทดลองเช่นกันประกอบด้วย COE-SOFT™ ในกลุ่ม โพลิเดนท์ Viscogel ในกลุ่ม สเตอราเดนท์ สำหรับในสัปดาห์ที่ 3 พบว่าในทุกกลุ่มมีค่าที่มากกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญจากค่าในวันเริ่มต้นการทดลอง

นอกจากนี้ยังพบความแตกต่างของอัตราการยืดตัวของวัสดุเมื่อมีแรงดึงสูงสุดและเมื่อชิ้นทดสอบขาดออกจากกันในแต่ละสัปดาห์ที่เป็นผลจากน้ำยาทำความสะอาดฟันปลอมและน้ำประปา ได้นำผลการวิเคราะห์ดังกล่าวมาเป็นแนวทางในการจับคู่ระหว่างน้ำยาทำความสะอาดฟันปลอมกับวัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อที่น่าจะใช้ร่วมกันได้ ในระยะเวลาใช้งาน 1 ถึง 3 สัปดาห์ จากมุมมองของอัตราการยืดตัวของวัสดุเมื่อมีแรงดึงสูงสุดและเมื่อชิ้นทดสอบขาดออกจากกัน (ตารางที่ 5.3) โดยอาศัยหลักเกณฑ์ที่ว่าน้ำยาทำความสะอาดฟันปลอมนั้นต้องไม่ทำให้วัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อมีอัตราการยืดตัวเมื่อมีแรงดึงสูงสุดและเมื่อชิ้นทดสอบขาดออกจากกันน้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับกลุ่มควบคุมที่แช่วัสดุในน้ำประปาตลอดเวลา

ตารางที่ 5.3 แสดงน้ำยาทำความสะอาดฟันปลอมและวัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อ ที่น่าจะใช้ร่วมกันได้ในระยะเวลาใช้งานตั้งแต่ 1 ถึง 3 สัปดาห์ จากมุมมองของอัตราการยืดตัวของวัสดุเมื่อมีแรงดึงสูงสุดและเมื่อชิ้นทดสอบขาดออกจากกัน เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่แช่วัสดุในน้ำประปาตลอดเวลา

วัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อ	ระยะเวลา (สัปดาห์)	น้ำยาทำความสะอาดฟันปลอม		
		โพลิเดนท์	สเตอราเดนท์	คลีน อะ เดนท์
COE-SOFT™	1	✓	✓	✓
	2	✗	✓	✓
	3	✓	✓	✗
Dura Conditioner	1	✓	✗	✗
	2	✓	✓	✓
	3	✓	✓	✓
Trusoft™	1	✓	✓	✓
	2	✓	✗	✓
	3	✓	✗	✓
Visco-gel	1	✗	✗	✓
	2	✓	✗	✓
	3	✓	✓	✓

✓ = กลุ่มที่มีอัตราการยืดตัวเมื่อมีแรงดึงสูงสุดและเมื่อชิ้นทดสอบขาดออกจากกันที่มากกว่าหรือไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับกลุ่มควบคุมที่แช่วัสดุในน้ำประปาตลอดเวลา

✘= กลุ่มที่มีอัตราการยืดตัวเมื่อมีแรงดึงสูงสุดและเมื่อชิ้นทดสอบขาดออกจากกันที่น้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับกลุ่มควบคุมที่แช่วัสดุในน้ำประปาตลอดเวลา

จากผลการตอบสนองต่อแรงดึงของวัสดุที่กล่าวมาข้างต้นจะมองเห็นธรรมชาติประการหนึ่งของวัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อเมื่อรับแรงดึงคือ วัสดุสามารถยืดตัวเพิ่มขึ้นอีกเล็กน้อยก่อนที่ชิ้นทดสอบขาดออกจากกัน ภายหลังจากที่มีแรงดึงสูงสุด คาดว่าเกิดเนื่องจากเมื่อชิ้นทดสอบได้รับแรงดึงสูงสุดแล้วจะเกิดการขาดของสายโซ่โพลิเมอร์บางเส้น ซึ่งก่อให้เกิดรอยร้าวหรือรอยแตกของวัสดุที่อยู่ในแนวตั้งฉากกับแรงดึง ดังนั้นเมื่อยังคงดึงชิ้นทดสอบต่อไปเรื่อยๆรอยร้าวหรือรอยแตกนี้ก็จะค่อยๆขยายตัวออกไปจนกระทั่งชิ้นทดสอบขาดออกจากกัน ร่วมกับค่าแรงดึงที่ค่อยๆลดลงเนื่องจากแรงต้านการดึงของวัสดุนั้นมีค่าลดลง [60]

ได้นำข้อสรุปจากตารางที่ 5.1-5.3 มารวมเป็นตารางเดียวเพื่อง่ายต่อการพิจารณาภาพโดยรวม ของน้ำยาทำความสะอาดฟันปลอม และ วัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อที่น่าจะใช้ร่วมกันได้เมื่อเปรียบเทียบกับการแช่วัสดุในน้ำประปาตลอดเวลา ตามตารางที่ 5.4

ตารางที่ 5.4 แสดงน้ำยาทำความสะอาดฟันปลอมและวัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อ ที่น่าจะใช้ร่วมกันได้ในระยะเวลาใช้งานตั้งแต่ 1 ถึง 3 สัปดาห์ จากผลการทดสอบความแข็งผิว และ การตอบสนองต่อแรงดึง เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่แช่วัสดุในน้ำประปาตลอดเวลา

วัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อ	ระยะเวลา (สัปดาห์)	ความแข็งผิว			แรงดึงสูงสุด และ เมื่อชิ้นทดสอบขาดออกจากกัน			อัตราการยืดตัวของวัสดุเมื่อมีแรงดึงสูงสุด และ เมื่อชิ้นทดสอบขาดออกจากกัน		
		โพลิเดนท์	สเตอราเดนท์	คลีน อะเดนท์	โพลิเดนท์	สเตอราเดนท์	คลีน อะเดนท์	โพลิเดนท์	สเตอราเดนท์	คลีน อะเดนท์
COE-SOFT™	1	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	2	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✘	✓	✓
	3	✓	✘	✘	✓	✘	✓	✓	✓	✘
Dura Conditioner	1	✘	✘	✘	✓	✓	✓	✓	✘	✘
	2	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	3	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Trusoft™	1	✓	✓	✘	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	2	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✘	✓
	3	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✘	✓

Visco-gel	1	✖	✓	✓	✖	✓	✖	✖	✖	✓
	2	✖	✖	✖	✓	✓	✓	✓	✖	✓
	3	✓	✓	✓	✓	✓	✖	✓	✓	✓

✓ = น้ำยาทำความสะอาดฟันปลอม และ วัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อที่น่าจะใช้ร่วมกันได้

✖ = น้ำยาทำความสะอาดฟันปลอม และ วัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อที่ไม่น่าจะใช้ร่วมกัน

จากข้อมูลตามตารางที่ 5.4 เมื่อนำมาประกอบกับคุณสมบัติของวัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อที่เป็นที่ต้องการทางคลินิก โดยให้คะแนนเรียงลำดับความสำคัญจากมากไปน้อยดังนี้ ความแข็งผิว อัตราการยืดตัวของวัสดุเมื่อมีแรงดึงสูงสุดและเมื่อชิ้นทดสอบขาดออกจากกัน แรงดึงสูงสุดและแรงดึงเมื่อชิ้นทดสอบขาดออกจากกัน จึงได้แนวทางในการเลือกใช้น้ำยาทำความสะอาดฟันปลอมในผู้ป่วยที่ใช้วัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อ ตามตารางที่ 5.5

ตารางที่ 5.5 น้ำยาทำความสะอาดฟันปลอมที่ทำให้วัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อมีการเสื่อมสภาพน้อยที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับการแช่วัสดุในน้ำประปาตลอดเวลา ในระยะเวลาใช้งาน 1-3 สัปดาห์

วัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อ	ระยะเวลา (สัปดาห์)	น้ำยาทำความสะอาดฟันปลอม		
		โพลิเดนท์	สเตอราเดนท์	คลีน อะ เดนท์
COE-SOFT™	1	✓	✓	✓
	2	✖	✓	✓
	3	✓	✖	✖
Dura Conditioner	1	✓	✖	✖
	2	✓	✓	✓
	3	✓	✓	✓
Trusoft™	1	✓	✓	✖
	2	✓	✖	✓
	3	✓	✖	✓
Visco-gel	1	✖	✖	✓
	2	✓	✖	✓
	3	✓	✓	✖

✓ = น้ำยาทำความสะอาดฟันปลอม และ วัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อที่น่าจะใช้ร่วมกันได้

✖ = น้ำยาทำความสะอาดฟันปลอม และ วัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อที่ไม่น่าจะใช้ร่วมกัน

อย่างไรก็ตามความแตกต่างทางสถิติของคุณสมบัติทางกายภาพที่ศึกษาไม่ได้เป็นข้อบ่งชี้ว่าจะเกิดความแตกต่างทางคลินิกหรือไม่ นอกจากนี้ในทางคลินิกยังมีอีกหลายปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพของวัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อ เช่น ความหนาของวัสดุ แรงบดเคี้ยว อาหาร เครื่องดื่ม อนามัยช่องปาก ฯลฯ ดังนั้นผลการวิจัยนี้เป็นเพียงแต่แนวทางประกอบการตัดสินใจข้อหนึ่งเท่านั้น

สรุปผล

1. พบการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพของวัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อทั้งในกลุ่มควบคุมที่แช่วัสดุในน้ำประปาตลอดเวลา และ กลุ่มทดลองที่ทำความสะอาดด้วยน้ำยาทำความสะอาดฟันปลอม
2. วัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อที่ศึกษามีการเปลี่ยนสีในระยะเวลาศึกษา 3 สัปดาห์ อยู่ในระดับที่ยอมรับได้ในทางคลินิก
3. วัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อที่ศึกษามีค่าความแข็งผิวเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาโดยมีค่าสูงสุดในสัปดาห์ที่ 3
4. วัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อที่ศึกษามีค่าแรงดึงสูงสุด แรงดึงเมื่อชิ้นทดสอบขาดออกจากกัน อัตราการยืดตัวของวัสดุเมื่อมีแรงดึงสูงสุด และ อัตราการยืดตัวของวัสดุเมื่อชิ้นทดสอบขาดออกจากกัน ที่เพิ่มขึ้นจากวันเริ่มต้นการทดลองจนกระทั่งมีค่ามากที่สุดในสัปดาห์ที่ 1, 2 หรือ 3 ตามยี่ห้อของวัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อ จากนั้นจึงค่อยๆลดลง
5. วัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อสามารถยืดตัวต่อไปได้อีกเล็กน้อยจนกระทั่งชิ้นทดสอบขาดออกจากกัน ภายหลังจากที่มีแรงดึงสูงสุด
6. ในการศึกษานี้ไม่พบความเสียหายทางกายภาพอย่างรุนแรงของวัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อทั้ง 4 ยี่ห้อ เมื่อทำความสะอาดด้วยน้ำยาทำความสะอาดฟันปลอมทั้ง 3 ยี่ห้อ และเมื่อแช่วัสดุในน้ำประปาตลอดเวลา
7. ผลการศึกษานี้เป็นเพียงข้อมูลประกอบการตัดสินใจสำหรับทันตแพทย์ในการแนะนำผู้ป่วยในการเลือกใช้น้ำยาทำความสะอาดฟันปลอมที่เหมาะสมกับวัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อเท่านั้น

ข้อเสนอแนะ

ทันตแพทย์ควรแนะนำผู้ป่วยให้ทำความสะอาดฟันปลอมด้วยน้ำยาทำความสะอาดฟันปลอมตามวิธีการที่ระบุไว้ในฉลากสำหรับการติดคราบปกติเป็นประจำทุกวัน เมื่อได้ฉาบฐานฟันปลอมด้วยวัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อ แต่อย่างไรก็ตามเนื่องจากวัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อมีการเสื่อมคุณสมบัติทางกายภาพตามระยะเวลา ดังนั้นทันตแพทย์ควรนัดผู้ป่วยมาตรวจเช็คและเปลี่ยนวัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อในเวลาไม่เกิน 2-3 สัปดาห์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการอ้างอิง

1. Allison RT and Douglas WH. Micro- colonizination of the denture- fitting surface by *candida albicans*. J Dent (1973): 198-201.
2. Annual books of ASTM standards. American Society for Testing and materials. Designation D2240: standard test methods for rubber properties-Durometer hardness. Section 9. Philadelphia: American Society for Testing and Materials,1988
3. Braden M, and Causton BE. Tissue conditioners: II water immersion characteristic. J Dent Res 50 (1971): 1544-1547.
4. Braden M. Tissue conditioners: I. Composition and structure. J Dent Res 49 (1970): 145-148.
5. Braden M. Tissue conditioners: II. Rheologic properties. J Dent Res 49 (1970): 496-501.
6. Casey DM and Scheer EC. Surface treatment of temporary soft liner for increase longevity. J Prosthet Dent 69 (1993):318-324
7. Causton BE. Denture base polymers and liners. O'Brien WJ, Dental Materials: Properties and Selection, 172-173. Chicago: Quintessence Publishing Co, 1989
8. Chase WW. Complete Dentures: Tissue conditioning utilizing dynamic adaptive stress. J Prosthet Dent 11 (1961): 804-815.
9. Craig RG. Mechanical properties. Restorative Dental Materials, 65-106. Toronto: The C.V. Mosby Company, 1989
10. Craig RG. Optical, thermal ,and electric properties. Restorative Dental Materials, 39-60. Toronto: The C.V. Mosby Company, 1989
11. Craig RG. Prosthetic applications of polymers. Restorative Dental Materials, 509-555. Toronto: The C.V. Mosby Company, 1989
12. Davenport JC, Wilson HJ, and Basker RM. The compatibility of tissue conditioners with denture cleaners and chlorhexidine. J Dent 6 (1978): 239-246.
13. Demot B, Declercq M, and Rousseeuw P. Visco-elastic properties of four currently used tissue conditioners. J Oral Rehabil 11 (1984): 419-427

14. Duran RL, Powers JM, and Craig. Viscoelastic and dynamic properties of soft liners and tissue conditioners. J Dent Res 58 (1979):1801-1807

15. Ebewele RO. Polymer Science and Technology. New York: CRC Press LLC, 2000

16. Ellis B, Lamb DJ, and Al-Nakash S. Water sorption by soft liner. J Dent Res 56 (1977): 1526

17. Fan PL. Color and Appearance. O'Brien WJ, Dental Materials: Properties and Selection, 51-70. Chicago: Quintessence Publishing Co, 1989

18. Goll G, Smith DE, and Plein JB. The effect of denture cleansers on temporary soft liners. J Prosthet Dent 50 (1983): 466-472.

19. Graham BS, Jones DW, Sutow EJ. Clinical implications of resilient denture lining material research. Part II: Gelation and flow properties of tissue conditioners. J Prosthet Dent 65 (1991) : 413-418.

20. Graham BS, Jones DW, Thomson JP, and Johnson JA. Clinical compliance of two recilient denture liners. J Oral Rehabil 17 (1990): 157-163

21. Gronet PM, Driscoll CF, and Hondrum SO. Reciliency of surface-sealed temporary soft denture liners. J Prosthet Dent 77(1997): 370-374

22. Gruber LG, Lucatorto FM, and Molnar LJ. Fungus growth on tissue conditioners and soft drnture liners. J Am Dent Assoc 73 (1966): 641-643.

23. Harrison A, Basker MR, Smith IS. The compatibility of temporary soft materials with immersion denture cleanser. Int J Prosthodont 2 (1989): 254-258.

24. Hopkins R. The way to do it:The immediate denture. Br Dent J 147 (1979): 71-72.

25. International Organization for Standardization 10139-1. Dentistry-Resilient lining materials for removable denture-Part 1: Short-term materials. 1st ed. Geneva, Switzerland: ISO, 1991.

26. International Organization for Standardization no.37. Rubber, vulcanized or thermoplastic-Determination of tensile stress-strain properties. 3rd edition. Geneva, Switzerland: ISO, 1994.

27. Jagger DC and Harrison A. Denture cleansing: The best approach. Br Dent J 10 (1995): 413-417

28. Jepson NJA, McCabe JF, and Storer R. Age changes in the viscoelasticity of a temporary soft lining material. J Dent 21 (1993): 244-247.

29. Jepson NJA, McGill JT, and McCabe JF. Influence of dietary simulating solvents on the viscoelasticity of temporary soft lining materials. J Prosthet Dent 83 (2000): 25-31.

30. Jones DW, Hall GC, Sutow EJ, Langman MF, and Robertson KN. Chemical and molecular weight analyses of prosthodontic soft polymers. J Dent Res 70 (1991): 874-878.

31. Jones DW, Sutow EJ, Graham BS, Milne EL, and Johnston DE. Influence of plasticizer on soft polymer gelation. J Dent Res 65 (1986): 634-642.

32. Jones DW, Sutow EJ, HallGC, Tobin WM, and Graham BS. Dental soft polymers: plasticizer composition and leachability. Dent Mater 4 (1988): 1-7.

33. Klingler SM and Lord JL. Effect of common agents on intermediary temporary soft reline materials. J Prosthet Dent 30 (1973): 749-755.

34. 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.

35. Mahonen K, Virtanen K, and Larmas M. The effect of prosthesis disinfection on salivary microbial levels. J Oral Rehabil 25 (1998): 304-310.

36. Mc Cabe JF. Denture lining materials. Applied Dental Materials, 97-103. London: Oxford Blockwell Scientific Publications, 1990

37. Mc Cabe JF. Properties used to characterized materials. Applied Dental Materials, 13-18. London: Oxford Blockwell Scientific Publications, 1990

38. Mc Cabe JF. Synthetic polymers. Applied Dental Materials, 78-86. London: Oxford Blockwell Scientific Publications, 1990

39. Moore TC, Smith DE, and Kenny GE. Sanitization of dentures by several denture hygiene methods. J Prosthet Dent 52 (1984): 158-163.

40. Murata H, Hamada T, Djulaeha E, and Nikawa H. Rheology of tissue conditioners. J Prosthet Dent 79 (1998): 188-199.

41. Murata H, Hamada T, Taguchi N, Shigeto N, and Nikawa H. Viscoelastic properties of tissue conditioners-influenze of molecular weight of polymer powders and powder/liquid ratio and the clinical implication. J Oral Rehabil 25 (1998): 621-629.

42. Murata H, Iwanaga H, Shigeto N, and Hamada T. Initial flow of tissue conditioners-influence of composition and structure on gelation. J Oral Rehabil 20 (1993): 177-187.

43. Murata H, McCabe JF, Jepson NJ, and Hamada T. The influence of immerson solutions on the viscoelasticity of temporary soft lining materials. Dent Mater 12 (1996): 19-24.

44. Murata H, Murakami S, Shigeto N, and Hamada T. Initial flow of tissue conditioner-influence of ethyl alcohol content and type of plasticizer . J Oral Rehabil 21 (1994): 145-156.

45. Murata H, Shigeto N, and Hamada T. Viscoelastic properties of tissue conditioners-stress relaxation test using Maxwell model analogy. J Oral Rehabil 17 (1990): 365-375.

46. Neill DJ. A study of materials and methods employed in cleaning dentures. Br Dent J 6 (1968):107-115.

47. Newsome PRH, Basker RM, Bergman B, and Glantz P. The softness and initial flow of temporary soft lining materials. Acta Odontol Scand 46 (1988): 9-17

48. Niell DC. Astudy of materials and methods employed in cleaning dentures. Br Dent J 124 (1969): 107-115

49. Nikawa H, Iwanag a H, Hamada T, and Yuhta S. Effect of denture cleansers on direct soft denture lining materials. J Prosthet Dent 72 (1994): 657-662.

50. Nikawa H, Iwanaga H, Kameda M, and Hamada T. In vitro evaluation of *Candida albicans* adherence to soft denture-lining materials. J Prosthet Dent 68 (1992): 804-808.

51. Nikawa H, Yamamoto T, and Hamada T. Effect of components of resilient denture-lining materials on the growth, acid production and colonization of *Candida albicans*. J Oral Rehabil 22 (1995): 817-824.

52. Nikawa H, Yamamoto T, Hayashi S, Nikawa Y, and Hamada T. Growth and/or acid production of *Candida albicans* on soft lining materials in vitro. J Oral Rehabil 21 (1994): 585-594.

53. Nimeroff L. Colorimetry, monograph no. 104. Washington, DC: National Bureau of Standards, 1968

54. Pound E. Conditioning of denture patients. J Am Dent Assoc 64 (1962): 462-468.

55. Razek MKA and Mohamed ZM. Influenze of tissue conditioning materials on the oral bacteriologic status of complete denture wearers. J Prosthet Dent 44 (1980) 137-140

56. Smith DC. The dental practitioner and dental record. Dental Practit 17 (1966): 39-43

57. Tassarotti B. A clinical and histologic evaluation of a conditioning material. J Prosthet Dent 28 (1972): 13-18.

58. Thomus CJ and Nutt GM. The in vitro fungicidal properties of viscogel, alone and combined with nystatin and amphotericin B. J Oral Rehabil 5 (1978): 167-171

59. Ünlú A, Altay OT, and Satimali. The rule of denture cleansers on the whitening of acrylic resin. Int J Prosthodont 9 (1996): 266-270

60. Van Krevelen DW. Mechanical behaviour and failure. Properties of Polymers, 695-723. Netherlands: Elsevier Science B.V., 1990

61. Wilson HJ and Tomlin HR. Soft lining materials: Some relevant properties and their determination. J Prosthet Dent 21 (1969): 244-250

62. Wright PS. The effect of soft lining materials on the growth of *candida albicans*. J Dent 8 (1980): 144-150

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาว พนารัตน์ ขอดแก้ว เป็นบุตรของ นาย ธีระพงษ์ และ นาง ศรีนวล ขอดแก้ว เกิดเมื่อวันที่ 16 กันยายน 2514 ที่จังหวัดเชียงใหม่ เรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ที่โรงเรียนสิริมังคลานุสรณ์ เชียงใหม่ จากนั้นย้ายไปเรียนที่โรงเรียนดาราวิทยาลัย เชียงใหม่ จนจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จึงได้เรียนต่อในระดับอุดมศึกษาที่ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เมื่อจบการศึกษาแล้วได้เข้ารับราชการเป็นอาจารย์ที่ ภาควิชาทันตกรรมประดิษฐ์ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ทำงานมาเป็นเวลา 4 ปี จึงได้ลาศึกษาต่อในหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาทันตกรรมประดิษฐ์ คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ขณะนี้เรียนอยู่ในชั้นปีที่ 3

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย