

ความเหน็ดและเวลาติดอยู่ของกาวยึดฟันปลอมชนิดต่างๆต่อการติดอยู่ของฐานฟันปลอม



นางสาว ปณิตา ฤทธาภรณ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต


สาขาวิชาทันตกรรมประดิษฐ์ ภาควิชาทันตกรรมประดิษฐ์

คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2549

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

VISCOSITY AND HOLDING TIME OF VARIOUS DENTURE ADHESIVES ON RETENTION OF
DENTURE BASE



Miss Panita Ritthaporn

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

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

Department of Prosthodontics

Faculty of Dentistry

Chulalongkorn University

Academic Year 2006

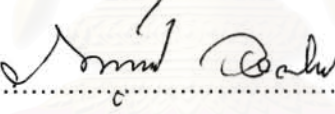
Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ความเหน็ดและเวลาติดอยู่ของกาวยืดพื่นปลอมชนิดต่างๆต่อการติดอยู่ ของฐานฟันปลอม
โดย	นางสาว ปณิตา ฤทธาภรณ์
สาขาวิชา	ทันตกรรมประดิษฐ์
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ทันตแพทย์ ดร. ปิยวัฒน์ พันธุ์โกศล
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	รองศาสตราจารย์ ชัยรัตน์ วิวัฒน์วรพันธ์


คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยรับนี้เป็น
ส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบัณฑิต


..... คณะบดีคณะทันตแพทยศาสตร์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทันตแพทย์หญิง จุติมา ภูศิริ)

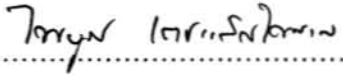
คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


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


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


..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(รองศาสตราจารย์ ชัยรัตน์ วิวัฒน์วรพันธ์)


..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทันตแพทย์หญิง ดร. ประมมภ์ ชาลิม)


..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทันตแพทย์ ดร. ไพบูลย์ เตชะเลิศไพศาล)

ปณิธา ฤทธาภรณ์ : ความหนืดและเวลาติดอยู่ของกาวยึดฟันเทียมชนิดต่างๆต่อการติดอยู่ของ
ฐานฟันเทียม (VISCOSITY AND HOLDING TIME OF VARIOUS DENTURE
ADHESIVES ON RETENTION OF DENTURE BASE.) อ.ที่ปรึกษา : รศ. ทพ. ดร. ปิยวัฒน์
พันธุ์โกศล , อ.ที่ปรึกษาร่วม : รศ. ชัยรัตน์ วิวัฒน์วรพันธ์ , 161 หน้า

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของความหนืดและระยะเวลาที่มีต่อค่าแรงยึดติดของ
กาวยึดฟันเทียมชนิดต่างๆ โดยทำการศึกษาใน 17 กลุ่มการทดลอง คือ กลุ่มที่ไม่ใช้กาวยึดฟันเทียม, กาว
ยึดฟันเทียมชนิดเจลที่ทดลองผลิตขึ้นเอง 12 ชนิด และกาวยึดฟันเทียมที่มีขายในท้องตลาด 4 ชนิด (ชนิด
เพลส 2 ชนิด คือ พอลิเดนท์ และบอเนพัส, ชนิดผง 2 ชนิด คือ เดนสเดท และเดนทิฟิก) อาสาสมัครใน
การศึกษานี้มีจำนวน 5 คน การทดลองแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ส่วนแรก คือ การวัดความหนืดของกาวด้วย
เครื่อง Paar Physica MC I ด้วยหัว Z4 อัตราการให้แรงเฉือน (Shear rate) 100 รอบต่อวินาที ที่อุณหภูมิ 37
องศาเซลเซียส ผลการศึกษาพบว่ากาวยึดฟันเทียมที่ทดลองผลิตขึ้นเองแต่ละชนิดมีค่าความหนืดแปรผัน
ตรงกับความเข้มข้น ส่วนที่สอง คือ ในการวัดค่าแรงยึดติดที่เวลา 0, 30, 60 และ 120 นาที โดยวัดซ้ำ 3
ครั้ง นำค่าที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติ ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว ที่ระดับความ
เชื่อมั่นร้อยละ 95 พบว่าค่าแรงยึดติดที่เวลาเริ่มต้นของกาวยึดฟันเทียมชนิดเจลที่เป็นสารตั้งต้นชนิด
เดียวกันแต่มีค่าความหนืดต่างกันจะมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติยกเว้นกลุ่มคาร์บอพอล
นอกจากนี้กาวยึดฟันเทียมที่ทดลองผลิตขึ้นเองและเดนสเดท ที่เวลาเริ่มต้นค่าแรงยึดติดมีค่าสูงแต่เมื่อเวลา
ผ่านไปค่าแรงยึดติดจะลดลง ในขณะที่กาวยึดฟันเทียมชนิดเพลสทั้งสองชนิด มีค่าแรงยึดติดที่เวลา
เริ่มต้นต่ำแต่เมื่อเวลาผ่านไปค่าแรงยึดติดเพิ่มสูงขึ้น ส่วนเดนทิฟิก ค่าแรงยึดติดที่ระยะเวลาต่างๆไม่
แตกต่างกันมากนัก สรุปได้ว่า ความหนืดมีผลต่อค่าแรงยึดติด และเวลามีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าแรง
ยึดติดของกาวยึดฟันเทียม

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา.....ทันตกรรมประดิษฐ์.....
สาขาวิชา.....ทันตกรรมประดิษฐ์.....
ปีการศึกษา...2549.....

ลายมือชื่อนิสิต.....ปณิธา ฤทธาภรณ์.....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....ศ. ชัยรัตน์.....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....ศ. ปิยวัฒน์.....

4776114232 : MAJOR PROSTHODONTICS DENTISTRY

KEY WORD : DENTURE ADHESIVE / VISCOSITY / HOLDING TIME/ RETENTION

PANITA RITTHAPORN : VISCOSITY AND HOLDING TIME OF VARIOUS DENTURE
ADHESIVES ON RETENTION OF DENTURE BASE. THESIS ADVISOR :
ASSOC.PROF. PIYAWAT PHANKOSOL, Ph.D. THESIS COADVISOR :
ASST.PROF. CHAIRAT VIWATVORAPUN 161 pp.

The purpose of this research was to study the effect of viscosity and holding time on retentive force of denture adhesives. The research was carrying on 17 test groups as follows: no denture adhesive, 12 kinds of custom made adhesive gels and 4 kinds of commercially available denture adhesives. (2 pastes were Polident and BonyPlus, 2 powders were Denstet and Dentfix) In 5 volunteers, the experimental was divided into 2 parts. The first part was to measure viscosity by using Paar Physica MC I Head Z4 at shear rate of 100 rounds per second at temperature of 37 °C. The results showed that the viscosity of the custom made denture adhesive correspond to the concentration. The second part was to measure retentive forces at the holding of time 0, 30, 60 and 120 mins. Each substance was tested repeatedly for 3 times and the data were analyzed using One-way ANOVA ($P < 0.05$). The retentive forces of all adhesive gels from the same gel former with different viscosity showed statistic difference except Carbopal groups. The retentive forces from all adhesive gels and Denstet were highest initially and decreased when the time went by. While the retentive forces from the adhesive pastes were low initially and increased when the time went by. For Dentfix case, the retention forces in various holding time were not different. In conclusion, the viscosity and holding time did affect the retention of denture base.

Department.....Prosthodontics.....

Field of study....Prosthodontics.....

Academic year...2006.....

Student's signature.....*ปณิศา ฤทธิพิศ*.....

Advisor's signature.....*ปิยวาท พันธ์กอสอล*.....

Co-advisor's signature.....*ไชรัตน์ วิวัฒน์วรปุณ*.....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ ด้วยคำแนะนำและความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของ รองศาสตราจารย์ ทันตแพทย์ ดร. ปิยวัฒน์ พันธุ์โกศล ผู้เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ รองศาสตราจารย์ ชัยรัตน์ วิวัฒน์วรพันธ์ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาร่วม รวมทั้ง รองศาสตราจารย์ ทันตแพทย์ ภาณุพงศ์ วงศ์ไทย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทันตแพทย์ ดร. ปราบรมภ์ ซาลิมี่ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทันตแพทย์ ดร. ไพบูลย์ เตชะเลิศไพศาล ที่กรุณาสละเวลาตรวจสอบวิทยานิพนธ์และให้คำแนะนำอันมีค่าเพื่อปรับปรุงเนื้อหาวิทยานิพนธ์ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น จึงขอกราบขอบพระคุณอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ไพพรรณ พิทยานนท์ ที่ได้ให้ความรู้และคำปรึกษา ทางด้านสถิติในการวิจัย ขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทันตแพทย์หญิงพนารัตน์ ขอดแก้ว ที่ให้คำแนะนำและให้คำปรึกษาด้วยดีเสมอมา และเหนือสิ่งอื่นใดขอขอบคุณนิสิตทันตแพทย์ วรฤทัย จูติรุ่งเรือง, ณิชฐา นครชัย, นพวรรณ อดุลยพิเชษฐกุล, สาวินี วงศ์รุ่งโรจน์กิจ และ อธิรุฒิ ตั้งเสถียรอาสาสมัครซึ่งเป็นบุคคลที่สำคัญยิ่งต่อความสำเร็จของงานวิจัยนี้ ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ทุกท่านใน ศูนย์วิจัยทันตวัสดุศาสตร์ ศูนย์วิจัยชีววิทยาช่องปาก ที่ได้ให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกในการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้ ตลอดจนผู้ที่มีส่วนช่วยเหลือทุกท่านที่ได้กล่าวไว้ในที่นี้

สุดท้ายขอกราบขอบพระคุณทุกคนในครอบครัวที่ช่วยเหลือและเป็นกำลังใจให้เสมอมา

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญรูป.....	ฎ
สารบัญตาราง.....	ฐ
บทที่	
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
คำถามงานวิจัย.....	2
สมมติฐานทางสถิติ.....	2
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	3
รูปแบบของการวิจัย.....	3
ข้อจำกัดของการวิจัย.....	3
วิธีควบคุมข้อจำกัดในการวิจัย.....	4
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	5
การเสนอขอรับการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์.....	5
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	6
การติดอยู่ของฟันเทียมในช่องปาก.....	6
การยึดฟันเทียม.....	8
ส่วนประกอบของกาวยึดฟันเทียม.....	9
รูปแบบผลิตภัณฑ์ยาที่ใช้สำหรับผิวหนัง.....	9
การแบ่งประเภทของกาวยึดฟันเทียมตามลักษณะของผลิตภัณฑ์.....	10
การแบ่งประเภทของกาวยึดฟันเทียมตามสารที่ให้คุณสมบัติในการยึดติด.....	11
กลไกการทำงานของกาวยึดฟันเทียม.....	13

ประโยชน์ของกาวยึดฟันเทียม.....	14
ข้อพึงระวังหากใช้กาวยึดฟันเทียมอย่างไม่ถูกวิธี.....	15
ข้อบ่งใช้สำหรับกาวยึดฟันเทียม.....	16
ข้อห้ามใช้ของกาวยึดฟันเทียม.....	17
ทัศนคติของผู้ใช้ฟันเทียมชนิดถอดได้.....	18
วิธีใช้กาวยึดฟันเทียมอย่างถูกต้อง.....	19
คุณสมบัติของกาวยึดฟันเทียมในอุดมคติ.....	20
กาวยึดฟันเทียมชนิดเจล.....	21
คอลลอยด์.....	21
สารก่อเจล.....	22
1. พอลิแซคคาไรด์กัมที่ได้จากธรรมชาติ.....	23
1.1 ทรากาแคนท์.....	23
1.2 กัวกัม.....	24
2. พอลิแซคคาไรด์กัมที่ได้จากการดัดแปลงสารที่มีอยู่ตามธรรมชาติ.....	25
2.1 คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส.....	25
3. พอลิแซคคาไรด์กัมที่ได้จากการสังเคราะห์.....	26
3.1 คาร์บอพอล.....	26
คุณสมบัติวิทยาการกระแส.....	27
การแบ่งลักษณะของสารตามพฤติกรรมต่ออัตราความเค้นที่เพิ่มขึ้น.....	28
การแบ่งลักษณะของสารตามพฤติกรรมต่อเวลาที่ผ่าน.....	30
คุณสมบัติวิทยาการกระแสที่เหมาะสมสำหรับการเป็นกาวยึดฟันเทียม.....	30
เครื่องมือที่ใช้สำหรับวัดความหนืด.....	31
การวัดแรงยึดติดในมนุษย์.....	32
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย.....	36
วัสดุและอุปกรณ์ในการวิจัย.....	36
วิธีการทดลอง.....	39
1. การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง.....	39
2. วิธีการวัดขนาดและรูปร่างของเพดานปาก.....	39
3. การเตรียมสารสำหรับการทดสอบ.....	41
3.1 วิธีการเตรียมการชนิดเจล.....	42

3.2 การบรรจุกาวยึดฟันเทียมสำหรับการทดสอบ.....	45
3.3 การวัดความหนืด.....	46
4. การเตรียมแผ่นด้านเพดานปาก.....	47
4.1 การเตรียมชิ้นหล่อ.....	47
4.2 วิธีการกำหนดขอบเขตของแบบซี่ฝัง.....	49
4.3 การหาขนาดพื้นที่ผิวด้านที่สัมผัสกับเพดานปากของแผ่นด้านเพดานปาก.....	49
5. เครื่องมือวัดค่าแรงยึดติด.....	51
5.1 ส่วนประกอบของเครื่องวัดแรงดึง.....	52
5.2 การเตรียมส่วนรองรับฟันบนสำหรับอาสาสมัครแต่ละคนของเครื่องมือวัด.....	53
5.3 วิธีการตั้งค่าเครื่องวัดแรงดึง.....	53
6. การวัดแรงยึดติด.....	54
6.1 การแบ่งกลุ่มสำหรับการทดสอบ.....	54
6.2 วิธีการทดสอบ.....	54
6.3 การตรวจสอบและทำความสะอาดแผ่นด้านเพดานปาก.....	56
6.4 การกำจัดกาวยึดฟันเทียมที่ตกค้างออกจากบริเวณเพดานปากของอาสาสมัคร.....	56
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	56
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	57
1. ข้อมูลของอาสาสมัคร.....	57
2. ผลการวัดค่าความหนืดของกาวยึดฟันเทียมที่ใช้ในการทดสอบ.....	58
3. ผลการวัดค่าแรงยึดติดของกาวยึดฟันเทียมที่ใช้ในการทดสอบ.....	59
ค่าแรงยึดติด ณ เวลาต่างๆ.....	59
ผลของความหนืดต่อค่าแรงยึดติดของกาวยึดฟันเทียมแต่ละชนิด.....	63
ผลของเวลาต่อค่าแรงยึดติดของกาวยึดฟันเทียมชนิดต่างๆ.....	64
บทที่ 5 อภิปรายผล สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ.....	71
อภิปรายผลการวิจัย.....	71
ผลของความหนืดต่อค่าแรงยึดติดของกาวยึดฟันเทียมแต่ละชนิด.....	72
ผลของเวลาต่อค่าแรงยึดติดของกาวยึดฟันเทียมชนิดต่างๆ.....	74
ระยะเวลาที่ให้แรงยึดติดสูงสุดของกาวยึดฟันเทียมแต่ละชนิด.....	78
ลักษณะของกาวยึดฟันเทียมแต่ละชนิด.....	79
ข้อจำกัดในการคัดเลือกอาสาสมัครเข้าร่วมงานวิจัย.....	81

การควบคุมมาตรฐานการผลิตและการใช้งานกายืดพื้นเทียม.....	81
ข้อเสนอแนะในการใช้เครื่องมือ.....	82
ข้อจำกัดของการวิจัย.....	83
ข้อเสนอแนะ.....	83
การนำไปใช้ในทางคลินิก.....	84
บทที่ 6 บทสรุป.....	85
รายการอ้างอิง.....	86
ภาคผนวก.....	92
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	143



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 1 ตัวอย่างตำแหน่งในการทากาวยึดฟันเทียมชนิดพอลิเดนท์.....	19
รูปที่ 2 แสดงสูตรโครงสร้างขององค์ประกอบสารทากาแคนท์.....	23
รูปที่ 3 แสดงสูตรโครงสร้างสารแก้วกัม.....	24
รูปที่ 4 แสดงสูตรโครงสร้างสารคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส.....	25
รูปที่ 5 แสดงสูตรโครงสร้างสารคาร์บอพล.....	26
รูปที่ 6 ความเนียนของของไหลจากการไหลในท่อ.....	27
รูปที่ 7 การเสียรูปที่เกิดจากความเนียน.....	28
รูปที่ 8 แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนืดกับอัตราความเนียน.....	29
รูปที่ 9 แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนืดกับเวลา.....	29
รูปที่ 10 แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเครียดเฉือนและอัตราเฉือน.....	30
รูปที่ 11 แสดงลักษณะของเครื่องวัดความหนืดแบบหลอดรูเล็ก.....	31
รูปที่ 12 ซ้ายแสดงลักษณะของเครื่องวัดความหนืดแบบคูเอต ขวาแสดงลักษณะของเครื่องวัดความ หนืดแบบจานและกรวย.....	32
รูปที่ 13 ซ้ายแสดงวิธีการวัดแรงยึดติดของ Ghani ขวาแสดงวิธีการวัดแรงยึดติดของ Kikuchi	33
รูปที่ 14 ซ้ายแสดงวิธีการวัดแรงยึดติดของ Ghani ขวาแสดงวิธีการวัดแรงยึดติดของ Ozcan.....	35
รูปที่ 15 แสดงแนวในการตัดชิ้นหล่อ.....	39
รูปที่ 16 แสดงการตัดชิ้นหล่อ.....	39
รูปที่ 17 แสดงตำแหน่งในการวัด.....	40
รูปที่ 18 สารที่ใช้ในการทดสอบ.....	42
รูปที่ 19 กาวยึดฟันเทียมที่ใช้ในการทดสอบ.....	42
รูปที่ 20 แสดงวิธีการเตรียมกาวยึดฟันเทียมที่ทดลองผลิตขึ้นเอง.....	43
รูปที่ 21 แสดงวิธีการปรับค่า pH ของคาร์บอพลด้วยไฮเดียมไฮดรอกไซด์.....	44
รูปที่ 22 แสดงกาวยึดฟันเทียมที่เตรียมเสร็จแล้ว.....	45
รูปที่ 23 ซ้าย แสดงเครื่องวัดความหนืด Paar Physica MC 1 ขวา แสดงวิธีการวัดความหนืดด้วย เครื่อง Paar Physica MC 1	46

รูปที่ 24 แสดงขั้นตอนการเตรียมแผ่นด้านเพดานปาก.....	48
รูปที่ 25 แสดงขอบเขตของแผ่นซีฟิ่งบนชิ้นหล่อ.....	49
รูปที่ 26 แสดงตัวอย่างของแผ่นอลูมิเนียมฟอยล์ที่ใช้ในการหาขนาดพื้นที่.....	49
รูปที่ 27 แสดงวิธีการเตรียมแผ่นด้านเพดานปาก.....	50
รูปที่ 28 แสดงส่วนประกอบของเครื่องวัดแรงดึง.....	52
รูปที่ 29 แสดงเครื่องวัดแรงดึง.....	52
รูปที่ 30 แสดงส่วนรองรับฟันบนที่เตรียมเสร็จเรียบร้อยแล้ว.....	53
รูปที่ 31 แสดงวิธีการทากาวยึดฟันเทียมที่ทดลองผลิตขึ้นเอง.....	55
รูปที่ 32 แสดงวิธีการทากาวยึดฟันเทียมชนิดเพสที่มีขายในท้องตลาด.....	55
รูปที่ 33 แสดงวิธีการโรยกาวยึดฟันเทียมแบบผง.....	55
รูปที่ 34 แสดงวิธีการวัดด้วยเครื่องวัดแรงดึง.....	56
รูปที่ 35 แสดงวิธีการตรวจสอบและทำความสะอาดแผ่นด้านเพดานปาก.....	56
รูปที่ 36 แสดงตำแหน่งในการวัดแบบจำลอง โดย A คือ ความกว้าง และ B คือ ความลึก.....	57
แผนภูมิที่ 1 แสดงค่าแรงยึดติดของกาวยึดฟันเทียมชนิดเพสที่เวลาต่างๆ.....	60
แผนภูมิที่ 2 แสดงค่าแรงยึดติดของกาวยึดฟันเทียมชนิดผงที่เวลาต่างๆ.....	60
แผนภูมิที่ 3 แสดงค่าแรงยึดติดของกาวยึดฟันเทียมชนิดเจลที่เวลาต่างๆเปรียบเทียบกับเมื่อไม่ใช้ กาวยึดฟันเทียม.....	61
แผนภูมิที่ 4 แสดงค่าแรงยึดติดที่เวลาเริ่มต้นของกาวยึดฟันเทียมชนิดเจล.....	63
แผนภูมิที่ 5 แสดงค่าแรงยึดติดของแผ่นด้านเพดานปากในแต่ละช่วงเวลา.....	64
แผนภูมิที่ 6 แสดงค่าแรงยึดติดของทรากาแคนทีในแต่ละช่วงเวลา.....	65
แผนภูมิที่ 7 แสดงค่าแรงยึดติดของกัวกัมในแต่ละช่วงเวลา.....	66
แผนภูมิที่ 8 แสดงค่าแรงยึดติดของคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสในแต่ละช่วงเวลา.....	67
แผนภูมิที่ 9 แสดงค่าแรงยึดติดของนิวทรัลไรซ์คาร์บอกพอลในแต่ละช่วงเวลา.....	68
แผนภูมิที่ 10 แสดงค่าแรงยึดติดของกาวยึดฟันเทียมชนิดเพสในแต่ละช่วงเวลา.....	69
แผนภูมิที่ 11 แสดงค่าแรงยึดติดของกาวยึดฟันเทียมชนิดผงในแต่ละช่วงเวลา.....	70

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 แสดงส่วนประกอบของกาวยึดฟันเทียมที่มีขายในท้องตลาด	12
ตารางที่ 2 แสดงความเข้มข้นของกาวยึดฟันเทียมที่เตรียมขึ้นจากสารตั้งต้นทั้ง 4 ชนิด.....	41
ตารางที่ 3 แสดงกลุ่มที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้	54
ตารางที่ 4 แสดงข้อมูลของอาสาสมัครแต่ละคน.....	57
ตารางที่ 5 แสดงค่าเฉลี่ยของความหนืดและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกาวยึดฟันเทียม 14 ชนิด.....	58
ตารางที่ 6 แสดงค่าเฉลี่ยของแรงยึดติดและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกาวยึดฟันเทียม.....	59
ตารางที่ 7 แสดงการจัดกลุ่มของกาวยึดฟันเทียมชนิดเจล.....	62
ตารางที่ 8 แสดงส่วนประกอบของกาวยึดฟันเทียมที่มีขายในท้องตลาดที่ใช้ในการทดลองนี้.....	75
ตารางที่ 9 แสดงระยะเวลาในการใช้งานของกาวยึดฟันเทียมแต่ละประเภท.....	78
ตารางที่ 10 แสดงลักษณะของกาวยึดฟันเทียมแต่ละประเภท.....	79
ตารางที่ 11 แสดงค่าความหนืดกาวยึดฟันเทียมชนิดเจลและเพส 14 ชนิด หน่วยเป็น cP.....	98
ตารางที่ 12 แสดงค่าแรงยึดติดของกลุ่มที่ไม่ใช้กาวยึดฟันเทียม หน่วยเป็น นิวตัน.....	99
ตารางที่ 13 แสดงค่าแรงยึดติดของกลุ่มทรากาแคนท์ หน่วยเป็น นิวตัน.....	100
ตารางที่ 14 แสดงค่าแรงยึดติดของกลุ่มแก้วกัม หน่วยเป็น นิวตัน.....	100
ตารางที่ 15 แสดงค่าแรงยึดติดของกลุ่มคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส หน่วยเป็น นิวตัน.....	101
ตารางที่ 16 แสดงค่าแรงยึดติดของกลุ่มนิวทรัลไรซ์คาร์บอพล หน่วยเป็น นิวตัน.....	101
ตารางที่ 17 แสดงค่าแรงยึดติดของกาวยึดฟันเทียมชนิดเพส หน่วยเป็น นิวตัน.....	102
ตารางที่ 18 แสดงค่าแรงยึดติดของกาวยึดฟันเทียมชนิดผงกลุ่ม หน่วยเป็น นิวตัน.....	102
ตารางที่ 19 แสดงสถิติพื้นฐานรวมของค่าแรงยึดติด.....	103
ตารางที่ 20 แสดงการวิเคราะห์การแจกแจง (การกระจาย) ของความหนืด.....	106
ตารางที่ 21 แสดงการวิเคราะห์การแจกแจง (การกระจาย) ของค่าแรงยึดติด.....	108
ตารางที่ 22 แสดงการวิเคราะห์การแจกแจง (การกระจาย) ของค่าแรงยึดติดของกลุ่มที่ไม่ใช้กาวยึดฟัน เทียม	117
ตารางที่ 23 แสดงการทดสอบความเหมือนของความแปรปรวน (Homogeneity of Variances) ของ ความหนืด โดยใช้การทดสอบแบบเลอวี้น (Levene's Test) ของทรากาแคนท์.....	118
ตารางที่ 24 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One-Way ANOVA) ของความ หนืดของทรากาแคนท์.....	118

ตารางที่ 25 แสดงการเปรียบเทียบเชิงซ้อนของความหนืดของทราคาแคนท์.....	118
ตารางที่ 26 แสดงการทดสอบความเหมือนของความแปรปรวนของความหนืด โดยใช้การทดสอบแบบ เลขวีนของกัวกัม.....	119
ตารางที่ 27 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวของความหนืดของ กัวกัม.....	119
ตารางที่ 28 แสดงการเปรียบเทียบเชิงซ้อนของความหนืดของกัวกัม.....	119
ตารางที่ 29 แสดงการทดสอบความเหมือนของความแปรปรวนของความหนืด โดยใช้การทดสอบแบบ เลขวีนของคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส.....	120
ตารางที่ 30 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวของความหนืดของคาร์บอกซีเมทิล เซลลูโลส.....	120
ตารางที่ 31 แสดงการเปรียบเทียบเชิงซ้อนของความหนืดของคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส.....	120
ตารางที่ 32 แสดงการทดสอบความเหมือนของความแปรปรวนของความหนืด โดยใช้การทดสอบแบบ เลขวีนของนิวทรัลไรซ์คาร์บอพล.....	121
ตารางที่ 33 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวของความหนืดของนิวทรัลไรซ์คาร์ บอพล.....	121
ตารางที่ 34 แสดงการเปรียบเทียบเชิงซ้อนของความหนืดของนิวทรัลไรซ์คาร์บอพล.....	121
ตารางที่ 35 แสดงการทดสอบความเหมือนของความแปรปรวนของค่าแรงยึดติดที่เวลาเริ่มต้น โดยใช้ การทดสอบแบบเลขวีนของทราคาแคนท์.....	122
ตารางที่ 36 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวของค่าแรงยึดติดที่เวลาเริ่มต้นของ ทราคาแคนท์.....	122
ตารางที่ 37 แสดงการเปรียบเทียบเชิงซ้อนของค่าแรงยึดติดที่เวลาเริ่มต้นของทราคาแคนท์.....	122
ตารางที่ 38 แสดงการทดสอบความเหมือนของความแปรปรวนของค่าแรงยึดติดที่เวลาเริ่มต้น โดยใช้ การทดสอบแบบเลขวีน (Levene's Test) ของกัวกัม.....	123
ตารางที่ 39 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวของค่าแรงยึดติดที่เวลาเริ่มต้น ด้วยการทดสอบแบบโรบัสต์ (Robust Test) ของกัวกัม.....	123

ตารางที่40 แสดงการเปรียบเทียบเชิงซ้อนของค่าแรงยึดติดที่เวลาเริ่มต้นของกัวกัม.....	123
ตารางที่41 แสดงการทดสอบความเหมือนของความแปรปรวนของค่าแรงยึดติดที่เวลาเริ่มต้น โดยใช้ การทดสอบแบบเลอวินของคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส.....	124
ตารางที่42 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวของค่าแรงยึดติดที่เวลาเริ่มต้นของ คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส.....	124
ตารางที่43 แสดงการเปรียบเทียบเชิงซ้อนของค่าแรงยึดติดที่เวลาเริ่มต้นของคาร์บอกซีเมทิลเซลลู โลส.....	124
ตารางที่44 แสดงการทดสอบความเหมือนของความแปรปรวนของค่าแรงยึดติดที่เวลาเริ่มต้น โดยใช้ การทดสอบแบบเลอวินของนิวทรัลไรซ์คาร์บอพล.....	125
ตารางที่45 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวของค่าแรงยึดติดที่เวลาเริ่มต้นของ นิวทรัลไรซ์คาร์บอพล.....	125
ตารางที่46 แสดงการทดสอบความเหมือนของความแปรปรวนของค่าแรงยึดติด โดยใช้การทดสอบ แบบเลอวินของแผ่นด้านเพดานปากเมื่อไม่ ใช้กาวยึดฟันเทียม.....	126
ตารางที่47 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวของค่าแรงยึดติดของแผ่นด้านเพดาน ปากเมื่อไม่ใช้กาวยึดฟันเทียม.....	126
ตารางที่48 แสดงการทดสอบความเหมือนของความแปรปรวนของค่าแรงยึดติด โดยใช้การทดสอบ แบบเลอวินของทรากาแคนท์ ความเข้มข้น ร้อยละ 13.....	127
ตารางที่49 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว ของค่าแรงยึดติด ด้วยการทดสอบ แบบโรบัสท์ (Robust Test) ของทรากาแคนท์ ความเข้มข้นร้อยละ 13.....	127
ตารางที่50 แสดงการเปรียบเทียบเชิงซ้อนของค่าแรงยึดติดของทรากาแคนท์ ความเข้มข้นร้อยละ 13	127
ตารางที่51 แสดงการทดสอบความเหมือนของความแปรปรวนของค่าแรงยึดติด โดยใช้การทดสอบ แบบเลอวินของทรากาแคนท์ ความเข้มข้น ร้อยละ 14.5.....	128
ตารางที่52 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวของค่าแรงยึดติด ด้วยการทดสอบ แบบโรบัสท์ของทรากาแคนท์ ความเข้มข้นร้อยละ 14.5.....	128
ตารางที่53 แสดงการเปรียบเทียบเชิงซ้อนของค่าแรงยึดติดของทรากาแคนท์ ความเข้มข้นร้อยละ 14.5	128

ตารางที่82 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวของค่าแรงยึดติด ด้วยการทดสอบแบบไรบัสท์ของนิวทรัลไรซ์คาร์บอพล ความเข้มข้นร้อยละ 6.....	138
ตารางที่83 แสดงการเปรียบเทียบเชิงซ้อนของค่าแรงยึดติดของนิวทรัลไรซ์คาร์บอพล ความเข้มข้นร้อยละ 6.....	138
ตารางที่84 แสดงการทดสอบความเหมือนของความแปรปรวนของค่าแรงยึดติด โดยใช้การทดสอบแบบเลอวินของพอลิเดนท์.....	139
ตารางที่85 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวของค่าแรงยึดติด ด้วยการทดสอบแบบโรบัสท์ของพอลิเดนท์.....	139
ตารางที่86 แสดงการเปรียบเทียบเชิงซ้อนของค่าแรงยึดติดของพอลิเดนท์.....	139
ตารางที่87 แสดงการทดสอบความเหมือนของความแปรปรวนของค่าแรงยึดติด โดยใช้การทดสอบแบบเลอวินของบอนีพลัส.....	140
ตารางที่88 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวของค่าแรงยึดติดของบอนีพลัส.....	140
ตารางที่89 แสดงการเปรียบเทียบเชิงซ้อนของค่าแรงยึดติดของบอนีพลัส.....	140
ตารางที่90 แสดงการทดสอบความเหมือนของความแปรปรวนของค่าแรงยึดติด โดยใช้การทดสอบแบบเลอวินของเดนสเตท.....	141
ตารางที่91 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวของค่าแรงยึดติดของเดนสเตท.....	141
ตารางที่92 แสดงการเปรียบเทียบเชิงซ้อนของค่าแรงยึดติดของเดนสเตท.....	141
ตารางที่93 แสดงการทดสอบความเหมือนของความแปรปรวนของค่าแรงยึดติด โดยใช้การทดสอบแบบเลอวินของเดนทีฟิค.....	142
ตารางที่94 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวของค่าแรงยึดติด ด้วยการทดสอบแบบโรบัสท์ของเดนทีฟิค.....	142

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจัยสำคัญข้อหนึ่งแสดงถึงความสำเร็จของการใส่ฟันเทียมชนิดถอดได้คือการมี การติดอยู่ และเสถียรภาพสูงสุด ฟันเทียมที่มีการติดอยู่ที่ดีจะสามารถต้านทานต่อแรงที่ทำให้ฟันเทียมหลุดได้ใน วิธีการใส่ โดยปัจจัยที่มีผลต่อการติดอยู่ ประกอบด้วย แรงยึดติด (adhesion), แรงเชื่อมแน่น (cohesion), แรงตึงผิวระหว่างหน้า (interfacial surface tension), แรงยึดติดเชิงกล (mechanical lock), การผนึกบริเวณขอบและความกดดันบรรยากาศ (peripheral seal and atmospheric pressure), ระบบของกล้ามเนื้อช่องปากและใบหน้า (oral and facial musculature) ที่ทำงานอย่าง สอดประสาน และความหนืดของน้ำลาย(1, 2) โดยฟันเทียมที่มีการติดอยู่ที่ดีมักจะมีเสถียรภาพที่ดีด้วย เช่นกัน

ในผู้ป่วยที่มีสันเหงือกขนาดใหญ่มีความสามารถในการปรับตัวและควบคุมการทำงานของ กล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้องได้เป็นอย่างดีและไม่มีปัญหาเกี่ยวกับน้ำลายมักจะไม่มีปัญหาการติดอยู่ของฟันเทียม ที่ไม่เพียงพอ อย่างไรก็ตามผู้ป่วยสูงอายุบางรายอาจมีปัญหากล้ามเนื้อของกระดูกเบ้าฟันทำให้สัน เหงือกมีขนาดเล็กลง ความสามารถในการควบคุมการทำงานของกล้ามเนื้อลดลงและปริมาณน้ำลายที่ ลดลง ทำให้ฟันเทียมที่ทำมาอย่างดีและมีความแนบสนิทมีการติดอยู่กับเนื้อเยื่อรองรับฟันเทียมที่ ค่อนข้างต่ำและอาจไม่เพียงพอสำหรับการใช้งานตามปกติซึ่งอาจทำให้ผู้ป่วยรู้สึกไม่พอใจและไม่มั่นใจ ในการใส่ฟันเทียมทั้งปาก(3) นอกจากนี้แล้วผู้ป่วยบางรายอาจต้องการความมั่นใจที่สูงมากเป็นพิเศษ ในบางโอกาส เช่น การออกงานสังคม การพูดในที่สาธารณะ หรือการติดต่อธุรกิจ ด้วยเหตุนี้จึงได้มีผู้ คิดค้นการยึดฟันเทียมขึ้นมาเพื่อช่วยบรรเทาปัญหาการใช้ฟันเทียมในผู้ป่วยกลุ่มที่กล่าวมาข้างต้น

การยึดฟันเทียมที่มีขายในปัจจุบันทำออกมาในรูปแบบเพสท์และผง ซึ่งการยึดฟันเทียมชนิด เพสท์มีลักษณะข้นเหนียวและบรรจุมาในหลอดจึงสามารถบีบออกใช้ตามปริมาณที่ต้องการ อย่างไรก็ตามความ หนืดที่สูงโดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อสัมผัสกับน้ำทำให้เป็นปัญหาในการล้างทำความสะอาดฟันเทียม จึงมักพบ เฉพาะการยึดฟันเทียมตกค้างอยู่ที่ฟันเทียมและเนื้อเยื่อในช่องปากซึ่งล้างออกได้ยากและก่อให้เกิดปัญหา ต่างๆตามมาเช่น กลิ่นเหม็น การสะสมของคราบจุลินทรีย์และการสึกของผิวฟันเทียมเนื่องจากการทำ ความสะอาด ในทางกลับกันการยึดฟันเทียมชนิดผงการใช้งานจะค่อนข้างยุ่งยากเนื่องจากจะต้องทำให้

ผงกาวเปียกน้ำบางส่วนก่อนการใส่เข้าไปในปากส่งผลให้การกำหนดตำแหน่งและปริมาณของกาวยึดฟันเทียมทำได้ลำบาก กาวชนิดนี้จะให้แรงยึดติดในระยะยาวต่ำกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับกาวยึดฟันเทียมชนิดเพสท์ อย่างไรก็ตามมักไม่พบปัญหาการทำความสะอาดกาวยึดฟันเทียมชนิดนี้เนื่องจากมีคุณสมบัติละลายออกมากับน้ำได้ดี และจากการพิจารณาถึงข้อดีและข้อด้อยของกาวในปัจจุบันจึงนำไปสู่ความพยายามในการพัฒนากาวยึดฟันเทียมรูปแบบใหม่คือชนิดเจลที่ใช้งานได้ง่ายไม่เป็นปัญหาในการทำความสะอาดและสามารถให้การยึดติดที่เพียงพอสำหรับกาวใช้งาน

คำถามงานวิจัย

คำถามหลัก คือ ค่าความเหนียวที่ต่างกันของกาวยึดฟันเทียมชนิดเจลผลิตจากสารตั้งต้นชนิดเดียวกันจะให้การติดอยู่ในช่องปากที่มีค่าต่างกันหรือไม่

คำถามรอง คือ กาวยึดฟันเทียมในแต่ละชนิดเมื่อเวลาผ่านไปค่าแรงยึดติดจะมีค่าต่างกันหรือไม่

สมมติฐานทางสถิติ

1. สมมติฐานว่าง คือ ค่าความเหนียวที่ต่างกันของกาวยึดฟันเทียมชนิดเจลที่ผลิตจากสารตั้งต้นชนิดเดียวกันจะให้การติดอยู่ในช่องปากที่มีค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

สมมติฐานแย้ง คือ ค่าความเหนียวที่ต่างกันของกาวยึดฟันเทียมชนิดเจลที่ผลิตจากสารตั้งต้นชนิดเดียวกันจะให้การติดอยู่ในช่องปากที่มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

2. สมมติฐานว่าง คือ เมื่อเวลาผ่านไปค่าแรงยึดติดของกาวยึดฟันเทียมในแต่ละชนิดจะมีค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

สมมติฐานแย้ง คือ เมื่อเวลาผ่านไปค่าแรงยึดติดของกาวยึดฟันเทียมในแต่ละชนิดจะมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลของความหนืดต่อการติดอยู่ภายในช่องปากของกาวยึดฟัน เทียมชนิดเจลที่ผลิตจากสารตั้งต้นชนิดเดียวกัน
2. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลของเวลาที่ใส่ภายในช่องปากต่อการติดอยู่ของกาวยึดฟัน เทียมในแต่ละชนิด

รูปแบบของการวิจัย

การวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Laboratory research) และ
การวิจัยในมนุษย์ (In Vivo study)

ข้อจำกัดของการวิจัย

ก. เกี่ยวกับอาสาสมัคร

1. ในการศึกษาอาสาสมัครแต่ละคนจะต้องได้รับการทดสอบทั้งแบบที่ไม่ใช้กาวและแบบที่ใช้กาวจำนวน 16 ชนิด ซึ่งต้องใช้เวลาในการทดสอบนาน อาสาสมัครจึงต้องมีเวลาเพียงพอที่จะให้ความร่วมมือ
2. ควรจะต้องมีอาสาสมัครจำนวนมากเพื่อให้มีความน่าเชื่อถือของผลการทดลอง แต่ในการทดลองนี้มีข้อจำกัดเนื่องจากไม่สามารถหาอาสาสมัครที่ให้ความร่วมมือได้จนถึงสิ้นสุดการทดลองเป็นจำนวนมากได้และไม่มีงบประมาณมากพอที่จะให้ค่าตอบแทนอาสาสมัครจำนวนมากได้
3. สภาพภายในช่องปากของอาสาสมัครที่ไม่สามารถควบคุมให้เหมือนกันได้ เช่น รูปแบบเพดานปาก, การทำงานของลิ้น, อัตราการหลั่งของน้ำลาย และ ชนิดของน้ำลาย ซึ่งอาจมีผลต่อค่าแรงติดอยู่

ข. เกี่ยวกับเครื่องมือทดสอบ

1. ในการวัดการติดอยู่ ค่าแรงที่วัดได้เป็นค่าของแรง ณ ตำแหน่งปลายตะขอของเครื่องวัดค่าที่ได้จึงอาจไม่สื่อถึงแรงที่เกิดขึ้นจริง อย่างไรก็ตามได้ควบคุมให้ความลึกของเพดานมีค่าใกล้เคียงกัน ทำให้ระยะทางจากปลายตะขอถึงแผ่นด้านเพดานปากมีค่าใกล้เคียงกัน ดังนั้นค่าแรงที่ได้จึงน่าจะใกล้เคียงกันด้วย

วิธีควบคุมข้อจำกัดในการวิจัย

ก. เกี่ยวกับอาสาสมัคร

1. คัดเลือกอาสาสมัครที่มีขนาดและลักษณะของเพดานปากที่ใกล้เคียงกัน
2. ทำการศึกษานำร่องเพื่อเลือกวิธีการ และทำการซักซ้อมจนชำนาญ เพื่อลดจำนวนครั้งที่อาสาสมัครต้องมาทำการทดสอบให้น้อยที่สุด
3. มีค่าตอบแทนให้อาสาสมัครบ้างตามความเหมาะสม
4. มีการทำความเข้าใจและซักซ้อมความเข้าใจกับอาสาสมัครก่อนก่อนทำการทดสอบ

ข. เกี่ยวกับเครื่องมือทดสอบ

1. พยายามควบคุมให้ตำแหน่งที่คล้องตะขอเป็นจุดเดิมทุกครั้งทีบริเวณกึ่งกลางของแผ่นด้านเพดานปาก
2. มีการกำหนดตำแหน่งของพื้นลงบนส่วนรองรับพื้นบนเพื่อให้สามารถวางพื้นลงบนตำแหน่งเดิมทุกครั้ง
3. กำหนดสเกลลงบนส่วนต่างๆของเครื่องมือ เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับจัดตำแหน่งศีรษะของอาสาสมัครให้อยู่ที่เดียวกันตลอดการทดสอบ
4. ทำแองรองรับหัวคดบริเวณกึ่งกลางของแผ่นด้านเพดานปากเพื่อ ควบคุมแรงกดให้เหมือนกันทุกครั้ง
5. กรอแต่งแผ่นด้านเพดานปากของอาสาสมัครแต่ละคนให้มีขนาดใกล้เคียงกันเพื่อลดปัจจัยจากความแตกต่างของพื้นที่รับแรง

ค. เกี่ยวกับผู้ทำการทดสอบ

1. ฝึกซ้อมแรงและจังหวะในการดึงจนกระทั่งสามารถดึงด้วยแรงและความเร็วที่เท่ากันทุกครั้งก่อนเริ่มทำการทดสอบ ระวังระวังไม่ให้คานกระดกกระแทกพื้นล่างของอาสาสมัครขณะดึง
2. ก่อนเริ่มทำการทดสอบในแต่ละวันต้องฝึกซ้อมแรงและจังหวะในการดึงซ้ำอีกครั้ง โดยใช้วิธีดึงแผ่นพลาสติกที่ทาขาวยึดพื้นเทียมไว้ระหว่างกลาง ทำเป็นจำนวน 20 ครั้งต่อวัน
3. ใช้ผู้ทำการทดสอบคนเดียวกันตลอดการทดลอง

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบถึงผลของความหนืดต่อค่าแรงยึดติดของกาวยึดฟันเทียมที่ผลิตขึ้นเอง เพื่อเป็นแนวทางในการผลิตกาวยึดฟันเทียมต่อไป
2. ได้ทราบค่าการติดอยู่ของกาวยึดฟันเทียมเมื่อนำไปใช้ในปากของมนุษย์
3. เป็นแนวทางในการผลิตกาวยึดฟันเทียมต่อไปในอนาคต
4. นำเสนอวิธีการวัดแรงยึดติดของฟันเทียม

การเสนอขอรับการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์

ผู้วิจัยได้ทำบันทึกข้อความเมื่อวันที่ 2 พฤษภาคม 2549 ถึงคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ ซึ่งได้นำมาพิจารณาในวาระการประชุมคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ ครั้งที่ 3/2549 เมื่อ วันที่ 2 มิถุนายน 2549 และได้มีมติอนุมัติโครงการวิทยานิพนธ์เรื่องนี้โดยไม่มีเงื่อนไข มีผลตั้งแต่วันที่ 2 มิถุนายน 2549 ถึง วันที่ 2 มิถุนายน 2551 ดังในภาคผนวก หน้า 93

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์การยัดฟันเทียม จำเป็นจะต้องมีความรู้พื้นฐานหลายประการ คือ ปัจจัยที่มีผลต่อการติดอยู่ของฟันเทียม ทั้งในแง่ของส่วนประกอบ ลักษณะของผลิตภัณฑ์ กลไกการทำงาน รวมถึงประโยชน์ ข้อเสีย ข้อบ่งใช้และข้อห้ามสำหรับการใช้การยัดฟันเทียม คุณสมบัติของกาวยัดฟันเทียมในอุดมคติ นอกจากนี้ยังต้องศึกษาถึงคุณสมบัติของสารที่ใช้เป็นส่วนประกอบของกาวยัดฟันเทียมเพื่อทราบคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของสารเหล่านี้ ดังต่อไปนี้

การติดอยู่ของฟันเทียมในช่องปาก

Barbenel (4) กล่าวว่า แรงทางสรีระ (physical force) เป็นปัจจัยที่มีผลต่อการติดอยู่ของฟันเทียมทั้งปาก ซึ่งประกอบด้วย แรงยึดติด, แรงเชื่อมแน่น, แรงตึงผิว, ความหนืด และความดันบรรยากาศ โดย แรงยึดติดเกิดจากแรงระหว่างโมเลกุลของสารต่างชนิดกันซึ่งแรงชนิดนี้ทำให้เกิดแรงตึงผิว ส่วนแรงเชื่อมแน่นเป็นแรงระหว่างโมเลกุลของสารชนิดเดียวกันซึ่งแรงชนิดนี้ทำให้เกิดความหนืด นอกจากนี้แล้วยังอธิบายอิทธิพลของน้ำลายต่อการติดอยู่ ซึ่งจะต้องประกอบด้วยปัจจัย 3 ประการ คือ พื้นที่ผิว, การแยกพื้นผิวทั้งสองออกจากกัน และ ลักษณะธรรมชาติของแผ่นของเหลว โดยแผ่นของเหลวต้องมีความหนาที่สม่ำเสมอ ซึ่งขึ้นอยู่กับความแนบสนิทบริเวณขอบ, การเอียงของฐานฟันเทียม, ความขรุขระของพื้นผิว

การยึดติดของฟันเทียมสามารถอธิบายได้ด้วยสมการทางคณิตศาสตร์ที่อธิบายโดย Stanitz (5) ซึ่งเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่าง ฟันเทียม, น้ำลาย และเพดานปาก โดยใช้แบบจำลองที่ประกอบด้วยแผ่นแก้ว 2 แผ่นประกบกันโดยมีชั้นของของเหลวบางๆ แทรกอยู่ตรงกลาง แสดงได้ดังสมการต่อไปนี้

$$F = \frac{2\gamma a}{H}$$

โดย F คือ แรงยึดติด

γ คือ แรงตึงผิวของของเหลว

a คือ พื้นที่ระหว่างแผ่น (plates)

H คือ ความหนาของชั้นของเหลว

2γ คือ ความดันฟิล์ม (film pressure)

H

โดยเปรียบเทียบฐานพื้นเทียมและเนื้อเยื่อรองรับพื้นเทียมกับแผ่นแก้วทั้ง 2 แผ่น และเปรียบเทียบน้ำลายกับชั้นของของเหลวบางๆที่แทรกอยู่ตรงกลางระหว่างแผ่นแก้วทั้ง 2 แผ่น จากความสัมพันธ์ดังในสมการแสดงให้เห็นว่า แรงยึดติดจะมีค่าสูงเมื่อพื้นที่ระหว่างแผ่นมีค่ามาก ของเหลวมีแรงตึงผิวสูง และระยะระหว่างแผ่นมีค่าน้อย ดังนั้นพื้นเทียมที่จะมีค่าแรงยึดติดสูงจึงต้องมีความแนบสนิท ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Craig Berry และ Peyton (6) และ Tyson (7) แต่ต่างจาก Stamoulis (8) ที่เห็นว่าแรงตึงผิวไม่มีผลต่อการเพิ่มการยึดติด และได้ทำการวัดแรงตึงผิวของน้ำลายพบว่ามีความกว่าน้ำเพียงแค่ 10 เปอร์เซ็นต์ เท่านั้น ส่วน Skinner (9), Ostlund (10) และ Tyson (7) มีความคิดเห็นว่า ปริมาณและความหนาของแผ่นฟิล์มน้ำลายที่อยู่ระหว่างฐานพื้นเทียมและเนื้อเยื่อในช่องปากมีความสำคัญต่อการติดอยู่ของพื้นเทียมโดยเฉพาะบริเวณขอบของพื้นเทียมที่ทำให้เกิดการผนึกบริเวณขอบ

เมื่อพิจารณาจากค่าความดันฟิล์มจะพบว่ามีความสัมพันธ์ระหว่าง แรงดันอากาศ และ แรงดันของบริเวณด้านที่สัมผัสกับของเหลว เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับสมการแรกจะได้เป็นอีกความสัมพันธ์หนึ่งสรุปเป็นสมการได้ดังนี้

$$\text{Film pressure} = (P_a - P_i) = \frac{2\gamma}{H}$$

โดย P_a คือ แรงดันอากาศ

P_i คือ แรงดันของบริเวณด้านที่สัมผัสกับของเหลว

สรุปแล้วหมายความว่า ความดันฟิล์ม คือ ส่วนต่างของแรงดันอากาศทั้งสองด้านของแผ่นฟิล์ม แนวความคิดนี้ถูกคัดค้านโดย Craig Berry และ Peyton (6) ด้วยเหตุผลว่า ความดันฟิล์มไม่ใช่ปัจจัยที่ทำให้เกิดการติดอยู่แต่เป็นการซึมตามรูเล็ก (capillarity) ที่ทำให้เกิดการติดอยู่ แต่อย่างไรก็ตาม ทั้งความดันฟิล์มและการซึมตามรูเล็ก เกิดจากปรากฏการณ์เดียวกัน

ผลของแรงดันบรรยากาศต่อแรงยึดติดของพื้นเทียมยังคงเป็นปัจจัยที่มีความคิดเห็นที่ขัดแย้งกันอยู่เนื่องจาก Snyder และคณะ (11) ได้พิสูจน์ว่าแรงดันอากาศมีผลต่อการยึดติดของพื้นเทียมโดยทดลองวัดแรงดึงที่ทำให้พื้นเทียมหลุดเมื่อวัดที่ระดับน้ำทะเล และเมื่อวัดที่แรงดันอากาศที่ความสูง 30,000 ฟุตเหนือระดับน้ำทะเล พบว่า แรงดึงที่ทำให้พื้นเทียมหลุดเมื่อวัดที่แรงดันอากาศที่ความสูง 30,000 ฟุตเหนือระดับน้ำทะเล มีค่าต่ำกว่าที่ระดับน้ำทะเลถึง 30 เปอร์เซ็นต์ แต่ Stamoulis (8) ได้ทำการศึกษาในลักษณะเดียวกันและสรุปว่าแรงดันอากาศไม่ใช่ปัจจัยที่ทำให้เกิดแรงยึดติดของพื้นเทียม

เมื่อเปรียบเทียบฐานพื้นเทียมและเนื้อเยื่อรองรับพื้นเทียมกับแผ่นแก้วทั้ง 2 แผ่น และเปรียบเทียบน้ำลายกับชั้นของของเหลวบางๆที่เชื่อมยึดอยู่ระหว่างแผ่นแก้วทั้ง 2 แผ่น การใช้กาวยึดพื้นเทียมจะช่วย

เพิ่มความเหนียวของชั้นของเหลวและเพิ่มแรงตึงผิว ซึ่งเป็นผลให้ค่าแรงยึดติดมีค่าเพิ่มสูงขึ้นตามความสัมพันธ์ของสมการที่กล่าวมาข้างต้น

อัตราความเร็วในการตั้งแผ่นด้านเพดานปากเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อค่าแรงยึดติดด้วย ดังสังเกตได้จากสมการของ Stefan's law (12) ดังนี้ คือ

$$F = \frac{(3/2) \pi k r^4 V}{h^3}$$

โดย F = ค่าแรงยึดติด

k = ความเหนียว

r = รัศมีของแผ่นพลาสติกทรงกลม

h = ความหนาของของเหลวที่อยู่ตรงกลาง

V = อัตราความเร็วในการตั้ง

จากสมการจะแสดงให้เห็นว่า หากตั้งแผ่นด้านเพดานปากออกด้วยอัตราความเร็วที่สูงค่าแรงยึดติดที่ได้จะมีค่ามากกว่าการตั้งแผ่นด้านเพดานปากออกด้วยอัตราความเร็วที่ต่ำกว่า(13)

กาวยึดฟันเทียม

จาก Glossary of Prosthodontic term (14) ให้ความหมายของคำว่า กาวยึดฟันเทียม (denture adhesive) คือ วัสดุที่ใช้ยึดระหว่างฟันเทียมกับเนื้อเยื่อในช่องปาก

กาวยึดฟันเทียมเป็นที่รู้จักครั้งแรกเมื่อปลายคริสต์ศตวรรษที่ 18 โดยมีการลงบันทึกหลักฐานที่ชัดเจนในคริสต์ศตวรรษที่ 19 กาวยึดฟันเทียมที่ใช้ในช่วงเวลานั้นผสมขึ้นจากยางไม้ทำให้ได้วัสดุที่สามารถดูดความชื้นจากน้ำลายและบวมตัวทำให้เกิดการยึดติดกับเนื้อเยื่อในช่องปากและฟันเทียม(15) การจดสิทธิบัตรของกาวยึดฟันเทียมเริ่มขึ้นครั้งแรกในปี 1913 (16, 17) ต่อมาในปี 1935 ทันตแพทยสมาคมแห่งสหรัฐอเมริกาได้จัดกาวยึดฟันเทียมให้อยู่ในกลุ่มของวัสดุทางทันตกรรมประเภทที่ไม่ใช่ยา (18) และเมื่อ มกราคม 1990 (18) The American Dental Association Council on Dental Materials ได้ประกาศ ให้ผลิตภัณฑ์จำนวน 12 ชนิดที่มีขายในท้องตลาดขณะนั้นเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการยอมรับจากทันตแพทยสมาคมแห่งสหรัฐอเมริกา ดังนี้ Corega (Block), Effergrip (Warner Lambert), Firmident (Moyco), Orafix (Norcliff-Thayer), Permagrip paste and powder (Lactona), Rigident paste and powder (Carter-Wallace), Wernet's cream and powder (Block), Super Wernet's powder (Block), Secure (Johnson&Johnson)

ส่วนประกอบของกาวยึดฟันเทียม

กาวยึดฟันเทียมแต่ละสูตรจะมีส่วนประกอบหลักที่แตกต่างกันซึ่งสามารถจัดแบ่งออกได้เป็น 3 กลุ่มใหญ่ (19, 20) คือ สารที่ให้คุณสมบัติในการยึดติด, สารต้านเชื้อจุลินทรีย์ และ สารเติมแต่งอื่นๆ

กลุ่มที่ 1 เป็นสารที่ให้คุณสมบัติในการยึดติด เช่น คาราयाกัม (karaya gum), ทรากาแคนท์ (tragacanth), อะคาเซีย (acacia), โซเดียมคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส (sodium carboxymethyl cellulose) และพอลิเมอร์ที่ได้จากการสังเคราะห์ เช่น พอลิเอทิลีนออกไซด์ (polyethylene oxide), พอลิอะคริลาไมด์ (polyacrylamides), พอลิไวนิลอะซิเตท (polyvinyl acetate)

กลุ่มที่ 2 เป็นสารต้านเชื้อจุลินทรีย์ เช่น เฮกซาคลอร์โอฟีน (hexachlorophene), โซเดียมเตตระโบเรต (sodium tetraborate), โซเดียมโบเรต (sodium borate), เอทานอล (ethanol)

กลุ่มที่ 3 สารเติมแต่งอื่นๆ เช่น

- สารเสริมความอ่อนนุ่ม (plasticizer)
- สารลดแรงตึงผิว (wetting agent)
- สารแต่งรส (flavoring agents) เช่น น้ำมันระกำ (oil of winter green), น้ำมันสะระแหน่ (oil of peppermint)
- สารแต่งสี (coloring)

โดยสารในกลุ่มแรกจะใช้ในปริมาณมากที่สุด ส่วนสารในกลุ่มที่ 2 และ 3 จะใช้เพียงเล็กน้อยเพื่อปรับแต่งคุณสมบัติบางประการให้น่าใช้ยิ่งขึ้น

รูปแบบผลิตภัณฑ์ที่ใช้สำหรับผิวหนัง

กาวยึดฟันเทียมเป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้สัมผัสกับสันเหงือกจึงมีลักษณะและคุณสมบัติที่คล้ายคลึงกับผลิตภัณฑ์ที่ใช้สำหรับผิวหนัง ซึ่งแบ่งได้เป็น 8 รูปแบบ คือ (21) Liquid preparations, Gels, Powders, Ointments, Creams, Paste, FAPG base และ Aerosols โดยรูปแบบที่นำมาใช้เป็นรูปแบบของกาวยึดฟันเทียมมีดังนี้ คือ

Liquid preparations เป็นผลิตภัณฑ์ที่อยู่ในรูปของเหลว มีลักษณะเป็นของเหลวใส อาจมีความหนืดมากหรือน้อยต่างกัน โดยยังไม่มีการผลิตกาวจำหน่ายในรูปแบบนี้

Gels มีลักษณะกึ่งแข็ง มีของเหลวเป็นองค์ประกอบส่วนใหญ่และมีสารที่ทำหน้าที่เพิ่มความเหนียวข้นหรือกึ่งแข็ง ได้แก่สารประเภทพอลิเมอร์ เช่น ทรากาแคนท์, คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส และ คาร์โบพอล เป็นต้น สารเหล่านี้บางชนิดละลายน้ำได้ดี บางชนิดไม่ละลายน้ำแต่พองตัวในน้ำให้สารละลายที่มีความหนืดสูงและกึ่งแข็งคล้ายเยลลี่ โดยยังไม่มีการผลิตจำหน่ายในรูปแบบนี้

Powders อยู่ในรูปผงแห้ง ประกอบด้วยผงบดละเอียดหลายชนิดผสมกัน ผงดังกล่าวโดยทั่วไปไม่ละลายน้ำ ปัจจุบันมีจำหน่ายในรูปแบบนี้แล้วแต่ยังคงมีข้อเสียอยู่มาก

Ointments มีลักษณะกึ่งแข็งประกอบด้วยสารสำคัญละลายหรือกระจายอยู่ในสารพื้นซึ่งมักจะเป็นมันและเหนียวเหนอะหนะ เนื้อนุ่มกว่าแบบเพสต์ และยังคงไม่มีการผลิตในรูปแบบนี้

Paste มีลักษณะกึ่งแข็ง สารพื้นคือ ointment base ประกอบด้วยผงหรือสารประกอบที่เป็นผงอยู่มากกว่าร้อยละ 50 โดยน้ำหนัก มีลักษณะแข็งตัวมากกว่าแบบ Ointments

Creams อยู่ในรูปกึ่งแข็ง ประกอบด้วยสารพื้นชนิดอิมัลชัน (emulsions) ซึ่งเป็นสารจำพวกน้ำมันและเอสเทอร์ ยังไม่มีการผลิตในรูปแบบนี้

จากความหมายและลักษณะดังกล่าวจึงกล่าวได้ว่า กาวที่มีขายในท้องตลาดอยู่ในรูปของผงและเพสต์ แม้ว่าบางบริษัทจะระบุได้บนฉลากผลิตภัณฑ์ว่าเป็นครีมก็ตาม เนื่องจากสารพื้นของกาวยึดพื้นเทียมชนิดเพสต์ เป็นสารจำพวกปิโตรลาทัม (Petrolatum) หรือ พาราฟิน (Paraffin) ซึ่งเป็นสารจำพวก ointment base และมีส่วนที่เป็นผงอยู่ประมาณร้อยละ 60 โดยน้ำหนัก ส่วน FASP base และ aerosol ไม่เหมาะที่จะนำมาใช้ได้เนื่องจากรูปแบบนี้ไม่เหมาะกับการทำงานของสารก่อเจล

การแบ่งประเภทของกาวยึดพื้นเทียมตามลักษณะของผลิตภัณฑ์

Jagger และ Harrison (22) Grasso (23) ได้แบ่งกาวยึดพื้นเทียมออกเป็น 2 กลุ่ม คือ

กลุ่มแรก คือ กาวยึดพื้นเทียมชั่วคราว มีลักษณะเป็น เพสต์ ผง หรือ ของเหลว ซึ่งเมื่อใช้กาวยึดพื้นเทียมไประยะเวลาสั้นๆจะมีการสูญเสียกาวออกไปจากพื้นเทียมเนื่องมาจากการกลืนตามปกติหรือการทานน้ำทานอาหาร

กลุ่มที่สอง คือ กาวยึดพื้นเทียมถาวร ตัวอย่างเช่น pad และ synthetics wafers ประกอบด้วยส่วนประกอบที่ละลายน้ำไม่ได้ เช่น กระจกตา ส่วนใหญ่มีลักษณะเป็นแผ่นสำหรับติดในพื้นเทียมและตัดให้พอดีกับขอบของพื้นเทียม กาวยึดพื้นเทียมในลักษณะนี้สามารถก่อให้เกิดอันตรายกับเนื้อเยื่อรองรับฐานพื้นเทียมได้มาก

Adisman (15) ได้แบ่งประเภทของกาวยึดพื้นเทียมออกเป็น 2 ชนิด ตามลักษณะของผลิตภัณฑ์ คือ ลักษณะที่เป็นผงและเป็นเพสต์

โดยกาวยึดพื้นเทียมชนิดที่เป็นผง จะประกอบด้วย vegetable gum เช่น acacia, tragacanth หรือ karaya โดยสารเหล่านี้มีองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นสารในกลุ่ม carbohydrates

ส่วนกาวยึดพื้นเทียมชนิดที่เป็นเพสต์ จะประกอบด้วย พอลิเมอร์ เช่น methyl cellulose, hydroxymethyl cellulose, carboxymethyl cellulose ที่ผสมเป็นเนื้อเดียวกันกับสารพื้นจำพวก ปิโตรลาทัม (Petrolatum) หรือ พาราฟิน (Paraffin)

Jagger (22) ได้เพิ่มการยึดฟันเทียมอีกลักษณะหนึ่ง คือ การยึดฟันเทียมชนิดที่เป็นของเหลว

การแบ่งประเภทของการยึดฟันเทียมตามสารที่ให้คุณสมบัติในการยึดติด

การยึดฟันเทียมที่มีขายในท้องตลาดส่วนใหญ่จะมีสารที่ให้คุณสมบัติในการยึดติด (17, 22, 24-43)

ดังแสดงในตารางที่ 1 คือ

1. คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส
2. คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส และ แคลเซียมไฮดรอกซีอะพาทิตไวนิลมาเลอิกแอซิดโคพอลิเมอร์
3. กัมคารายา
4. อื่นๆ



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 1 แสดงส่วนประกอบของกาวยึดฟันเทียมที่มีขายในท้องตลาด

Form	Gum Karaya	CMC	CMC+PVM/MA	Etc
Liquid	Dentesive	Corega Steradent Poli-Grip Super Poli-Grip	Dentu Hold	
Paste	-	Super Poli-Grip Fittydent Wernet's	Calox Corega cream Fixodent Polident Bonyplus Protefix Super Poli-Grip	Blend-a-dent Kukident Fittydent
Powder	Corega Dentofix Enzyparadon adhesive Fixeco Fixobel Forte Palafix Steradent Fixative Wernets powder with neoseal Sterafix Boots Denture Fixative Kolynos Dentstet	Corega super Dentofix Forte Dentofix Extra Forte Steradent Fixative Super Wernets Orahesive Perma-Grip	Super Wernet's	Protefix Benefit

(ที่มา: Ghani 1994, 1999 Ozcan 2005, Lamb 1981, DeVengencie 1997, Ow 1983, Progiotouni 1995, Al 2005, Kulak 2005, Collys 1997, Ellis 1980)

จะเห็นได้ว่ากาวยึดฟันเทียมที่มีส่วนประกอบหลักเป็นสารจำพวกกัมคารายาส่วนใหญ่จะผลิตมาในรูปแบบผงเกือบทั้งหมด จะมีเพียงชนิดเดียวเท่านั้นที่ทำมาในรูปแบบของเหลว ในขณะที่กาวยึดฟันเทียมที่มีส่วนประกอบหลักเป็นสารจำพวกอื่น เช่น คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส และ แคลเซียมไซเตียมพอลิเมทิลไวนิลมาเลอิกแอซิดโคพอลิเมออร์จะสามารถผลิตได้ทั้งสามรูปแบบ

กลไกการทำงานของกาวยึดฟันเทียม

กลไกในการยึดติดของกาวยึดฟันเทียมมี 2 ส่วนคือ การบวมตัวของวัสดุเมื่อสัมผัสกับน้ำซึ่งจะบวมได้ประมาณ ร้อยละ 50-150 โดยปริมาตร เมื่อมีน้ำเข้าไปแทรกจะทำให้วัสดุที่บวมเข้าบรรจุเต็มช่องว่างระหว่างผิวของฟันเทียมกับเนื้อเยื่อในช่องปาก และส่วนที่ 2 คือ การที่วัสดุดูดน้ำเข้าไปและทำให้เกิดการแตกตัวเพื่อสร้างพันธะที่ทำให้กลายเป็นเจลทำให้เกิดเป็นแอนไอออน (anionic) ซึ่งจะยึดกับแคตไอออน (cationic) ของโปรตีนบนผิวของเนื้อเยื่อในช่องปาก

Shay (28) เสนอว่า กลไกการทำงานของกาวยึดฟันเทียมเกิดจากในส่วนประกอบของกาวยึดฟันเทียมมีสารที่จะบวมและกลายเป็นสารที่หนืดหรือเหนียวเมื่อดูดน้ำเข้าไป ยกตัวอย่างเช่น เกลือคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส (Carboxymethylcellulose (CMC) salts), คารายา (karaya) และ สารประกอบของไวนิลเมทิลอีเทอร์/มาเลอิกแอนไฮไดรด์ (Vinylmethyl ether/maleic anhydride compounds)

Ellis และ Nakash (33) ได้ศึกษาส่วนประกอบและคุณสมบัติวิทยากระแส (rheology property) ของกาวยึดฟันเทียมพบว่า การทำงานกาวยึดฟันเทียมเกิดจากการที่กาวยึดฟันเทียมมีความหนืดสูงและแทรกอยู่ระหว่างผิวฟันเทียมและเนื้อเยื่อที่รองรับฟันเทียม ซึ่งสอดคล้องกับแนวความคิดของ Adisman (15) ที่ว่า กาวยึดฟันเทียมที่เป็นชั้นบางๆเชื่อมยึดอยู่ระหว่างเนื้อเยื่อในช่องปากและฐานฟันเทียมทำให้เกิดแรงยึดติดเมื่อสัมผัสกับแผ่นฟิล์มของน้ำลาย โดยในสูตรที่โรงงานผลิตมาเริ่มแรกจะมีความหนืดต่ำก่อนเพื่อให้ใช้งานได้ง่ายและความหนืดจะค่อยเพิ่มขึ้นตามเวลาจนถึงระดับที่ทำให้เกิดการติดอยู่ได้ ระยะเวลาทำงานขึ้นอยู่กับอัตราการเจือจางโดยน้ำลายคือเมื่อมีน้ำมาเจือจางมากขึ้นความหนืดจะลดลงจนไม่ทำให้เกิดการติดอยู่ กาวยึดฟันเทียมควรมีความหนืดประมาณ 10^6 พอยส์ (poise) ที่จะทำให้เกิดการติดอยู่ หากความหนืดต่ำกว่านี้จะไม่เพียงพอที่จะทำให้เกิดการติดอยู่ แต่หากความหนืดมากกว่านี้จะทำให้เกิดปัญหาสุขภาพช่องปากเนื่องจากทำความสะอาดกาวยึดฟันเทียมที่เหลื่ออยู่หลังการใช้งานออกจากฟันเทียมได้ยาก

ประโยชน์ของการยึดฟันเทียม

การยึดฟันเทียมมีประโยชน์ในแง่ของการเพิ่มเสถียรภาพของฟันเทียมขณะใช้งาน (44, 45) โดยจากการศึกษาของ Kapur (46) และ Hasegawa Sekita และ Hayakawa (47) พบว่า การยึดฟันเทียมมีผลต่อการลดการเคลื่อนขยับและบิดหมุน รวมทั้งเพิ่มการติดอยู่ของฟันเทียมทั้งปาก นอกจากนี้ยังสามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการบดเคี้ยวและยังคงให้การรับรู้รสชาติของอาหารที่เหมือนเดิม

นอกจากนี้การยึดฟันเทียมยังมีประโยชน์ในการเพิ่มการติดอยู่ของฟันเทียม (37, 39, 44) จากการศึกษาของ Chew และคณะ (48) พบว่า การยึดฟันเทียม มีผลในการเพิ่มการติดอยู่ของฟันเทียมทั้งปาก ทั้งกับฟันเทียมที่หลวมและฟันเทียมที่พอดีแต่จะมีผลมากกว่าในฟันเทียมที่หลวม

นอกจากนี้การยึดฟันเทียมยังมีส่วนช่วยในการเพิ่มประสิทธิภาพในการบดเคี้ยวของฟันเทียม ดังตัวอย่างจากการศึกษาของ Fujimori Hirano และ Hayakawa (49) ทำการศึกษาผลของการยึดฟันเทียมต่อประสิทธิภาพของการบดเคี้ยวพบว่า การใช้การยึดฟันเทียมมีผลทำให้เพิ่มประสิทธิภาพของการบดเคี้ยวและลดระยะเวลาในการบดเคี้ยวโดยเฉพาะในผู้ที่ใส่ฟันเทียมทั้งปากที่มีบริเวณเนื้อเยื่อที่รองรับแรงในการบดเคี้ยวที่มีคุณภาพไม่ดี สอดคล้องกับการศึกษาของ Rendell และคณะ (50) ที่พบว่าการใช้การยึดฟันเทียมมีส่วนในการช่วยให้การปรับตัวของผู้ป่วยภายหลังการใส่ฟันเทียมในแง่ของการบดเคี้ยวได้เร็วและเป็นธรรมชาติมากขึ้น

การยึดฟันเทียมสามารถลดจำนวนครั้งในการหลุดของฟันเทียมขณะเคี้ยวอาหาร, ลดการขยับหลุดของขอบด้านท้ายฟันเทียมบน (51) จากการศึกษาของ Tarbet Boone และ Schmidt (52) ได้ทำการทดลองเปรียบเทียบจำนวนครั้งของการหลุดของฟันเทียมทั้งปากบนและล่างระหว่างการเคี้ยวอาหาร 4 ชนิด คือ สแตก , ทอฟฟี่แอปเปิ้ล, แชนวิชมัน , แซลเลอร์ พบว่ามีการลดลงอย่างมีนัยสำคัญในการหลุดของฟันเทียมที่ใช้การยึดฟันเทียมเปรียบเทียบกับฟันเทียมที่ไม่ใช้การยึดฟันเทียม ดังนั้นการยึดฟันเทียมจึงสามารถช่วยทำให้ฟันเทียมติดแน่นอยู่กับที่มากขึ้น เพิ่มความพึงพอใจและทำให้ผู้ป่วยมีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้นได้ และ Karlsson และ Swartz (53) ได้ศึกษาการเคลื่อนขยับของฟันเทียมบนในขณะเคี้ยวอาหาร พบว่า การใช้การยึดฟันเทียมจะช่วยลดการขยับหลุดลงด้านล่างของขอบด้านท้ายฟันเทียมบนเมื่อเกิดการสูญเสียการฉีกสุญญากาศ

การลดการขยับหลุดของฟันเทียมดังที่ได้กล่าวมาแล้วนั้นมีส่วนช่วยในการเพิ่มแรงกัดสูงสุดของฟันเทียม (44, 51, 54) จากการศึกษาของ Ozcan และคณะ (29) พบว่าการยึดฟันเทียมสามารถเพิ่มแรงในการกัดของฟันเทียมได้นานถึง 6 ชั่วโมงภายหลังที่เริ่มใส่การยึดฟันเทียม

ปัญหาสำคัญประการหนึ่งของผู้ใช้ฟันเทียม คือ กลิ่นปาก ซึ่งอาจเป็นผลมาจากการมีคราบจุลินทรีย์ตกค้างสะสมอยู่บนผิวฟันเทียมเป็นเวลานาน จากการศึกษาของ Myatt และคณะ (30) ได้ศึกษาผลของการยึดฟันเทียมต่อการลดกลิ่นปากจากการยึดฟันเทียมสองชนิดคือการยึดฟันเทียมที่ผลิตขึ้นเองและการ

ยัดฟันเทียมที่มีขายในท้องตลาดภายใต้ชื่อทางการค้าคือ Fixodent® พบว่ากาวยัดฟันเทียมทั้งสองชนิดมีประสิทธิภาพในการลดกลิ่นปาก โดยเฉพาะ กาวยัดฟันเทียม Fixodent® ให้ประสิทธิภาพในการลดกลิ่นปากที่มากกว่า

แต่ในความเป็นจริงสิ่งสำคัญในการให้การรักษาแก่ผู้ป่วยคือเพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิตของผู้ป่วย Yoshida และคณะ (55) พบว่ามีความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพของชีวิตของผู้สูงอายุที่ใส่ฟันเทียมทั้งปากและความพึงพอใจต่อฟันเทียมของตน โดยในผู้สูงอายุที่มีความพึงพอใจต่อฟันเทียมทั้งปากของตนเองจะมีความพึงพอใจในชีวิตของตนเองด้วย

ข้อพึงระวังหากใช้กาวยัดฟันเทียมอย่างไม่ถูกวิธี

แม้ว่ากาวยัดฟันเทียมจะมีประโยชน์ต่อผู้ใช้กาวยัดฟันเทียมหลายประการ อย่างไรก็ตามหากใช้ผิดวิธีหรือใช้อย่างไม่ถูกต้องอาจก่อให้เกิดผลเสียหลายประการ

จากการใช้กาวยัดฟันเทียมที่มีลักษณะเป็นก้อนทำให้ไม่เกิดการกระจายแรงกดเคี้ยวไปยังเนื้อเยื่อที่รองรับฟันเทียม เนื่องจากกาวยัดฟันเทียมที่มีลักษณะเป็นก้อนจะสัมผัสกับเนื้อเยื่อเพียงบางตำแหน่งทำให้แรงที่ส่งผ่านไปยังเนื้อเยื่อได้บางบริเวณเท่านั้นทำให้เกิดการละลายตัวของกระดูกในบริเวณที่รองรับฟันเทียม นอกจากนี้ยังเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงมิติแนวตั้ง (vertical dimension) และทำให้เกิดการอักเสบของเนื้อเยื่ออีกด้วย ดังนั้นกาวยัดฟันเทียมที่ดีจึงควรสามารถไหลแผ่เป็นแผ่นบางๆได้ครอบคลุมบริเวณของฐานฟันเทียมเพื่อทำให้เกิดการกระจายแรงไปยังเนื้อเยื่อที่รองรับฟันเทียมทั้งหมดได้เท่าๆกัน ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Woelfel Winter และคณะ (56-59)

นอกจากนี้ยังมีความเชื่อว่าการใช้กาวยัดฟันเทียมที่มีลักษณะเป็นก้อนยังอาจส่งผลให้เกิดการเพิ่มมิติในแนวตั้ง (34) จากการศึกษานี้ของ Prombonas Vissidis และ Molyvdas (60) พบว่าการมีมิติในแนวตั้งของฟันเทียมมากกว่ามิติในแนวตั้งขณะสบฟัน (vertical dimension of occlusion) จะทำให้มีการเพิ่มของแรงในการกัดฟันที่จะลงไปยังสันเหงือกที่มากขึ้น

ในผู้ใส่ฟันเทียมบางกลุ่มมักใช้กาวยัดฟันเทียมติดต่อกันเป็นเวลานาน ทำให้เนื้อเยื่อที่รองรับฟันเทียมขาดการชะล้างจากน้ำลาย เกิดการสะสมของคราบจุลินทรีย์ นอกจากนี้ในส่วนของกาวยัดฟันเทียมเองเมื่อใช้ติดต่อกันเป็นเวลานานอาจก่อให้เกิดอันตรายต่อเนื้อเยื่อรองรับฟันเทียมได้โดยตรง โดยทำให้เกิดการระคายเคืองและอักเสบ กาวยัดฟันเทียมสามารถก่อให้เกิดการระคายเคืองและเป็นพิษต่อเซลล์ได้ เมื่อใช้กาวยัดฟันเทียมติดต่อกันเป็นเวลานานเกิน 24 ชั่วโมง จากการศึกษานี้ของ AI และคณะ (32) และ 4 วัน จากการศึกษานี้ของ Zhao และ คณะ (61)

ข้อบ่งใช้สำหรับกาวยึดฟันเทียม

Adisman (15) และ Grasso (23, 27) Özcan และคณะ (62) แสดงข้อบ่งใช้และประโยชน์ของกาวยึดฟันเทียมที่มีต่อทั้งการทำงานในทางคลินิกของทันตแพทย์และต่อการใช้งานฟันเทียมโดยผู้ป่วยเอง ดังนี้

1. ใช้ในขั้นตอนทางคลินิก เช่น

1.1 ใช้ในการลองแท่นกัด (occlusion rim) และ บันทึกการสบฟัน ซึ่งจะช่วยให้ชิ้นงานอยู่กับที่และมีความแม่นยำในการทำงานมากขึ้น

1.2 ใช้ในการลองฟัน ทำให้สามารถตรวจสอบการสบฟันและผู้ป่วยมีความมั่นใจในการลองฟันและฟันเทียมที่จะได้มากขึ้น

1.3 ในฟันเทียมชั่วคราวใส่ทันที (immediate dentures) ทำให้ผู้ป่วยสามารถปรับตัวได้ดีขึ้น

1.4 ใช้ในการลองแบบขี้ผึ้ง (wax pattern) ในงานแบบขี้ผึ้งใบหน้าภายนอกช่องปาก (extraoral facial wax pattern) ตามที่ Amato และ Asher (63) ได้เสนอไว้

2. ใช้หลังจากใส่ฟันเทียม ได้แก่

2.1 ลดการระคายเคืองของเนื้อเยื่อ (tissue irritation) (17, 64) เนื่องจากมีการลดการขยับของฟันเทียม

2.2 ในผู้ป่วยที่ต้องการความมั่นใจสูงในการยึดติดของฟันเทียม

2.3 ผู้ป่วยที่มีโรคทางระบบ เช่น ผู้ป่วยที่มีความผิดปกติของแรงของกล้ามเนื้อในโรคพาร์คินสัน

2.4 ในผู้ป่วยสิ่งประดิษฐ์ใบหน้าขากรรไกร (maxillofacial prosthetics)

2.5 ใช้ในการให้ยากับเนื้อเยื่อใต้ฟันเทียม หรือ ในตัวนำรังสี (radiation carriers) และ สิ่งประดิษฐ์ป้องกันการฉายรังสี (radiation-protective prosthesis)

2.6 ผู้ป่วยที่มีบริเวณรองรับฐานฟันเทียม (bearing area) ไม่เพียงพอ (45) ซึ่งกาวยึดฟันเทียมสามารถเพิ่มแรงยึดติดให้มากขึ้นได้

ข้อห้ามใช้ของกาวยืดฟันเทียม

Adisman (15) และ Özcan และคณะ (62) ได้กล่าวถึงข้อห้ามของการใช้ของกาวยืดฟันเทียม ดังนี้ คือ

1. ผู้ป่วยที่แพ้กาวยืดฟันเทียม
2. ฟันเทียมที่เก่ามาก หมดสภาพสึกหลวมและไม่สามารถใช้งานได้อีกต่อไปหรือ ในฟันเทียมที่มีมิติแนวตั้งลดลงอย่างมาก เนื่องจากการละลายตัวของสันเหงือกด้านใต้ฟันเทียม(65) ซึ่งสมควรได้รับการรักษาด้วยฟันเทียมชิ้นใหม่หรือการเสริมฐานของฟันเทียมใหม่อย่างถูกวิธี Woelfel Winter และ Curry (57) ได้พูดถึงอันตรายของการใช้กาวยืดฟันเทียมกับฟันเทียมที่หลวมเป็นระยะเวลานานจะทำให้เกิดการละลายตัวของกระดูกมากยิ่งขึ้นในบริเวณที่รองรับฟันเทียมเนื่องมาจากการใช้กาวยืดฟันเทียม



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ทัศนคติของผู้ใช้ฟันเทียมชนิดถอดได้

แม้ว่าการยึดฟันเทียมจะเป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้กันมานานแต่การยึดฟันเทียมยังไม่เป็นที่รู้จักกันอย่างแพร่หลาย ซึ่งแสดงให้เห็นอย่างชัดเจนจากการศึกษาของ Coates (66) ที่ทำการสอบถามผู้ป่วยที่มารับการรักษาที่โรงพยาบาล Adelaide ประเทศออสเตรเลีย พบว่า ปัจจุบันยังคงมีประชากรเพียงบางส่วนที่ไม่รู้จักและไม่เคยใช้การยึดฟันเทียมโดย มีประชากรจํานวนร้อยละ 20.5 ที่ไม่เคยรู้จักและไม่เคยใช้การยึดฟันเทียม และมีประชากรจํานวนร้อยละ 32.9 ที่เคยใช้การยึดฟันเทียมและในจํานวนนี้มีเพียงร้อยละ 6.9 เท่านั้นที่ยังคงใช้การยึดฟันเทียมมาจนถึงปัจจุบัน ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Bates และ Murphy (67) ที่พบว่า มีประชากรเพียงร้อยละ 10-12 ที่ใช้และเคยใช้การยึดฟันเทียมเช่นเดียวกับที่ Polyzois (20) ได้กล่าวไว้ว่ามีประชากรในครีดิฟจํานวนร้อยละ 9 ที่ใช้การยึดฟันเทียมเองที่บ้าน ในขณะที่เดียวกัน Wilson McCord และ Watts (68) พบว่ามีประชากรจํานวนร้อยละ 30 ที่ใช้และเคยใช้การยึดฟันเทียม นอกจากนี้ Shay (28) กล่าวว่า ร้อยละ 15 ของผู้ใส่ฟันเทียมในอเมริกาที่ใช้การยึดฟันเทียมอยู่เป็นประจำ

แม้จะมีผู้ที่ไม่เคยรู้จักการยึดฟันเทียมแต่ยอดการจำหน่ายของการยึดฟันเทียมในปี 1975 (69) มีมูลค่า 46 ล้านดอลลาร์สหรัฐ และมีมูลค่าเพิ่มขึ้นถึง 148 ล้านดอลลาร์สหรัฐ ในปี 1989 ต่อมาในปี 1994 พบว่ามีมูลค่าเพิ่มมากขึ้นถึง 200 ล้านดอลลาร์สหรัฐ (23) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าอุตสาหกรรมการผลิตการยึดฟันเทียมเป็นอุตสาหกรรมที่มีขนาดใหญ่และเติบโตอย่างรวดเร็ว

แม้ว่าจะมีการใช้การยึดฟันเทียมกันมาอย่างแพร่หลายและเป็นระยะเวลาานแต่ประชาชนส่วนใหญ่รวมทั้งทันตแพทย์เองยังคงมีทัศนคติที่ไม่ถูกต้องต่อการยึดฟันเทียมและมีความรู้เกี่ยวกับการยึดฟันเทียมค่อนข้างน้อย ดังจะสังเกตได้จากการศึกษาของ Özcan และคณะ (62) ได้ทำการศึกษาถึงทัศนคติของผู้ป่วยฟันเทียมทั้งปากต่อการใช้การยึดฟันเทียมในโรงเรียนทันตแพทย์ที่ Istanbul พบว่าผู้ป่วยมีความรู้เกี่ยวกับการยึดฟันเทียมที่ค่อนข้างน้อยและทันตแพทย์ยังคงมีความเชื่อว่าการใช้การยึดฟันเทียมเป็นการแสดงถึงความล้มเหลวของการรักษา ในขณะที่ Slaughter Katz และ Grasso (70) รายงานว่าผู้เชี่ยวชาญทันตกรรมประดิษฐ์มีความเห็นว่าการยึดฟันเทียมมีประโยชน์ต่องานทันตกรรมทั้งในการสร้างฟันเทียมและการใช้ภายหลังจากใส่ฟันเทียมแล้ว โดยสิ่งที่สำคัญคือการพยายามใช้การยึดฟันเทียมให้เกิดประโยชน์สูงสุด โดยหลีกเลี่ยงวิธีการใช้การยึดฟันเทียมในรูปแบบที่ผิด

วิธีใช้กาวยึดฟันเทียมอย่างถูกต้อง(15)

ก่อนใช้กาวยึดฟันเทียมทุกครั้งจะต้องล้างทำความสะอาดฟันเทียมให้ปราศจากกาวยึดฟันเทียมตกค้าง รวมทั้งคราบอาหารและคราบจุลินทรีย์ และ ทำความสะอาดเนื้อเยื่อบริเวณที่รองรับฐานฟันเทียมจากกาวยึดฟันเทียมเดิมที่ตกค้างอยู่, เมื่อก, น้ำลายและเศษอาหาร

วิธีการใช้กาวยึดฟันเทียมชนิดผง ต้องทำให้ฐานฟันเทียมเปียกหมาดๆ ก่อนที่จะใส่ผงลงไป โดยโรยให้ทั่วบริเวณของฐานฟันเทียมโดยให้ปริมาณของผงที่ใช้ น้อยที่สุดและได้ประสิทธิภาพคือ ประมาณ 0.5-1.5 กรัม ต่อ ฟันเทียม 1 ซี่น หากสันกระดูกมีขนาดใหญ่ให้ใส่ผงในปริมาณที่มากขึ้นและหากสันกระดูกมีขนาดเล็กให้ใส่ผงในปริมาณที่น้อยลง ผงส่วนเกินให้เขย่าออก

วิธีการใช้กาวยึดฟันเทียมชนิดเพสท์ ให้แต้มกาวยึดฟันเทียมในตำแหน่งต่างๆที่ระบุไว้ตามคำแนะนำของบริษัท ดังแสดงในรูปที่ 1 เพื่อให้มีการกระจายตัวที่ดีขึ้นก่อนใส่แนะนำให้เกลี่ยกาวยึดฟันเทียมก่อนใส่ หรือป้ายกาวยึดฟันเทียมเป็นจุดเล็กๆที่ (13)



รูปที่ 1 ตัวอย่างตำแหน่งในการทาการยึดฟันเทียมชนิดเพสท์ (พอลิเดนท์)

ใส่ฟันเทียมเข้าที่และกดไว้ประมาณ 5-10 วินาที กำจัดกาวยึดฟันเทียมส่วนที่เกินออกมาจากฐานฟันเทียมด้วยผ้าก๊อซ กัดฟันในตำแหน่งสบฟันซ้ำๆหลายครั้งเพื่อกระจายกาวยึดฟันเทียมให้เป็นแผ่นบางๆระหว่างเนื้อเยื่อกับฐานฟันเทียม

การทำความสะอาดกาวยึดฟันเทียมทำได้ง่ายเนื่องจาก มีกัมคารายาเป็นส่วนประกอบซึ่งจะถูกชะล้างออกได้ง่ายจึงไม่ค่อยพบปัญหาการยึดฟันเทียมตกค้าง ในขณะที่กาวยึดฟันเทียมชนิดเพสท์จะมีความเหนียวเหนอะหนะเนื่องจากสารฟีนมีส่วนประกอบของปิโตรลาทัมซึ่งไม่ละลายน้ำ การทำความสะอาดจะต้องใช้เวลาและความพยายามมากเป็นพิเศษ โดยทำตามขั้นตอนดังนี้ คือ นำฟันปลอมไปแช่น้ำทิ้งไว้ข้ามคืนเพื่อให้กาวยึดฟันเทียมที่ติดค้างหลุดออกได้ง่าย หลังจากนั้นใช้แปรงที่มีขนแปรงอ่อนแปรงเบาๆด้วยน้ำสบู่เพื่อกำจัดเศษกาวยึดฟันเทียมที่ตกค้างออก ก่อนการทำความสะอาดฟันเทียมตามขั้นตอนปกติ

นอกจากนี้แล้วบริษัทที่ผลิตกาวยึดฟันเทียมมักจะผลิตอุปกรณ์และสารช่วยทำความสะอาดฟันเทียมมาให้ใช้ควบคู่กันด้วย เช่น พอลิเดนท์ และ ฟิททีเดนท์ เป็นต้น

คุณสมบัติของกาวยึดฟันเทียมในอุดมคติ

นับแต่เริ่มมีงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับกาวยึดฟันเทียม ได้มีผู้ให้แนวคิดเกี่ยวกับกาวยึดฟันเทียมในอุดมคติเอาไว้หลากหลาย ดังนี้

1. กาวยึดฟันเทียม ควรมีลักษณะ เป็นกลาง หรือ ค่อนข้างเป็นด่างเล็กน้อย pH มากกว่า 6.5 เนื่องจาก pH ที่มีค่าต่ำกว่า 6.5 สามารถทำให้เกิดการละลายตัวของผลึกไฮดรอกซีอะพาไทด์ (Hydroxyapatite) (35, 36, 71, 72)
2. มีความเป็นพิษต่อเนื้อเยื่อภายในช่องปากน้อยที่สุด (36)
3. มีแรงยึดที่นำพอใจช่วงระยะเวลา 12-16 ชั่วโมง สำหรับผู้ป่วยบางกลุ่ม และ 2-3 ชั่วโมง สำหรับผู้ป่วยอีกบางกลุ่ม (36)
4. กาวยึดฟันเทียม ควรมีความเหนียวต่ำ ในตอนแรกเพื่อให้ง่ายต่อการใช้งาน และต่อมาเมื่อความเหนียวสูงขึ้นเพื่อให้เกิดการติดอยู่ที่เหมาะสม (15, 33)
5. มีการไหลแผ่ที่ดีเพื่อให้เกิดการยึดติดทันทีเมื่อใช้ (73)
6. ไม่ส่งเสริมการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ (15)
7. ทำความสะอาดได้ง่าย (15)
8. ไม่มีรสและกลิ่น หรืออาจมีกลิ่นหอมและรสอ่อนๆ(15)
9. ให้ความรู้สึกสบายขณะใช้งาน (15)
10. ให้การติดอยู่และเสถียรภาพของฟันเทียมที่เหมาะสม (15)
11. ช่วยให้ผู้ป่วยสามารถใช้งานฟันเทียมในการทำหน้าที่ต่างๆได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด (15)
12. ออกฤทธิ์เร็วเมื่อสัมผัสกับน้ำ (23)
13. มีระยะเวลาใช้งานที่นานประมาณ 2 ชั่วโมง (23)
14. ต้านทานต่อการถูกเจือจางโดยน้ำลาย (23)
15. ทำความสะอาดได้ง่าย (23)
16. มีวิทยาการกระแสปะเภท Rheoplectic คือ มีความเหนียวต่ำในตอนแรกแต่เมื่อได้รับแรงเพิ่มขึ้นความเหนียวเพิ่มขึ้นด้วย

จากคุณสมบัติดังกล่าวจึงนำมาสู่หลักเกณฑ์ในการเลือกกาวยึดฟันเทียมจากการศึกษาของ รุจิรวนิช (73) คือ

1. มี pH อยู่ในช่วง 5.5-8
2. มีแรงยึดติดที่พอเพียงต่อการใช้งาน คือ 1 นิวตัน ต่อ ตารางเซนติเมตร
3. สามารถไหลแผ่ครอบคลุมฐานฟันเทียมได้โดยไม่ไหลเยิ้มออกนอกฐาน

จากศึกษาดังกล่าวและคุณสมบัติที่กำหนดข้างต้นจึงสามารถเลือกกาวยืดพื้เทียมเพื่อใช้ในการทดสอบจำนวน 4 ชนิด ดังนี้คือ

1. ทรากาแคนท์ ความเข้มข้นร้อยละ 13 โดยน้ำหนัก
2. กัวกัม ความเข้มข้นร้อยละ 5 โดยน้ำหนัก
3. คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส ความเข้มข้นร้อยละ 5 โดยน้ำหนัก
4. นิวทรัลไรซ์ คาร์บอพอล ความเข้มข้นร้อยละ 12 โดยน้ำหนัก

กาวยืดพื้เทียมชนิดเจล

จากคุณสมบัติรวมทั้งข้อดีข้อเสียของกาวยืดพื้เทียมชนิดเพสท์และผงที่ได้กล่าวมาข้างต้นแล้วทำให้เกิดแนวคิดที่จะผลิตกาวยืดพื้เทียมออกมาในรูปแบบเจลเพื่อแก้ไขข้อบกพร่องของกาวยืดพื้เทียมที่มีอยู่เดิม โดยกาวยืดพื้เทียมที่ทดลองผลิตขึ้นเองซึ่งมีลักษณะเป็นเจลนั้นจัดอยู่ในจำพวกหนึ่งของสารประกอบคอลลอยด์ ซึ่งมีลักษณะโครงสร้างดังที่จะได้อธิบายต่อไปนี้

คอลลอยด์ (colloid)

เจลเป็นรูปแบบหนึ่งของสารประกอบคอลลอยด์ซึ่งประกอบด้วย วัฏภาคการกระจาย (dispersed phase) หรือ วัฏภาคไม่ต่อเนื่อง (discontinuous phase) กระจายตัวอยู่อย่างไม่เป็นแบบแผนในตัวกลางทำกระจาย (dispersion medium) หรือ วัฏภาคต่อเนื่อง (continuous phase) (74)

โดยเจลจัดเป็นสารประกอบคอลลอยด์ชนิดไฮโดรฟิลิก (hydrophilic colloid) ที่สามารถเตรียมให้มีความหนืดได้หลายระดับ ในโครงสร้างเจลจะประกอบไปด้วยโมเลกุลขนาดใหญ่ที่แขวนลอยอยู่ในของเหลว โดยทั่วไปแมคโครโมเลกุลที่แขวนลอยเป็นพอลิเมอร์ที่มีโมเลกุลเป็นสาย (thread-like molecule) และเมื่อดูน้ำเข้าไปจะเกิดพันธะเชื่อมขวางขึ้น โมเลกุลของอนุภาคคอลลอยด์มาเกาะกันเป็นคู่ แต่ละคู่จะจับรวมกันเป็นโครงข่ายเพิ่มขนาดใหญ่ขึ้นเรื่อยๆ มีโมเลกุลของน้ำเป็นตัวกลางซึ่งเคลื่อนที่ไม่ได้ แทรกตัวอยู่ระหว่างโมเลกุลของอนุภาคคอลลอยด์ภายในตาข่าย ทำให้เจลแข็งตัวมีรูปร่างแน่นอน (75)

สารก่อเจล

สารก่อเจลมีหลายชนิด เช่น ทรากาแคนท์ กัวกัม คาร์บอพอล เป็นต้น โดยสารแต่ละกลุ่มจะมีคุณสมบัติ รวมทั้งข้อดี และข้อเสียที่แตกต่างกันไป โดยในที่นี้จะกล่าวในรายละเอียดเฉพาะสารที่จะใช้สำหรับการทดสอบ ซึ่งก็คือ พอลิเมอร์หลายชนิดโดยเฉพาะ พอลิแซคคาไรด์กัม (polysaccharide gum) เมื่อละลายหรือกระจายตัวอยู่ในน้ำจะทำให้ได้สารละลายที่มีความหนืดสูง สามารถใช้เป็นสารก่อเจลได้ ซึ่งสามารถจำแนกชนิดของพอลิแซคคาไรด์กัมตามแหล่งที่มาได้เป็น 3 ชนิด คือ

1. พอลิแซคคาไรด์กัมที่ได้จากธรรมชาติ ส่วนใหญ่ได้มาจากส่วนต่างๆของพืช เช่น ทรากาแคนท์ได้จากยางพืช กลูโคมาแนนได้จากหัวบุก คาราจีแนนได้จากสาหร่ายทะเล เป็นต้น
2. พอลิแซคคาไรด์กัมที่เป็นอนุพันธ์ของสารที่ได้จากธรรมชาติ หรือดัดแปลงจากธรรมชาติ เช่น อนุพันธ์ของเซลลูโลส และอนุพันธ์ของแป้ง
3. พอลิแซคคาไรด์กัมที่เป็นสารสังเคราะห์ เช่น พอลิไวนิลไพโรลิดีน (polyvinylpyrrolidene) คาร์บอกซีไวนิลพอลิเมอร์ (carboxyvinyl polymers: carbopol)

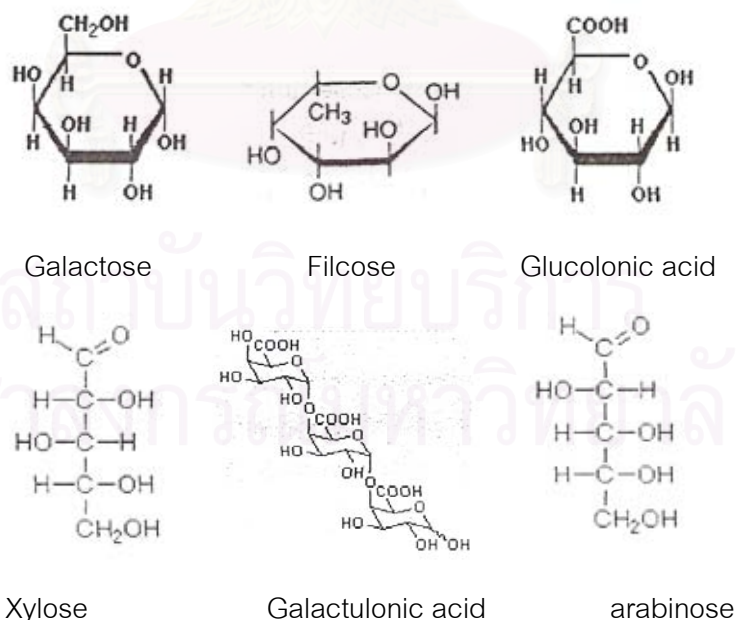
1. พอลิแซคคาไรด์กัมที่ได้จากธรรมชาติ (76)

1.1 ทรากาแคนท์

ทรากาแคนท์ เป็นยางไม้แห้งที่มีอยู่ในธรรมชาติ สกัดได้จากต้น *Astragalus gummifer* ซึ่งพบได้ในแถบตะวันออกกลาง ทรากาแคนท์เป็นสารประกอบเชิงซ้อนที่ประกอบด้วย พอลิแซคคาไรด์ที่ละลายน้ำได้ประมาณร้อยละ 60-70 คือ ทรากาแคนทิน (Tragacanthin) ที่ละลายน้ำได้เกิดเป็นสารละลายคอลลอยด์ และพอลิแซคคาไรด์ที่ไม่ละลายน้ำ คือ บาสซอริน (Bassorin) ซึ่งเป็นพอลิเมอร์ที่ไม่ละลายน้ำ แต่คั่งน้ำและพองตัวได้ดีกลายเป็นเจล โดยมีสูตรโครงสร้างแยกย่อยได้ดังแสดงในรูปที่ 2 แต่โครงสร้างของสายพอลิเมอร์มีขนาดค่อนข้างใหญ่และซับซ้อนทำให้ไม่สามารถเขียนสูตรโครงสร้างที่ชัดเจนได้ จากคุณสมบัติของส่วนประกอบทั้งสองทรากาแคนท์จึงกระจายตัวได้ในน้ำ สามารถคั่งน้ำและพองตัวได้ถึง 10 เท่าของน้ำหนักตัว กลายเป็นเจลที่มีปริมาณน้ำสูง

ทรากาแคนท์ อยู่ในรูปผงมีสีขาวจนถึงเหลือง โปร่งแสง และไม่มีกลิ่น ที่ความเข้มข้น 1% โดยน้ำหนักต่อปริมาตร จะมี pH ประมาณ 5-6 ไม่ละลายในน้ำ, เอทานอล (ethanol) ความเข้มข้นร้อยละ 95 และตัวทำละลายอินทรีย์อื่นๆ

ทรากาแคนท์ เป็นสารที่ใช้ในตำรายาสำหรับรับประทานและในผลิตภัณฑ์อาหารมานานหลายปี และได้รับการยอมรับว่าเป็นวัสดุที่ไม่มีพิษ ไม่มีอันตรายต่อร่างกาย โดยมีค่า LD₅₀ .ในหนู (rat) เมื่อรับประทาน เท่ากับ 16.4 กรัม ต่อ กิโลกรัม



รูปที่ 2 แสดงสูตรโครงสร้างขององค์ประกอบสารทรากาแคนท์

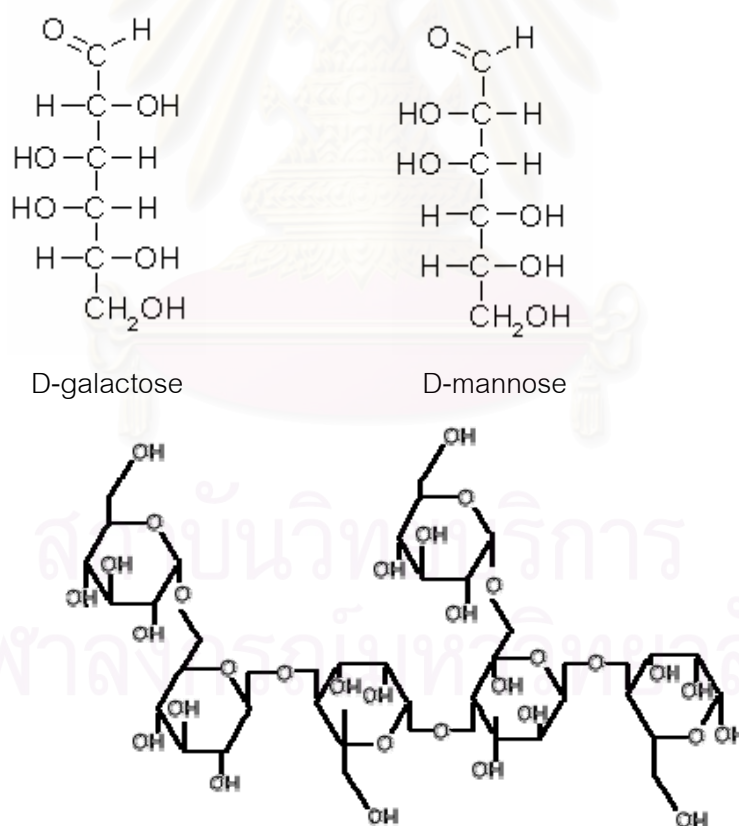
(ที่มา: Wade A, Weller PJ. Handbook of pharmaceutical excipient. 2ed ed. London: The Pharmaceutical Press; 1998. p.568-9.)

1.2 กัวกัม

กัวกัม เป็นสารธรรมชาติที่ได้จากพอลิเมอร์ที่ได้จากเอนโดสเปิร์ม (endosperm) ของ *Cyamopsis tetragonolobus* ประกอบไปด้วยน้ำตาล กาแลคแตน (galactan) และ แมนแนน (mannan) ดังแสดงในรูปที่ 3 ต่อกันเป็นเส้นตรง ติดกันด้วยพันธะไกลโคไซด์ (glycoside)

สารละลายกัวกัมมีฤทธิ์เป็นบัฟเฟอร์ (buffer) และเจลที่ได้จากกัวกัมจะมีความคงตัวที่ pH 4-10.5 และความหนืดของเจลจะลดลงเมื่อได้รับความร้อนอย่างต่อเนื่อง ไม่ละลายในตัวทำละลายอินทรีย์ ละลายได้ทั้งในน้ำร้อนและน้ำเย็น เมื่อสัมผัสกับน้ำจะดูดน้ำและพองตัวกลายเป็นสารแขวนลอยที่มีความหนืดสูง โดยจะมีความหนืดสูงสุดเมื่อแช่ในน้ำที่อุณหภูมิห้องนาน 2-4 ชั่วโมง เจลที่ได้จะมีคุณสมบัติ thixotropic

กัวกัม เป็นสารที่ใช้ในตำรายาสำหรับรับประทาน โดยเฉพาะที่ และในผลิตภัณฑ์อาหารมานานหลายปีและได้รับการยอมรับว่าเป็นวัสดุที่ไม่มีพิษ ไม่ก่อให้เกิดการระคายเคือง โดยมีค่า LD₅₀ .ในหนู (rat) เมื่อรับประทาน เท่ากับ 7.06 กรัม ต่อ กิโลกรัม



รูปที่ 3 แสดงสูตรโครงสร้างสารกัวกัม

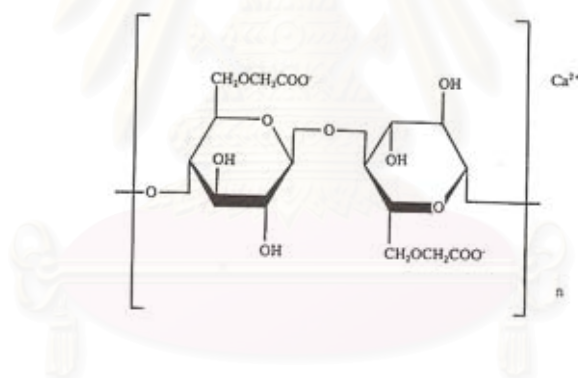
(ที่มา: Wade A, Weller PJ. Handbook of pharmaceutical excipients. 2nd ed. London: The Pharmaceutical Press; 1998. p.232-3.)

2. พอลิแซ็กคาไรด์กัมที่ได้จากการดัดแปลงสารที่มีอยู่ตามธรรมชาติ

2.1 คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส

คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส เป็นสารดัดแปลงจากเซลลูโลสด้วยวิธีทางเคมี ซึ่งทำให้เกิดการแทนที่ไฮโดรเจนอะตอมของหมู่ไฮดรอกซิลด้วยหมู่คาร์บอกซีเมทิลซึ่งมีประจุลบ ดังแสดงในรูปที่ 4 จึงมีคุณสมบัติละลายได้ง่ายในน้ำทั้งน้ำร้อนและน้ำเย็นโดยความสามารถในการละลายขึ้นกับระดับการแทนที่ (Degree of substitution) ของหมู่ไฮดรอกซิล เจลที่ได้จะใสและมีความหนืดสูง และมีความคงตัวดีที่สุดในที่สภาพความเป็นกรดต่าง 7-9 ความหนืดจะลดลงเมื่อสภาพความเป็นกรดต่างลดลงและอุณหภูมิเพิ่มขึ้น คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสในช่วงความเข้มข้นร้อยละ 3-6 จะนำมาใช้เป็นสารก่อเจล ในผลิตภัณฑ์สำหรับใช้ในช่องปากหรือผิวหนัง

คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส เป็นสารที่ใช้ในตำรายาสำหรับรับประทานและทาเฉพาะที่ ในผลิตภัณฑ์อาหารและเครื่องสำอางค์มานานหลายปีและได้รับการยอมรับว่าเป็นวัสดุที่ไม่มีพิษ ไม่ก่อให้เกิดการระคายเคือง โดยมีค่า LD₅₀ .ในหนู (rat) เมื่อรับประทาน เท่ากับ 27 กรัม ต่อ กิโลกรัม



รูปที่ 4 แสดงสูตรโครงสร้างสารคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส

(ที่มา: Wade A, Weller PJ. Handbook of pharmaceutical excipient. 2ed ed. London: The Pharmaceutical Press; 1998. p.78-81.)

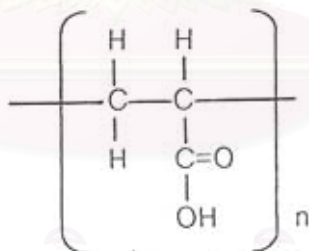
3. พอลิแซ็กคาไรด์กัมที่ได้จากการสังเคราะห์

3.1 คาร์บอพอล

คาร์บอพอล เป็นพอลิเมอร์สังเคราะห์ของกรดอะคริลิกที่เชื่อมขวางด้วยอัลลิลซูโคส (allylsucrose) หรือ อัลลิลอีเทอร์ของเพนทาอีริทรีทอล (allyl ethers of pentaerythritol) ดังแสดงในรูปที่ 5 คาร์บอพอล จะประกอบไปด้วยหมู่คาร์บอกซิลอยู่ประมาณร้อยละ 56-68

คาร์บอพอลอยู่ในรูปผงละเอียดสีขาว ค่อนข้างไวต่อความชื้น เมื่อกระจายตัวในน้ำจะเกิดเป็นคอลลอยด์ที่เป็นกรด ซึ่งมีความหนืดต่ำ เมื่อทำให้เป็นกลางจะได้เจลที่มีความหนืดสูงขึ้น โดยสารที่ทำให้คาร์บอพอลเป็นกลางได้ คือ กรดอะมิโน (amino acid) บอแรกซ์ (borax) โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (potassium hydroxide) โซเดียมไบคาร์บอเนต (sodium bicarbonate) โซเดียมไฮดรอกไซด์ (sodium hydroxide) ในระหว่างการเตรียมเจลควรคนสารละลายช้าๆด้วยไม้พายกว้างๆเพื่อลดการเกิดฟองอากาศ เมื่ออยู่ในรูปเจลแล้วหากโดนรังสีเหนือม่วงจะทำให้ความหนืดลดลงอย่างรวดเร็ว ซึ่งสามารถป้องกันได้ด้วยการเติมแอนติออกซิแดนท์ (anti-oxidant) ที่เหมาะสมลงไป

คาร์บอพอล เป็นสารที่ใช้ในตำรายาสำหรับทาเฉพาะที่ โดยทำหน้าที่เป็นสารอิมัลซิไฟเออร์ (emulsifier) สารแขวนตะกอน และสารก่อเจล มานานหลายปีและได้รับการยอมรับว่าเป็นวัสดุที่ไม่มีพิษไม่ก่อให้เกิดการแพ้ ปัจจุบันยังไม่มีรายงานการแพ้คาร์บอพอลเมื่อใช้เฉพาะที่ มีค่า LD₅₀ .ในหนู (rat) เมื่อรับประทาน เท่ากับ 10.25 กรัม ต่อ กิโลกรัม



รูปที่ 5 แสดงสูตรโครงสร้างสารคาร์บอพอล

(ที่มา: Wade A, Weller PJ. Handbook of pharmaceutical excipient. 2ed ed. London: The Pharmaceutical Press; 1998. p.71-3.)

กาวยึดฟันเทียมมีลักษณะเป็นของเหลวที่มีความหนืด ในการนำสารกลุ่มนี้มาใช้สำหรับทำกาวยึดฟันเทียมจำเป็นต้องศึกษาและมีความรู้ถึงคุณสมบัติวิทยาการกระจายของสาร ซึ่งจะช่วยให้สามารถอธิบายผลที่ได้จากการทดสอบและช่วยทำนายพฤติกรรมของสารเมื่อต้องอยู่ในสภาวะหรือถูกกระทำด้วยปัจจัยต่างๆ เช่นการได้รับแรงบดเคี้ยว, การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในช่องปากระหว่างการใช้งาน เป็นต้น

คุณสมบัติวิทยากระแส (Rheological properties) (77-80)

วิทยากระแส (Rheology) เป็นการศึกษาถึง การไหลของของเหลว (flow of liquids) และ การผิดรูปของของแข็ง (determination of solid) ซึ่งคุณสมบัติที่ทำการศึกษาก็จะแตกต่างกัน ขึ้นกับสถานะของสสาร คือ ของแข็ง หรือ อีลาสโตเมอร์ (solids or elastomers) จะศึกษาคุณสมบัติ สภาพยืดหยุ่น (elasticity) และ viscoelasticity ของเหลว (liquids and pastes) จะศึกษาคุณสมบัติความหนืด และการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับสารเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงปัจจัยที่เกี่ยวข้อง เช่น อัตราความเฉือน (shear rate) และ เวลา

คำจำกัดความพื้นฐานที่ใช้ในการไหลของของไหล สามารถแบ่งได้ดังนี้

การไหลแบบลาก (drag flow)

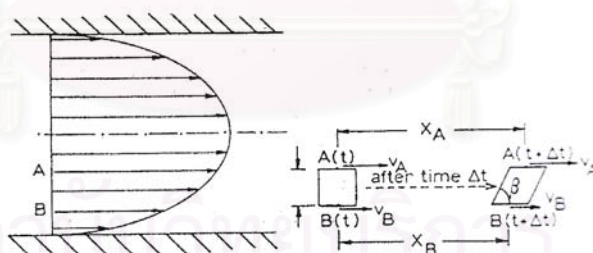
เกิดจากการเคลื่อนที่สัมผัสกันของขอบเขตบริเวณหนึ่ง (boundary) หรือ มากกว่าเทียบกับขอบเขตอื่นที่มีของไหลบรรจุอยู่ แบบเฉพาะของการไหลแบบลาก เรียกว่า การไหลแบบคูเอต (couette flow)

การไหลแบบใช้ความดัน (pressure flow)

เกิดจากการที่มีความแตกต่างของความดันในของไหลเกิดขึ้น หรือ เป็นความแตกต่างของความดันเฉพาะบริเวณ

ความเฉือน (shear)

เกิดจากความแตกต่างของความเร็วในทิศทางที่ตั้งฉากกับการไหล ดังแสดงในรูปที่ 6



รูปที่ 6 ความเฉือนของของไหลจากการไหลในท่อ

(ที่มา: วรมงคลชัย ส. สมบัติที่สำคัญของพอลิเมอร์. Polymer technology I. กรุงเทพมหานคร: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง; 2545. p. 19-36.)

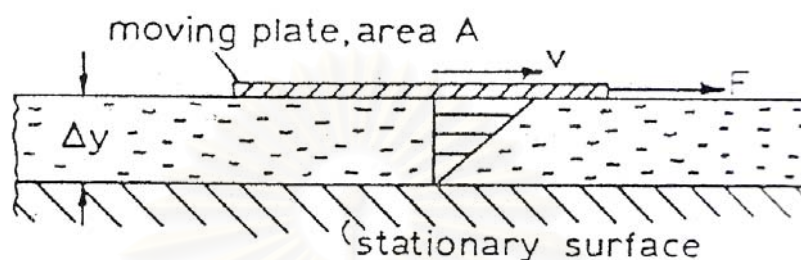
อัตราความเฉือน (shear rate) $\dot{\gamma}$

อัตราความเฉือนเกิดจากความแตกต่างของความเร็วต่อระยะทางที่ตั้งฉากกับทิศทางการไหล มีหน่วยเป็น วินาที⁻¹

$$\dot{\gamma}_{AB} = \frac{v_A - v_B}{AB}$$

ความเค้นเฉือน (shear stress) τ

ความเค้นเฉือนจัดเป็นความเค้นเฉพาะที่จำเป็นโดยเกี่ยวกับการเสียรูป (deformation) มีหน่วยเป็น ปอนด์ต่อตารางนิ้ว (Psi) , พาสคาล (Pa) หรือ เมกะพาสคาล (MPa) ดังแสดงในรูปที่ 7



รูปที่ 7 การเสียรูปที่เกิดจากความเค้น

(ที่มา: วรมงคลชัย ส. สมบัติที่สำคัญของพอลิเมอร์. Polymer technology I. กรุงเทพมหานคร: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง; 2545. p. 19-36.)

ความหนืดที่เกิดจากความเค้น (shear viscosity) η

ความหนืด คือ ความต้านทานต่อการไหลที่เกิดจากความเค้น ซึ่งในทางปริมาณวิเคราะห์ (quantitative) หากความหนืดได้จากอัตราส่วนของความเค้นเฉือน กับอัตราความเค้น ดังสมการ

$$\eta = \frac{\tau}{\dot{\gamma}}$$

ความหนืด มีหน่วยเป็น ปอนด์.วินาที ต่อ ตารางนิ้ว (lb.sec/in²), พาสคาล.วินาที (Pa.sec) หรือ พอยส์ (poise)

การแบ่งลักษณะของสารตามพฤติกรรมต่ออัตราความเค้นที่เพิ่มขึ้น

คุณสมบัติของของเหลวที่มีการเปลี่ยนแปลงเมื่อได้รับแรงกระทำนั้น ความหนืดเป็นคุณสมบัติอย่างหนึ่งของของเหลวที่มีการเปลี่ยนแปลงเมื่อได้รับความเค้นเฉือนหรืออัตราความเค้นที่เพิ่มขึ้น ซึ่งมีอยู่ด้วยกัน 3 รูปแบบ ดังต่อไปนี้ คือ

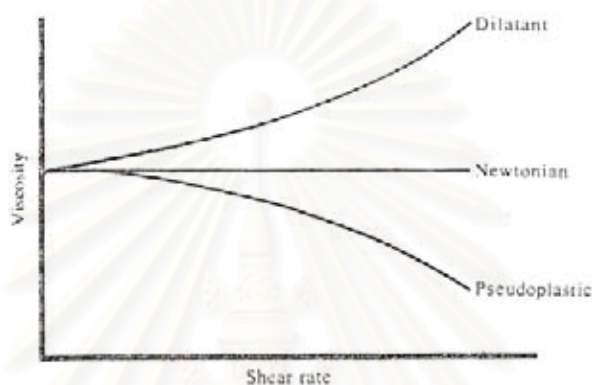
ของไหลแบบนิวโทเนียน (newtonian fluid)

ของไหลชนิดนี้ความหนืดไม่ขึ้นอยู่กับอัตราความเค้น เมื่อเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนืดกับอัตราความเค้นจะได้กราฟเส้นตรง ดังรูปที่ 8

ของไหลแบบนินิวโทเนียน (non-newtonian fluid)

ของไหลชนิดนี้ ความหนืดขึ้นอยู่กับ อัตราความเฉือน ได้แก่

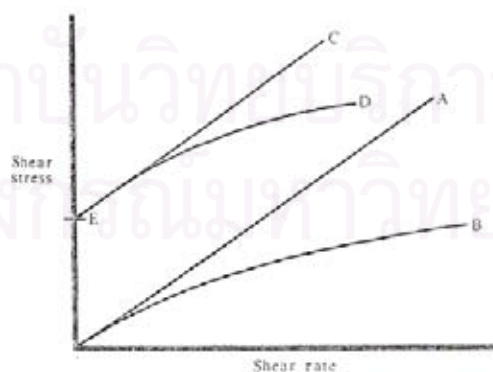
- Pseudoplastics หรือ shear thinning คือ ของไหลที่มีความหนืดลดลงเมื่อเพิ่มอัตราความเฉือน ดังรูปที่ 8
- Dilatant หรือ shear thickening คือ ของไหลที่มีความหนืดสูงขึ้นเมื่อเพิ่มอัตราความเฉือน ดังรูปที่ 8



รูปที่ 8 แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนืดกับอัตราความเฉือน

(ที่มา: McCabe JF, Wall AWG. Chapter 2 Properties used to characterize materials. Applied dental materials. 8th ed. Cambridge: Blackwell Science; 1998. p. 15-7.)

นอกจากนี้ยังมีสารบางชนิดที่มีคุณสมบัติที่เรียกว่า บิงแฮม (Bingham characteristics) ซึ่งจะมีความเครียดค่าหนึ่งซึ่งเรียกว่า Yield stress คือ ความเครียดค่าหนึ่งซึ่งจำเป็นในการทำให้สารชนิดนั้นๆ เริ่มมีการไหลแผ่ ดังแสดงในรูปที่ 9



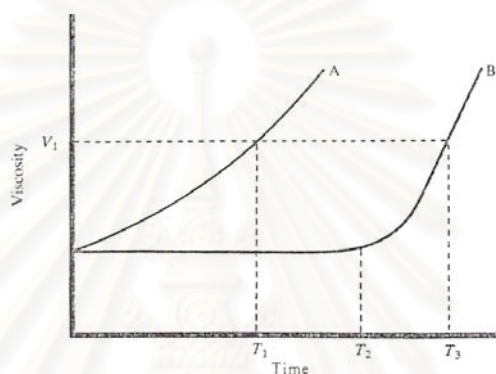
รูปที่ 9 แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเครียดเฉือนและอัตราเฉือน

(ที่มา: McCabe JF, Wall AWG. Chapter 2 Properties used to characterize materials. Applied dental materials. 8th ed. Cambridge: Blackwell Science; 1998. p. 15-7.)

การแบ่งลักษณะของสารตามพฤติกรรมต่อเวลาที่ผ่านไป

นอกจากความหนืดจะมีการเปลี่ยนแปลงตามอัตราความเฉือนแล้วยังสามารถเปลี่ยนแปลงตามเวลาที่ให้อัตราความเฉือนคงที่ ได้เป็น 2 รูปแบบ คือ

- Thixotropic คือ ของไหลที่ความหนืดจะมีค่าลดลงเมื่อเวลาผ่านไปในขณะที่ให้อัตราความเฉือนคงที่ ดังรูปที่ 10
- Rheopectic คือ ของไหลที่ความหนืดจะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเวลาผ่านไปในขณะที่ให้อัตราความเฉือนคงที่



รูปที่ 10 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนืดกับเวลา

(ที่มา: McCabe JF, Wall AWG. Chapter 2 Properties used to characterize materials. Applied dental materials. 8th ed. Cambridge: Blackwell Science; 1998. p. 15-7.)

คุณสมบัติวิทยากระแสที่เหมาะสมสำหรับการเป็นกาวยึดฟันเทียม

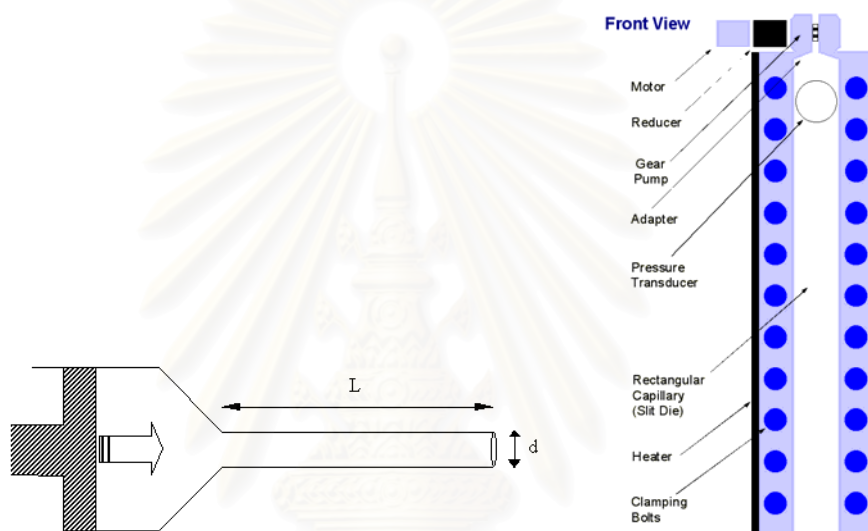
กาวยึดฟันเทียมควรมีคุณสมบัติ Rheopectic เนื่องจากต้องการให้กาวยึดฟันเทียมมีความหนืดต่ำในช่วงแรกเพื่อให้ง่ายต่อการใช้งาน สามารถเกลี่ยกาวยึดฟันเทียมให้กระจายได้ทั่วผิวด้านเนื้อเยื่อของกาวยึดฟันเทียม หลังจากนั้นเมื่อใส่ไปแล้วความหนืดควรเพิ่มสูงขึ้นตามเวลาเพื่อให้การยึดติดที่สูงขึ้นและคงอยู่ในระดับที่สามารถให้การยึดติดได้ในเวลาหนึ่ง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เครื่องมือที่ใช้สำหรับวัดความหนืด(78)

เครื่องมือที่ใช้สำหรับวัดความหนืดแบ่งได้เป็น 3 กลุ่มใหญ่ คือ

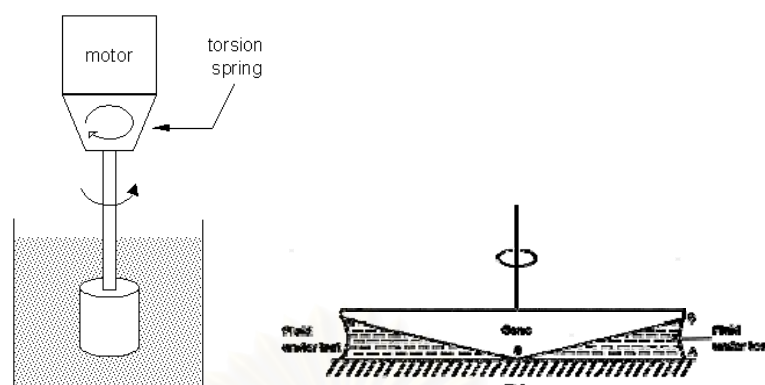
1. เครื่องวัดความหนืดแบบหลอดรูเล็ก (Capillary viscometer) เครื่องวัดความหนืดประเภทนี้มีอยู่ด้วยกัน 2 รูปแบบ คือ แบบที่ให้ของเหลวไหลออกทางท่อรูเล็กและวัดอัตราการไหลของของเหลวนำมาคำนวณเป็นค่าความหนืด ดังแสดงในรูปที่ 11 ซ้าย อีกแบบหนึ่งคือการใส่ของเหลวในท่อทรงกระบอกและปล่อยลูกเหล็กกลมที่ทราบขนาดลงไปวัดอัตราการตกของลูกเหล็กแล้วนำมาคำนวณเป็นความหนืดเช่นกัน ดังแสดงในรูปที่ 11 ขวา



รูปที่ 11 แสดงลักษณะของเครื่องวัดความหนืดแบบหลอดรูเล็ก

(ที่มา: วรมงคลชัย ส. สมบัติที่ล้ำค่าของพอลิเมอร์. Polymer technology I. กรุงเทพมหานคร: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง; 2545. p. 19-36.)

2. เครื่องวัดความหนืดแบบคูเอต (Couette viscometer) มีลักษณะเป็นทรงกระบอก 2 อันซ้อนกันโดยมีของเหลวอยู่ตรงกลาง เมื่อหมุนทรงกระบอกอันในจะทำให้เกิดค่า shear stress และ shear rate ขึ้น นำค่าที่ได้มาคำนวณเป็นค่าความหนืดของสาร ดังแสดงในรูปที่ 12 ซ้าย นอกจากนี้ยังมีเครื่องวัดอีกรูปแบบหนึ่งซึ่งใช้หลักการเดียวกันแต่จะเป็นลักษณะของจานสำหรับใส่สารลงไปบนนั้นและมีหัวรูปทรงกรวยหมุนอยู่ด้านบน เครื่องวัดความหนืดในลักษณะนี้เรียกว่า เครื่องวัดความหนืดแบบจานและกรวย (Cone and plate viscometer) ดังแสดงในรูปที่ 12 ขวา



รูปที่ 12 ซ้ายแสดงลักษณะของเครื่องวัดความหนืดแบบคูเอต ขวาแสดงลักษณะของเครื่องวัดความหนืดแบบจวนและกรวย

(ที่มา: วรมงคลชัย ส. สมบัติที่สำคัญของพอลิเมอร์. Polymer technology I. กรุงเทพมหานคร: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง; 2545. p. 19-36.)

3. ไวเบรตติ้ง ไวร์ (Vibrating wire) มีลักษณะเป็นขดลวดแช่อยู่ในของเหลวและทำให้เกิดการสั่นเพื่อวัดความหนืด

การวัดแรงยึดติดในมนุษย์

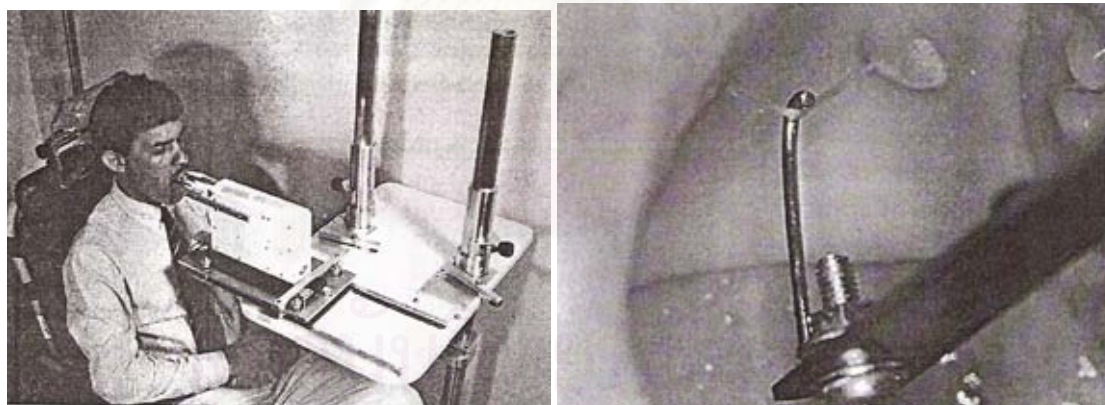
การศึกษาแรงยึดติดระหว่างแผ่นด้านเพดานปากกับเนื้อเยื่อเหงือกในมนุษย์ที่ผ่านมามีการศึกษาทั้งในอาสาสมัครที่ไร้ฟันทั้งปากและที่มีฟันอยู่ครบตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้โดยใช้เพดานปากเป็นพื้นที่สำหรับการทดสอบ

การศึกษาค่าแรงยึดติดในอาสาสมัครที่มีฟันมักจะออกแบบแผ่นด้านเพดานปากให้มีพื้นที่ครอบคลุมเพดานปากส่วนที่ต่ำจากคอฟันทางด้านเพดานปากประมาณ 3 มิลลิเมตร และด้านท้ายพอดีแนวเส้น (Vibrating line) และใช้เครื่องมือที่ออกแบบพิเศษสำหรับวัดค่าแรงยึดติดสูงสุดที่ทำให้แผ่นด้านเพดานปากหลุดออกจากเพดานปาก

จากงานศึกษาที่เคยมีมาในอดีตที่จะนำมากล่าวถึงเป็นการศึกษาแรกเป็นการศึกษาของ Ow (37) โดยใช้ Hydraulic measuring device ในการวัดแรงยึดติดของแผ่นด้านเพดานปาก ซึ่งมีหลักการคือ Hydraulic measuring device ทำหน้าที่ในการดึงแผ่นด้านเพดานปากที่ติดอยู่ที่เพดานปากและส่งกระแสสัญญาณเป็นกระแสไฟฟ้าไปยัง Pressure transducer ซึ่งจะบันทึกค่าที่วัดได้ออกมาในรูปของกราฟ การศึกษานี้ทำในอาสาสมัครจำนวน 3 คนเพื่อเปรียบเทียบค่าแรงยึดติดเพื่อเปรียบเทียบค่าแรงยึดติดของแผ่นด้านเพดานปากในขณะที่ใส่กาวยึดฟันเทียม Orashesive กับแบบไม่ใส่กาว พบว่าค่าแรงยึดติดของแผ่นด้านเพดานปากเมื่อใส่กาวยึดฟันเทียมมีค่ามากกว่าเมื่อไม่ใส่กาวอย่างมีนัยสำคัญ

อีกการศึกษาหนึ่งซึ่งใช้เครื่องมือที่มีลักษณะใกล้เคียงกันเป็นการศึกษาของ Ghani (40) ใช้เครื่อง UCL retentiometer ดังรูปที่ 13 ซ้าย เป็นเครื่องที่วัดค่าแรงยึดติดในแนวดิ่งที่สามารถควบคุมตำแหน่งและสามารถวัดซ้ำที่ตำแหน่งเดิมได้ วัดค่าแรงยึดติดของแผ่นด้านเพดานปากที่มีผิวสัมผัสด้านเนื้อเยื่อที่มีลักษณะพอดีและไม่พอดีกับผิวของเพดานปากและวัดค่าแรงยึดติดขณะใส่กาวยึดฟันเทียม Super Polygrip ซึ่งมีลักษณะเป็นเพสท์ DentuHold ซึ่งมีลักษณะเป็นของเหลวและ SuperWarner ซึ่งมีลักษณะเป็นผง โดยแต่้มกาวยึดฟันเทียมปริมาณ 0.15, 0.3, 0.45 และ 0.61 ลิตร ที่เวลาเริ่มต้น 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 ชั่วโมง พบว่ากาวยึดฟันเทียมที่มีลักษณะเป็นเพสท์และของเหลวจะให้การยึดติดได้ช้ากว่ากาวยึดฟันเทียมชนิดผงแต่จะให้การยึดติดที่คงทนกว่าคือมากกว่า 6 ชั่วโมงทั้งในแผ่นด้านเพดานปากที่มีผิวสัมผัสด้านเนื้อเยื่อที่มีลักษณะพอดีและไม่พอดีกับผิวของเพดานปาก

ส่วนการศึกษาสุดท้ายเป็นของ Kikuchi (81) ใช้ stain gauge และ penchart recorder ดังรูปที่ 13 ขวา โดยที่ส่วนปลายของ Stain gauge มีตัวเกี่ยวซึ่งออกแบบเองโดยผู้ทำการทดลองเพื่อเกี่ยวกับไหมขัดฟันที่ติดอยู่กับแผ่นด้านเพดานปาก เมื่อออกแรงดึง Stain gauge จะส่งกระแสไฟฟ้าและบันทึกค่าออกมาในลักษณะของกราฟ วัดค่าแรงยึดติดของแผ่นด้านเพดานปากที่ใช้การเป่าทรายที่พื้นผิวด้านเนื้อเยื่อและไม่ใช้ ในอาสาสมัครจำนวน 10 คน พบว่าการเพิ่มแรงยึดติดด้วยวิธีการเป่าทรายสามารถเพิ่มแรงยึดติดได้อย่างมีนัยสำคัญ



รูปที่ 13 ซ้ายแสดงวิธีการวัดแรงยึดติดของ Ghani (1991) ขวาแสดงวิธีวัดแรงยึดติดของ Kikuchi (1999)

(ที่มา : Ghani F Br Dent J 1991, Kikuchi M J Prosthet Dent 1999)

การศึกษาค่าแรงยึดติดในอาสาสมัครที่ไม่มีฟัน ทำการศึกษาโดยวัดค่าแรงยึดติดของฟันเทียมทั้งปากบน

การศึกษาที่จะกล่าวถึงเป็นลำดับแรกได้แก่การศึกษาของ Tarbet (51) ใช้เครื่อง Gnathodynamometry ซึ่งประกอบด้วยส่วนที่ทำขึ้นสำหรับกัดติดกับ Stain gauge ที่ต่อกับส่วนแสดงผล ทำการศึกษาในกลุ่มอาสาสมัครจำนวน 21 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่มีสันเหงือกปกติและกลุ่มที่สันเหงือกมีการละลายตัวมากและวัดแรงในการกัดเมื่อใส่และไม่ใส่กาวยึดฟันเทียม ที่เวลา 1 และ

3 ชั่วโมง พบว่าค่าแรงยึดติดขึ้นกับคุณภาพของเนื้อเยื่อที่รองรับฟันปลอมและกาวยึดฟันปลอมมีส่วนช่วยเพิ่มการติดอยู่ของฟันปลอมในกลุ่มที่สันเหงือกมีการละลายตัวมากกว่ากลุ่มที่มีสันเหงือกปกติ

อีกการศึกษาหนึ่งซึ่งใช้เครื่องมือที่มีหลักการคล้ายกันเป็นการศึกษาของ Chew (48) ใช้ kinesiograph ซึ่งมีหลักการทำงานคือมีส่วนรับสัญญาณเชื่อมติดกับส่วนแปรผลที่จะนำเสนอออกมาในรูปกราฟ ทำการศึกษาในกลุ่มอาสาสมัครจำนวน 10 คนซึ่งทั้ง 10 คนจะมีฟันเทียมคนละ 2 ชุดโดยชุดแรกเป็นฟันเทียมที่มีขนาดพอดีกับสันเหงือกและชุดที่ 2 หลวมโดยเปรียบเทียบการขยับของฟันเทียมขณะใช้กาวยึดฟันเทียมชนิด Fixodent และ Super Polygrip ซึ่งมีลักษณะเป็นเพสท์ และชนิด Secure ซึ่งมีลักษณะเป็นผง โดยวัดที่เวลา 1 และ 3 ชั่วโมง พบว่าค่าแรงยึดติดขึ้นกับคุณภาพของเนื้อเยื่อที่รองรับฟันปลอมและกาวยึดฟันปลอมมีส่วนช่วยเพิ่มการติดอยู่ของฟันปลอมในกลุ่มที่สันเหงือกมีการละลายตัวมากกว่ากลุ่มที่มีสันเหงือกปกติ

เช่นเดียวกับการศึกษาของ Grasso (44) ที่ใช้ Kinesiograph ซึ่งมีลักษณะการทำงานโดยการฝังแม่เหล็กลงไปในพื้นที่ต่างตำแหน่งต่างๆ และมีตัวรับสัญญาณของแม่เหล็กมาแปลงสัญญาณเป็นกระแสไฟฟ้าเพื่อบอกตำแหน่งของแม่เหล็กเมื่อมีการขยับของฟันเทียม และ bite force transducer system ทำการศึกษาในอาสาสมัครจำนวน 20 คน โดยแต่ละคนจะมีฟันเทียมจำนวน 2 ชุดซึ่งชุดแรกจะมีขนาดพอดีกับสันเหงือกและชุดที่ 2 หลวม วัดการขยับของฟันเทียมเมื่อไม่ใช้กาวยึดฟันเทียมเปรียบเทียบกับเมื่อใช้กาวยึดฟันเทียม Fixodent โดยวัดที่เวลาเริ่มต้น 2, 4, 6 และ 8 ชั่วโมง พบว่ากาวยึดฟันเทียมมีส่วนช่วยในการเพิ่มค่าแรงยึดติดและแรงกัดของฟันปลอม

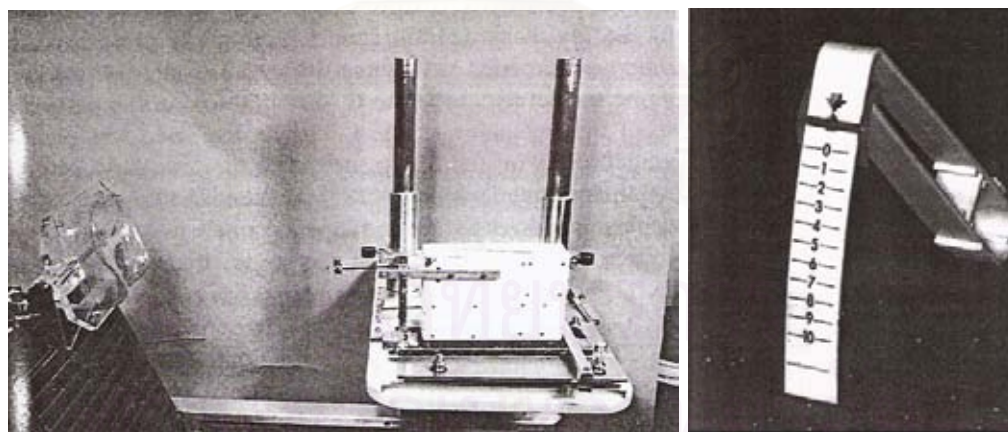
ในปีเดียวกันนั้น Ghani (39) ใช้ UCL retentiometer ดังรูปที่ 14 ซ้าย ทำการศึกษาในอาสาสมัครจำนวน 5 คน วัดค่าแรงยึดติดของฟันเทียม เมื่อไม่ใช้กาวยึดฟันเทียมเปรียบเทียบกับการใช้กาวยึดฟันเทียมชนิด Super Polygrip ที่มีลักษณะเป็นเพสท์ดี DentuHold ที่มีลักษณะเป็นของเหลว และ SuperWarner ที่มีลักษณะเป็นผง โดยใช้กาวยึดฟันเทียมปริมาณ 0.3, 0.45 และ 0.6 มิลลิลิตร โดยวัดที่เวลาเริ่มต้น 3 และ 6 ชั่วโมง พบว่า กาวยึดฟันเทียมชนิดผงให้แรงยึดติดได้เร็วกว่าแต่ให้แรงยึดติดได้ในเวลาที่สั้นกว่ากาวยึดฟันเทียมชนิดเพสท์

นอกจากนี้ยังมีการศึกษาที่ใช้เครื่องมือวัดในอีกลักษณะหนึ่งเพื่อทำการวัดค่าแรงกัดสูงสุดที่ทำให้ฟันเทียมทั้งปากหลุดออก ตัวอย่างการศึกษาประเภทนี้ได้แก่การศึกษาของ Fujimori (49) ทำการวัดแรงกัดสูงสุดที่ทำให้ฟันเทียมทั้งปากบนขยับหลุดด้วยเครื่อง Hand-held occlusal force meter โดยเครื่องนี้จะบันทึกแรงกัดสูงสุดก่อนที่ฟันเทียมจะขยับหลุดออกจากที่ ทำในอาสาสมัครจำนวน 16 คน โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มที่มีเนื้อเยื่อรองรับฟันเทียมที่เพียงพอและกลุ่มที่มีเนื้อเยื่อรองรับฟันเทียมไม่เพียงพอแล้วทำการวัดค่าแรงกัดสูงสุดของฟันเทียมเมื่อไม่ใช้กาวยึดฟันเทียมเปรียบเทียบกับการใช้กาว

ยึดฟันเทียมชนิด Correct พบว่ากาวยึดฟันเทียมช่วยเพิ่มแรงกัดสูงสุดโดยมีผลในกลุ่มที่มีเนื้อเยื่อรองรับฟันเทียมไม่เพียงพอมากกว่ากลุ่มที่มีเนื้อเยื่อรองรับฟันเทียมที่เพียงพอ

นอกจากนั้นยังมีการศึกษาของ Ozcan (29) ทำการวัดค่าแรงกัดสูงสุดด้วยเครื่อง gnathometer โดยมีลักษณะดังรูปที่ 14 ขวา เมื่อออกแรงกัดลงไปขีดที่อ่านค่าจะขยับเลื่อนตามแรงกัดอ่านค่าได้เป็นตัวเลขค่าที่วัดได้เป็นค่าเปรียบเทียบความมากน้อยของแรงจาก 0 ถึง 10 คือจากน้อยไปมากตามลำดับทำในอาสาสมัครจำนวน 15 คนโดยวัดแรงกัดของฟันเทียมชุดเก่าที่อาสาสมัครมีอยู่เดิมและชุดที่ทำให้ใหม่ เมื่อไม่ใช้กาวยึดฟันเทียมเปรียบเทียบกับเมื่อใช้กาวยึดฟันเทียมชนิด Kikudent วัดที่เวลา 1, 2, 4 และ 6 ชั่วโมง พบว่ากาวยึดฟันเทียมช่วยเพิ่มแรงกัดสูงสุดได้ตั้งแต่ใส่จนถึง 6 ชั่วโมง

มีเพียงการศึกษาของ Rendell (50) เท่านั้นที่ศึกษาจำนวนครั้งในการบดเคี้ยวของฟันเทียมทั้งปากล่าง ด้วยเครื่อง multichannel magnetometer tracking system ที่มีหลักการทำงานโดยการติดขดแม่เหล็กตัวส่งสัญญาณไว้ในตัวฟันเทียมและมีขดลวดเป็นตัวรับสัญญาณแล้วแปลงค่าเป็นสัญญาณไฟฟ้าเพื่อบอกตำแหน่งและลักษณะการเคลื่อนไหวของขดลวดตัวส่งสัญญาณในฟันปลอม ทำการศึกษาในอาสาสมัครจำนวน 10 คน โดยวัดการขยับของฟันเทียมล่างเมื่อไม่ใช้กาวยึดฟันเทียมเปรียบเทียบกับเมื่อใช้กาวยึดฟันเทียมชนิด Fixodent วัดที่เวลาเริ่มต้น ที่ 2 ชั่วโมง และที่ 4 ชั่วโมง พบว่ากาวยึดฟันเทียมมีส่วนช่วยลดการขยับของฟันเทียมและทำให้อัตราในการบดเคี้ยวเร็วขึ้นและเป็นธรรมชาติมากขึ้น



รูปที่ 14 ซ้ายแสดงวิธีการวัดแรงยึดติดของ Ghani (1994) ขวาแสดงวิธีการวัดแรงยึดติดของ Ozcan (2005)

(ที่มา : Ghani F J Oral Rehab 1994, Ozcan M J Prosthodont 2005)

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

วัสดุและอุปกรณ์ในการวิจัย

1. เครื่องมือ

1. เครื่องชั่งดิจิตอล (A&D Digital balance FA-200, A&D Company Ltd., Japan)
2. เครื่องวัดความหนืด (Paar Physica MC 1, Anton Co Ltd., USA)
3. ชุดทดสอบการติดของพื้นเทียม ประกอบด้วย
 - เครื่องวัดแรงดึง (Handy Analog Force Gauge, MMT engineering Co. Ltd., Thailand)
 - ขาตั้งเครื่องวัดแรงดึง (MMT engineering Co. Ltd., Thailand)
 - อุปกรณ์เสริม (MMT engineering Co. Ltd., Thailand)
4. เครื่องสั่น (Pioneer, Inter Supply Co. Ltd., Thailand)
5. เครื่องผสมชนิดสูญญากาศ (Vacuum mixer, J Morita Corporation, Japan)
6. เครื่องอบฆ่าเชื้อความดันไอน้ำ (Hirayama HRM-242ii, Hirayama manufacturing corporation, Japan)
7. เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง (420 A, Orion Analytic Technology Inc., USA)
8. ไมโครปีเปต (P1000, Gilson, France)
9. เครื่องกรอ (Marathon, Sae Yang Machinery Co., Korea)
10. เครื่องทำความสะอาดด้วยการสั่น (TP680DH, Elma, Germany)

2. อุปกรณ์

1. บีกเกอร์ (Beaker) ขนาด 600 มิลลิลิตร
2. แท่งแก้วกวนสาร
3. พายพลาสติก
4. ช้อนตักสาร
5. หลอดชนิดยา ขนาด 30 และ 5 มิลลิลิตร
6. นาฬิกาจับเวลา
7. ถ้วยผสม

8. พายผสม
9. ภาชนะหล่อแบบพิน (flask)
10. กระบอกล้างน้ำ
11. ถาดพิมพ์ปากสำเร็จรูป
12. ดินสอสีน้ำ

3. วัสดุ

1. กระดาษชำระ
2. น้ำปราศจากคลอรีน
3. ผงซักฟอก
4. ผ้าก๊อซ
5. แอลกอฮอล์
6. ปูนปลาสเตอร์ (Thai Hong Hah Plaster Factory, Thailand)
7. ปลาสเตอร์หินในห้องปฏิบัติการ (Quick stone laboratory stone ADA type III, Whipmix Corporation, USA)
8. ปลาสเตอร์หินแม่แบบ (Vel – Mix Classic Die Stone Type III, Kerrlab , USA)
9. อะคริลิกชนิดบ่มด้วยตัวเอง (Bosworth Fastray, Bosworth Company, USA)
10. อะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อน (Vertex rapid simplified clear, Vertex Dentimax, Holland)
11. ขี้ผึ้งชนิดแผ่น (Modelling wax, Dentsply Ltd., England)
12. วัสดุพิมพ์ปากอัลจิเนต (Jeltrate, Dentsply Ltd., England)
13. วัสดุพิมพ์ปากพอลิซิลไฟด์ (Light Bodied Permlastic, Kerr Corporation, USA)
14. โซเดียมไฮดรอกไซด์
15. แผ่นอลูมิเนียมฟอยล์ (Diamond, Reynolds Metal Company, USA)

4. สารเคมี

1. Hydroxyethylcellulose (Union Chemical 1986 Co.Ltd., Thailand)
2. Tragacanth (Union Chemical 1986 Co.Ltd., Thailand)
3. Guar gum (Union Chemical 1986 Co.Ltd., Thailand)
4. Neutralized Carbopal (Union Chemical 1986 Co.Ltd., Thailand)
5. Methyl Paraben (Union Chemical 1986 Co.Ltd., Thailand)
6. Sodium Hydroxide

5. ผลิตภัณฑ์กาวยึดฟันเทียม

1. Polident[®] (Block Drug Company, Ireland)
2. Dentfix[®] (Taekokchai, Thailand)
3. Den-stet[®] (Associated dental products Limited, England)
4. Bonyplus[®] (Bonyf , Switzerland)



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

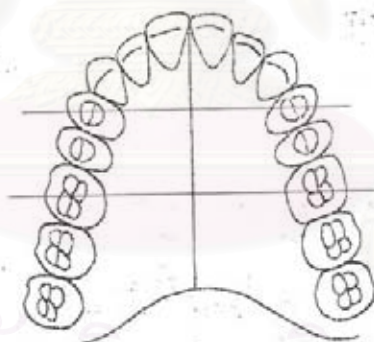
วิธีการทดลอง

1. การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง

เนื่องจากการศึกษานี้ เป็นการทดสอบหาค่าแรงยึดติดในคน จึงมีปัจจัยภายนอกหลายประการที่อาจมีอิทธิพลต่อค่าแรงยึดติดที่ได้และมีผลต่อความน่าเชื่อถือของข้อมูล โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อใช้ตัวอย่างจำนวนน้อย จึงต้องการคัดเลือกอาสาสมัครที่มีลักษณะของเพดานปากที่ใกล้เคียงกัน โดยดูจากขนาดความลึกและความกว้างที่ตำแหน่งฟันกรามน้อยซี่แรกและฟันกรามใหญ่ซี่แรก ดังนั้นจึงต้องทำการพิมพ์ปากของอาสาสมัครกลุ่มหนึ่งที่สามารถให้ความร่วมมือได้เพื่อคัดเลือกอาสาสมัครที่มีขนาดของเพดานปากใกล้เคียงกันมากที่สุดจำนวน 5 คน เพื่อทำการศึกษาต่อไป โดยมีวิธีการในการคัดเลือกอาสาสมัครดังนี้

2. วิธีการวัดขนาดและรูปร่างของเพดานปาก

พิมพ์ปากอาสาสมัครด้วยวัสดุพิมพ์ปากชนิดอัลจิเนต นำไปเทพลาสติกอร์หินในห้องปฏิบัติการได้ชิ้นหล่อศึกษา นำมาลากเส้น 2 เส้น คือ เส้นที่วัดจากกึ่งกลางของฟันกรามน้อยซี่แรกด้านซ้ายไปยังฟันกรามน้อยซี่แรกด้านขวา และ เส้นที่วัดจากกึ่งกลางของฟันกรามใหญ่ซี่แรกด้านซ้ายไปยังฟันกรามใหญ่ซี่แรกด้านขวา ดังรูปที่ 15



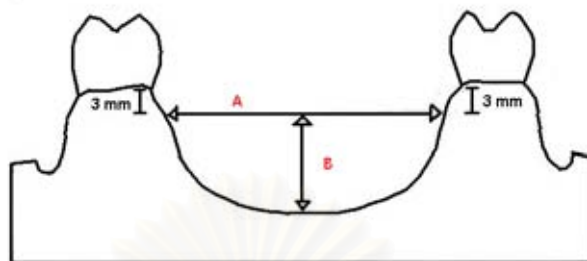
รูปที่ 15 แสดงแนวในการตัดชิ้นหล่อ

หลังจากนั้นเลื่อยตัดแบ่งชิ้นหล่อออกเป็น 3 ส่วน ดังรูปที่ 16



รูปที่ 16 แสดงชิ้นหล่อที่ถูกตัดแล้ว

วัดความกว้าง (A) และความลึก (B) ตรงจุดที่ต่ำที่สุดโดยวัดจากตำแหน่งที่ต่ำกว่าคอฟันทางด้านเพดานปากประมาณ 3 มิลลิเมตร ดังรูปที่ 17



รูปที่ 17 แสดงตำแหน่งในการวัด

นำค่าที่วัดได้มาทำการคัดเลือกกลุ่มอาสาสมัคร จำนวน 5 คน ที่มีขนาดเพดานปากใกล้เคียงกัน โดยอาสาสมัครต้องมีคุณสมบัติดังนี้ คือ

1. ไม่มีช่องว่างที่เกิดจากการสูญเสียฟัน
2. ฟันมีการเรียงตัวในลักษณะที่ปกติ
3. ไม่มีรอยโรคในช่องปาก
4. ไม่มีประวัติการแพ้วัสดุทางทันตกรรม
5. ไม่มีส่วนเว้า (undercut) หรือปุ่มกระดูกบริเวณเพดานปาก (torus palatinus) อันอาจก่อให้เกิดการขัดขวางต่อการใส่แผ่นด้านเพดานปากบริเวณเพดานปาก
6. ไม่อ้าเจียนง่าย
7. มีลักษณะเพดานปากที่มีขนาดดังนี้
 - a. มีความลึกตรงจุดที่ต่ำที่สุดบริเวณเส้นที่วัดจากกึ่งกลางของฟันกรามใหญ่ซี่แรก ด้านซ้ายไปยังฟันกรามใหญ่ซี่แรกด้านขวา ประมาณ 9-10 มิลลิเมตรโดยวัดจากตำแหน่งที่ต่ำกว่าคอฟันทางด้านเพดานปากประมาณ 3 มิลลิเมตร ค่า B จากรูปที่ 17
 - b. มีความลึกตรงจุดที่ต่ำที่สุดบริเวณเส้นที่วัดจากกึ่งกลางของฟันกรามน้อยซี่แรก ด้านซ้ายไปยังฟันกรามน้อยซี่แรกด้านขวา ประมาณ 5-7 มิลลิเมตรโดยวัดจากตำแหน่งที่ต่ำกว่าคอฟันทางด้านเพดานปากประมาณ 3 มิลลิเมตร ค่า B จากรูปที่ 17
8. โดยก่อนที่อาสาสมัครจะลงชื่อยินยอมเข้าร่วมการวิจัย ผู้วิจัยได้ให้ข้อมูลเกี่ยวกับขั้นตอน กระบวนการในการศึกษา และความปลอดภัยในการใช้การวัดโดยละเอียด ดังรายละเอียดในภาคผนวก หน้า 94-97

9. สามารถให้ความร่วมมือได้จนถึงสิ้นสุดการศึกษา หากอาสาสมัครมีความจำเป็นไม่สามารถให้ความร่วมมือได้จนถึงสิ้นสุดการศึกษา ต้องทำการคัดเลือกอาสาสมัครใหม่ตามวิธีการข้างต้น และเริ่มทำการศึกษาในส่วนของอาสาสมัครที่มาแทนใหม่ทั้งหมด

วิธีการลดหรือกำจัดผลจากตัวแปรอื่นๆที่อาจเกี่ยวข้อง

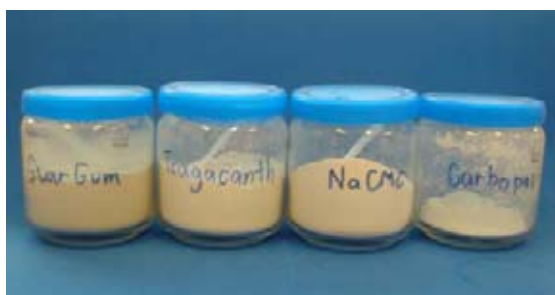
1. เพื่อควบคุมปัจจัยที่อาจมีผลต่อคุณสมบัติของกาวจึงกำหนดให้กาวยึดฟันเทียมที่ผลิตขึ้นเองถูกผสมขึ้นโดยผู้ทำการทดลองเพียงคนเดียวด้วยวิธีการเดียวกันทั้งหมด
2. เพื่อกำจัดอิทธิพลจากกาวที่อาจตกค้างอยู่บนเนื้อเยื่อเหงือกจึงใช้สารตัวอย่างเดียวในการทดสอบแต่ละวัน เพื่อหากมีกาวยึดฟันเทียมตกค้างบริเวณเพดานปากไม่สามารถล้างออกได้หมดเนื่องมาจากเหตุสุดวิสัยจะได้ไม่มีการปนเปื้อนของกาวยึดฟันเทียมคนละชนิดกัน
3. เพื่อกำจัดอิทธิพลจากกาวที่อาจตกค้างอยู่บนแผ่นด้านเพดานปากจึงใช้สี erythrosine ย้อมเพื่อตรวจสอบเศษกาวที่หลงเหลืออยู่หลังจากการแปรงและใส่เครื่องทำความสะอาดด้วยการสั้นเป็นเวลา 1 นาทีอีกครั้งภายหลังการแปรง
4. กาวยึดฟันเทียมที่ผสมขึ้นเองแต่ละชนิดจะทำการทดสอบให้เสร็จภายใน 1 สัปดาห์ เพื่อป้องกันการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของกาวยึดฟันเทียมที่อาจเกิดขึ้นได้เมื่อเวลาผ่านไป
5. การวัดความเหนียวทำโดยเครื่องมือที่ได้มาตรฐาน

3. การเตรียมสารสำหรับการทดสอบ

ในการทดสอบได้เตรียมกาวชนิดเจลจากสารตั้งต้น 4 ชนิด คือ ทรากาแคนท์ กัวกัม คาร์บอซีเมทิลเซลลูโลส และคาร์บอพอล ดังรูปที่ 18 โดยเตรียมให้มีความเข้มข้น 3 ระดับ ดังตารางที่ 2 และกาวยึดฟันเทียมที่มีขายในท้องตลาด 4 ชนิด ดังรูปที่ 19 ซึ่งกาวยึดฟันเทียมชนิดเจลที่ทดลองผลิตเป็นกาวชุดแรกที่ทำขึ้นเพื่อศึกษาคุณสมบัติในการยึดติดของสารก่อเจลซึ่งอาจใช้เป็นกาวต้นแบบชนิดต่างๆ แต่ไม่ใช่ผลิตภัณฑ์กาวยึดฟันเทียมที่จะผลิตออกใช้ในผู้ป่วย

ตารางที่ 2 แสดงความเข้มข้นของกาวยึดฟันเทียมที่เตรียมขึ้นจากสารตั้งต้นทั้ง 4 ชนิด

Type	Concentration (%w/w)		
Tragacanth (T)	13	14.5	15.5
Guar Gum (G)	5	6	7
Carboxymethylcellulose (C)	5	5.7	6.5
Neutralized Carbopal (N)	3	4.5	6



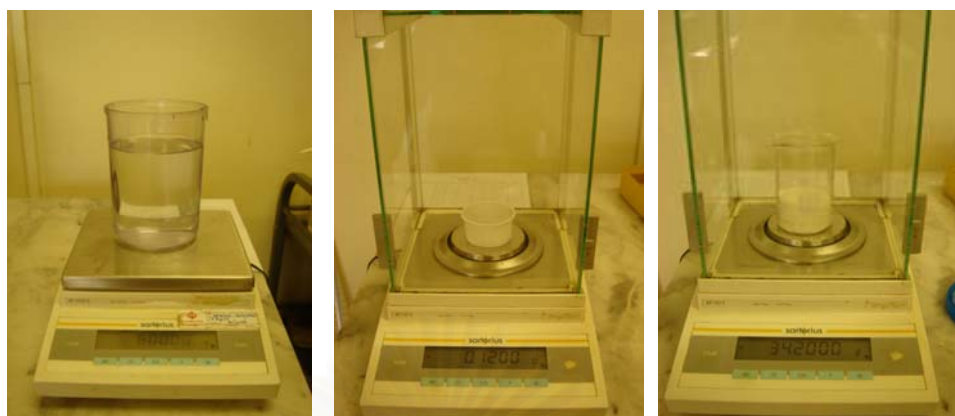
รูปที่ 18 สารที่ใช้ในการทดสอบ



รูปที่ 19 กาวยึดฟันเทียมที่มีจำหน่ายในท้องตลาดและนำมาใช้ในการทดสอบ

3.1 วิธีการเตรียมกาวชนิดเจล

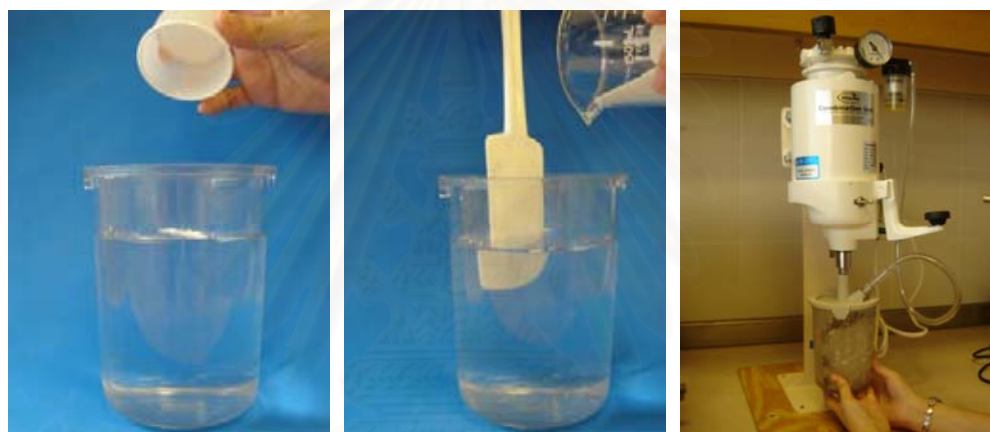
วิธีการเตรียมโดยนำน้ำกลั่นใส่บีกเกอร์ขนาด 600 มิลลิลิตร นำมาซึ่งด้วยเครื่องชั่งดิจิตอลให้น้ำปราศจากไอออนหนัก 600 กรัม ผสมสารต่อต้านจุลินทรีย์ (Methyl paraben) ลงไปร้อยละ 0.02 โดยน้ำหนัก นำสารส่วนผงมาซึ่งตามความเข้มข้นที่กำหนดไว้ ผสมสารส่วนผงกับน้ำและกวนให้เข้ากันนำไปปั่นด้วยเครื่องผสมชนิดสูญญากาศเป็นเวลา 15 นาที จากนั้นปิดภาชนะทิ้งไว้ประมาณ 2 ชั่วโมง เพื่อให้เจลเกิดการพองตัวเต็มที่ นำไปเข้าเครื่องอบฆ่าเชื้อด้วยความดันไอน้ำ (autoclave) ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที ดังรูปที่ 20



(a)

(b)

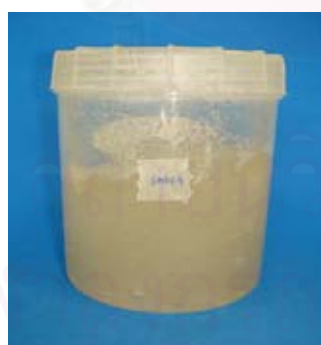
(c)



(d)

(e)

(f)



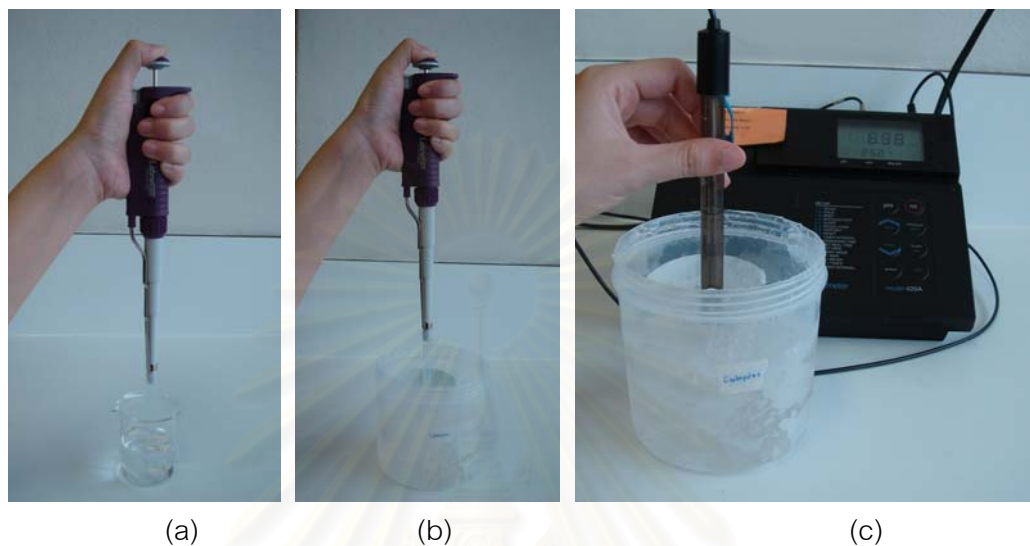
(g)



(h)

รูปที่ 20 แสดงวิธีการเตรียมกาวยึดพื้นเทียมที่ทดลองผลิตขึ้นเอง
 (a) ชั่งน้ำปราศจากอ็อกโซน (b) ชั่งสารต่อต้านจุลินทรีย์ (c) ชั่งสารก่อเจล
 (d) และ (e) ผสมสารส่วนผงกับน้ำและกวนให้เข้ากัน (f) นำไปปั่นด้วยเครื่องผสมชนิดสูญญากาศ
 (g) ปิดภาชนะทิ้งไว้ประมาณ 2 ชั่วโมง (h) นำไปเข้าเครื่องอบฆ่าเชื้อด้วยความดันไอน้ำ

สำหรับกาวยืดพืชมชนิดคาร์บอพลซึ่งมีค่า pH เป็นกรดจะต้องทำการปรับค่า pH ของกาวยืดพืชมให้เป็นกลางเสียก่อนด้วยการเติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 20 โดยน้ำหนัก ดังรูปที่ 21



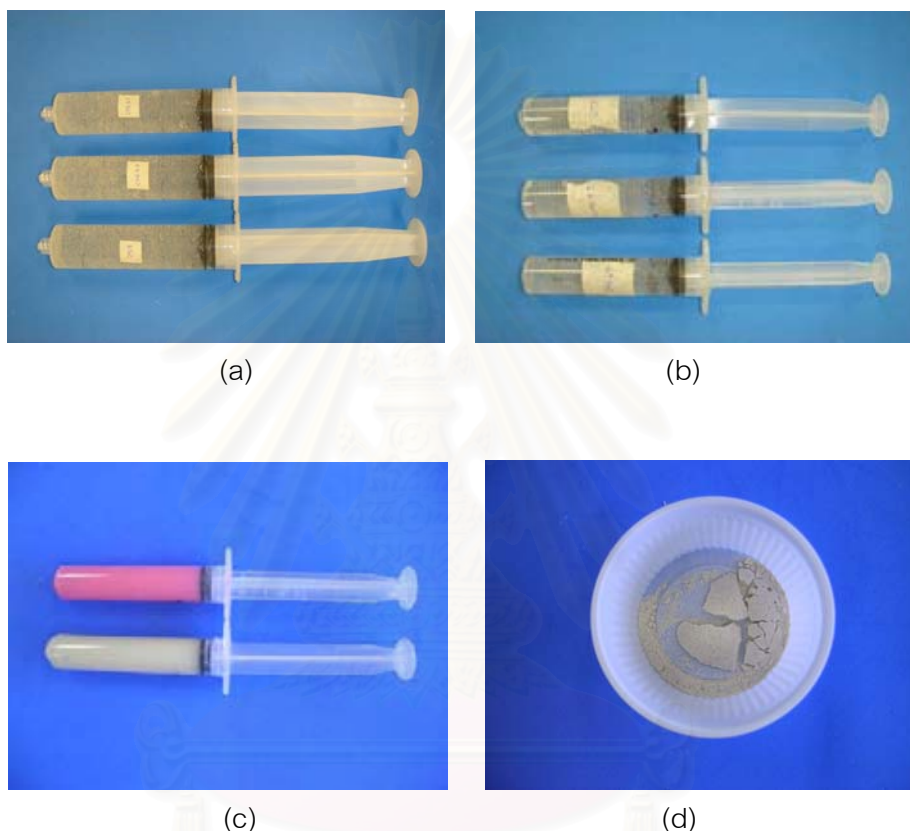
รูปที่ 21 แสดงวิธีการปรับค่า pH ของคาร์บอพลด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์

- (a) ดูดสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ด้วยไมโครปิเปต (b) ใส่สารละลายลงในกาวยืดพืชมผสมให้เข้ากัน
(c) วัดค่าด้วยเครื่องวัดความเป็นกรดต่าง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.2 การบรรจุกาวยึดฟันเทียมสำหรับการทดสอบ

นำกาวยึดฟันเทียมชนิดเจลที่ทดลองผลิตและชนิดเพสต์มาบรรจุลงในหลอดฉีดยาขนาด 30 มิลลิลิตร สำหรับใช้ในการทดสอบแรงยึดติด และขนาด 5 มิลลิลิตร สำหรับใช้ในการทดสอบความหนืด โดยในระหว่างการบรรจุจะต้องทำอย่างประณีตเพื่อป้องกันไม่ให้มีฟองอากาศแทรกอยู่ภายในเนื้อของกาวยึดฟันเทียม ส่วนกาวยึดฟันเทียมชนิดผงซึ่งผงกาวหนัก 1 กรัมเตรียมไว้ในถ้วยพลาสติก ดังรูปที่ 22



รูปที่ 22 แสดงกาวยึดฟันเทียมที่เตรียมเสร็จแล้ว

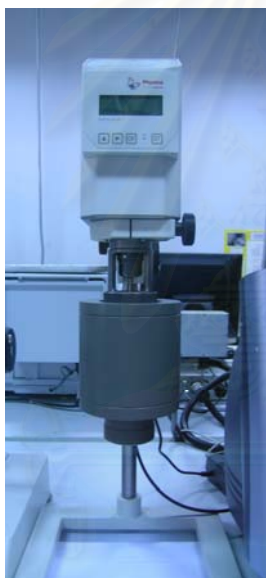
(a) และ (b) กาวยึดฟันเทียมชนิดเจล (c) กาวยึดฟันเทียมชนิดเพสต์ (d) กาวยึดฟันเทียมชนิดผง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.3 การวัดความหนืด

เครื่อง Paar Physica MC 1 เป็นเครื่องวัดความหนืดชนิดคูเอต (Couette viscometer) มีลักษณะเป็นท่อทรงกระบอกสำหรับใส่สารที่ต้องการวัดและหัวสำหรับวัดซึ่งมีลักษณะเป็นแท่งทรงกระบอกอีกอันซึ่งมีขนาดเล็กกว่าอยู่ด้านในของกระบอกใส่สารและมีสารที่ต้องการวัดอยู่ระหว่างกลางของแท่งทรงกระบอก 2 อัน ด้านนอกของที่ใส่กระบอกสารเป็นเครื่องควบคุมอุณหภูมิ ค่าที่วัดได้บันทึกออกมาเป็น อัตราการให้แรงเฉือน, ความเค้นเฉือน, ความหนืด, แรงบิด (Torque) และอุณหภูมิ ที่ตำแหน่งของเวลาที่กำหนดโดยผู้ทำการทดสอบ

ใส่กาวยืดพ่นเทียมลงในภาชนะสำหรับวัดของเครื่อง Paar Physica MC 1 โดยใช้หัวขนาด Z4 ครั้งละ 3 มิลลิลิตร วัดที่อัตราการให้แรงเฉือน 100 รอบต่อนาที (rpm) ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส โดยสาร 1 ชนิด วัด 5 ครั้ง ดังรูปที่ 23



(a)



(b)

รูปที่ 23 (a) แสดงเครื่องวัดความหนืด Paar Physica MC 1 (b) แสดงการบรรจุกาวลงในกระบอกของเครื่องวัดความหนืด Paar Physica MC 1

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4. การเตรียมแผ่นด้านเพดานปาก

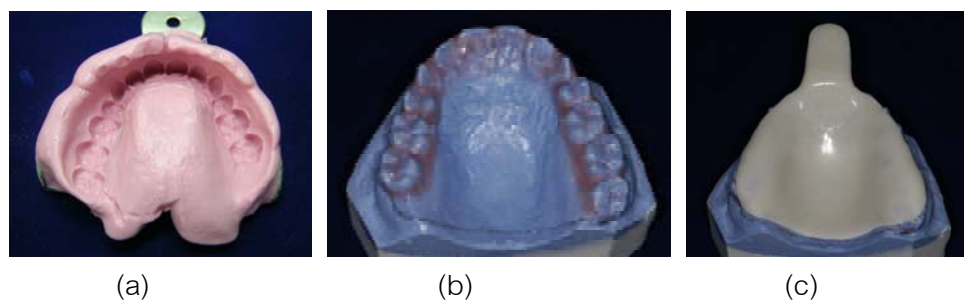
ในการเตรียมแผ่นด้านเพดานปากสำหรับทดสอบค่าแรงยึดติด มีขั้นตอนดังนี้ คือ

4.1 การเตรียมชิ้นหล่อ

พิมพ์ปากของอาสาสมัครด้วยวัสดุพิมพ์ปากชนิดอัลจินเตนำไปเทขึ้นหล่อด้วยพลาสติกเรซินในห้องปฏิบัติการ ทำถาดพิมพ์ปากเฉพาะบุคคลด้วยอะคริลิกชนิดบ่มด้วยตัวเอง นำไปพิมพ์ปากด้วยวัสดุพิมพ์ปากชนิดพอลิซิลไฟด์ จากนั้นนำไปเทพลาสติกเรซินแม่แบบ เพื่อทำแบบจำลองของเพดาน กำหนดขอบเขตของแผ่นด้านเพดานปากไปบนชิ้นหล่อ หลังจากนั้นแต่งซี่ผึ้งตามขนาดของแผ่นด้านเพดานปาก นำชิ้นหล่อที่แต่งแบบซี่ผึ้งแล้วนำไปใส่ในภาชนะหล่อแบบฟันเพื่อเปลี่ยนแบบซี่ผึ้งเป็นอะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อน เมื่อแยกภาชนะหล่อแบบฟันออกแล้วรอกแต่งแผ่นด้านเพดานปากให้มีขนาดตามที่กำหนดไว้ ดังรูปที่ 24



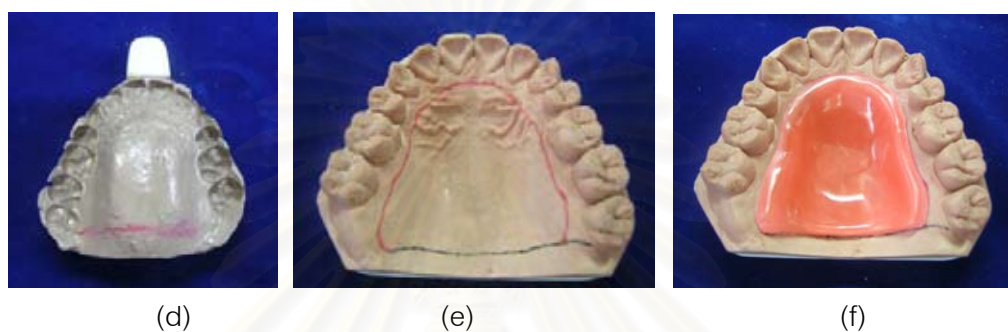
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



(a)

(b)

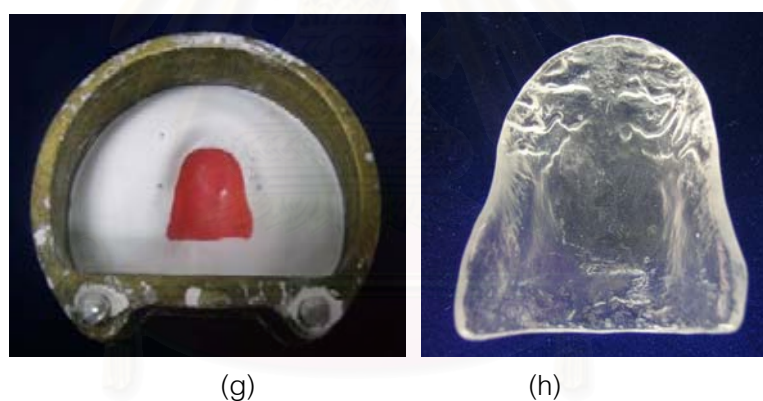
(c)



(d)

(e)

(f)



(g)

(h)

รูปที่ 24 แสดงขั้นตอนการเตรียมแผ่นด้านเพดานปาก

(a) พิมพ์ปากด้วยอัลจินต (b) ชั้นหล่อศึกษา (c) ถาดพิมพ์ปากเฉพาะบุคคล

(d) พิมพ์ปากด้วยพอลิซิลไฟด์ (e) ชั้นหล่อแบบจำลองของเพดาน (f) แต่งขี้ผึ้งตามขนาดของแผ่นด้านเพดานปาก

(g) ใส่ในภาชนะหล่อแบบฟัน (h) แผ่นด้านเพดานปากที่ได้จากภาชนะหล่อแบบฟัน

4.2 วิธีการกำหนดขอบเขตของแบบซี่ฝัง (40, 81-83)

โดยให้มีขนาดห่างจากคอฟันทางด้านเพดานประมาณ 3 มิลลิเมตร และด้านท้ายพอดีแนวสั่น (Vibrating line) หนาประมาณ 3 มิลลิเมตร ดังรูปที่ 25



รูปที่ 25 แสดงขอบเขตของแผ่นซี่ฝังบนชิ้นหล่อ

4.3 การหาขนาดพื้นที่ผิวด้านที่สัมผัสกับเพดานปากของแผ่นด้านเพดานปาก(84)

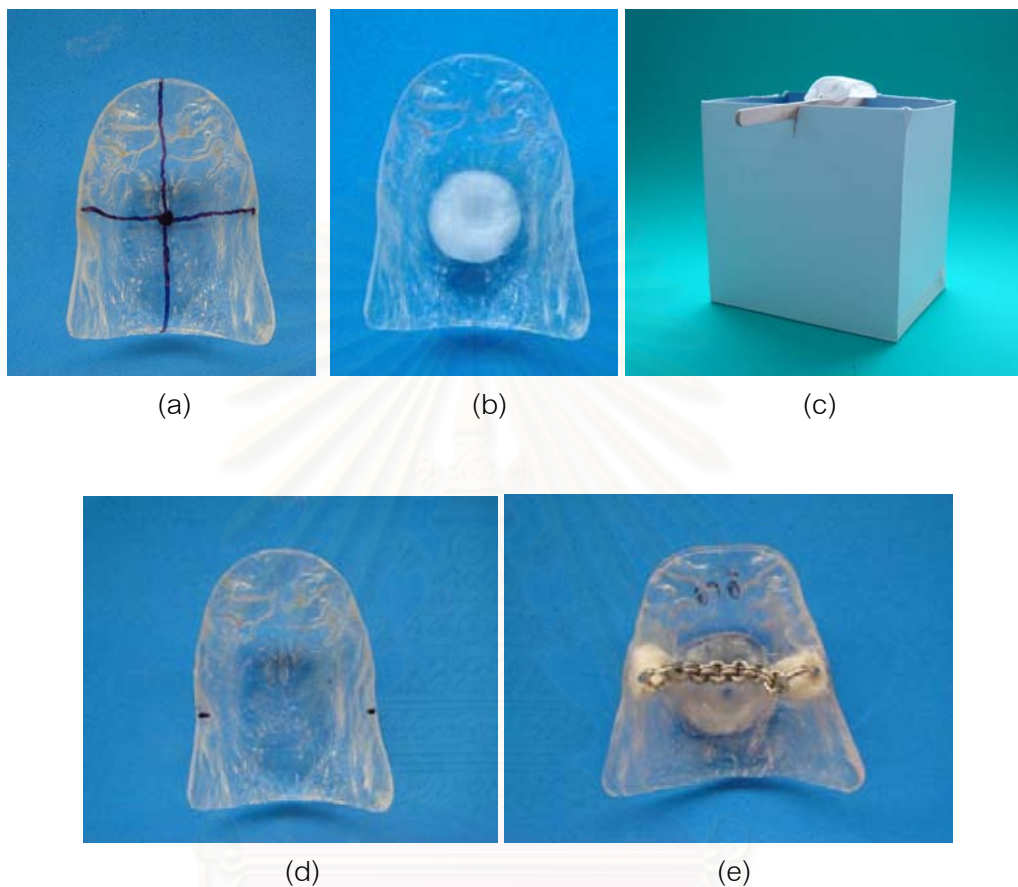
นำแผ่นอลูมิเนียมฟอยด์ตัดออกเป็นชิ้นนำมาทาบบและรีดให้แนบไปตามพื้นผิวของแผ่นด้านเพดานปากในบริเวณที่แผ่นฟอยด์ซ้อนทับกันตัดส่วนที่เกินออกให้แผ่นฟอยด์คลุมพอดีทั่วพื้นผิวของแผ่นด้านเพดานปาก นำแผ่นฟอยด์ที่ได้มาแผ่ออกรีดให้เรียบ นำไปสแกนพร้อมกับไม้บรรทัด นำภาพที่ได้ไปคำนวณหาขนาดพื้นที่ด้วยโปรแกรม Image Pro Plus ดังรูปที่ 26



รูปที่ 26 แสดงตัวอย่างของแผ่นอลูมิเนียมฟอยด์ที่แผ่ให้แบนและใช้ในการหาขนาดพื้นที่

หาขนาดพื้นที่ของแผ่นด้านเพดานปากกรองแต่งโดยการตัดแผ่นด้านเพดานปากทางด้านหน้าออก โดยให้มีความยาวในแนวหน้าหลังประมาณ 3.5 เซนติเมตร ทำการหาขนาดของแผ่นด้านเพดานปากข้างและกรองแต่งจนกระทั่งมีขนาดพื้นที่ประมาณ 14 ตารางเซนติเมตร ชีดเส้นกึ่งกลางในแนวหน้าหลังและในแนวซ้ายขวา เพื่อกำหนดตำแหน่งกึ่งกลางของแผ่นด้านเพดานปากที่จะทำแอ่งรองรับหัวกดที่

บริเวณกึ่งกลางของแผ่นด้านเพดานปากด้วยอะคริลิกชนิดบ่มด้วยตนเอง และกำหนดตำแหน่งกึ่งกลางของแผ่นด้านเพดานปากในแนวหน้าหลังที่ขอบด้านซ้ายและขวาของแผ่นด้านเพดานปากเพื่อติดไขและยึดห่วงด้วยอะคริลิกชนิดบ่มด้วยตนเอง ดังรูปที่ 27



รูปที่ 27 แสดงวิธีการเตรียมแผ่นด้านเพดานปาก

(a) หาจุดกึ่งกลางของแผ่นด้านเพดานปาก (b) ทำแอ่งรองรับห้วงคดบริเวณกึ่งกลางของแผ่นด้านเพดานปาก (c) หาแนวสมดุลงในแนวหน้า-หลัง (d) กำหนดจุดสมดุลงในแนวหน้าหลังที่หาได้ (e) ติดไขบริเวณจุดสมดุลงในแนวหน้า-หลัง

5. เครื่องมือวัดค่าแรงยึดติด (82, 85)

เครื่องมือที่ใช้วัดค่าแรงยึดติดนี้เป็นเครื่องมือที่ออกแบบเฉพาะสำหรับการศึกษาค้นคว้า โดยอาศัยหลักการของคาน ซึ่งจุดหมุนของคานอยู่ระหว่างจุดปลายทั้งสองข้าง ดังนั้นตามหลักการทางฟิสิกส์ เมื่อโมเมนต์ทวนเท่ากับโมเมนต์ตาม และโมเมนต์มีค่าเท่ากับแรงคูณด้วยระยะทาง ดังสมการ (86) ต่อไปนี้

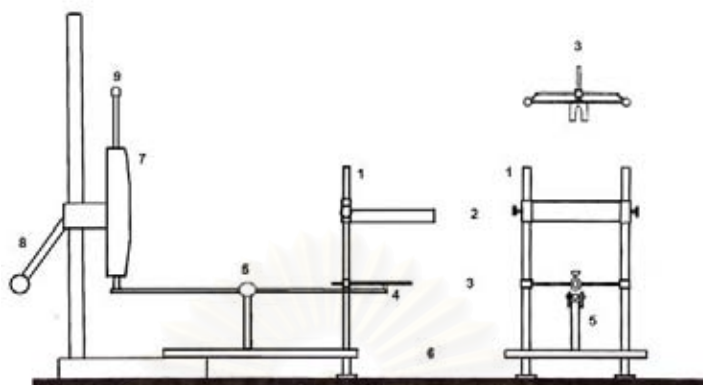
$$\text{โมเมนต์}_{\text{ทวน}} = \text{โมเมนต์}_{\text{ตาม}}$$

$$\text{โมเมนต์} = \text{แรง} \times \text{ระยะทางจากจุดหมุน}$$

ดังนั้นหากรยะทางจากตำแหน่งที่ตั้งไปถึงจุดหมุนของทั้งสองด้านมีค่าเท่ากันแรงที่เกิดขึ้นที่ตำแหน่งที่ตั้งบริเวณปลายของคานทั้งสองด้านจึงมีค่าเท่ากันด้วย โดยให้ปลายด้านหนึ่งของคานยึดติดกับเครื่องวัดค่าแรงตั้ง ในขณะที่ปลายอีกด้านหนึ่งของคานมีลักษณะเป็นตะขอเกี่ยวเพื่อคล้องกับไซท์ติดกับแผ่นด้านเพดานปากเพื่อทำการดึงแผ่นด้านเพดานปากออกและวัดค่าแรงตั้ง ค่าแรงที่เครื่องวัดแรงตั้งวัดได้จึงเท่ากับค่าแรงที่เกิดขึ้นที่ตำแหน่งปลายตะขอของเครื่องวัดค่าแรงยึดติด

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.1 ส่วนประกอบของเครื่องวัดแรงดึง



รูปที่ 28 แสดงส่วนประกอบของเครื่องวัดแรงดึง

หมายเลข 1 คือ เสา

หมายเลข 2 คือ ส่วนยึดศีรษะให้อยู่กับที่

หมายเลข 3 คือ ส่วนรองรับพื้นบน

หมายเลข 4 คือ ตะขอ

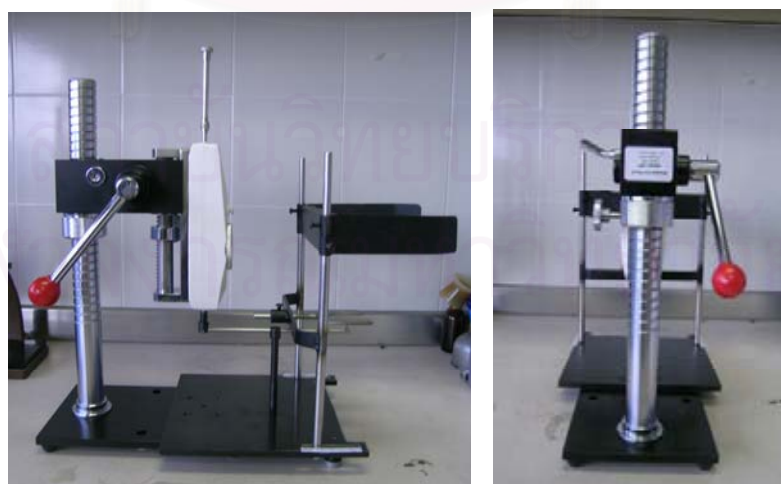
หมายเลข 5 คือ คานกระดก

หมายเลข 6 คือ ฐาน

หมายเลข 7 คือ เครื่องวัดแรงดึง

หมายเลข 8 คือ คันโยก

หมายเลข 9 คือ หัวกด



รูปที่ 29 แสดงเครื่องวัดแรงดึง

5.2 การเตรียมส่วนรองรับฟันบนสำหรับอาสาสมัครแต่ละคนของเครื่องมือวัด

โดยถัดไปเป็นส่วนที่ช่วยควบคุมตำแหน่งศีรษะ ซึ่งประกอบด้วยแผ่นเหล็กรูปเกือกม้าและอะคริลิกสำหรับกำหนดตำแหน่งของฟันบน ทำโดยใช้อะคริลิกชนิดบ่มด้วยตนเองวางบนส่วนรองรับฟันบนและใช้ชิ้นหล่อกดลงไปให้เกิดรอยของปุ่มฟันเพื่อคงตำแหน่งศีรษะของอาสาสมัครให้เป็นตำแหน่งเดียวกันทุกครั้งในการทดสอบ ดังรูปที่ 30



รูปที่ 30 แสดงส่วนรองรับฟันบนที่เตรียมเสร็จเรียบร้อยแล้ว

5.3 วิธีการตั้งค่าเครื่องวัดแรงดึง

1. ปรับส่วนรองรับฟันบนในแนวหน้า-หลังให้หน้าปากของอาสาสมัครสัมผัสพอดีกับส่วนยึดศีรษะให้อยู่กับที่
2. ปรับเสาในแนวหน้า-หลังให้ตำแหน่งของโซ่ที่ห้อยลงมาตรงกับตะขอตามแนวตั้ง
3. บันทึกตำแหน่งของค่าที่ตั้งได้สำหรับอาสาสมัครแต่ละคนเพื่อนำไปใช้ในการวัดครั้งต่อไป
4. ปรับความยาวของโซ่ให้เมื่อเกี่ยวตะขอแล้วโซ่มีความตึงพอดี

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

6. การวัดแรงยึดติด

6.1 การแบ่งกลุ่มสำหรับการทดสอบ

ในการศึกษาครั้งนี้วัดค่าแรงยึดติดของสารทั้งหมด 17 กลุ่ม ดังแสดงในตารางที่ 3

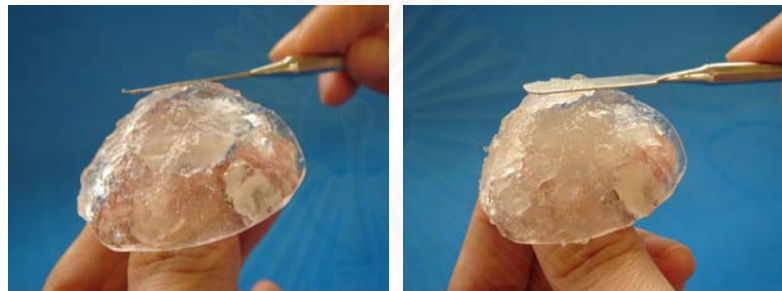
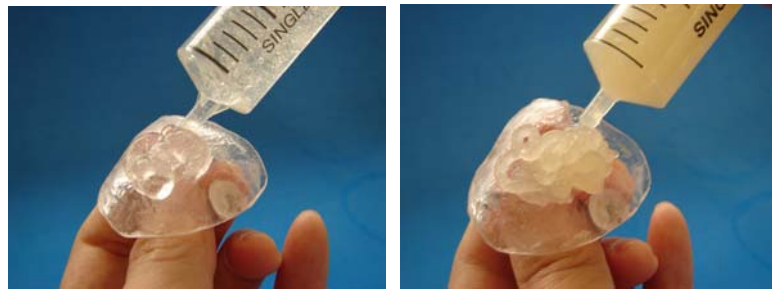
ตารางที่ 3 แสดงกลุ่มที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้

Type	Concentration (%w/w)		
No adhesive	-		
Tragacanth (T)	13	14.5	15.5
Guar Gum (G)	5	6	7
Carboxymethylcellulose (C)	5	5.7	6.5
Neutralized Carbopal (N)	3	4.5	6
Polident [®]	-		
Bonyplus [®]	-		
Den-stet [®]	-		
Dentfix [®]	-		

6.2 วิธีการทดสอบ

โดยเริ่มจากกลุ่มที่ไม่ใช้กาวยึดฟันเทียม ทำโดยการนำแผ่นด้านเพดานปากใส่ในปากให้เข้าที่กุดด้วยแรง 20 นิวตันเป็นเวลา 20 วินาที หลังจากนั้นดึงออกด้วยแรงในแนวตั้งที่เวลา 30 วินาที 30 นาที 60 นาที และ 120 นาที บันทึกค่าที่วัดได้ แต่ละตัวอย่างทำซ้ำ 3 ครั้ง นำออกมาล้างแผ่นด้านเพดานปากให้สะอาดและเช็ดให้แห้ง สำหรับกลุ่มที่ใช้กาวยึดฟันเทียมบีบกาวยึดฟันเทียมจำนวน 1 มิลลิลิตร ลงตรงกึ่งกลางของแผ่นด้านเพดานปาก ใช้สแปตูล์เกลี่ยกาวยึดฟันเทียมให้มีความหนาสม่ำเสมอทั่วทั้งแผ่นและไม่มีฟองอากาศ ใส่ในปากกดด้วยแรง 20 นิวตันเป็นเวลา 20 วินาที หลังจากนั้นดึงออกด้วยแรงในแนวตั้งที่เวลา 30 วินาที 30 นาที 60 นาที และ 120 นาที บันทึกค่าที่วัดได้ แต่ละตัวอย่างวัดซ้ำ 3 ครั้ง

สำหรับกาวยึดฟันเทียมแบบผง ใส่ผงลงในถ้วยสำหรับโรยลงบนแผ่นด้านเพดานปากที่เปียกน้ำ ฉีดน้ำเป็นฝอยด้วยกระบอกฉีดน้ำที่ระยะห่าง 5 นิ้ว จำนวน 30 ครั้ง เคาะผงกาวยึดฟันเทียมส่วนที่เกินออกก่อนนำไปใส่ในช่องปาก ดังรูปที่ 31 ถึง 34



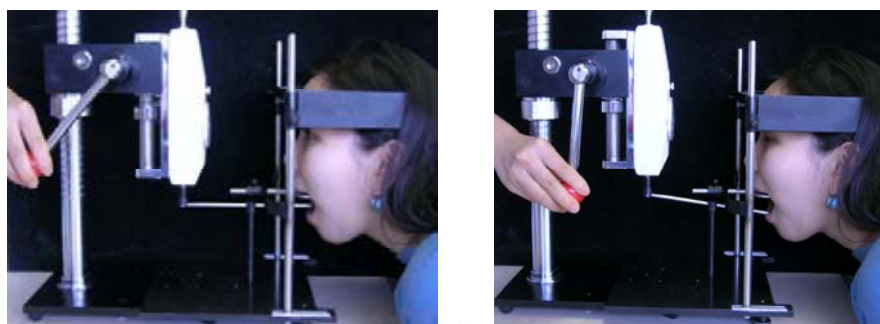
รูปที่ 31 แสดงวิธีการทากาวยึดฟันเทียมที่ทดลองผลิตขึ้นเอง



รูปที่ 32 แสดงวิธีการทากาวยึดฟันเทียมชนิดเพสท์ที่มีขายในท้องตลาด



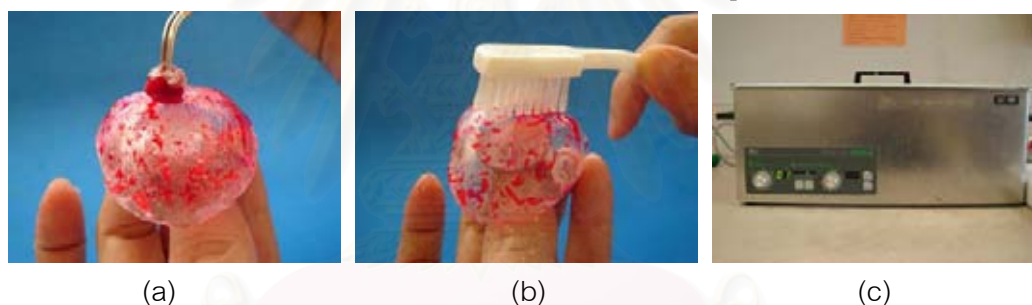
รูปที่ 33 แสดงวิธีการโรยกาวยึดฟันเทียมแบบผง



รูปที่ 34 แสดงวิธีการวัดด้วยเครื่องวัดแรงดึง

6.3 การตรวจสอบและทำความสะอาดแผ่นด้านเพดานปาก

หลังจากการวัดแต่ละครั้งทำความสะอาดแผ่นด้านเพดานปากโดยการล้างกาวยึดฟันเทียมอันเดิมออกด้วยแปรงและน้ำสะอาด ย้อมด้วยสี Erythrosine dye เพื่อดูว่ายังมีเศษกาวยึดฟันเทียมหลงเหลืออยู่หรือไม่ ถ้ามีใช้น้ำและแปรงทำความสะอาดออกให้หมด นำไปใส่ในเครื่องทำความสะอาดด้วยคลื่นไฟฟ้าเป็นเวลา 1 นาที เช็ดให้แห้งก่อนทาการยึดฟันเทียมใหม่ ดังรูปที่ 35



รูปที่ 35 แสดงวิธีการตรวจสอบและทำความสะอาดแผ่นด้านเพดานปาก

(a) ย้อมสี Erythrosine dye (b) แปรงเศษกาวยึดฟันเทียมออก (c) ใส่ในเครื่องทำความสะอาดด้วยการสั่น

6.4 การกำจัดกาวยึดฟันเทียมที่ตกค้างออกจากบริเวณเพดานปากของอาสาสมัคร

ใช้ผ้าก๊อซชุบน้ำหมาดๆค่อยๆเช็ดกาวยึดฟันเทียมที่ยังคงตกค้างอยู่ออกจนหมดโดยวิธีการดูดด้วยตาเปล่า

การวิเคราะห์ข้อมูล

นำค่าแรงยึดติดที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวและการเปรียบเทียบเชิงซ้อน (Multiple comparison) ด้วยวิธีบอนเฟอรอนนี (Bonferroni) ในกรณีที่แต่ละกลุ่มมีค่าความแปรปรวนไม่แตกต่างกัน และทามเฮน (Thamhane) ในกรณีที่แต่ละกลุ่มมีค่าความแปรปรวนแตกต่างกัน ที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 ($\alpha < 0.05$) โดยใช้โปรแกรม SPSS for Windows เวอร์ชัน 12 (SPSS Inc., 444 N. Michigan, Chicago, Illinois USA.)

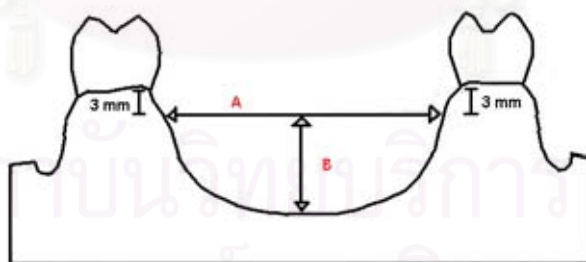
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ข้อมูลของอาสาสมัคร

ในการศึกษาครั้งนี้มีอาสาสมัครเข้าร่วมงานวิจัยตลอดจนกระทั่งแล้วเสร็จจำนวนทั้งสิ้น 5 คน มีค่าเฉลี่ยพื้นที่ของแผ่นด้านเพดานปาก 14.57 ± 0.09 ตารางเซนติเมตร โดยข้อมูลของอาสาสมัครแต่ละคนแสดงได้ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 แสดงข้อมูลของอาสาสมัครแต่ละคน

Number of Volunteer	Sex	Age	Before area (cm ²)	After area (cm ²)	Length (mm)			
					#14-24		#16-26	
					Width (A)	Depth (B)	Width (A)	Depth (B)
1	Female	20	17.16	14.64	26	5	34	9
2	Female	20	16.97	14.50	28	7	32	9
3	Male	19	14.66	14.66	25	7	30	10
4	Female	20	14.73	14.60	21	7	30	9
5	Female	20	16.29	14.45	28	6	33	9



รูปที่ 36 แสดงตำแหน่งในการวัดแบบจำลอง โดย A คือ ความกว้าง และ B คือ ความลึก

2. ผลการวัดค่าความหนืดของกาวยึดฟันเทียมที่ใช้ในการทดสอบ

จากการศึกษา พบว่ากาวยึดฟันเทียมที่ทดลองผลิตโดยสารก่อเจลทั้ง 4 ชนิด และกาวยึดฟันเทียมที่มีขายในท้องตลาดชนิดเพสท์ทั้ง 2 ชนิด มีค่าความหนืดและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเมื่อทดสอบด้วยเครื่อง Paar Physica MC I ความเร็ว 100 รอบต่อวินาที ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส ดังแสดงในตารางที่ 5 โดยข้อมูลทั้งหมดอยู่ในภาคผนวก ตารางที่ 11

ตารางที่ 5 แสดงค่าเฉลี่ยของความหนืดและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกาวยึดฟันเทียม 14 ชนิด

Type	Viscosity (cP)	Standard Deviation
Tragacanth 13 % w/w	481,720	49,900.82
Tragacanth 14.5 % w/w	711,740	31,775.12
Tragacanth 15.5 % w/w	829,680	51,514.14
Guar Gum 5 % w/w	252,940	28,538.97
Guar Gum 6 % w/w	355,740	36,113.27
Guar Gum 7 % w/w	497,500	31,588.61
Carboxymethylcellulose 5 % w/w	214,940	11,993.04
Carboxymethylcellulose 5.7 % w/w	255,320	41,230.41
Carboxymethylcellulose 6.5 % w/w	318,020	12,365.76
Neutralized Carbopal 3 % w/w	142,240	9,402.55
Neutralized Carbopal 4.5 % w/w	207,140	12,736.48
Neutralized Carbopal 6 % w/w	281,400	12,223.13
Polident	177,000	48,345.48
Bonyplus	70,748	2,220.16

จะเห็นได้ว่าบอเนปปลัสมีความหนืดต่ำสุด ส่วนทราคาแคนท์มีความหนืดสูงสุด เมื่อเปรียบเทียบกับความหนืดในช่วงใช้งานของกาวที่ทดลองผลิต ทราคาแคนท์มีความหนืดสูงสุด รองลงมาคือ กัวกัม, คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส และ นิวทรัลไรซ์ คาร์บอพอล ตามลำดับ

3. ผลการวัดค่าแรงยึดติดของกาวยึดฟันเทียมที่ใช้ในการทดสอบ

ค่าแรงยึดติด ณ เวลาต่างๆ

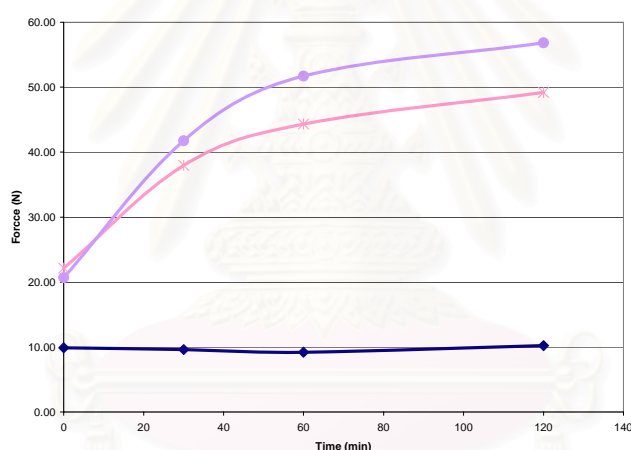
จากการวัดแรงยึดติดของกาวยึดฟันเทียมทั้ง 16 ชนิด เปรียบเทียบกับกับกลุ่มที่ไม่ใช้กาวยึดฟันเทียม ได้ค่าเฉลี่ยของค่าแรงยึดติดและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแต่ละกลุ่มดังแสดงในตารางที่ 6 โดยข้อมูลทั้งหมดอยู่ในภาคผนวก ตารางที่ 12 ถึง 18

ตารางที่ 6 แสดงค่าเฉลี่ยของแรงยึดติดและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกาวยึดฟันเทียม หน่วยเป็น นิวตัน

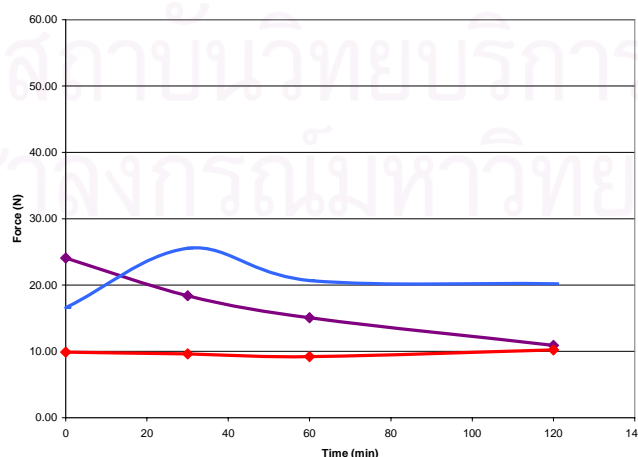
Type	0 Min		30 Min		60 Min		120 Min	
	Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.
No adhesive	9.90	2.39	9.60	1.66	9.21	1.03	10.22	1.69
Tragacanth13	25.12	2.29	16.43	3.23	12.71	1.61	9.15	1.83
Tragacanth14.5	28.35	2.36	17.61	4.10	13.75	2.12	10.58	1.66
Tragacanth15	32.60	2.82	20.16	5.21	16.30	1.81	11.86	1.78
Guar Gum 5	30.12	1.38	16.04	3.22	13.23	2.13	10.98	1.83
Guar Gum 6	35.93	3.34	21.85	2.76	16.43	3.44	13.20	1.92
Guar Gum 7	37.70	3.15	22.74	2.61	16.82	1.39	15.42	1.29
CMC 5	30.87	2.75	14.08	1.94	13.43	2.09	10.09	1.23
CMC 5.7	34.95	3.58	15.88	3.41	13.88	2.41	10.94	1.57
CMC 6	37.44	3.39	17.71	4.07	15.39	3.47	11.50	2.55
Carbopal 3	36.62	3.08	19.27	3.89	14.05	1.52	9.67	1.37
Carbopal 4.5	37.86	2.63	20.45	5.21	14.90	1.37	9.83	1.10
Carbopal 6	40.31	3.33	21.79	5.76	15.78	2.31	10.75	1.58
Polident	22.15	3.12	37.96	8.70	44.33	9.03	49.20	6.71
Bonyplus	20.68	2.47	41.75	7.64	51.71	7.29	56.84	7.01
Dentstet	24.08	3.91	18.39	4.05	15.06	3.67	10.91	2.10
Dentfix	16.59	3.32	25.55	7.09	20.68	3.25	20.19	3.17

จากผลที่ได้จะเห็นได้ว่าค่าแรงยึดติดของแผ่นด้านเพดานปากที่เวลาต่างๆมีค่าใกล้เคียงกันและมีค่าต่ำกว่าเมื่อใช้กาวยึดฟันเทียม โดยมีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 9.21 ถึง 10.22 นิวตัน คิดเป็นค่าเฉลี่ย คือ 9.73 นิวตัน ซึ่งเมื่อทดสอบการกระจายตัวของข้อมูลกลุ่มนี้พบว่าการกระจายตัวในลักษณะปกติจึงสามารถใช้ค่าเฉลี่ย 9.73 นิวตันเป็นตัวแทนของค่าแรงยึดติดเมื่อไม่ใช้กาวยึดฟันเทียมเพื่อสะดวกในการทำความเข้าใจต่อไป

สำหรับกาวยึดฟันเทียมที่มีขายในท้องตลาดชนิดเพสท์ คือ พอลิเดนท์และบอนนี่พลัส ค่าแรงยึดติดที่ได้จะมีค่ามากขึ้นเมื่อเวลาผ่านไป ดังแสดงในแผนภูมิที่ 1 ส่วนกาวยึดฟันเทียมที่มีขายในท้องตลาดชนิดผง คือ เดนสเททและเดนทีฟิคนั้นมีลักษณะการเปลี่ยนแปลงของค่าแรงยึดติดที่แตกต่างกัน โดยกาวยึดฟันเทียมชนิดเดนสเทท ค่าแรงยึดติดที่ได้จะมีค่าลดลงเมื่อเวลาผ่านไป ซึ่งแตกต่างกับกาวยึดฟันเทียมชนิดเดนทีฟิคที่ค่าแรงยึดติดมีลักษณะเพิ่มขึ้นในช่วง 30 นาทีแรกหลังจากนั้นจึงค่อยลดลงเมื่อเวลาผ่านไป ดังแสดงในแผนภูมิที่ 2

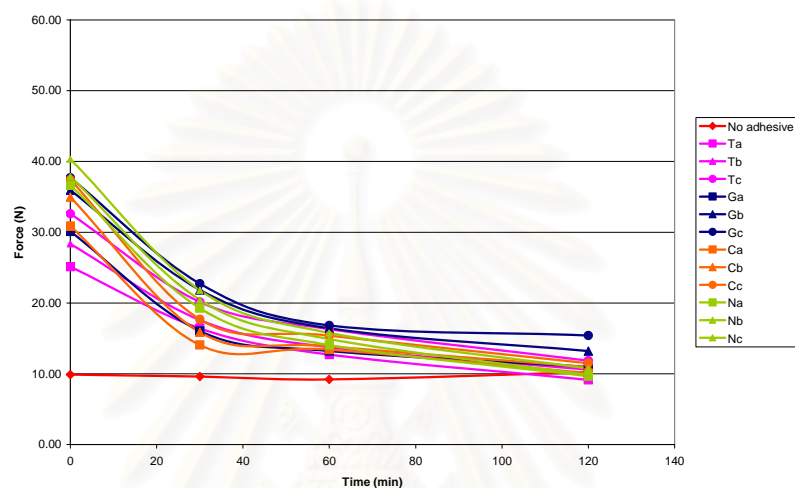


แผนภูมิที่ 1 แสดงค่าแรงยึดติดของกาวยึดฟันเทียมชนิดเพสท์ที่เวลาต่างๆ



แผนภูมิที่ 2 แสดงค่าแรงยึดติดของกาวยึดฟันเทียมชนิดผงที่เวลาต่างๆ

ส่วนการยึดฟันเทียมชนิดเจลที่ทดลองผลิตขึ้นเองนั้นค่าแรงยึดติดมีค่าลดลงเมื่อเวลาผ่านไป โดยเมื่อเวลาผ่านไป 120 นาที ค่าแรงยึดติดที่ได้มีค่าใกล้เคียงกับค่าแรงยึดติดของแผ่นด้านเพดานปาก เมื่อไม่ใช้การยึดฟันเทียม และสำหรับกาวยึดฟันเทียมที่ผลิตขึ้นจากสารก่อกำเนิดแต่ละชนิดเมื่อความเข้มข้นของสารมีค่ามากขึ้นค่าแรงยึดติดที่เวลาเริ่มต้นมีค่าสูงขึ้นด้วยแต่เมื่อเวลาผ่านไปค่าแรงยึดติดที่ได้มีค่าใกล้เคียงกันแม้ว่าความเข้มข้นของสารมีค่าต่างกัน ดังแสดงในแผนภูมิที่ 3



แผนภูมิที่ 3 แสดงค่าแรงยึดติดของกาวยึดฟันเทียมชนิดเจลที่เวลาต่างๆเปรียบเทียบกับเมื่อไม่ใช้การยึดฟันเทียม

จากการปรึกษากับนักสถิติ (อ. ไพพรรณ พิทยานนท์) เกี่ยวกับการวิเคราะห์ข้อมูล ได้รับคำแนะนำและตกลงว่า จะใช้วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว ที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 หลังจากนั้นจึงนำข้อมูลมาวิเคราะห์ต่อด้วยวิธีการเปรียบเทียบเชิงซ้อน ด้วยวิธีบอนเฟอรอนนี (Bonferroni) ในกรณีที่แต่ละกลุ่มมีค่าความแปรปรวนไม่แตกต่างกัน และทามเฮน (Thamhane) ในกรณีที่แต่ละกลุ่มมีค่าความแปรปรวนแตกต่างกัน

นอกจากนี้เพื่อให้สะดวกในการกล่าวถึงต่อไปจึงได้อักษรเรียกชื่อกลุ่มแทนชื่อสาร ความ
เข้มข้น และความหนืด ดังแสดงในตารางที่ 7

ตารางที่ 7 แสดงการจัดกลุ่มของกาวยึดฟันเทียมชนิดเจล

Group	Type	Concentration %w/w	Viscosity cP
Ta	Tragacanth	13	481,720
Tb	Tragacanth	14.5	711,740
Tc	Tragacanth	15.5	829,680
Ga	Guar Gum	5	252,940
Gb	Guar Gum	6	355,740
Gc	Guar Gum	7	497,500
Ca	Carboxymethylcellulose	5	214,940
Cb	Carboxymethylcellulose	5.7	275,320
Cc	Carboxymethylcellulose	6.5	318,020
Na	Neutralized Carbopal	3	142,240
Nb	Neutralized Carbopal	4.5	207,140
Nc	Neutralized Carbopal	6	281,400

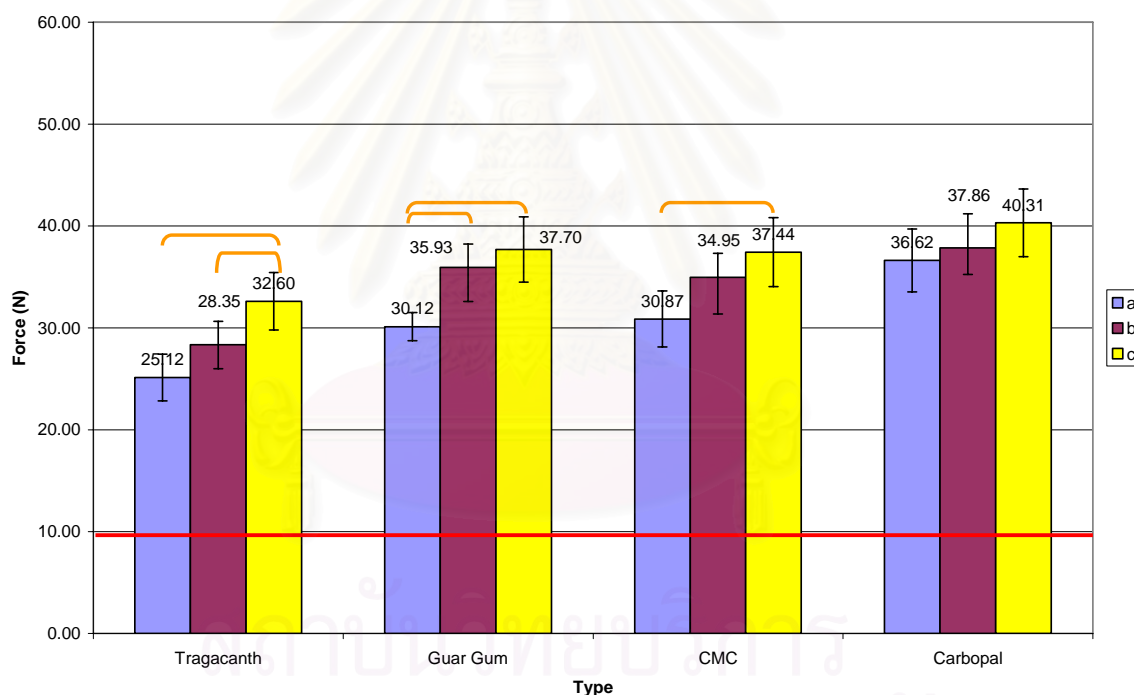
ผลของความหนืดต่อค่าแรงยึดติดของกาวยึดฟันเทียมแต่ละชนิด

เมื่อศึกษาผลของความหนืดต่อการติดอยู่ของกาวยึดฟันเทียมที่ทดลองผลิตขึ้นเองจากสารแต่ละชนิดพบว่า สารในกลุ่มทราคาแคนท์ ค่าแรงยึดติดที่เวลาเริ่มต้น มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญของTcกับTb และ TcกับTa ที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 ดังแสดงในแผนภูมิที่ 4

สารในกลุ่มกัวกัม พบว่า ค่าแรงยึดติดที่เวลาเริ่มต้น มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญของGa กับGbและGc ที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 ดังแสดงในแผนภูมิที่ 4

สารในกลุ่มคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส พบว่า ค่าแรงยึดติดที่เวลาเริ่มต้น มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญของCcกับCa ที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 ดังแสดงในแผนภูมิที่ 4

สารในกลุ่มนิวทรัลไรซ์คาร์บอพอล พบว่า ค่าแรงยึดติดที่เวลาเริ่มต้น แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญของNa, Nb และ Nc ที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 ดังแสดงในแผนภูมิที่ 4



แผนภูมิที่ 4 แสดงค่าแรงยึดติดที่เวลาเริ่มต้นของกาวยึดฟันเทียมชนิดเจล

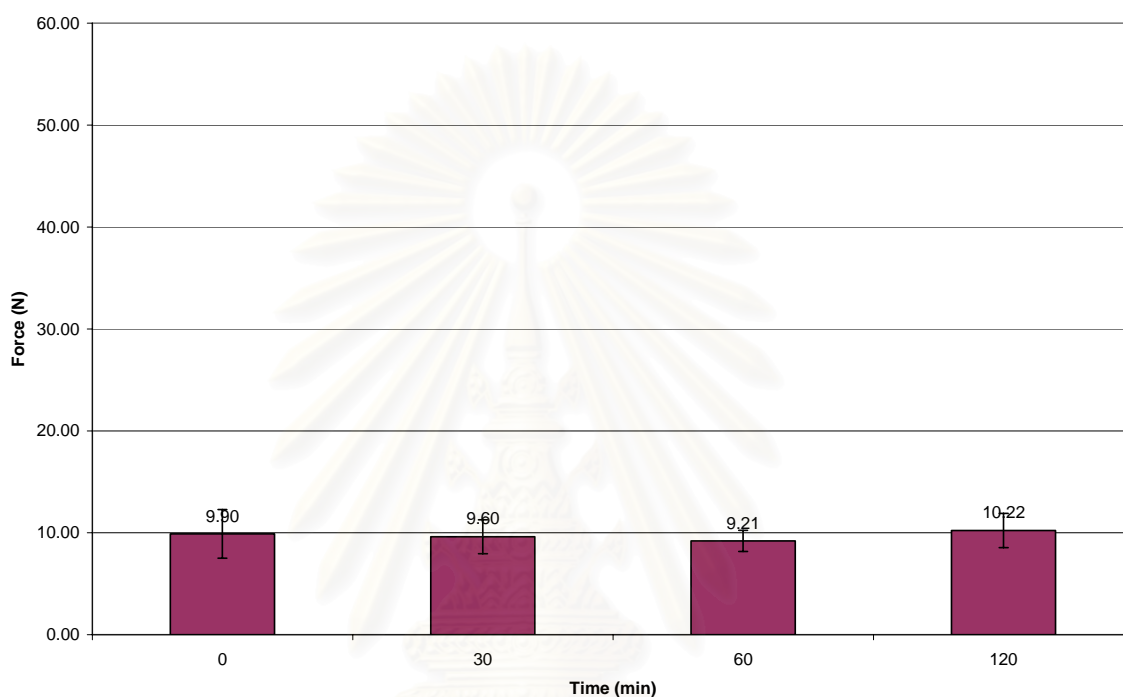
(เส้นสีเหลือง แสดงถึงคู่ที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ, $P < 0.05$, One way ANOVA
เส้นสีแดง แสดงค่าเฉลี่ยของค่าแรงยึดติดของแผ่นด้านเพดานปากเมื่อไม่ใช้กาวยึดฟันเทียม คือ 9.73 นิวตัน)

สรุปได้ว่าที่เวลาเริ่มต้นความหนืดมีผลต่อค่าแรงยึดติดของกาวยึดฟันเทียมที่ทดลองผลิตขึ้นจากสารก่อกาวแต่ละชนิดยกเว้นนิวทรัลไรซ์คาร์บอพอล โดยความหนืดที่มากขึ้นมีผลทำให้ค่าแรงยึดติดมีค่ามากขึ้นด้วย

ผลของเวลาต่อค่าแรงยึดติดของกาวยึดฟันเทียมชนิดต่างๆ

ค่าแรงยึดติดของแผ่นด้านเพดานปากที่ไม่ใส่กาวยึดฟันเทียมมีแนวโน้มคงที่เมื่อเวลาผ่านไป

จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าค่าแรงยึดติดของแผ่นด้านเพดานปากที่เวลา 0, 30, 60 และ 120 นาที แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ดังแสดงในแผนภูมิที่ 5



แผนภูมิที่ 5 แสดงค่าแรงยึดติดของแผ่นด้านเพดานปากในแต่ละช่วงเวลา

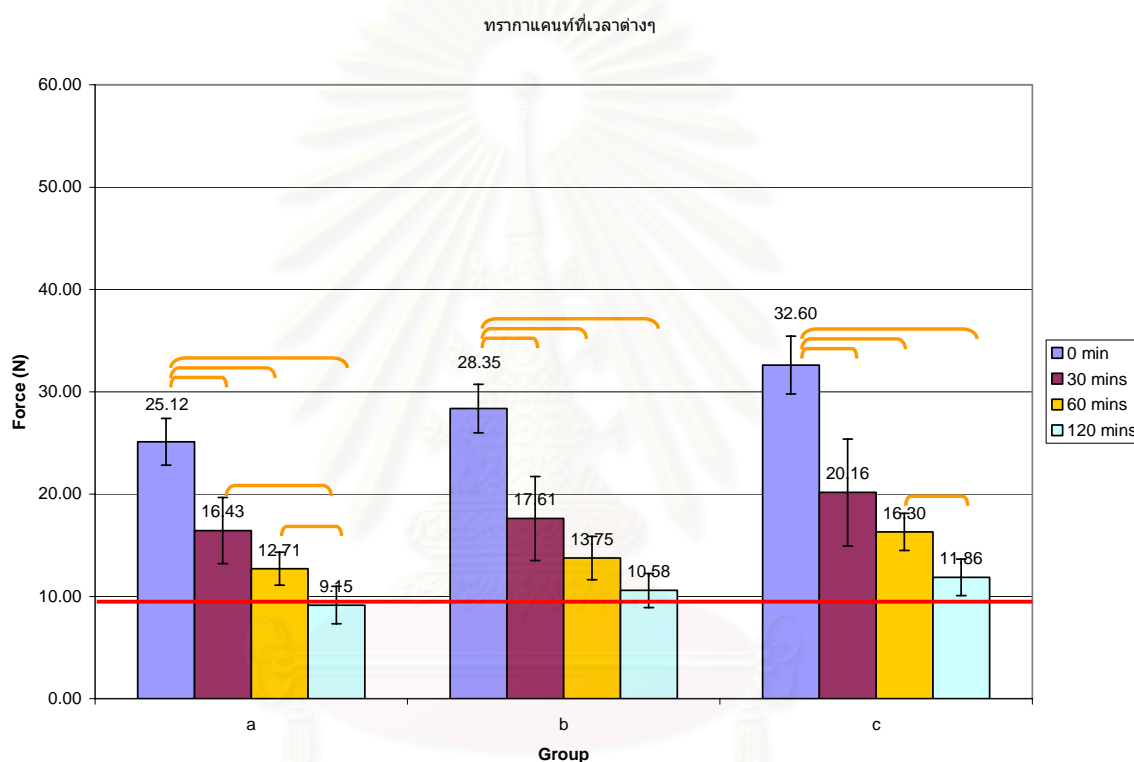
(เส้นเหลือง แสดงถึงคู่ที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ, $P < 0.05$, One way ANOVA)

เมื่อนำค่าแรงยึดติดเมื่อไม่ใช้กาวยึดฟันเทียมทั้งหมดมาทดสอบทางสถิติพบว่ามีการกระจายตัวในลักษณะปกติ โดยมีค่าเฉลี่ยของค่าแรงยึดติดทั้งหมดเมื่อไม่ใช้กาวยึดฟันเทียมคือ 9.73 ± 0.66 นิวตัน ดังนั้นจึงใช้ค่าเฉลี่ยที่ได้เป็นตัวแทนเพื่อให้สะดวกในการกล่าวอ้างถึงค่าแรงยึดติดเมื่อไม่ใช้กาวยึดฟันเทียมในการกล่าวถึงครั้งต่อไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ค่าแรงยึดติดของกาวยึดฟันเทียมที่ทดลองผลิตขึ้นเองจากสารก่อก่อเจลที่มีความเข้มข้นต่างๆกันมีแนวโน้มลดลง เมื่อเวลาผ่านไป

สารในกลุ่มทรากาแคนท์ กลุ่ม Ta ค่าแรงยึดติดที่เวลา 30 นาที และ 60 นาที แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ กลุ่ม Tb ค่าแรงยึดติดที่เวลา 30, 60 และ 120 นาที แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ส่วนกลุ่ม Tc ค่าแรงยึดติดที่เวลา 30 นาที แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ กับค่าแรงยึดติดที่เวลา 60 และ 120 นาที ที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 ดังแสดงในแผนภูมิที่ 6

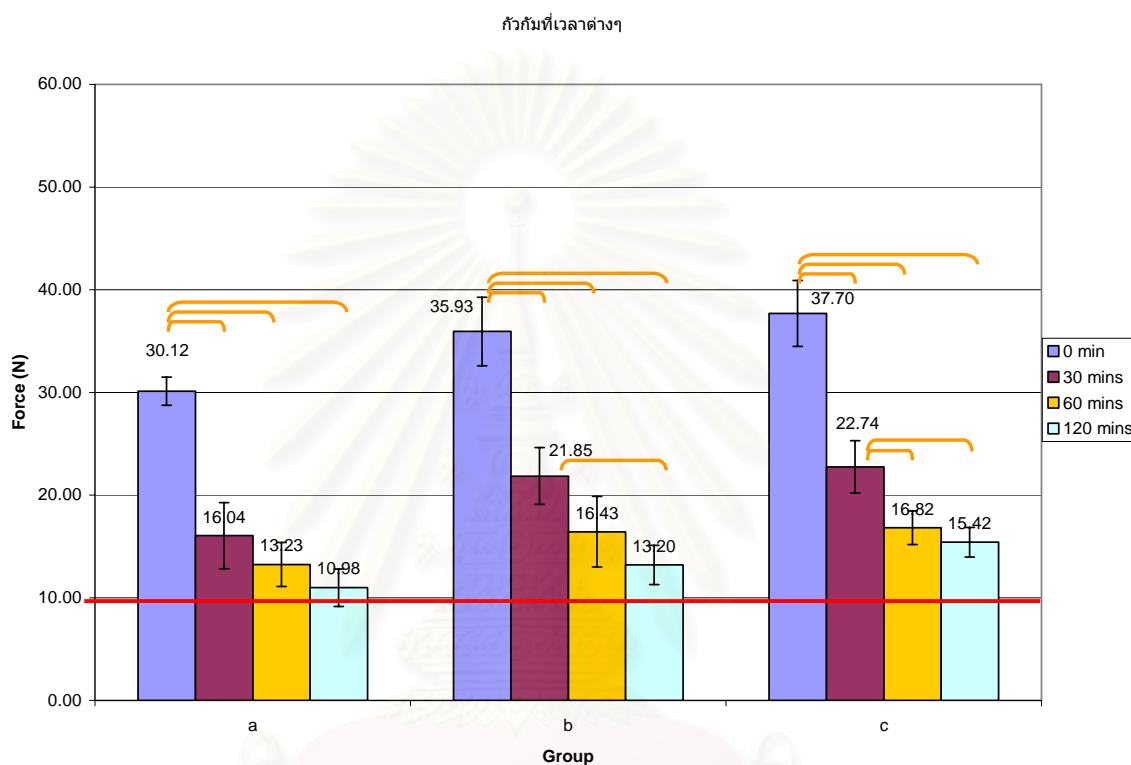


แผนภูมิที่ 6 แสดงค่าแรงยึดติดของทรากาแคนท์ในแต่ละช่วงเวลา

(เส้นเหลือง แสดงถึงคู่ที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ, $P < 0.05$, One way ANOVA

เส้นสีแดง แสดงค่าเฉลี่ยของค่าแรงยึดติดของแผ่นด้านเพดานปากเมื่อไม่ใช้กาวยึดฟันเทียม คือ 9.73 นิวตัน)

สารในกลุ่มกัวกัม กลุ่ม Ga ค่าแรงยึดติดที่เวลา 30, 60 และ 120 นาที แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ กลุ่ม Gb ค่าแรงยึดติดที่เวลา 30 นาที แตกต่างกับ 60 นาที อย่างไม่มีนัยสำคัญ และ 60 นาที แตกต่างกับ 120 นาที อย่างไม่มีนัยสำคัญ Gc ค่าแรงยึดติดที่เวลา 60 นาที และ 120 นาที แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 ดังแสดงในแผนภูมิที่ 7



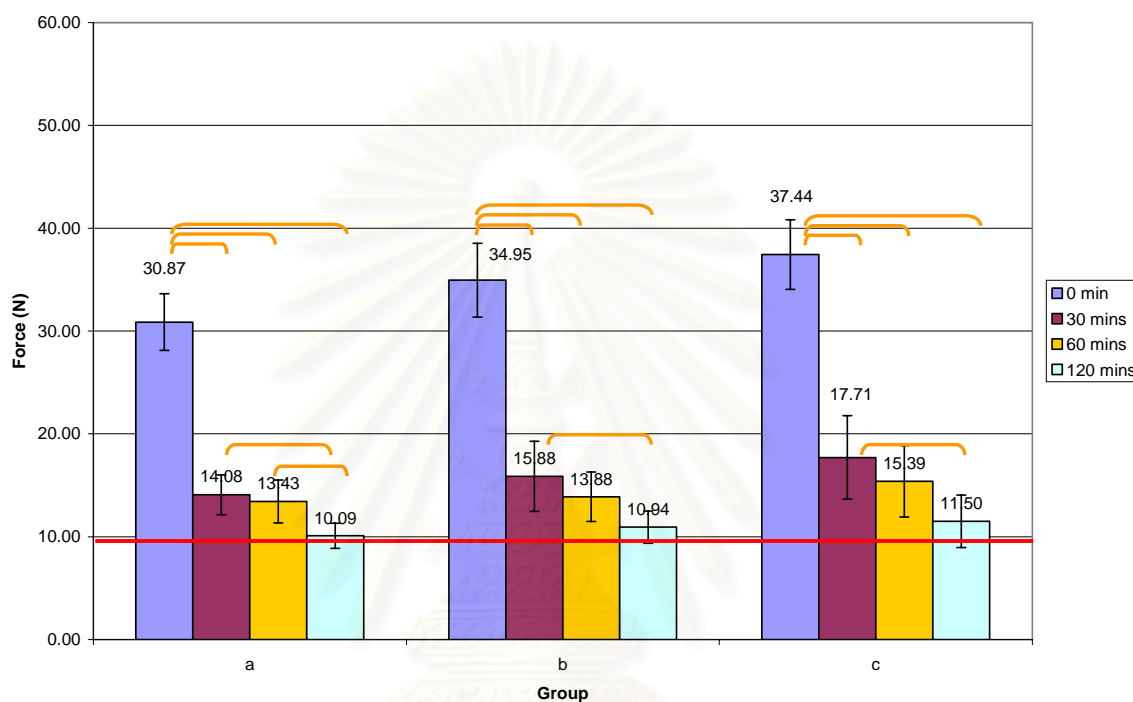
แผนภูมิที่ 7 แสดงค่าแรงยึดติดของกัวกัมในแต่ละช่วงเวลา

(เส้นเหลือง แสดงถึงคู่ที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ, $P < 0.05$, One way ANOVA

เส้นสีแดง แสดงค่าเฉลี่ยของค่าแรงยึดติดของแผ่นด้านเพดานปากเมื่อไม่ใช้การยึดฟันเทียม คือ 9.73 นิวตัน)

สถานวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารในกลุ่มคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส กลุ่ม Ca ค่าแรงยึดติดที่เวลา 30 นาที แตกต่างกับ 60 นาที อย่างไม่มีนัยสำคัญ กลุ่ม Cb และ Cc ค่าแรงยึดติดที่เวลา 30 นาที แตกต่างกับ 60 นาที อย่างไม่มีนัยสำคัญ และ 60 นาที แตกต่างกับ 120 นาที อย่างไม่มีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 ดังแสดงในแผนภูมิที่ 8



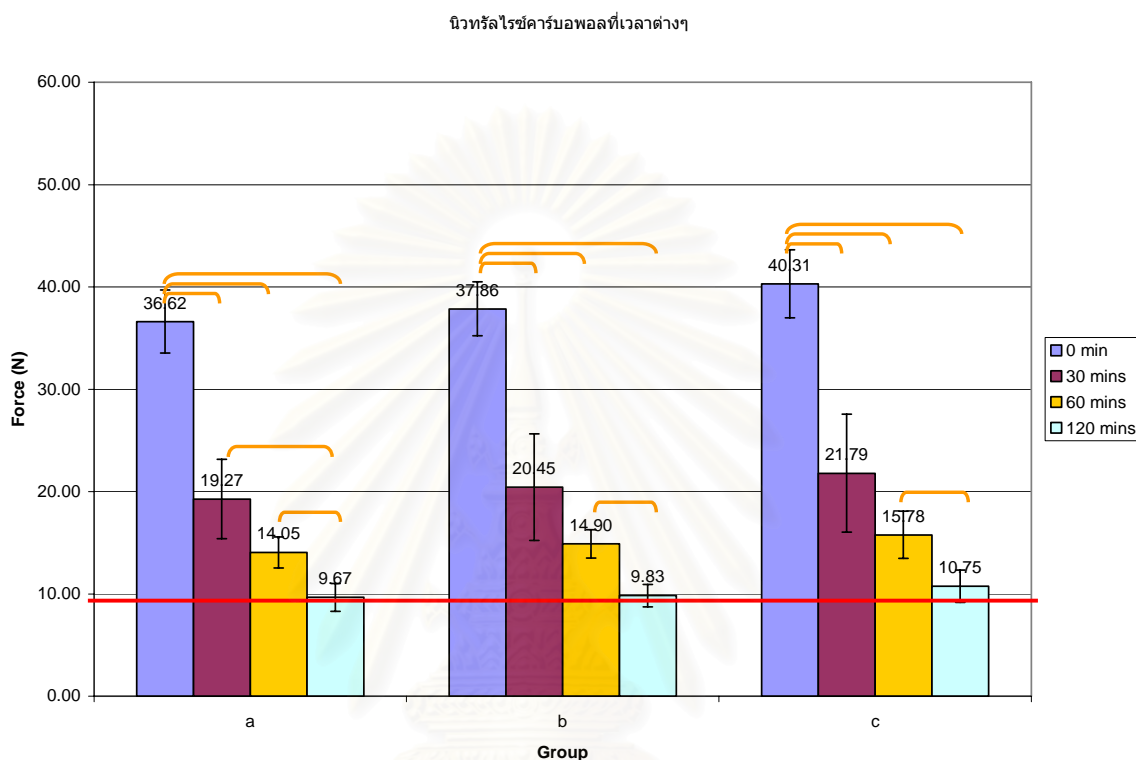
แผนภูมิที่ 8 แสดงค่าแรงยึดติดของคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสในแต่ละช่วงเวลา

(เส้นเหลือง แสดงถึงคู่ที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ, $P < 0.05$, One way ANOVA)

เส้นสีแดง แสดงค่าเฉลี่ยของค่าแรงยึดติดของแผ่นด้านเพดานปากเมื่อไม่ใช้กาวยึดฟันเทียม คือ 9.73 นิวตัน)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารในกลุ่มนิวทรัลไรซ์คาร์บอพล กลุ่ม Na ค่าแรงยึดติดที่เวลา 30 นาที แตกต่างกับ 60 นาที อย่างไม่มีนัยสำคัญ กลุ่ม Nb และ Nc ค่าแรงยึดติดที่เวลา 30 นาที แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ กับ ค่าแรงยึดติดที่เวลา 60 และ 120 นาที ที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 ดังแสดงในแผนภูมิที่ 9



แผนภูมิที่ 9 แสดงค่าแรงยึดติดของนิวทรัลไรซ์คาร์บอพลในแต่ละช่วงเวลา

(เส้นเหลือง แสดงถึงคู่ที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ, $P < 0.05$, One way ANOVA

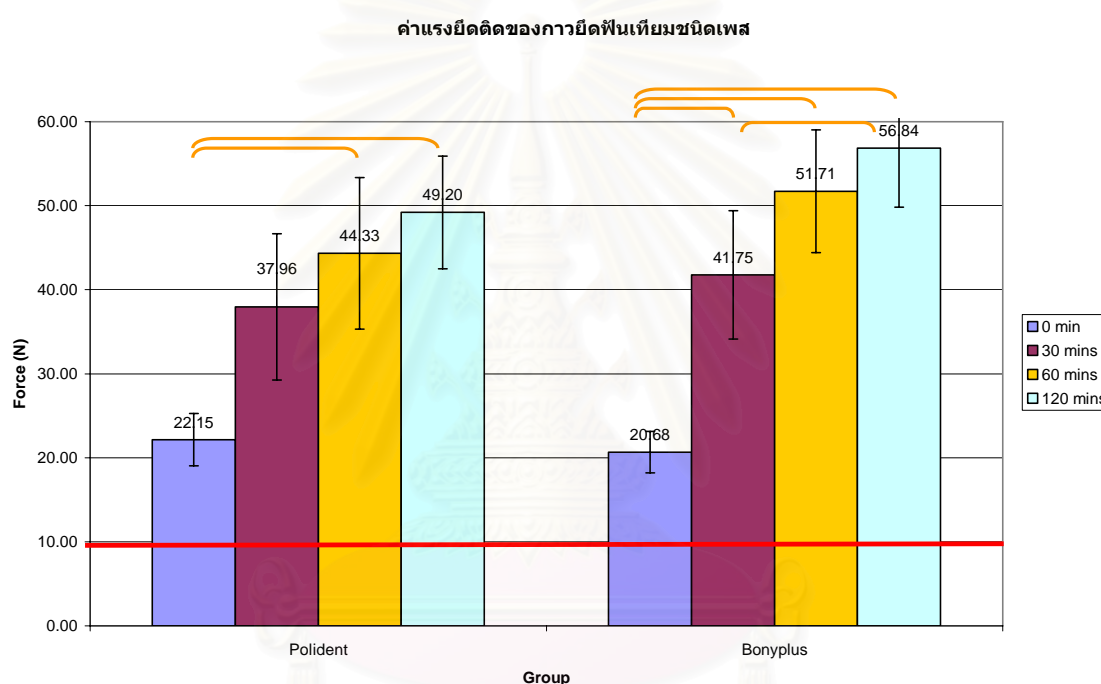
เส้นสีแดง แสดงค่าเฉลี่ยของค่าแรงยึดติดของแผ่นด้านเพดานปากเมื่อไม่ใช้การยึดฟันเทียม คือ 9.73 นิวตัน)

จากข้อมูลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าค่าแรงยึดติดที่เวลาเริ่มต้นส่วนใหญ่มีค่าสูงแตกต่างกับค่าแรงยึดติดที่เวลาอื่นๆที่ยาวนานขึ้น

การยืดฟันเทียมชนิดเพสท์ ได้แก่ พอลิเดนท์ และ บอนีพลัส ค่าแรงยึดติดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อเวลาผ่านไป

การยืดฟันเทียมชนิดพอลิเดนท์ ค่าแรงยึดติดที่เวลา 0 นาทีแตกต่างกับ 30 นาทีอย่างมีนัยสำคัญ และ 30, 60 และ 120 นาที แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 ดังแสดงในแผนภูมิที่ 10

การยืดฟันเทียมชนิดบอนีพลัส ค่าแรงยึดติดที่เวลา 30 นาทีแตกต่างกับ 60 นาทีอย่างมีนัยสำคัญ, 60 นาทีแตกต่างกับ 120 นาที อย่างไม่มีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 ดังแสดงในแผนภูมิที่ 10



แผนภูมิที่ 10 แสดงค่าแรงยึดติดของการยืดฟันเทียมชนิดเพสท์ในแต่ละช่วงเวลา

(เส้นเหลือง แสดงถึงคู่ที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ, $P < 0.05$, One way ANOVA เส้นสีแดง แสดงค่าเฉลี่ยของค่าแรงยึดติดของแผ่นด้านเพดานปากเมื่อไม่ใช้การยืดฟันเทียม คือ 9.73 นิวตัน)

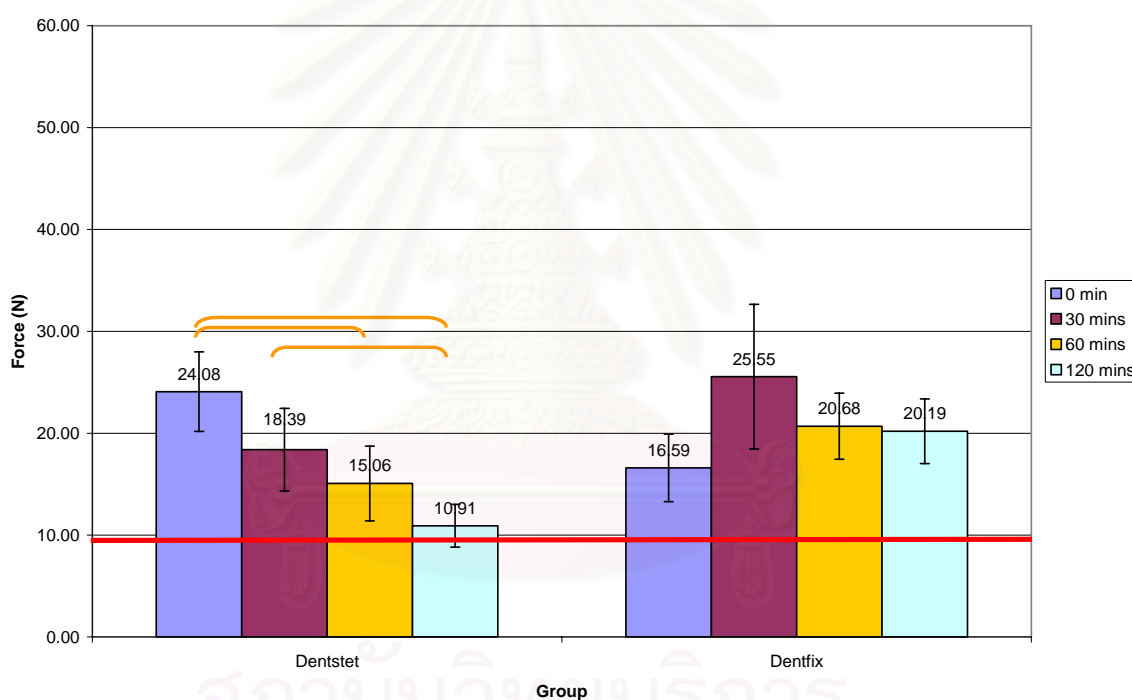
จากข้อมูลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าค่าแรงยึดติดของการยืดฟันเทียมชนิดพอลิเดนท์เพิ่มขึ้นอย่างมากในช่วง 30 ถึง 60 นาทีหลังจากเริ่มใช้งาน ในขณะที่การยืดฟันเทียมชนิดบอนีพลัสค่าแรงยึดติดที่เวลาเริ่มต้นมีค่าน้อยแตกต่างกับค่าแรงยึดติดที่เวลาอื่นๆ แสดงให้เห็นว่ามีการเพิ่มขึ้นของค่าแรงยึดติดมากในช่วง 30 นาทีแรก

การยึดฟันเทียมชนิดฝัง ได้แก่ เดนสเทท และ เดนทฟิค ค่าแรงยึดติดมีแนวโน้มต่างกันเมื่อเวลาผ่านไป โดยการยึดฟันเทียมชนิด เดนสเทท ค่าแรงยึดติดมีแนวโน้มลดลงเมื่อเวลาผ่านไป

การยึดฟันเทียมชนิดเดนสเทท ค่าแรงยึดติดที่เวลา 0 นาทีแตกต่างกับ 30 นาทีอย่างไม่มีนัยสำคัญ, 30 นาทีแตกต่างกับ 60 นาทีอย่างไม่มีนัยสำคัญ, 60 นาทีแตกต่างกับ 120 นาที อย่างไม่มีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 ดังแสดงในแผนภูมิที่ 11

ในขณะที่การยึดฟันเทียมชนิดเดนทฟิค ค่าแรงยึดติดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นที่เวลาเริ่มต้นจนถึง 30 นาที หลังจากนั้นค่าแรงยึดติดมีแนวโน้มลดลง

การยึดฟันเทียมชนิดเดนทฟิค ค่าแรงยึดติดที่เวลาต่างๆแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 ดังแสดงในแผนภูมิที่ 11



แผนภูมิที่ 11 แสดงค่าแรงยึดติดของการยึดฟันเทียมชนิดฝังในแต่ละช่วงเวลา

(เส้นเหลือง แสดงถึงคู่ที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ, $P < 0.05$, One way ANOVA เส้นสีแดง แสดงค่าเฉลี่ยของค่าแรงยึดติดของแผ่นด้านเพดานปากเมื่อไม่ใช้การยึดฟันเทียม คือ 9.73 นิวตัน)

จากข้อมูลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าการยึดฟันเทียมชนิดเดนสเททค่าแรงยึดติดที่แต่ละเวลาที่ต่อเนื่องกันมีค่าไม่แตกต่างกัน ในขณะที่การยึดฟันเทียมชนิดเดนทฟิคค่าแรงยึดติดที่แต่ละเวลามีค่าไม่แตกต่างกัน

บทที่ 5

อภิปรายผล สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

อภิปรายผลการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาที่ต่อเนื่องจากงานวิจัยเรื่อง “ ความสัมพันธ์ระหว่างการไหลแม่ต่อการติดอยู่ของกาวยึดฟันเทียมที่ทดลองผลิต “ ของ สิริพร รุจิรวณิช (73) ซึ่งทำการทดสอบคุณสมบัติของกาวที่ทดลองผลิตเปรียบเทียบกับกาวในท้องตลาดชนิดผงและเพสต์ ด้วยวิธีการหาค่าแรงยึดติดด้วยวิธีปิยวัฒน์ 2 และหาค่าการไหลแม่เมื่อกดด้วยน้ำหนัก 1 และ 2 กิโลกรัม ที่เวลา 0-2 นาที จากผลการศึกษาทำให้สามารถคัดเลือกสารหลักสำหรับทำกาวและความเข้มข้นที่น่าจะเหมาะสมโดยพิจารณาจากค่าแรงยึดติดและอัตราการไหลแม่ที่วัดได้ในห้องปฏิบัติการสำหรับการเป็นกาวยึดฟันเทียมชนิดเจล คือ ทรากาแคนท์ กัวกัม นิเวทิลไรส์คาร์บอพอล และ คาร์บอซีเมทิลเซลลูโลส ความเข้มข้นร้อยละ 13, 5, 3 และ 5 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ อย่างไรก็ตามจากผลการศึกษานำร่อง พบว่า ความเข้มข้นดังกล่าวไม่สามารถให้แรงยึดติดที่พอเพียงสำหรับระยะเวลาใช้งาน 3 ชั่วโมงได้ ซึ่งอาจเนื่องมาจากการศึกษาก่อนหน้านี้เป็นการศึกษาค่าแรงยึดติดที่เวลาเริ่มต้น แต่การศึกษากลับนี้เป็นการศึกษาถึงค่าแรงยึดติดในระยะยาวในมนุษย์ ซึ่งมีปัจจัยหลายประการที่อาจมีผลต่อการทำงานของกาว ตัวอย่างเช่น การขยายตัวของฟันเทียมขณะใช้งานหรือใส่อยู่ในช่องปาก อัตราการหลั่งของน้ำลายที่มีความแตกต่างกันตามช่วงเวลาและบุคคล ความหนืดของน้ำลาย (24) พฤติกรรมของผู้ใช้ ลักษณะของฟันผิวที่ยึดติดภายในช่องปาก ดังนั้นจึงได้ทำการปรับความเข้มข้นของกาวให้เพิ่มสูงขึ้น เพื่อให้กาวยังคงความสามารถให้การติดอยู่ได้ในระยะเวลา 2-3 ชั่วโมง อย่างไรก็ตามสิ่งที่ต้องคำนึงถึงอีกประการ คือ กาวที่ผลิตขึ้นจะต้องมีความหนืดที่ไม่สูงมากเกินไปจนเป็นปัญหาในการใช้ เช่น การบีบจากหลอด การกระจายตัวและการไหลแม่ของกาว และยังคงลักษณะเป็นเจลอยู่ที่ความเข้มข้นนั้นๆ จึงได้เตรียมกาวที่ใช้ในการทดสอบให้มีความเข้มข้น 3 ระดับ ดังต่อไปนี้ ทรากาแคนท์ ความเข้มข้น ร้อยละ 13, 14.5 และ 15.5 โดยน้ำหนัก กัวกัม ความเข้มข้น ร้อยละ 5, 6 และ 7 โดยน้ำหนัก คาร์บอซีเมทิลเซลลูโลส ความเข้มข้น ร้อยละ 5, 5.7 และ 6.5 โดยน้ำหนัก นิเวทิลไรส์คาร์บอพอล ความเข้มข้น ร้อยละ 3, 4.5 และ 6 โดยน้ำหนัก ซึ่งเป็นความเข้มข้นสูงสุดที่สารยังคงมีลักษณะเป็นเจลและสามารถไหลแม่ได้ เพื่อศึกษาเปรียบเทียบกับกาวยึดฟันเทียมที่มีขายในท้องตลาด 4 ชนิด คือ พอลิเดนท์ บอนิพลัส เดนสเทท และ เดนท์ฟิค รวมแล้วมีสารที่ใช้ในการทดสอบครั้งนี้จำนวน 16 ชนิด

ในการศึกษานี้ได้ทำการทดสอบค่าแรงยึดติดของทั้งกาวยึดฟันเทียมชนิดเจลที่ทดลองผลิตและกาวยึดฟันเทียมที่มีวางขายในท้องตลาด ซึ่งมีอยู่ 2 ประเภท คือ เพสท์ และ ผง สำหรับกาวยึดฟันเทียมชนิดเพสท์ท์ จะมีลักษณะกึ่งแข็ง ทำมาจากการผสมยาผงหรือสารที่ให้คุณสมบัติในการติดอยู่ในสารพืที่เป็นน้ำมัน (Ointment base) ประกอบด้วยส่วนที่ทำหน้าที่เป็นกาวร้อยละ 30 ถึง 60 กลไกการทำงานของกาวยึดฟันเทียมในลักษณะนี้เมื่อทาากาวยึดฟันเทียมและนำไปใส่ในช่องปากความเหนียวของน้ำมันจะเป็นตัวทำให้เกิดการติดอยู่ในชั้นแรกหลังจากนั้นสารที่ให้คุณสมบัติในการติดอยู่เมื่อสัมผัสกับน้ำลายที่หลั่งออกมาหรือของเหลวในช่องปาก สารที่ให้คุณสมบัติในการติดอยู่จะเกิดการดูดน้ำและพองตัวโดยไฮโดรฟิลิกพอลิเมอร์ (Hydrophilic polymer) เริ่มเชื่อมต่อกันเป็นตาข่ายจนกระทั่งกลายเป็นเจล (29) ทำให้เติมเต็มพื้นที่ว่างภายใต้ฐานฟันเทียมทำให้เกิดการผนึกสุญญากาศและช่วยทำให้เกิดการติดอยู่เนื่องจากเมื่อสัมผัสกับน้ำ กลุ่มคาร์บอกซิลอิสระ (free carboxyl group) สร้างพันธะอิเลกโตรวาเลนซ์ (electrovalent bond) ที่ให้การติดอยู่(27) กาวในกลุ่มนี้ได้แก่ พอลิเดนท และ บอนีพลัส ส่วนกาวยึดฟันเทียมชนิดผง มีลักษณะเป็นผงแห้ง เกิดจากการผสมผงยาบดละเอียดหลายชนิดผสมกัน เมื่อใช้โรยผงกาวยึดฟันเทียมลงไปบนฟันเทียมที่เปียกหลักจากนั้นเคาะส่วนที่เกินออกและพรมน้ำตามลงไป ผงยาเหล่านี้เป็นสารที่ให้คุณสมบัติในการติดอยู่เมื่อสัมผัสกับน้ำที่ไหลไปและสัมผัสกับน้ำลายที่หลั่งออกมา โดยจะเกิดการพองตัวกลายเป็นเจลและทำให้เกิดการติดอยู่ กาวในกลุ่มนี้ได้แก่ เดนสเทท และ เดนทฟิค ส่วนกาวยึดฟันเทียมชนิดเจลที่ผลิตขึ้นเองนั้นมีน้ำอยู่ในส่วนประกอบสูงถึงร้อยละ 84.5-97 โดยมีสารที่ทำให้เกิดการติดอยู่ร้อยละ 3-15.5 และคาดว่าได้กลายเป็นเจลที่ทำให้เกิดการติดอยู่แล้วในขั้นตอนของการเตรียมกาวก่อนนำมาใช้งาน

ผลของความหนืดต่อค่าแรงยึดติดของกาวยึดฟันเทียมแต่ละชนิด

ค่าความหนืดที่วัดได้จากการศึกษาครั้งนี้ พบว่าสารทั้ง 12 ชนิด ความหนืดจะเพิ่มขึ้นตามความเข้มข้น โดยสารกลุ่มทราคาแคนท์ ความเข้มข้นร้อยละ 13, 14.5 และ 15.5 โดยน้ำหนัก มีความหนืด 481720 , 711740 และ 829680 เซนติพอยส์ ตามลำดับ สารกลุ่มกัวกัม ความเข้มข้นร้อยละ 5, 6 และ 7 โดยน้ำหนัก มีความหนืด 252940 , 355740 และ 497500 เซนติพอยส์ ตามลำดับ สารกลุ่มคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส ความเข้มข้นร้อยละ 5, 5.7 และ 6.5 โดยน้ำหนัก มีความหนืด 214940 , 275320 และ 318020 เซนติพอยส์ ตามลำดับ สารกลุ่มนิวทัลโรส คาร์โบพอล ความเข้มข้นร้อยละ 3, 4.5 และ 6 โดยน้ำหนัก มีความหนืด 142240 , 207140 และ 281400 เซนติพอยส์ ตามลำดับ พอลิเดนท มีความหนืด 177000 เซนติพอยส์ และ บอนีพลัส มีความหนืด 70748 เซนติพอยส์ เมื่อวัดด้วยเครื่อง Paar Physica MC I ใช้หัวขนาด Z4 ที่ความเร็ว 100 รอบ ต่อ นาที ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส

เมื่อศึกษาผลของความหนืดต่อการติดอยู่ของกาวยึดฟันเทียมที่ทดลองผลิตขึ้นเองจากสารแต่ละชนิดพบว่า สารในกลุ่มทราคาแคนท์ ที่เวลาเริ่มต้น มีความแตกต่างกันของกลุ่ม Tc กับ กลุ่ม Tb และ Ta

สารในกลุ่มแก้วกัม ที่เวลาเริ่มต้น พบว่า มีความแตกต่างกันของค่าแรงยึดติดกลุ่ม Ga กับ Gb และ Gc

สารในกลุ่มคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส ที่เวลาเริ่มต้น พบว่า มีความแตกต่างกันของค่าแรงยึดติดกลุ่ม Cc กับ Ca

สารในกลุ่มนิวทรัลไรซ์คาร์บอกพอล ที่เวลาเริ่มต้น พบว่าค่าแรงยึดติดของทั้งสามกลุ่มแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ

จากผลการวิจัยพบว่า ความหนืดมีผลต่อแรงยึดติดในช่วงเวลาเริ่มต้นหลังจากใส่กาวยึดฟันเทียมที่ทดลองผลิตขึ้นเองเข้าไปยกเว้นสารในกลุ่มนิวทรัลไรซ์คาร์บอกพอล สำหรับสารแต่ละกลุ่ม สารที่มีความเข้มข้นสูงกว่าจะให้แรงยึดติดที่มีค่ามากกว่า ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Iida (87) ที่สรุปว่าความหนืดมีผลโดยตรงต่อค่าแรงยึดติด ในส่วนของนิวทรัลไรซ์คาร์บอกพอลนั้นการที่ค่าแรงยึดติดที่เวลาเริ่มต้นมีค่าไม่แตกต่างกันอาจเนื่องมาจากขนาดของโมเลกุลที่ค่อนข้างใหญ่กว่าสารชนิดอื่นจึงอาจทำให้มีหมู่ที่มีขั้วมากกว่าสารชนิดอื่นจึงให้แรงยึดติดที่สูงและไม่แตกต่างกันมากในทั้งสามกลุ่ม

ความหนืดมีผลต่อการติดอยู่ของสารชนิดเดียวกันเท่านั้นแต่ไม่มีผลต่อการติดอยู่ของสารต่างชนิดกัน เนื่องจากองค์ประกอบของสารที่ต่างกันและปริมาณความเข้มข้นของสารแต่ละชนิดที่ใช้ในความเข้มข้นที่แตกต่างกัน จึงไม่สามารถนำมาเปรียบเทียบกันระหว่างกลุ่มได้

สรุปว่าความหนืดมีผลต่อค่าแรงยึดติดที่เวลาเริ่มต้นเท่านั้นยกเว้นนิวทรัลไรซ์คาร์บอกพอล โดยความหนืดที่มากขึ้นมีผลให้ค่าแรงยึดติดมีค่ามากขึ้นด้วย ส่วนค่าแรงยึดติดที่เวลาอื่นนั้นไม่สามารถนำมาเปรียบเทียบกันได้ เนื่องจากยังมีปัจจัยอื่นๆอีกมากที่ส่งผลต่อค่าแรงยึดติดของกาวยึดฟันเทียม เมื่อนำไปใช้งานในช่องปาก เช่น แรงกดในการใส่ชิ้นงานที่มีกาวยึดฟันเทียมเข้าไปบนเพดานปาก อัตราการแห้งของน้ำลายหรือของเหลวอื่นๆในช่องปากที่ทำให้เกิดการเจือจางของกาวยึดฟันเทียมรวมทั้งการขยับของแผ่นด้านเพดานปากขณะใช้งานทำให้มีการสูญเสียกาวยึดฟันเทียมออกไปในระหว่างการใช้งาน ดังนั้นอัตราส่วนในการเจือจางหรือการสูญเสียกาวยึดฟันเทียมจึงน่าจะเป็นตัวกำหนดค่าแรงยึดติดในระยะยาว

ผลของเวลาต่อค่าแรงยึดติดของกาวยึดฟันเทียมชนิดต่างๆ

จากกระบวนการในการทำให้เกิดการติดอยู่ตามที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น เป็นสาเหตุที่ทำให้ค่าแรงยึดติดและรูปแบบการเปลี่ยนแปลงค่าแรงยึดติดตามเวลาของกาวยึดฟันเทียมแต่ละชนิดมีความแตกต่างกันโดยขึ้นอยู่กับรูปแบบและสารที่ให้คุณสมบัติในการยึดติดของกาวยึดฟันเทียม ดังนี้

โดยในกลุ่มควบคุมค่าแรงยึดติดของแผ่นด้านเพดานปากที่ระยะเวลาต่างๆไม่แตกต่างกัน เนื่องมาจากแผ่นด้านเพดานปากยึดติดด้วยน้ำลาย ซึ่งค่าความหนืดของน้ำลายนั้นมีการเปลี่ยนแปลงไม่มากนักในช่วงเวลาต่างๆของวัน (88)

สำหรับกาวยึดฟันเทียมที่ทดลองผลิตขึ้นเองเมื่อใช้งานไปจะมีแนวโน้มของค่าแรงยึดติดที่ลดลง สารในกลุ่มทราคาแคนท์ กลุ่ม Ta ค่าแรงยึดติดที่เวลา 30 นาที และ 60 นาที ไม่แตกต่างกัน กลุ่ม Tb ค่าแรงยึดติดที่เวลา 30, 60 และ 120 นาที ไม่แตกต่างกัน ส่วนกลุ่ม Tc ค่าแรงยึดติดที่เวลา 30 นาที ไม่แตกต่างกับ 60 และ 120 นาที

สารในกลุ่มแก้วกัม กลุ่ม Ga ค่าแรงยึดติดที่เวลา 30, 60 และ 120 นาที ไม่แตกต่างกัน กลุ่ม Gb ค่าแรงยึดติดที่เวลา 30 นาที ไม่แตกต่างกับ 60 นาที และ 60 นาที ไม่แตกต่างกับ 120 นาที Gc ค่าแรงยึดติดที่เวลา 60 นาที และ 120 นาที ไม่แตกต่างกัน

สารในกลุ่มคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส กลุ่ม Ca ค่าแรงยึดติดที่เวลา 30 นาที ไม่แตกต่างกับ 60 นาที กลุ่ม Cb และ Cc ค่าแรงยึดติดที่เวลา 30 นาที ไม่แตกต่างกับ 60 นาที และ 60 นาที ไม่แตกต่างกับ 120 นาที

สารในกลุ่มนิวทรัลไรซ์คาร์บอพอล กลุ่ม Na ค่าแรงยึดติดที่เวลา 30 นาที ไม่แตกต่างกับ 60 นาที กลุ่ม Nb และ Nc ค่าแรงยึดติดที่เวลา 30 นาที ไม่แตกต่างกับ 60 และ 120 นาที

ในขณะที่กาวยึดฟันเทียมชนิดเพสท์เมื่อใช้งานไปจะมีแนวโน้มค่าแรงยึดติดที่เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ กาวยึดฟันเทียมชนิดพอลิเดนท์ ค่าแรงยึดติดที่เวลา 0 นาทีไม่แตกต่างกับ 30 นาที และ 30, 60 และ 120 นาที ไม่แตกต่างกัน

กาวยึดฟันเทียมชนิดบอเนพลาส ค่าแรงยึดติดที่เวลา 30 นาทีไม่แตกต่างกับ 60 นาที, 60 นาทีไม่แตกต่างกับ 120 นาที เมื่อพิจารณาจากอัตราการเปลี่ยนแปลงของค่าแรงยึดติดจะเห็นว่าอัตราการเปลี่ยนแปลงของค่าแรงยึดติดจะมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมากในช่วงแรกจนถึงเวลา 30 นาที

ส่วนกาวยึดฟันเทียมชนิดผงค่าแรงยึดติดที่เปลี่ยนไปตามระยะเวลาขึ้นอยู่กับชนิดของสารที่มีคุณสมบัติในการติดอยู่

โดยกาวยึดฟันเทียมชนิดเดนสเทท ค่าแรงยึดติดที่เวลา 0 นาทีไม่แตกต่างกับ 30 นาที, 30 นาทีไม่แตกต่างกับ 60 นาที, 60 นาที ไม่แตกต่างกับ 120 นาที เมื่อพิจารณาจากอัตราการเปลี่ยนแปลงของ

ค่าแรงยึดติดจะเห็นว่าอัตราการเปลี่ยนแปลงของค่าแรงยึดติดจะมีค่าลดลงอย่างมากในช่วงแรก ซึ่งใกล้เคียงกับกาวยึดฟันเทียมชนิดเจลที่ทดลองผลิตขึ้นเอง

ในขณะที่กาวยึดฟันเทียมชนิดเดนทฟิก ค่าแรงยึดติดที่เวลาต่างๆไม่แตกต่างกัน

จากผลการทดลองดังกล่าว เมื่อนำมาพิจารณาร่วมกับส่วนประกอบของกาวยึดฟันเทียมที่มีขายในท้องตลาด ดังแสดงตามตารางที่ 8

ตารางที่ 8 แสดงส่วนประกอบของกาวยึดฟันเทียมที่มีขายในท้องตลาดที่ใช้ในการทดลองนี้

Polident®	BonyPlus®	Den-Stet®	Dentfix®	Function of compositions
Poly(methyl vinyl ether/maleic acid) sodium calcium mixed partial salt	Calcium, Sodium PVM/MA copolymer	Gum Karaya (Sterculia Gum)	Carboxymethylcellulose	Gel forming agent
Carboxymethylcellulose	Cellulose gum	Partially acetylated complex polysaccharide		
Petrolatum	Petrolatum			Base
Mineral oil	Paraffinum liquidum			
Propyl Hydroxybenzoate				Preservative agent
	Menthyl lactate			Favoring agent
Spray dried spearmint, peppermint	Menthol			Odouring agent
Erythrosine	Natural fruit color			Coloring agent

(ที่มา : เอกสารประกอบผลิตภัณฑ์, Wade 2003,)

เนื่องมาจากกาวยึดฟันเทียมชนิดเพสท์ เช่น พอลิเดนท์ มีสารที่ให้คุณสมบัติในการติดอยู่ทำหน้าทีในการดูดซึมน้ำแล้วเกิดเป็นสารที่มีลักษณะเป็นเจลที่ก่อให้เกิดการติดอยู่ของกาว คือ แคลเซียมไฮเดียมพอลิเมทิลไวนิลมาเลอิกแอซิดโคพอลิเมอร์ (Calcium sodium PVM/MA copolymer) และ คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส โดยมีสารพื่น คือ ปีโตรลาทัม (Petrolatum) และ มิเนอรัลออย (Mineral oil) ส่วนของบอเนพลาส มีสารที่ให้คุณสมบัติในการติดอยู่ คือ แคลเซียมไฮเดียมพอลิเมทิลไวนิลมาเลอิกแอซิดโคพอลิเมอร์ (Calcium sodium PVM/MA copolymer) และ คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส โดยมีสารพื่น คือ ปีโตรลาทัม และ พาราฟินัม ลิกวิดัม (Paraffinum liquidum) จะมีค่าแรงยึดติดที่เวลาเริ่มต้นปานกลางแต่เมื่อเวลาผ่านไปค่าแรงยึดติดจะเพิ่มขึ้นสูงมาก โดยจะมากที่สุดที่เวลา 1 ชั่วโมงภายหลังจากใส่กาวยึดฟันเทียม หลังจากนั้นค่าแรงยึดติดจะเริ่มคงที่ เนื่องจากในกาวยึดฟันเทียมชนิดเพสท์ประกอบด้วยสารที่ให้คุณสมบัติในการติดอยู่ที่เป็นผงแห้งผสมอยู่ในสารพื่น เมื่อผงเหล่านี้ดูดน้ำเข้าไปทำให้เกิดการพองตัวและเกิดการสร้างเมทริกของพอลิเมอร์ให้การติดอยู่ที่มากขึ้นตามเวลาและปริมาณน้ำที่ได้รับเข้าไป (29)

ในขณะที่กาวยึดฟันเทียมชนิดผงค่าแรงยึดติดที่เวลาเริ่มต้นสำหรับเดนทิฟิคซึ่งมีสารที่ให้คุณสมบัติในการติดอยู่ คือ คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส มีค่าต่ำมาก (39, 40) เนื่องจาก สารยังไม่ดูดน้ำกลายเป็นเจลจึงยังไม่ให้คุณสมบัติในการติดอยู่ แต่เมื่อเวลาผ่านไปค่าแรงยึดติดเพิ่มมากขึ้นเนื่องจากสารดูดน้ำกลายเป็นเจลแล้ว ทั้งนี้ค่าแรงยึดติดที่เพิ่มมากขึ้นนั้นขึ้นอยู่กับปริมาณและอัตราการไหลของน้ำลายรวมทั้งปริมาณของสารที่ใส่ลงไป หากใส่สารในปริมาณที่มากจะมีเนื้อสารที่เกิดเป็นเจลได้มากทำให้ได้ค่าแรงยึดติดที่มากและนานขึ้น แต่การใส่สารปริมาณมากขึ้นมีผลต่อการแพร่กระจายของสารและการใส่ฟันเทียมให้ลงที่ให้แนบสนิทได้ยากขึ้นอาจทำให้ค่าแรงยึดติดลดลง โดย Ow และ Beam (37) พบว่าค่าแรงยึดติดที่ลดลงเนื่องมาจากการที่กาวยึดฟันเทียมกลายเป็นเจลเกิดการพองตัวและมีความหนาเพิ่มขึ้นจนกระทั่งทำให้ระยะระหว่างฐานฟันเทียมกับเนื้อเยื่อรองรับฟันเทียมมากขึ้นทำให้ฐานฟันเทียมไม่แนบสนิทค่าแรงยึดติดที่ได้จึงลดลง ในขณะที่เดียวกันกาวยึดฟันเทียมเดนสเทท ซึ่งเป็นกาวยึดฟันเทียมชนิดผงเช่นเดียวกันมีสารที่ให้คุณสมบัติในการติดอยู่ คือ กัมคารายาหรือสเตอร์คูเลียกัม (Sterculia gum) มีค่าแรงยึดติดที่เวลาเริ่มต้นสูงกว่าเดนทิฟิค เนื่องจากสารที่ให้คุณสมบัติในการติดอยู่ที่อยู่ในกาวยึดฟันเทียมทั้ง 2 ชนิดไม่เหมือนกัน สารที่ให้คุณสมบัติในการติดอยู่ของเดนสเททนั้นมีลักษณะเป็นผงที่ละเอียดกว่าจึงสามารถดูดน้ำและเกิดเป็นเจลได้เร็วกว่า จึงทำให้ค่าแรงยึดติดเริ่มต้นมีความมากกว่า แต่เมื่อเวลาผ่านไปค่าแรงยึดติดมีค่าลดลงเนื่องจากสารที่ให้คุณสมบัติในการติดอยู่เกิดเป็นเจลหมดแล้วและน้ำที่ดูดซึมเข้าไปละลายพันธะของเมทริกที่สร้างขึ้น โดยส่วนที่สัมผัสกับน้ำก่อนจะบวมตัวเพิ่มขึ้นเรื่อยๆจนถึงระดับหนึ่งจึงหลุดออกไป(29, 36, 89) จึงไม่สามารถทำให้เกิดการติดอยู่มากขึ้น

อีกได้แต่จะลดลงจากการสูญเสียการยึดฟันเทียมออกไปตามเวลาเนื่องจากการชะล้างของน้ำลายและการขยับของฐานฟันเทียม ค่าแรงยึดติดที่ลดลงจึงเร็วกว่าเดนทึค

ซึ่งสอดคล้องกับ Ghani และ Picton (39, 40) พบว่า การยึดฟันเทียมชนิดผงให้แรงยึดติดได้เร็วกว่าการยึดฟันเทียมชนิดเพสท์แต่จะอยู่ได้ไม่นานเนื่องจากการละลายน้ำของการยึดฟันเทียม ในขณะที่การยึดฟันเทียมชนิดเพสท์ซึ่งมีน้ำมันเป็นส่วนประกอบจะให้แรงยึดติดที่ยาวนานกว่าแต่ให้แรงยึดติดได้ช้ากว่า

ในขณะที่การยึดฟันเทียมชนิดเดนทึคให้ค่าแรงยึดติดปานกลางตลอดน่าจะเนื่องมาจากสารชนิดนี้ดูดน้ำได้ช้าและละลายน้ำได้เร็ว ซึ่งต่างกับบอีนีพลัสและพอลิเดนทึคที่ค่าแรงยึดติดสูงกว่าเนื่องมาจากการมีส่วนประกอบของแคลเซียมไฮดรอกไซด์โพสเฟตและซิลิกาฟอสเฟต ซึ่งให้ค่าแรงยึดติดที่สูงกว่าคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส (31)

ส่วนการยึดฟันเทียมชนิดเจลนั้นเมื่อใส่เข้าไปในปากจะทำให้เกิดการเติมเต็มที่ว่างใต้ฐานฟันเทียมได้และทำให้เกิดแรงยึดติดได้ทันที จึงทำให้ค่าแรงยึดติดที่เวลาเริ่มต้นมีค่าสูงและค่อยๆลดลงตามเวลา เนื่องมาจากการสูญเสียการยึดฟันเทียมออกไปดังเหตุผลที่ได้กล่าวมาแล้ว (31, 32, 36, 48) การที่ค่าแรงยึดติดมีค่าลดลงเมื่อเวลาผ่านไปอาจมีสาเหตุเนื่องมาจาก 2 ปัจจัย คือ การสูญเสียการยึดฟันเทียมออกไปตามระยะเวลาที่ใส่ Chew (90) พบว่า แรงยึดติดของการยึดฟันเทียมจะลดลงตามเวลาที่ใส่ เนื่องมาจากการสูญเสียการยึดฟันเทียมออกไปจากใต้ฐานฟันเทียมตามเวลาที่ใช้งาน ซึ่งไม่เกี่ยวข้องกับความหนืด และอีกสาเหตุหนึ่ง คือ เมื่อเวลาผ่านไปเจลดูดน้ำเข้าไปเกิดการเจือจางทำให้ความหนืดมีค่าลดลงทำให้ค่าแรงยึดติดจึงลดลงด้วย (33)

นอกจากนี้การยึดฟันเทียมชนิดพอลิเดนทึค และ บอีนีพลัส มีส่วนประกอบของคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสประมาณร้อยละ 30 ถึง 60 ส่วนการยึดฟันเทียมชนิดเดนทึคใช้คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสหนัก 1 กรัมต่อน้ำประมาณ 1 ถึง 4 กรัม ขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำที่ใส่ในแต่ละครั้ง คิดเป็นร้อยละ 25 ถึง 100 ซึ่งมีปริมาณมากกว่าการยึดฟันเทียมที่ทดลองผลิตขึ้นเอง ซึ่งมีปริมาณของคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสอยู่เพียง 5, 5.7 และ 6 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งการยึดฟันเทียมที่มีขายในท้องตลาดมีสารที่ให้คุณสมบัติในการติดอยู่ในปริมาณที่มากกว่า 5 ถึง 20 เท่า จึงอาจเป็นสาเหตุที่ทำให้ค่าแรงยึดติดที่ได้มีค่ามากกว่า

ระยะเวลาที่ให้แรงยึดติดสูงสุดของกาวยึดฟันเทียมแต่ละชนิด

จากผลการทดลองดังกล่าวเมื่อนำมาพิจารณาถึงระยะเวลาที่ให้แรงยึดติดสูงสุดของกาวยึดฟันเทียมแต่ละประเภทพบว่าสามารถสรุปได้ดังแสดงในตารางที่ 9 โดยกาวยึดฟันเทียมชนิดเพสต์ยังไม่พบการลดลงของค่าแรงยึดติดจึงยังไม่สามารถสรุประยะเวลาที่ให้แรงยึดติดสูงสุดของกาวยึดฟันเทียมชนิดนี้ได้ แต่ทั้งนี้ค่าแรงยึดติดสูงสุดของกาวยึดฟันเทียมชนิดเจลมีค่าประมาณ 40 นิวตันซึ่งน้อยกว่าค่าแรงยึดติดสูงสุดของกาวยึดฟันเทียมชนิดเพสต์ที่วัดได้ในการศึกษาครั้งนี้ซึ่งมีค่าประมาณ 60 นิวตัน และยังมีแนวโน้มที่อาจจะเพิ่มมากกว่านี้ได้อีกเมื่อเวลาผ่านไป

ตารางที่ 9 แสดงระยะเวลาที่ให้แรงยึดติดสูงสุดของกาวยึดฟันเทียมแต่ละประเภท

Type of adhesives	Time
Paste	> 2 hours
Dentfix (Powder)	30 minutes
Den-stet (Powder)	Immediately
Gel	Immediately

ลักษณะของกาวยึดฟันเทียมแต่ละชนิด

จากการทดลองดังกล่าวทำให้สามารถสรุปลักษณะของกาวยึดฟันเทียมแต่ละชนิดได้ในบางลักษณะ ดังแสดงในตารางที่ 10 ส่วนลักษณะที่เหลือเป็นเรื่องที่ต้องทำการศึกษาต่อไป

ตารางที่10 แสดงลักษณะของกาวยึดฟันเทียมแต่ละประเภท

	Type of adhesives		
	Gel	Powder	Paste
Amount of water to gain retention	Low	High	High
Time to reach maximum retention	Immediately	30 minutes	>2 hours
Easy to use	Yes	No	Yes
Easy to clean	Yes	Yes	No
Residual on denture	No	Yes	Yes
Residual on tissue	No	Yes	Yes
Increased vertical dimension	-	Medium	High
Irritated tissue	-	Medium	High
Bacteria accumulation	-	Medium	High
Uncomfortable	-	Yes	Yes
Damage enamel	-	some type	No

- คือ ในปัจจุบันยังไม่มีการศึกษาในเรื่องนี้

กาวยึดฟันเทียมที่มีขายในท้องตลาดมีข้อเสียคือ ล้างออกยาก ดุนน้ำเพื่อให้สารที่ให้คุณสมบัติในการติดอยู่ออกฤทธิ์ได้ ทำให้ได้แรงยึดติดมากที่เวลานาน แรงยึดติดที่มากทำให้สามารถเข้ากับฟันเทียมที่มีสภาพไม่เหมาะสมกับการใช้งานแล้วได้ ส่งผลให้ผู้ป่วยไม่รู้ตัวหรือไม่สนใจที่จะทำฟันเทียมชิ้นใหม่ การที่กาวสามารถยึดติดได้เป็นระยะเวลาเวลานานทำให้ผู้ป่วยใส่ฟันเทียมเป็นเวลานานโดยไม่ถอดออก ล้างส่งผลให้เกิดการสะสมของเชื้อแบคทีเรีย การกดทับของเนื้อเยื่อ ขาดการหมุนเวียนของเลือดและน้ำลาย ก่อให้เกิดการอักเสบของเนื้อเยื่อใต้ฐานฟันเทียมได้ และเมื่อถอดออกจะมีเศษกาวยึดฟันเทียมที่ตกค้างหลงเหลืออยู่ล้างออกได้ยาก และหากล้างไม่หมดจะเป็นก้อนติดอยู่ที่เนื้อเยื่อทำให้เมื่อทา กาวยึดฟันเทียมลงไปใหม่จะไปสะสมเป็นก้อน ทำให้เกิดแรงกดลงไปบริเวณนั้นมากขึ้นซึ่งจะก่อให้เกิดการละลายตัวของกระดูกต่อไปเมื่อใช้ติดต่อกันเป็นเวลานาน การที่กาวยึดฟันเทียมดุนน้ำออกจากเนื้อเยื่อทำให้ผู้ป่วยรู้สึกระคายเคืองขณะใส่ฟันเทียมและทำให้มีโอกาสเกิดการอักเสบของเนื้อเยื่อได้สูงด้วย

นอกจากนี้ Norman และคณะ (34) ได้เสนอว่า กาวยึดฟันเทียมชนิดผงทำให้เกิดการเพิ่มมิติในแนวตั้งน้อยกว่าชนิดเพสท์ แต่หากโรยผงในปริมาณมากเกินไปก็จะก่อให้เกิดการเพิ่มมิติในแนวตั้งได้มากกว่า กาวยึดฟันเทียมชนิดผงส่วนใหญ่มักมีกัมคารายาเป็นองค์ประกอบส่วนใหญ่ ซึ่ง Lamb และ Collys และคณะ (35, 38, 72) พบว่ากาวยึดฟันเทียมที่ประกอบด้วยกัมคารายาจะมีฤทธิ์เป็นกรดสามารถก่อให้เกิดการละลายตัวของเคลือบฟันได้เมื่อใช้เป็นระยะเวลาสั้น ทำให้กาวยึดฟันเทียมชนิดนี้ไม่เหมาะสมสำหรับใช้กับผู้ป่วยที่มีฟันเหลือในช่องปาก

จากการสอบถามความรู้สึกของอาสาสมัคร พบว่า เมื่ออาสาสมัครใช้กาวยึดฟันเทียมที่มีขายในท้องตลาดชนิดผงและเพสท์ มีความรู้สึกเจ็บแสบบริเวณเพดานปาก ซึ่งคาดว่าเกิดเนื่องมาจากการดูดน้ำของกาวยึดฟันเทียมเพื่อเกิดการพองตัวเป็นเจล ทำให้เนื้อเยื่อบริเวณที่สัมผัสกับกาวเกิดการแห้ง ขาดน้ำ เมื่อถูกกดทับด้วยฟันเทียมและใส่เป็นระยะเวลาสั้นจะเพิ่มโอกาสเสี่ยงในการเกิดการอักเสบ

กาวยึดฟันเทียมที่ผลิตขึ้นเองมีข้อดีคือ ทำความสะอาดได้ง่าย ส่วนการยึดติดได้ในระยะเวลาที่ไม่ยาวนานมากนัก ทำให้ผู้ป่วยต้องถอดฟันเทียมออกมาล้างทำความสะอาดและเปลี่ยนกาวยึดฟันเทียมบ่อยขึ้น ทำให้ไม่เกิดการสะสมของเชื้อแบคทีเรีย และเนื้อเยื่อที่รองรับฐานฟันเทียมได้พัก มีการหมุนเวียนของโลหิตและน้ำลายมากขึ้น ล้างทำความสะอาดได้ง่ายทำให้ไม่มีเศษกาวตกค้างทั้งที่ฐานฟันเทียมและบนเนื้อเยื่อในช่องปาก ทำให้เนื้อเยื่อรองรับฐานฟันเทียมของผู้ป่วยไม่ได้รับอันตรายและคงสภาพที่ดีได้มากที่สุด และสามารถให้แรงยึดติดที่สูงได้ทันทีที่ใส่ทำให้เหมาะแก่การใช้งานที่ต้องการการยึดติดในเวลาสั้นเช่น การทำงานในคลินิก นอกจากนี้กลไกการยึดติดยังไม่ต้องการน้ำลายทำให้สามารถใช้ในกรณีที่ผู้ป่วยมีปัญหาเกี่ยวกับปริมาณน้ำลายที่น้อยหรือไม่มีเลยได้ และยังไม่ดูดน้ำจากเนื้อเยื่อรองรับฟันเทียมจึงไม่ก่อให้เกิดความรำคาญ เนื้อกาวมีการผสมกันอย่างกลมกลืนช่วยให้การไหลและการแพร่กระจายเป็นไปได้อย่างทั่วถึงทำให้ถ่ายถอดแรงบดเคี้ยวได้อย่างทั่วถึงและไม่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงมิติในแนวตั้ง รวมทั้งการมีเนื้อสารก่อเจลในปริมาณที่น้อยมากเมื่อเทียบกับกาวยึดฟันเทียมชนิดอื่นทำให้ลดปริมาณของสิ่งแปลกปลอมที่จะเข้าสู่ร่างกายอีกทั้งยังเป็นการประหยัดด้วย ในการศึกษาที่ผู้วิจัยคาดหวังว่ากาวยึดฟันเทียมจะให้แรงยึดติดได้อย่างน้อยในช่วงเวลา 3 ชั่วโมงหลังจากเริ่มใช้งาน แต่จากการศึกษาพบว่าค่าแรงยึดติดยังไม่ได้ตามเป้าหมายที่วางไว้ซึ่งผู้วิจัยได้เสนอแนะแนวทางในการปรับปรุงสูตรไว้ในหัวข้อของข้อเสนอแนะดังที่จะได้กล่าวต่อไป

ข้อจำกัดในการคัดเลือกอาสาสมัครเข้าร่วมงานวิจัย

เนื่องจากในงานวิจัยนี้ต้องการควบคุมให้ได้อาสาสมัครที่มีลักษณะเพดานปากที่มีขนาดและความชันใกล้เคียงกัน ทำให้การคัดเลือกอาสาสมัครค่อนข้างจะทำได้ยากลำบาก เนื่องจากต้องขอความร่วมมือกับกลุ่มนิสิตทันตแพทย์ที่สามารถให้ความร่วมมือได้ซึ่งมีจำนวนไม่มากนัก และต้องทำการพิมพ์ปากอาสาสมัครจำนวนมากที่สุดเท่าที่จะทำได้เพื่อจะนำมาคัดเลือกกลุ่มอาสาสมัครที่มีลักษณะเพดานที่ใกล้เคียงกันมากที่สุด ซึ่งต้องใช้เวลา แรงงาน และงบประมาณในการวิจัยจำนวนมาก ดังนั้นหากต้องการทำการศึกษาต่อไปในกลุ่มอาสาสมัครที่มีจำนวนมากกว่านี้อาจจำเป็นต้องทำในโครงการที่มีงบประมาณและกำลังคนมากกว่านี้ หรือในที่ที่สามารถหาอาสาสมัครที่ยอมให้ความร่วมมือจนถึงขั้นสุด การทดลองจำนวนมากได้

การควบคุมมาตรฐานการผลิตและการใช้งานกาวยึดฟันเทียม

สำหรับกาวยึดฟันเทียมที่ผลิตเองจากสารทั้ง 4 ชนิด ใช้ความเข้มข้นที่เลือกมาจากการศึกษาที่ผ่านมาเป็นความเข้มข้นเริ่มต้นที่คาดว่าจะมีความหนืดน้อยที่สุด หลังจากนั้นจึงกำหนดความเข้มข้นของกลุ่มที่มีความหนืดสูงขึ้นโดยดูจากการศึกษาที่ผ่านมา โดยเลือกเอาความเข้มข้นที่มากที่สุดที่สารยังคงมีลักษณะเป็นเจลอยู่ สุดท้ายจึงเลือกความเข้มข้นสำหรับสารกลุ่มที่มีความหนืดระดับกลาง โดยเลือกความเข้มข้นที่อยู่ระหว่างกลางระหว่างความเข้มข้นสูงกับต่ำ

ในการเตรียมสารตั้งต้นแต่ละชนิด จะต้องผสมให้เข้าเป็นเนื้อเดียวกันและระวังไม่ให้มีฟองอากาศ เพื่อมิให้การทดสอบสมบัติต่างๆมีความคลาดเคลื่อนไป การผสมสารจึงเริ่มจากการผสมส่วนผงกับส่วนน้ำให้เข้ากันโดยใช้เครื่องกวนสารแบบใช้ใบพัด จากนั้นนำไปปั่นด้วยเครื่องปั่นสุญญากาศนาน 20 นาที ซึ่งสามารถดูดกำจัดฟองอากาศออกได้เกือบหมด และเนื้อสารเข้ากันมากยิ่งขึ้น หลังจากนั้นเมื่อนำมาอบฆ่าเชื้อด้วยเครื่องอบฆ่าเชื้อความดันไอน้ำฟองอากาศที่หลงเหลืออยู่ในเนื้อสารจะหายออกไปจนหมดทำไม่ได้สารที่เป็นเนื้อเดียวกันและไม่มีฟองอากาศ นอกจากนี้ในการเตรียมสารแต่ละชนิด จะเตรียมในปริมาณมากพอสำหรับการทดสอบความหนืด และแรงยึดติด เพื่อไม่ให้มีความคลาดเคลื่อนจากการเตรียมสารคนละครั้ง

กาวยึดฟันเทียมเป็นวัสดุที่ใช้ภายในช่องปาก ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีสภาพความเป็นกรดต่างอยู่ในช่วงที่เป็นกลาง ไม่ทำให้เกิดอันตรายต่ออวัยวะภายในช่องปาก จากการศึกษาของ Lamb พบว่ากาวยึดฟันเทียมที่มีคารายากัมเป็นส่วนประกอบหลัก ซึ่งมีค่าความเป็นกรดต่างประมาณ 4.7 ทำให้ผิวเคลือบฟันเกิดการละลาย อีกทั้ง Love และ Biswas (72) ได้แนะนำว่ากาวยึดฟันเทียมที่มีค่าความเป็นกรดต่างต่ำกว่า 5.5 ซึ่งเป็นค่าความเป็นกรดต่างวิกฤต (critical pH) ไม่ควรใช้ในรายที่ยังมีฟันธรรมชาติเหลืออยู่ ดังนั้นวัสดุที่จะนำมาพัฒนาเป็นกาวยึดฟันเทียมควรมีค่าความเป็นกรดต่าง 5.5 ขึ้นไป ซึ่งใน

การศึกษาครั้งนี้สารเคมีที่นำมาใช้ เมื่อเตรียมให้อยู่ในรูปแบบเจลแล้วพบว่ามีความเป็นกรดต่างอยู่ในช่วง 5.7-8.1 ยกเว้นคาร์บอพลเพียงชนิดเดียว ที่วัดค่าความเป็นกรดต่างได้ 2.8 ซึ่งแสดงถึงความเป็นกรดมาก จึงต้องทำการปรับให้มีค่าความเป็นกรดต่างเข้าใกล้ความเป็นกลางก่อน ซึ่งหลังจากปรับแล้วมีค่าความเป็นกรดต่างที่ความเข้มข้น ร้อยละ 3,4.5 และ 6 เป็น 6.46, 6.66 และ 6.50 ตามลำดับ จากนั้นจึงสามารถนำมาใช้ในการทดสอบต่อไปได้

การยืดพืชมที่ทดลองผลิตขึ้นเองภายในห้องปฏิบัติการ ซึ่งยังไม่ได้ทดสอบความคงทนหรือคุณสมบัติของสารในระยะยาว ในการทดลองนี้จึงทำการทดสอบการยืดพืชมที่ผลิตขึ้นภายในระยะเวลาอันสั้นเพื่อป้องกันปัจจัยที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของกาวยืดพืชมในระยะยาว เมื่อสังเกตจากกาวยืดพืชมที่ผลิตจากทราคาแคนท์และกัวกัม ซึ่งเป็นสารที่ได้จากธรรมชาติจะมีความคงตัวต่ำและเสี้ง่ายภายในระยะเวลา 1 เดือน ดังนั้นจึงควรปรับปรุงสูตรที่จะช่วยให้กาวยืดพืชมที่ทดลองผลิตขึ้นมามีความคงทนมากขึ้น สามารถเก็บไว้ได้เป็นระยะเวลายาวนาน

นอกจากนี้การผลิตด้วยมืออาจทำให้คุณสมบัติของสารที่ได้ไม่ดีเท่าที่ควร เนื่องจากข้อจำกัดในการผสมให้เข้าเป็นเนื้อเดียวกันทั้งหมดทำได้ยาก หากผลิตในลักษณะที่เป็นอุตสาหกรรมโดยใช้เครื่องมือที่เหมาะสมช่วยในการผลิตน่าจะทำได้สารที่เข้าเป็นเนื้อเดียวกันได้ดีขึ้น

ข้อเสนอแนะในการใช้เครื่องมือ

เครื่องมือที่ใช้ได้ออกแบบขึ้นเพื่อทดสอบแรงยึดติดของแผ่นด้านเพดานปากโดยใช้เครื่องวัดแรงดึง (force gauge) ที่ใช้ในทดสอบทางวิศวกรรมทั่วไป ซึ่งเครื่องมือนี้สามารถวัดแรงยึดติดของแผ่นด้านเพดานปากได้ สามารถวัดซ้ำได้ ออกแบบผลิตขึ้นใช้เอง โดยมีเครื่องวัดแรงดึงเป็นส่วนประกอบหลัก การออกแบบลักษณะนี้ทำให้สามารถผลิตเครื่องมือออกมาได้ในราคาที่ไม่สูงมากนัก เครื่องมือนี้มีส่วนยึดศีรษะของอาสาสมัครให้อยู่กับที่ ซึ่งสามารถปรับได้ทุกทิศทางให้เหมาะสมกับศีรษะของอาสาสมัครแต่ละคนได้ ส่วนรองรับฟันบนปรับได้ในแนวหน้าหลัง เพื่อให้ผู้ใช้ที่คล้องขึงตัวตรงในแนวตั้ง เพื่อให้แรงที่ดึงให้แผ่นด้านเพดานปากหลุดเป็นแรงในแนวตั้ง โดยระยะระหว่างส่วนรองรับฟันบนและจุดที่เกี่ยวข้องขอให้เท่ากันในอาสาสมัครทุกคน

ข้อควรปรับปรุงของเครื่องมือนี้ คือ การคล้องเกี่ยวโซ่ที่ทำได้ยากและหากคล้องแรงเกินไปจะดึงให้แผ่นด้านเพดานปากหลุดออกมาก่อน และไม่สามารถแยกโซ่ออกจากแผ่นด้านเพดานปากได้ เนื่องจากความยาวของโซ่น้อยเกินไป โดยระยะระหว่างฟันบนถึงจุดคล้องโซ่หรือตะขอถูกกำหนดด้วยระยะที่สามารถอ้าปากได้กว้างสุดของอาสาสมัคร หากทำให้ระยะระหว่างฟันบนถึงจุดคล้องโซ่มีค่ามากขึ้นในขณะที่ระยะที่อ้าปากได้กว้างสุดมีค่าคงที่จะเหลือระยะทางที่ให้คานหมุนได้น้อยลง เมื่อคานหมุนลงล่างจะกระแทกฟันหน้าล่างของอาสาสมัครได้ ซึ่งหากสามารถปรับปรุงส่วนของเครื่องมือให้สามารถแก้ไขและปรับปรุงจุดนี้ได้จะทำให้การวัดทำได้ง่ายขึ้น

ข้อจำกัดของการวิจัย

ระหว่างที่อาสาสมัครใส่แผ่นด้านเพดานปากที่มีกาวอยู่ในช่องปาก ให้อาสาสมัครใช้ชีวิตได้ตามปกติ แต่งตัวและอาหาร แต่ไม่สามารถติดตามควบคุมการดื่มน้ำและอาหารของอาสาสมัครอย่างใกล้ชิดได้ เนื่องจากอาสาสมัครแต่ละคนไปทำกิจกรรมต่างๆที่ไม่เหมือนกัน นอกจากนี้อาสาสมัครเป็นกลุ่มที่มีฟันซึ่งต่างจากกลุ่มผู้ป่วยที่ใส่ฟันเทียมทั้งปาก เมื่ออาสาสมัครใส่แผ่นด้านเพดานปากใหม่ๆอาจเกิดความไม่คุ้นเคยหรือรู้สึกรำคาญ อาจนำลิ้นไปสัมผัสทำให้แผ่นด้านเพดานปากยับ หรือมีอัตราการหลั่งน้ำลายที่มากขึ้น มากกว่าในผู้ป่วยฟันเทียมปกติทั่วไปอันอาจก่อให้เกิดการสูญเสียการยึดฟันเทียมในอัตราที่เร็วขึ้นได้

เมื่อเปรียบเทียบการทดลองโดยใช้แผ่นด้านเพดานปากติดบริเวณเพดานปากมีข้อจำกัดคือ แผ่นด้านเพดานปากมีขนาดเล็กกว่า มีพื้นที่ผิวสัมผัสน้อยกว่าฟันเทียมทั้งปาก ดังนั้นแรงในการติดอยู่จึงมีค่าต่างกัน และในการใส่กาวยึดฟันเทียมแล้วนำไปใส่ในปากจะมีแรงกดให้แผ่นด้านเพดานปากแนบกับเพดานปากเพียงครั้งเดียวซึ่งต่างจากฟันเทียมทั้งปากเมื่อเวลาผู้ป่วยเคี้ยวอาหารหรือกัดฟันจะมีแรงกดฟันเทียมให้แนบกับสันเหงือกอยู่ตลอดเวลา และช่วยให้กาวยึดฟันเทียมถูกรีดออกเป็นแผ่นบางๆได้มากกว่าการกดครั้งเดียวด้วยแรงคงที่ ซึ่งจะทำให้ฟันเทียมทั้งปากเมื่อใส่เป็นเวลานานจะมีความแน่นมากกว่าแผ่นด้านเพดานปาก นอกจากนี้การที่แผ่นด้านเพดานปากมีโซติดอยู่ทำให้มีโอกาสที่ลิ้นจะไปสัมผัสโดนในระหว่างเวลาที่ใส่แผ่นด้านเพดานปากไว้ในช่องปาก อาจทำให้เกิดการยับของแผ่นด้านเพดานปากและเกิดการสูญเสียการยึดฟันเทียมออกไปได้เร็วขึ้น ทำให้ภาวะที่เกิดขึ้นอาจคล้ายคลึงกับการใส่แผ่นด้านเพดานปากเปล่าที่ระยะเวลาสั้นกว่านั้น

ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาพบว่ากาวยึดฟันเทียมชนิดเจลที่ทดลองผลิตขึ้น มีค่าแรงยึดติดที่ลดลงอย่างรวดเร็ว ซึ่งคาดว่าเป็นผลจากการดูดน้ำและละลายตัว ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะว่า หากต้องการให้กาวยึดฟันเทียมชนิดนี้มีการยึดติดที่นานขึ้น ควรปรับปรุงสูตร โดยปรับปรุงชนิดของสารพื้ให้เป็นสารที่ละลายน้ำได้ช้าลงโดยสามารถละลายได้ในระยะเวลาประมาณ 3 ชั่วโมงซึ่งเป็นระยะเวลาที่ใช้งาน เช่น การใช้สารพื้ชนิด พอลิเอทิลีนไกลคอล (Polyethylene glycol) (21) ซึ่งเป็นสารพื้ที่ใช้สำหรับยาเตรียมประเภทซีฟิง ซึ่งมีลักษณะคล้ายเพสท์แต่เหลวกว่า โดยสารพื้ชนิดนี้สามารถละลายได้ในน้ำ จึงน่าจะละลายตัวได้ช้าแต่สามารถล้างทำความสะอาดได้ด้วยน้ำ หรือผสมสารที่ให้คุณสมบัติในการติดอยู่ที่มีลักษณะเป็นผงแห้งที่ยังไม่กลายเป็นเจลลงไปในผลิตภัณฑ์ทำให้เมื่อผสมสัมผัสกับน้ำเกิดเป็นเจลให้คุณสมบัติในการติดอยู่อย่างช้าๆทำให้ได้เวลาในการติดอยู่ที่ยาวนานขึ้นเพื่อแก้ปัญหาหากกาวยึดฟันเทียมที่ผลิตขึ้นเองให้การติดอยู่เป็นเวลาไม่ถึง 3 ชั่วโมง

การนำไปใช้ในทางคลินิก (Clinical application)

การยี้ดพื้นเทียมชนิดเจลที่ทดลองผลิตยังไม่ใช้ต้นแบบผลิตภัณฑ์ ประโยชน์จากการศึกษาทำให้เกิดความเข้าใจถึงพฤติกรรมกรยี้ดติดของกาวได้ดีมากยิ่งขึ้น และเป็นแนวทางในการนำสารก่อกเจลหลายๆชนิดมาผสมกันเพื่อปรับปรุงคุณสมบัติของกาวให้เข้าสู่อุดมคติมากยิ่งขึ้น

การยี้ดพื้นเทียมที่ทดลองผลิตขึ้นเองอาจเหมาะสำหรับใช้ในผู้ป่วยที่มีน้ำลายน้อยอันเนื่องมาจากต่อมน้ำลายทำงานผิดปกติทำให้ผลิตน้ำลายออกมาได้ในปริมาณที่น้อยลงหรือถูกทำลาย นอกจากนี้ยังเหมาะกับการใช้ในขั้นตอนการทำงานทางคลินิกของพื้นเทียมชนิดถอดได้



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 6

บทสรุป

สำหรับกาวยึดฟันเทียมชนิดเจลที่ผลิตจากสารตั้งต้นชนิดเดียวกัน ความหนืดมีผลต่อค่าแรงยึดติดในช่วงแรกของกาวยึดฟันเทียมยกเว้นนิวทรัลไรซ์คาร์บอพล โดยความหนืดที่มากขึ้นมีผลให้ค่าแรงยึดติดมีค่ามากขึ้นด้วย

การเปลี่ยนแปลงของเวลาที่มีผลต่อค่าแรงยึดติดพบว่า เวลาที่มีผลต่อค่าแรงยึดติดใน 3 ลักษณะ ดังนี้ คือ

1. ค่าแรงยึดติดของกาวยึดฟันเทียมชนิดเจลที่ทดลองผลิตและกาวยึดฟันเทียมชนิดเดนสเททท์เวลาเริ่มต้นมีค่าสูงและค่อยๆลดลงเมื่อเวลาผ่านไป
2. ค่าแรงยึดติดของกาวยึดฟันเทียมชนิดเพสท์ที่เวลาเริ่มต้นมีค่าน้อยและค่อยๆเพิ่มสูงขึ้นเมื่อเวลาผ่านไป
3. ค่าแรงยึดติดของกาวยึดฟันเทียมชนิดเดนทท์ที่ค่าแรงยึดติดจะค่าเพิ่มขึ้นในช่วง 30 นาทีแรกและหลังจากนั้นจะมีค่าลดลงโดยเฉพาะในช่วง 60 นาทีนับจากเวลาที่มีการเริ่มใช้งาน

รายการอ้างอิง

- (1) Smutko, G. E. Essentials of complete denture prosthodontics. 2nd ed. Massachusetts: PSG publish; 1987.
- (2) Lindstrom, L. E.; Pawelchak, J.; Heyd, A., et al. Physical-chemical aspects of denture retention and stability: A review of the literature. J Prosthet Dent 42 (1979): 371-5.
- (3) Davis, D. M. The shift in the therapeutic paradigm: Osseointegration. J Prosthet Dent 79 (1998): 37-42.
- (4) Barbenel, J. C. Physical retention of complete dentures. J Prosthet Dent 26 (1971): 592-600.
- (5) Stanitz, J. D. An analysis of the part played by the fluid film in denture retention. J Am Dent Assoc 37 (1948): 168-72.
- (6) Craig, R. G.; Berry, G. C.; Peyton, F. A. Physical factors related to denture retention. J Prosthet Dent 10 (1960): 459-67.
- (7) Tyson, K. W. Physical factors in retention of complete upper dentures. J Prosthet Dent 18 (1967): 90-7.
- (8) Stamoulis, S. Physical factors in retention of complete upper dentures. J Prosthet Dent 12 (1962): 857.
- (9) Skinner, E. A. Clinical study of the forces required to dislodge maxillary denture bases of various designs. J Am Dent Assoc 47 (1953): 671.
- (10) Ostlund, S. G. Saliva and denture retention. J Prosthet Dent 10 (1960): 658-63.
- (11) Snyder, F. C.; Kimball, H. D.; Wyles, B. B., et al. Effect of reduced atmospheric pressure upon retention of dentures. J Am Dent Assoc 32 (1945): 445.
- (12) Stefan, J., Sitzberger, K. Akad Wiss Math Natur 69 (1874): 713.
- (13) Zarb, G. A.; Bolender, C. L. Prosthodontic treatment for edentulous patients. Complete dentures and implant-supported prostheses. 12 ed. St. Louis: Mosby; 2004.
- (14) The academy of prosthodontics. The glossary of prosthodontic terms. eighth edition. J Prosthet Dent 94 (2005): 31.
- (15) Adisman, I. K. The use of denture adhesive as an aid to denture treatment. J Prosthet Dent 62 (1989): 711-5.

- (16) Yankell, S. L. Overview of reseach and literature on denture adhesives. Compend Contin Educ Dent (Suppl 4) (1984): 518-21.
- (17) Tarbet, W. J. Observations of denture-supporting tissue during six months of denture adhesive wearing. J Am Dent Assoc 101 (1980): 789-91.
- (18) American Dental association: Accepted dental remedies. Chicago: American Dental association; 1935. p. 172.
- (19) American Dental association: Accepted dental remedies. Chicago: American Dental association; 1984. p. 105.
- (20) Polytois, G. L. An update on denture fixatives. Dent Update (1983): 579.
- (21) พิมพ์พรณ พิทยานุกุล. หลักการตั้งตำรับยาเตรียมและเครื่องสำอาง. 1 ed. กรุงเทพฯ: หจก. เฟมโปรดักชั่น; 2533.
- (22) Jagger, D. C.; Harrison, A. Denture fixatives-an update for general dental practice. Br Dent J 180 (1996): 311.
- (23) Grasso, J. E. Denture adhesives. Dent Clin N Am 48 (2004): 721-33.
- (24) Panagiotouni, E.; Pissiotis, A.; Kapari, D., et al. Retentive ability of various denture adhesive materials:an in vitro study. J Prosthet Dent 73 (1995): 578-85.
- (25) Stafford, G. D.; Russell, C. Efficiency of denture adhesives and their possible influence on oral microorganisms. . J Dent Res 50 (1971): 832-6.
- (26) Koppang, R.; Berg, E.; Dahm, S., et al. A method for testing denture adhesives. J Prosthet Dent 73 (1995): 486-91.
- (27) Grasso, J. E. Denture adhesives:changing attitudes. J Am Dent Assoc 127 (1996): 90-6.
- (28) Shay, K. Denture adhesives choosing the right powders and pastes. J Am Dent Assoc 122 (1991): 70-6.
- (29) Ozcan, M., Kulak, Y., Baat, C. D., et al. The effect of a new denture adhesive on bite force until denture dislodgement. J Prosthodont 14 (2005): 122-6.
- (30) Myatt, G. J.; Hunt, S. A.; Barlow, A. P., et al. A clinical study to assess the breath protection efficacy of denture adhesive. J Contemp Dent Pract 3 (2002): 1-9.
- (31) Kulak, Y.; Ozcn, M.; Arikan, A. Subjective assessment by patients of the efficiency of two denture adhesive pastes. J Prosthodont 14 (2005): 248-52.

- (32) Al, R. H.; Dahl, J. E.; Morisback, E., et al. Irritation and cytotoxic potential of denture adhesives. Gerodontology 22 (2005): 177-83.
- (33) Ellis, B.; Nakash, S. A.; Lamb, D. J. The composition and rheology of denture adhesives. J Dent 8 (1980): 109-18.
- (34) Norman, R D.; Stewart, G. P.; Maroso, D. J., et al. In vitro measurement of vertical denture displacement by denture adhesives. Dent Mater 3 (1987): 342-6.
- (35) Lamb, D. J. The effect of karaya gum on tooth enamel. Brit Dent J 150 (1981): 250-2.
- (36) Vengencie, J. D.; Ng, M. C.; Ford, P., et al. In vitro evaluation of denture adhesives: possible efficacy of complex carbohydrates. Int J Prosthodont 10 (1997): 61-72.
- (37) Ow, R. K. K.; Bearn, E. M. A method of studying the effect of adhesives on denture retention. J Prosthet Dent 50 (1983): 332-7.
- (38) Collys, K. D.; Roma de Sousa, A. C.; Smeyers-Verbeke, J. Soluble denture adhesives: pH and sodium content. Eur J Prosthodont Rest Dent 5 (1997): 63-7.
- (39) Ghani, F.; Picton, D. C. A. Some clinical investigations on retention forces of maxillary complete dentures with the use of denture fixatives. J Oral Rehab 21 (1994): 631-40.
- (40) Ghani, F.; Picton, D. C. A., Likeman, P. R. Some factors affecting retention forces with the use of denture fixatives in vivo. Br Dent J 171 (1991): 15-21.
- (41) Floystrand, F.; Koppang, R.; Williams, V. D., et al. A method for testing denture adhesives. J Prosthet Dent 66 (1991): 501-4.
- (42) Council on dental materials and devices. List of classified dental materials and devices. J Am Dent Assoc 90 (1975): 181-3.
- (43) Wallace, D. A. acceptance of co-re-ga denture adhesive powder is announced. J Am Dent Assoc 33 (1946): 1593-4.
- (44) Grasso, J. E.; Rendell, J.; Gay, T. Effect of denture adhesive on the retention and stability of maxillary dentures. J Prosthet Dent 72 (1994): 399-405.
- (45) Karlsson, S.; Swartz, B. Effect of a denture adhesive on mandibular denture dislodgment. Quintessence Int 21 (1990): 625-7.
- (46) Kapur, Krishan K. A clinical evaluation of denture adhesives. J Prosthet Dent 18 (1967): 550-8.

- (47) Hasegawa, S.; Sekita, T.; Hayakawa, I. Effect of denture adhesive on stability of complete dentures and the masticatory function. J Med Dent Sci 50 (2003): 239-47.
- (48) Chew, C. L.; Boone, M. E.; Swartz, M. L., et al. Denture adhesive: their effects on denture retention and stability. J Dent 13 (1985): 152-9.
- (49) Fujimori, T.; Hirano, S.; Hayakawa, I. Effects of a denture adhesive on masticatory functions for complete denture wearers-consideration for the condition of denture-bearing tissues-. J Med Dent Sci 49 (2002): 151-6.
- (50) Rendell, J. K.; Gay, T.; Grasso, J. E., et al. The effect of denture adhesive on mandibular movement during chewing. J Am Dent Assoc 131 (2000): 981-6.
- (51) Tarbet, W. J.; Silverman, G.; Schmidt, N. F. Maximum incisal biting force in denture wearers as influenced by adequacy of denture-bearing tissue and the use of an adhesive. J Dent Res 60 (1981): 115-9.
- (52) Tarbet, W. J.; Boone, M.; Schmidt, N. F. Effect of a denture adhesive on complete denture dislodgement during mastication. J Prosthet Dent 44 (1980): 374-8.
- (53) Karlsson, S.; Swartz, B. Denture adhesives-their effect on the mobility of full upper dentures during chewing. Swed Dent J 5 (1981): 207-11.
- (54) Psillakis, J. J.; Wright, R. F.; Grbic, J. T., et al. In Practice evaluation of a denture adhesive using a gnathometer. J Prosthodont 13 (2004): 244-50.
- (55) Yoshida, M.; Sato, Y.; Akagawa, Y., et al. Correlation between quality of life and denture satisfaction in elderly complete denture wearers. Int J Prosthodont 14 (2001): 77-80.
- (56) Woelfel, J. B.; Paffenbarger, G. C., Sweeney, W. T. Clinical evaluation of complete dentures made of 11 different types of denture base materials. J Am Dent Assoc 70 (1965): 1170-88.
- (57) Woelfel, J. B.; Winter, C. M.; Curry, R. L. Additives sold over the counter dangerously prolong wearing period of ill-fitting dentures. J Am Dent Assoc 71 (1965): 603-13.
- (58) Woelfel, J. B.; Mann, A. W.; Kreider, J. A. Documented reports of bone loss caused by use of a denture reliner. J Am Dent Assoc 71 (1965): 23-34.
- (59) Woelfel, J. B.; Kreider, J. A.; Berg, T. Deformed lower ridge caused by the relining of a denture by a patient. J Am Dent Assoc 64 (1962): 763-9.

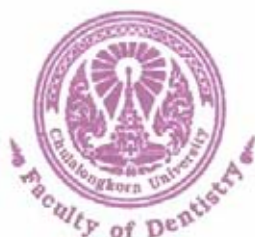
- (60) Prombonas, A.; Vissidis, D.; Molyvdas, P. The effect of altering the vertical dimension of occlusion on biting force. J Prosthet Dent 71 (1994): 139-43.
- (61) Zhao, K.; Cheng, X. R.; Chao, Y. L., et al. Laboratory evaluation of a new denture adhesive. Dent Mat 20 (2004): 419-24.
- (62) Ozcan, M.; Kulak, Y.; AriKan, A., et al. The attitude of complete denture wearers towards denture adhesives in Istanbul. J Oral Rehab 31 (2004): 131-4.
- (63) Amato, L.; Asher, E. S. Use of denture adhesive to retain an extraoral facial prosthetic wax pattern for trial placement. J Prosthet Dent 88 (2002): 542-3.
- (64) Scher, E. A.; Ritchie, G. M.; Flowers, D. J. Antimycotic denture adhesive in treatment of denture stomatitis. J Prosthet Dent 40 (1978): 622-7.
- (65) Bergman, B.; Carlsson, G. E. Clinical long-term study of complete denture wearers. J Prosthet Dent 53 (1985): 56-61.
- (66) Coates, A. J. Usage of denture adhesives. J Dent 28 (2000): 137-40.
- (67) Bates, J. F.; Murphy, W. M. A survey of an edentulous population. Br Dent J 6 (1968): 116-21.
- (68) Wilson, M. J.; McCord, J. F.; Watts, D. C. Denture adhesives: an in vitro evaluation. J Dent Research 69 (1990): 970.
- (69) Tautin, F. S. Denture adhesives-a problem. Dent Surv 54 (1978): 24-6.
- (70) Slaughter, A.; Katz, R. V.; Grasso, J. E. Professional attitudes toward denture adhesives: A Delphi technique survey of academic prosthodontists. J Prosthet Dent 82 (1999): 80-9.
- (71) Jenkins, G. N. The physiology and biochemistry of the mouth. London: Blackwell scientific publications; 1978
- (72) Love, W. B.; Biswas, S. Denture adhesives-pH and buffering capacity. J Prosthet Dent 66 (1991): 356-60.
- (73) สิริพร รุจิรวนิช. ความสัมพันธ์ระหว่างการไหลแปดต่อแรงยึดติดของกาวยึดฟันปลอมที่ทดลองผลิต. กทม.: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย; 2549.
- (74) Everett, D. H. Basic principles of colloid science. London: The royal society of chemistry; 1988.
- (75) นิธิยา รัตนापนนท์. เคมีอาหาร. 1 ed. กรุงเทพมหานคร: โอเดียนสโตร์; 2545.

- (76) Wade, A.; Weller, P. J. Handbook of pharmaceutical excipient. 3ed London: The Pharmaceutical Press; 2003.
- (77) ชมรมวิชาการ สโมสรนักศึกษา Physical pharmacy: คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่; 2523
- (78) สมศักดิ์ วรมงคลชัย. Polymer technology I. กรุงเทพมหานคร: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง; 2545
- (79) McCabe, J. F.; Wall, A. W. G. Applied dental materials. 8th ed. Cambridge: Blackwell Science; 1998
- (80) Anusavice, K. J. Phillips's science of dental materials. 11th ed. Missouri: Saunders; 2003.
- (81) Kikuchi, M.; Ghani, F.; Watanabe, M. Method for enhancing retention in complete denture bases. J Prosthet Dent 81 (1999): 399-403.
- (82) Kawazoe, Y.; Hamada, T. The role of saliva in retention of maxillary complete dentures. J Prosthet Dent 40 (1978): 131-6.
- (83) Eguchi, S.; Townsend, G. C.; Richards, L. C., et al. Genetic contribution to dental arch size variation in Australian twins. Arch Oral Bio 49 (2004): 1015-24.
- (84) Collons, L. M. C.; Dawes, C. The surface area of the adult human mouth and thickness of the salivary film covering the teeth and oral mucosa. J Dent Res 66 (1987): 1300-2.
- (85) Howe, R.; McNamara, J. A.; O'Connor, K. A. An examination of dental crowding and its relationship to tooth size and arch dimension. Am J Orthod 83 (1983): 363-73.
- (86) สุวรรณ์, น. . ฟิลิกส์ กลศาสตร์ ม.4. กรุงเทพฯ: พศ พัฒนา; 2548.
- (87) Iida, Y. Physical factors in denture retention. Bull Tokyo Med Dent Univ 22 (1975): 113-25.
- (88) Rantonen, P. J. F.; Meurman, J. H. Viscosity of whole saliva. Acta Odontol Scand 56 (1998): 210-4.
- (89) ปรีณดา ศรีณรงค์. คุณสมบัติของการปลดปล่อยฤทธิ์นานของยาอีโอฟิลินเมทริกซ์ ซึ่งประกอบด้วยสารผสมระหว่างเซโนแทนกัมและไฮดรอกซีโพรพิล เมทิลเซลลูโลส. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย; 2543.
- (90) Chew, C. L. Retention of denture adhesives-an in vitro study. J Oral Rehab 17 (1990): 425-34.



ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



No. 12/2006

Study Protocol and Consent Form Approval

The Ethics Committee of the Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand has approved the following study to be carried out according to the protocol and informed consent dated and/or amended as follows in compliance with the ICH/GCP.

Study Title : Viscosity and Holding Time of Various Denture Adhesives on Retention of Denture Base

Study Code :-

Center : Chulalongkorn University

Principle Investigator : Dr. Panita Ritthaporn

Protocol Date : May 2, 2006

Document Reviewed : May 15, 2006

A handwritten signature in black ink, reading 'Surasith Kiatpongsan'.

.....
 (Associate Professor Dr. Surasith Kiatpongsan)
Chairman of Ethics Committee

A handwritten signature in black ink, reading 'Suchit Poolthong'.

.....
 (Assistant Professor Dr. Suchit Poolthong)
Deputy Dean for Research

Date of Approval : June 2, 2006

Approval Expires : June 2, 2008

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

เอกสารยินยอมเข้าร่วมการวิจัย (Consent Form)

การวิจัยเรื่อง.....ความหนืดและเวลาติดอยู่ของกาวยึดฟันปลอมชนิดต่างๆต่อการติดอยู่ของ
ฐานฟันปลอม.....

ก่อนที่จะลงนามในใบยินยอมให้ทำการวิจัยนี้ ข้าพเจ้าได้รับการอธิบายจากผู้วิจัยถึงวัตถุประสงค์ของการวิจัย วิธีการวิจัย อันตราย หรืออาการที่อาจเกิดขึ้นจากการวิจัย หรือจากยาที่ใช้ รวมทั้งประโยชน์ที่จะเกิดขึ้นจากการวิจัยอย่างละเอียด และมีความเข้าใจดีแล้ว

ผู้วิจัยรับรองว่าจะตอบคำถามต่างๆ ที่ข้าพเจ้าสงสัยด้วยความเต็มใจไม่ปิดบังซ่อนเร้นจน
ข้าพเจ้าพอใจ

ข้าพเจ้าเข้าร่วมโครงการวิจัยนี้โดยสมัครใจ ข้าพเจ้ามีสิทธิที่จะบอกเลิกการเข้าร่วมใน
โครงการวิจัยนี้เมื่อใดก็ได้และการบอกเลิกการเข้าร่วมการวิจัยนี้ จะไม่มีผลต่อการรักษาโรคที่
ข้าพเจ้าจะพึงได้รับต่อไป

ผู้วิจัยรับรองว่าจะเก็บข้อมูลเฉพาะเกี่ยวกับตัวข้าพเจ้าเป็นความลับ และจะเปิดเผยได้
เฉพาะในรูปที่เป็นสรุปผลการวิจัย การเปิดเผยข้อมูลเกี่ยวกับตัวข้าพเจ้าต่อหน่วยงานต่างๆ ที่
เกี่ยวข้องกระทำได้เฉพาะกรณีจำเป็น ด้วยเหตุผลทางวิชาการเท่านั้น

ผู้วิจัยรับรองว่าหากเกิดอันตรายใดๆ จากการวิจัยดังกล่าว ข้าพเจ้าจะได้รับการรักษา
พยาบาลโดยไม่คิดมูลค่า และจะได้รับการชดเชยรายได้ที่สูญเสียไประหว่างการรักษาพยาบาล
ดังกล่าว ตลอดจนเงินทดแทนความพิการที่อาจเกิดขึ้นตามความเหมาะสม

ข้าพเจ้าได้อ่านข้อความข้างต้นแล้ว และมีความเข้าใจดีทุกประการ และได้ลงนามในใบ
ยินยอมนี้ด้วยความเต็มใจ

ลงนาม.....ผู้ยินยอม

(.....)

ลงนาม.....พยาน

(.....)

ลงนาม.....พยาน

(.....)

ลงนาม.....หัวหน้าโครงการวิจัย

(.....)

วันที่ให้คำยินยอมเข้าร่วมวิจัย วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ข้าพเจ้าไม่สามารถอ่านหนังสือได้ แต่ผู้วิจัยได้อ่านข้อความในใบยินยอมนี้ให้แก่ข้าพเจ้าฟังจนเข้าใจดีแล้ว ข้าพเจ้าจึงลงนาม หรือประทับลายนิ้วหัวแม่มือขวาของข้าพเจ้าในใบยินยอมนี้ด้วยความเต็มใจ

ลงนาม.....ผู้ยินยอม

(.....)

ลงนาม.....พยาน

(.....)

ลงนาม.....พยาน

(.....)

ลงนาม.....หัวหน้าโครงการวิจัย

(.....)

วันให้คำยินยอมเข้าร่วมวิจัย วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ในกรณีที่ผู้ถูกทดลองยังไม่บรรลุนิติภาวะ จะต้องได้รับการยินยอมจากผู้ปกครองหรือผู้อุปการะ โดยชอบด้วยกฎหมาย

ลงนาม.....ผู้ยินยอม

(.....)

ลงนาม.....พยาน

(.....)

ลงนาม.....พยาน

(.....)

ลงนาม.....หัวหน้าโครงการวิจัย

(.....)

วันให้คำยินยอมเข้าร่วมวิจัย วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

เอกสารยกเลิกการยินยอมเข้าร่วมวิจัย (Withdrawal Form)

การวิจัยเรื่อง....ความหนืดและเวลาติดอยู่ของกาวยึดฟันปลอมชนิดต่างๆต่อการติดอยู่ของ
ฐานฟันปลอม.....

เหตุผลในการยกเลิกการยินยอมเข้าร่วมวิจัย

- ข้ายกมิลำเนา
- ไม่สะดวกในการเดินทาง
- เหตุผลอื่น.....

ลงนาม.....ผู้ยกเลิกการยินยอม

(.....)

ลงนาม.....พยาน

(.....)

ลงนาม.....พยาน

(.....)

ลงนาม.....หัวหน้าโครงการวิจัย

(.....)

วันยกเลิกการยินยอมเข้าร่วมวิจัย วันที่.....เดือน.....พ.ศ.

ข้อมูลและรายละเอียดเกี่ยวกับการทำวิจัยที่ใช้ประกอบ การพิจารณาเข้าร่วมโครงการ (Inform Consent)

โครงการวิจัยนี้จัดทำขึ้นเพื่อเป็นแนวทางในการผลิตกาวยึดฟันปลอมขึ้นใช้เองภายในประเทศเพื่อลดการนำเข้าสินค้าจากต่างประเทศ

วัตถุประสงค์การวิจัย คือ

1. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบความหนืดกับการติดอยู่ภายในช่องปากของกาวยึดฟันปลอม
2. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพด้านการติดอยู่ของกาวยึดฟันปลอมชนิดต่างกันเมื่อใส่ภายในช่องปากที่ระยะเวลาต่างกัน

โดยทำการศึกษาเปรียบเทียบกาวยึดฟันปลอมที่ผลิตขึ้นเองจำนวน 12 ชนิด และที่มีขายในท้องตลาดจำนวน 4 ชนิด อาสาสมัครจะต้องใส่แผ่นด้านเพดานปากที่ทำขึ้นเฉพาะสำหรับอาสาสมัครแต่ละคนไว้ที่เพดานปาก ซึ่งที่แผ่นด้านเพดานปากนี้จะหากาวยึดฟันปลอมลงไปบนแผ่นด้านเพดานปากก่อนนำใส่ในปาก หลังจากใส่แผ่นด้านเพดานปากแล้วจะกดบริเวณกึ่งกลางของแผ่นด้านเพดานปากด้วยแรง 20 นิวตัน ด้วยเครื่องวัดแรงกด หลังจากนั้นดึงออกทันทีด้วยเครื่องวัดแรงยึดติดของฟันปลอมและดึงออกหลังจากใส่แผ่นด้านเพดานปากไว้เป็นเวลา 30 60 และ 120 นาที โดยระหว่างที่ใส่แผ่นด้านเพดานปากไว้ตามระยะเวลาดังกล่าว อาสาสมัครสามารถทำกิจกรรมต่างๆได้ตามปกติแต่งเว้นการดื่มน้ำ บ้วนน้ำ และรับประทานอาหาร

สารที่ใช้ในการผลิตกาวยึดฟันปลอมที่ผลิตขึ้นเองเป็นสารที่ใช้ในการทำยาชนิดที่สามารถรับประทานได้

การวิจัยนี้ใช้ระยะเวลาประมาณ 2 เดือน ตั้งแต่เดือน พฤษภาคม ถึง มิถุนายน 2549 ใช้อาสาสมัครทั้งสิ้นจำนวน 5 คน โดยอาสาสมัครแต่ละคนจะได้รับค่าตอบแทนทั้งสิ้นตลอดโครงการจำนวน 3,600 บาท ซึ่งจะได้รับภายหลังจากโครงการแล้วเสร็จไม่เกิน 6 เดือน และหากอาสาสมัครได้รับอันตรายใดๆอันเกี่ยวเนื่องจากงานวิจัย ผู้ทำการวิจัยยินดีรับผิดชอบค่าเสียหายหรือค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นทั้งหมด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 11 แสดงค่าความหนืดการยืดหยุ่นชนิดเจลและเพสท์ 14 ชนิด หน่วยเป็น cP

Type	Round 1	Round 2	Round 3	Round 4	Round 5
Tragacanth 13 %w/w	528700	405300	521300	488800	464500
Tragacanth 14.5 %w/w	751000	672200	704300	695000	736200
Tragacanth 15.5 %w/w	850800	786500	890000	766200	854900
Guar Gum 5 %w/w	238500	215500	249400	273600	287700
Guar Gum 6 %w/w	375300	369300	334900	395100	304100
Guar Gum 7 %w/w	532400	515000	508200	479400	452500
Carboxymethylcellulose 5 %w/w	217700	205300	222300	229200	200200
Carboxymethylcellulose 5.7 %w/w	297700	286100	282600	285000	225200
Carboxymethylcellulose 6.5 %w/w	318300	311600	330400	300800	329000
Neutralized Carbopal 3 %w/w	138300	150500	131700	153700	137000
Neutralized Carbopal 4.5 %w/w	205400	229300	197400	203000	200600
Neutralized Carbopal 6 %w/w	275600	263700	282600	293100	292000
Polident	250200	133900	140200	160900	199800
Bonyplus	71240	71290	73930	68350	68930

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่12 แสดงค่าแรงยึดติดของกลุ่มที่ไม่ใช้การยึดฟันเทียม หน่วยเป็น นิวตัน

0 min	30 mins	60 mins	120 mins
9.15	9.80	9.15	10.13
10.45	9.15	8.82	10.78
9.31	9.47	9.80	10.62
10.45	9.47	9.15	10.78
10.13	10.13	9.15	8.82



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่13 แสดงค่าแรงยึดติดของกลุ่มทราคาแคนท์ หน่วยเป็น นิวตัน

13 %w/w				14.5 %w/w				15.5 %w/w			
0 min	30	60	120	0 min	30	60	120	0 min	30	60	120
	mins	mins	mins		mins	mins	mins		mins	mins	mins
25.48	20.25	14.37	7.51	29.73	23.19	16.01	9.47	34.63	25.81	17.64	12.74
25.32	12.90	11.60	9.80	29.07	12.90	11.92	9.80	33.65	15.84	15.03	10.45
22.54	13.23	12.25	9.47	25.15	13.72	11.76	11.76	29.73	14.21	14.86	11.92
24.83	18.78	13.56	10.13	26.79	19.76	14.54	10.45	29.73	25.32	16.17	11.76
27.44	16.99	11.76	8.82	31.03	18.46	14.54	11.43	35.28	19.60	17.80	12.41

ตารางที่14 แสดงค่าแรงยึดติดของกลุ่มแก้วกัม หน่วยเป็น นิวตัน

5 %w/w				6 %w/w				7 %w/w			
0 min	30	60	120	0 min	30	60	120	0	30	60	120
	mins	mins	mins		mins	mins	mins	mins	mins	mins	mins
30.38	20.58	14.54	12.41	38.87	25.48	22.54	14.37	39.85	26.13	18.62	15.03
30.71	12.90	12.09	10.78	35.61	18.95	14.37	12.41	36.26	20.58	15.68	13.88
28.58	18.13	14.54	11.43	32.83	24.01	16.82	14.70	34.14	24.66	15.19	14.70
29.07	14.70	14.05	9.80	32.67	21.23	15.03	13.23	36.26	22.21	17.31	16.50
31.85	13.88	10.78	10.45	39.69	19.60	13.39	11.27	41.98	20.09	17.31	16.99

ตารางที่15 แสดงค่าแรงยึดติดของกลุ่มคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส หน่วยเป็น นิวตัน

5 %w/w				5.7 %w/w				6.5 %w/w			
0	30	60	120	0	30	60	120	0	30	60	120
mins	mins	mins	mins	mins	mins	mins	mins	mins	mins	mins	mins
33.16	14.86	14.54	11.27	39.36	20.42	15.52	11.76	41.32	23.19	20.42	11.43
30.05	13.23	11.11	9.47	31.52	11.92	11.11	10.78	33.81	13.88	11.11	10.45
28.75	13.72	12.90	10.13	31.69	15.03	14.37	11.76	33.65	19.27	16.33	12.74
29.73	12.09	12.25	9.15	35.28	15.68	12.58	9.80	38.55	13.72	14.05	11.43
32.67	16.50	16.33	10.45	36.91	16.33	15.84	10.62	39.85	18.46	15.03	11.43

ตารางที่16 แสดงค่าแรงยึดติดของกลุ่มนิวทรัลไรซ์คาร์บอกพอล หน่วยเป็น นิวตัน

3 %w/w				4.5 %w/w				6 %w/w			
0 min	30	60	120	0 min	30	60	120	0 min	30	60	120
	mins	mins	mins		mins	mins	mins		mins	mins	mins
38.22	25.81	14.37	8.49	39.36	26.30	14.70	8.98	43.77	28.09	17.97	11.60
34.95	17.48	13.23	9.31	37.24	16.99	13.23	9.47	38.87	17.97	14.05	10.13
33.48	16.66	13.07	9.96	34.95	16.01	15.68	10.45	37.57	17.97	16.17	10.78
36.26	20.58	15.35	9.96	36.42	26.62	16.33	9.96	37.89	28.75	16.17	10.45
40.18	15.84	14.21	10.62	41.32	16.33	14.54	10.29	43.45	16.17	14.54	10.78

ตารางที่17 แสดงค่าแรงยึดติดของกาวยึดฟันเทียมชนิดเพสท์ หน่วยเป็น นิวตัน

Polident				Bonyplus			
0 min	30 mins	60 mins	120 mins	0 min	30 mins	60 mins	120 mins
22.05	38.22	42.30	49.16	22.70	43.77	47.69	51.94
22.21	42.30	54.39	55.70	18.46	50.31	62.23	66.31
24.17	29.89	35.12	40.18	19.11	29.24	44.75	49.65
23.03	50.47	54.39	55.86	23.85	41.81	55.37	58.64
19.27	28.91	35.44	45.08	19.27	43.61	48.51	57.66

ตารางที่18 แสดงค่าแรงยึดติดของกาวยึดฟันเทียมชนิดผง หน่วยเป็น นิวตัน

Den-stet				Dentfix			
0 mins	30 mins	60 mins	120 mins	0 mins	30 mins	60 mins	120 mins
21.89	13.07	10.62	9.15	13.72	20.09	22.38	22.38
23.85	20.09	18.78	11.43	20.74	21.23	17.64	17.31
21.40	19.11	14.54	13.39	14.54	20.09	17.64	16.99
29.73	22.87	19.11	11.43	19.93	36.26	24.99	24.17
23.52	16.82	12.25	9.15	14.05	30.05	20.74	20.09

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 19 แสดงสถิติพื้นฐานรวมของค่าแรงยึดติด

Type	Time	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Control	0	5	9.15	10.45	9.90	0.626
	30	5	9.15	10.13	9.60	0.373
	60	5	8.82	9.8	9.21	0.357
	120	5	8.82	10.78	10.23	0.830
T13	0	5	22.54	27.44	25.12	1.753
	30	5	12.9	20.25	16.43	3.284
	60	5	11.6	14.37	12.71	1.207
	120	5	7.51	10.13	9.15	1.035
T14.5	0	5	25.15	31.03	28.35	2.360
	30	5	12.9	23.19	17.61	4.295
	60	5	11.76	16.01	13.75	1.848
	120	5	9.47	11.76	10.58	0.997
T15.5	0	5	29.73	35.28	32.60	2.687
	30	5	14.21	25.81	20.16	5.313
	60	5	14.86	17.8	16.30	1.392
	120	5	10.45	12.74	11.86	0.877
G5	0	5	28.58	31.85	30.12	1.312
	30	5	12.9	20.58	16.04	3.213
	60	5	10.78	14.54	13.20	1.688
	120	5	9.8	12.41	10.97	0.995
G6	0	5	32.67	39.69	35.93	3.283
	30	5	18.95	25.48	21.85	2.815
	60	5	13.39	22.54	16.43	3.638
	120	5	11.27	14.7	13.20	1.411

Type	Time	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
G7	0	5	34.14	41.98	37.70	3.153
	30	5	20.09	26.13	22.73	2.605
	60	5	15.19	18.62	16.82	1.385
	120	5	13.88	16.99	15.42	1.292
C5	0	5	28.75	33.16	30.87	1.933
	30	5	12.09	16.5	14.08	1.679
	60	5	11.11	16.33	13.43	2.043
	120	5	9.15	11.27	10.09	0.835
C5.7	0	5	31.52	39.36	34.95	3.383
	30	5	11.92	20.42	15.88	3.052
	60	5	11.11	15.84	13.88	2.008
	120	5	9.8	11.76	10.94	0.833
C6.5	0	5	33.65	41.32	37.44	3.523
	30	5	13.72	23.19	17.70	3.988
	60	5	11.11	20.42	15.39	3.407
	120	5	10.45	12.74	11.50	0.815
N3	0	5	33.48	40.18	36.62	2.646
	30	5	15.84	25.81	19.27	4.070
	60	5	13.07	15.35	14.05	0.929
	120	5	8.49	10.62	9.67	0.805
N4.5	0	5	34.95	41.32	37.86	2.507
	30	5	16.01	26.62	20.45	5.499
	60	5	13.23	16.33	14.90	1.184
	120	5	8.98	10.45	9.83	0.605
N6	0	5	37.57	43.77	40.31	3.052
	30	5	16.17	28.75	21.79	6.101
	60	5	14.05	17.97	15.78	1.552

	120	5	10.13	11.6	10.75	0.547
Type	Time	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
P	0	5	19.27	24.17	22.15	1.814
	30	5	28.91	50.47	37.96	8.978
	60	5	35.12	54.39	44.33	9.623
	120	5	40.18	55.86	49.20	6.800
B	0	5	18.46	23.85	20.68	2.424
	30	5	29.24	50.31	41.75	7.703
	60	5	44.75	62.23	51.71	7.052
	120	5	49.65	66.31	56.84	6.506
D	0	5	21.4	29.73	24.08	3.327
	30	5	13.07	22.87	18.39	3.683
	60	5	10.62	19.11	15.06	3.812
	120	5	9.15	13.39	10.91	1.795
F	0	5	13.72	20.74	16.60	3.438
	30	5	20.09	36.26	25.54	7.301
	60	5	17.64	24.99	20.68	3.160
	120	5	16.99	24.17	20.19	3.130

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่20 แสดงการวิเคราะห์การแจกแจง (การกระจาย) ของความหนืดของกลุ่มทราคาแคนท์ ความเข้มข้นร้อยละ 13 กลุ่มทราคาแคนท์ ความเข้มข้นร้อยละ 14.5 กลุ่มทราคาแคนท์ ความเข้มข้นร้อยละ 15.5 กลุ่มกัวกัม ความเข้มข้นร้อยละ 5 กลุ่มกัวกัม ความเข้มข้นร้อยละ 6 กลุ่มกัวกัม ความเข้มข้นร้อยละ 7 กลุ่มคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส ความเข้มข้นร้อยละ 5 กลุ่มคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส ความเข้มข้นร้อยละ 5.7 กลุ่มคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส ความเข้มข้นร้อยละ 6.5 กลุ่มนิวทรัลไรซ์คาร์บอพอล ความเข้มข้นร้อยละ 3 กลุ่มนิวทรัลไรซ์คาร์บอพอล ความเข้มข้นร้อยละ 4.5 กลุ่มนิวทรัลไรซ์คาร์บอพอล ความเข้มข้นร้อยละ 6

Type		Viscosity
T13	N	5
	Kolmogorov-Smirnov Z	0.41627
	Asymp. Sig. (2-tailed)	0.99513
T14.5	N	5
	Kolmogorov-Smirnov Z	0.43059
	Asymp. Sig. (2-tailed)	0.99250
T15.5	N	5
	Kolmogorov-Smirnov Z	0.57935
	Asymp. Sig. (2-tailed)	0.89039
G5	N	5
	Kolmogorov-Smirnov Z	0.36994
	Asymp. Sig. (2-tailed)	0.99918
G6	N	5
	Kolmogorov-Smirnov Z	0.55086
	Asymp. Sig. (2-tailed)	0.92195
G7	N	5
	Kolmogorov-Smirnov Z	0.52009
	Asymp. Sig. (2-tailed)	0.94962

Type		Viscosity
C5	N	5
	Kolmogorov-Smirnov Z	0.42710
	Asymp. Sig. (2-tailed)	0.99322
C5.7	N	5
	Kolmogorov-Smirnov Z	0.77346
	Asymp. Sig. (2-tailed)	0.58786
C6.5	N	5
	Kolmogorov-Smirnov Z	0.47564
	Asymp. Sig. (2-tailed)	0.97743
N3	N	5
	Kolmogorov-Smirnov Z	0.58675
	Asymp. Sig. (2-tailed)	0.88132
N4.5	N	5
	Kolmogorov-Smirnov Z	0.79231
	Asymp. Sig. (2-tailed)	0.55670
N6	N	5
	Kolmogorov-Smirnov Z	0.46306
	Asymp. Sig. (2-tailed)	0.98283

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 21 แสดงการวิเคราะห์การแจกแจง (การกระจาย) ของค่าแรงยึดติดของกลุ่มที่ไม่ใช้การยึดพื้นเทียม กลุ่มทรากาแคนท์ ความเข้มข้นร้อยละ 13 กลุ่มทรากาแคนท์ ความเข้มข้นร้อยละ 14.5 กลุ่มทรากาแคนท์ ความเข้มข้นร้อยละ 15.5 กลุ่มกัวกัม ความเข้มข้นร้อยละ 5 กลุ่มกัวกัม ความเข้มข้นร้อยละ 6 กลุ่มกัวกัม ความเข้มข้นร้อยละ 7 กลุ่มคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส ความเข้มข้นร้อยละ 5 กลุ่มคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส ความเข้มข้นร้อยละ 5.7 กลุ่มคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส ความเข้มข้นร้อยละ 6.5 กลุ่มนิวทรัลไรซ์คาร์บอพล ความเข้มข้นร้อยละ 3 กลุ่มนิวทรัลไรซ์คาร์บอพล ความเข้มข้นร้อยละ 4.5 กลุ่มนิวทรัลไรซ์คาร์บอพล ความเข้มข้นร้อยละ 6 กลุ่มพอลิเดนท์ กลุ่มบอเนพลัส กลุ่มเดนสเทท กลุ่มเดนท์ฟิค ที่เวลา 0, 30, 60 และ 120 นาที

Type	Time		Force
Control	0	N	5
		Kolmogorov-Smirnov Z	0.54670
		Asymp. Sig. (2-tailed)	0.92609
	30	N	5
Kolmogorov-Smirnov Z		0.53715	
Asymp. Sig. (2-tailed)		0.93513	
60	N	5	
	Kolmogorov-Smirnov Z	0.82972	
	Asymp. Sig. (2-tailed)	0.49664	
120	N	5	
	Kolmogorov-Smirnov Z	0.63172	
	Asymp. Sig. (2-tailed)	0.81971	

Type	Time		Force
T13	0	N	5
		Kolmogorov-Smirnov Z	0.52292
		Asymp. Sig. (2-tailed)	0.94737
	30	N	5
Kolmogorov-Smirnov Z		0.52570	
	Asymp. Sig. (2-tailed)	0.94509	
60	N	5	
	Kolmogorov-Smirnov Z	0.55424	
	Asymp. Sig. (2-tailed)	0.91850	
120	N	5	
	Kolmogorov-Smirnov Z	0.49840	
	Asymp. Sig. (2-tailed)	0.96496	
T14.5	0	N	5
		Kolmogorov-Smirnov Z	0.49015
		Asymp. Sig. (2-tailed)	0.96990
	30	N	5
Kolmogorov-Smirnov Z		0.48566	
	Asymp. Sig. (2-tailed)	0.97239	
60	N	5	
	Kolmogorov-Smirnov Z	0.59183	
	Asymp. Sig. (2-tailed)	0.87491	
120	N	5	
	Kolmogorov-Smirnov Z	0.45303	
	Asymp. Sig. (2-tailed)	0.98644	

Type	Time		Force
T15.5	0	N	5
		Kolmogorov-Smirnov Z	0.57601
		Asymp. Sig. (2-tailed)	0.89436
	30	N	5
Kolmogorov-Smirnov Z	0.52424		
Asymp. Sig. (2-tailed)	0.94629		
60	N	5	
Kolmogorov-Smirnov Z	0.51913		
Asymp. Sig. (2-tailed)	0.95037		
120	N	5	
Kolmogorov-Smirnov Z	0.57340		
Asymp. Sig. (2-tailed)	0.89743		
G5	0	N	5
		Kolmogorov-Smirnov Z	0.42002
		Asymp. Sig. (2-tailed)	0.99452
	30	N	5
Kolmogorov-Smirnov Z	0.58460		
Asymp. Sig. (2-tailed)	0.88399		
60	N	5	
Kolmogorov-Smirnov Z	0.65444		
Asymp. Sig. (2-tailed)	0.78510		
120	N	5	
Kolmogorov-Smirnov Z	0.39643		
Asymp. Sig. (2-tailed)	0.99754		

Type	Time		Force
G6	0	N	5
		Kolmogorov-Smirnov Z	0.50930
	Asymp. Sig. (2-tailed)	0.95768	
	30	N	5
Kolmogorov-Smirnov Z		0.42114	
Asymp. Sig. (2-tailed)	0.99433		
60	N	5	
	Kolmogorov-Smirnov Z	0.57536	
Asymp. Sig. (2-tailed)	0.89513		
120	N	5	
	Kolmogorov-Smirnov Z	0.44102	
Asymp. Sig. (2-tailed)	0.99000		
G7	0	N	5
		Kolmogorov-Smirnov Z	0.61730
	Asymp. Sig. (2-tailed)	0.84148	
	30	N	5
Kolmogorov-Smirnov Z		0.43814	
Asymp. Sig. (2-tailed)	0.99133		
60	N	5	
	Kolmogorov-Smirnov Z	0.53136	
Asymp. Sig. (2-tailed)	0.94000		
120	N	5	
	Kolmogorov-Smirnov Z	0.48902	
Asymp. Sig. (2-tailed)	0.97100		

Type	Time		Force
C5	0	N	5
		Kolmogorov-Smirnov Z	0.59177
	Asymp. Sig. (2-tailed)	0.87499	
	30	N	5
Kolmogorov-Smirnov Z		0.41341	
Asymp. Sig. (2-tailed)	0.99556		
60	N	5	
	Kolmogorov-Smirnov Z	0.45075	
Asymp. Sig. (2-tailed)	0.98717		
120	N	5	
	Kolmogorov-Smirnov Z	0.38562	
Asymp. Sig. (2-tailed)	0.99838		
C5.7	0	N	5
		Kolmogorov-Smirnov Z	0.51989
	Asymp. Sig. (2-tailed)	0.94978	
	30	N	5
Kolmogorov-Smirnov Z		0.53861	
Asymp. Sig. (2-tailed)	0.93379		
60	N	5	
	Kolmogorov-Smirnov Z	0.43739	
Asymp. Sig. (2-tailed)	0.99093		
120	N	5	
	Kolmogorov-Smirnov Z	0.52882	
Asymp. Sig. (2-tailed)	0.94247		

Type	Time		Force
C6.5	0	N	5
		Kolmogorov-Smirnov Z	0.55531
	Asymp. Sig. (2-tailed)	0.91739	
	30	N	5
Kolmogorov-Smirnov Z		0.51696	
Asymp. Sig. (2-tailed)	0.95205		
60	N	5	
	Kolmogorov-Smirnov Z	0.42727	
Asymp. Sig. (2-tailed)	0.99318		
120	N	5	
	Kolmogorov-Smirnov Z	0.74301	
Asymp. Sig. (2-tailed)	0.63894		
N3	0	N	5
		Kolmogorov-Smirnov Z	0.34392
	Asymp. Sig. (2-tailed)	0.99978	
	30	N	5
Kolmogorov-Smirnov Z		0.60442	
Asymp. Sig. (2-tailed)	0.85838		
60	N	5	
	Kolmogorov-Smirnov Z	0.46997	
Asymp. Sig. (2-tailed)	0.97999		
120	N	5	
	Kolmogorov-Smirnov Z	0.54020	
Asymp. Sig. (2-tailed)	0.93232		

Type	Time		Force
N4.5	0	N	5
		Kolmogorov-Smirnov Z	0.44127
		Asymp. Sig. (2-tailed)	0.98994
	30	N	5
	Kolmogorov-Smirnov Z	0.74997	
	Asymp. Sig. (2-tailed)	0.62722	
	60	N	5
	Kolmogorov-Smirnov Z	0.40668	
	Asymp. Sig. (2-tailed)	0.99645	
	120	N	5
	Kolmogorov-Smirnov Z	0.41377	
	Asymp. Sig. (2-tailed)	0.99550	
N6	0	N	5
		Kolmogorov-Smirnov Z	0.62934
		Asymp. Sig. (2-tailed)	0.82322
	30	N	5
	Kolmogorov-Smirnov Z	0.74769	
	Asymp. Sig. (2-tailed)	0.63106	
	60	N	5
	Kolmogorov-Smirnov Z	0.44895	
	Asymp. Sig. (2-tailed)	0.98774	
	120	N	5
	Kolmogorov-Smirnov Z	0.61870	
	Asymp. Sig. (2-tailed)	0.83859	

Type	Time		Force
P	0	N	5
		Kolmogorov-Smirnov Z	0.62363
	Asymp. Sig. (2-tailed)	0.83153	
	30	N	5
Kolmogorov-Smirnov Z		0.48204	
Asymp. Sig. (2-tailed)	0.97429		
60	N	5	
	Kolmogorov-Smirnov Z	0.56380	
Asymp. Sig. (2-tailed)	0.90829		
120	N	5	
	Kolmogorov-Smirnov Z	0.51563	
Asymp. Sig. (2-tailed)	0.95306		
B	0	N	5
		Kolmogorov-Smirnov Z	0.71398
	Asymp. Sig. (2-tailed)	0.68786	
	30	N	5
Kolmogorov-Smirnov Z		0.67800	
Asymp. Sig. (2-tailed)	0.74748		
60	N	5	
	Kolmogorov-Smirnov Z	0.61494	
Asymp. Sig. (2-tailed)	0.84390		
120	N	5	
	Kolmogorov-Smirnov Z	0.42712	
Asymp. Sig. (2-tailed)	0.99321		

Type	Time		Force
D	0	N	5
		Kolmogorov-Smirnov Z	0.73191
		Asymp. Sig. (2-tailed)	0.65766
	30	N	5
Kolmogorov-Smirnov Z		0.39644	
	Asymp. Sig. (2-tailed)	0.99754	
60	N	5	
	Kolmogorov-Smirnov Z	0.52647	
	Asymp. Sig. (2-tailed)	0.94446	
120	N	5	
	Kolmogorov-Smirnov Z	0.52905	
	Asymp. Sig. (2-tailed)	0.94228	
F	0	N	5
		Kolmogorov-Smirnov Z	0.72697
		Asymp. Sig. (2-tailed)	0.66600
	30	N	5
Kolmogorov-Smirnov Z		0.72155	
	Asymp. Sig. (2-tailed)	0.67512	
60	N	5	
	Kolmogorov-Smirnov Z	0.51830	
	Asymp. Sig. (2-tailed)	0.95102	
120	N	5	
	Kolmogorov-Smirnov Z	0.49440	
	Asymp. Sig. (2-tailed)	0.96742	

ตารางที่22 แสดงการวิเคราะห์การแจกแจง (การกระจาย) ของค่าแรงยึดติดของกลุ่มที่ไม่ใช้กาวยึดฟันเทียม

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Force
N		20
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	9.7355000
	Std. Deviation	.65586002
Most Extreme Differences	Absolute	.164
	Positive	.164
	Negative	-.126
Kolmogorov-Smirnov Z		.733
Asymp. Sig. (2-tailed)		.655

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่23 แสดงการทดสอบความเหมือนของความแปรปรวน (Homogeneity of Variances) ของความหนืด โดยใช้การทดสอบแบบเลอวีน์ (Levene's Test) ของทราคาแคนท์

Test of Homogeneity of Variances

Viscosity

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.886	2	12	.437

ตารางที่24 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวด้วย (One-Way ANOVA) ของความหนืดของทราคาแคนท์

ANOVA

Viscosity

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	3E+011	2	1.566E+011	76.337	.000
Within Groups	2E+010	12	2051152333		
Total	3E+011	14			

ตารางที่25 แสดงการเปรียบเทียบเชิงซ้อนของความหนืดของทราคาแคนท์

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Viscosity
Bonferroni

(I) Type	(J) Type	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
T13	T14.5	-230020.00*	28643.689	.000	-309634.36	-150405.64
	T15.5	-347960.00*	28643.689	.000	-427574.36	-268345.64
T14.5	T13	230020.000*	28643.689	.000	150405.64	309634.36
	T15.5	-117940.00*	28643.689	.004	-197554.36	-38325.64
T15.5	T13	347960.000*	28643.689	.000	268345.64	427574.36
	T14.5	117940.000*	28643.689	.004	38325.64	197554.36

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

ตารางที่26 แสดงการทดสอบความเหมือนของความแปรปรวน (Homogeneity of Variances) ของความหนืด โดยใช้การทดสอบแบบเลอวีเน่ (Levene's Test) ของกัวกัม

Test of Homogeneity of Variances

Viscosity			
Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.267	2	12	.770

ตารางที่27 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวด้วย (One-Way ANOVA) ของความหนืดของกัวกัม

ANOVA

Viscosity					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	2E+011	2	7.539E+010	72.577	.000
Within Groups	1E+010	12	1038827000		
Total	2E+011	14			

ตารางที่28 แสดงการเปรียบเทียบเชิงซ้อนของความหนืดของกัวกัม

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Viscosity

Bonferroni

(I) Type	(J) Type	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
G5	G6	-102800.00*	20384.573	.001	-159458.37	-46141.63
	G7	-244560.00*	20384.573	.000	-301218.37	-187901.63
G6	G5	102800.000*	20384.573	.001	46141.63	159458.37
	G7	-141760.00*	20384.573	.000	-198418.37	-85101.63
G7	G5	244560.000*	20384.573	.000	187901.63	301218.37
	G6	141760.000*	20384.573	.000	85101.63	198418.37

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

ตารางที่29 แสดงการทดสอบความเหมือนของความแปรปรวน (Homogeneity of Variances) ของความหนืด โดยใช้การทดสอบแบบเลอวี (Levene's Test) ของคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส

Test of Homogeneity of Variances

Viscosity			
Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1.426	2	12	.278

ตารางที่30 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวด้วย (One-Way ANOVA) ของความหนืดของคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส

ANOVA

Viscosity					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	3E+010	2	1.341E+010	36.064	.000
Within Groups	4E+009	12	371897333.3		
Total	3E+010	14			

ตารางที่31 แสดงการเปรียบเทียบเชิงซ้อนของความหนืดของคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Viscosity

Bonferroni

(I) Type	(J) Type	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
C5	C5.7	-60380.000*	12196.677	.001	-94280.34	-26479.66
	C6.5	-103080.00*	12196.677	.000	-136980.34	-69179.66
C5.7	C5	60380.000*	12196.677	.001	26479.66	94280.34
	C6.5	-42700.000*	12196.677	.013	-76600.34	-8799.66
C6.5	C5	103080.000*	12196.677	.000	69179.66	136980.34
	C5.7	42700.000*	12196.677	.013	8799.66	76600.34

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

ตารางที่32 แสดงการทดสอบความเหมือนของความแปรปรวน (Homogeneity of Variances) ของความหนืด โดยใช้การทดสอบแบบเลอวีเน่ (Levene's Test) ของนิวทรัลไรซ์คาร์บอนพอล

Test of Homogeneity of Variances

Viscosity			
Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.078	2	12	.926

ตารางที่33 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวด้วย (One-Way ANOVA) ของความหนืดของนิวทรัลไรซ์คาร์บอนพอล

ANOVA

Viscosity					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	5E+010	2	2.424E+010	181.811	.000
Within Groups	2E+009	12	133343666.7		
Total	5E+010	14			

ตารางที่34 แสดงการเปรียบเทียบเชิงซ้อนของความหนืดของนิวทรัลไรซ์คาร์บอนพอล

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Viscosity

Bonferroni

(I) Type	(J) Type	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
N3	N4.5	-64900.000*	7303.250	.000	-85199.19	-44600.81
	N6	-139160.00*	7303.250	.000	-159459.19	-118860.81
N4.5	N3	64900.000*	7303.250	.000	44600.81	85199.19
	N6	-74260.000*	7303.250	.000	-94559.19	-53960.81
N6	N3	139160.000*	7303.250	.000	118860.81	159459.19
	N4.5	74260.000*	7303.250	.000	53960.81	94559.19

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

ตารางที่35 แสดงการทดสอบความเหมือนของความแปรปรวน (Homogeneity of Variances) ของค่าแรงยึดติดที่เวลาเริ่มต้น โดยใช้การทดสอบแบบเลอวีเน่ (Levene's Test) ของทรากาแคนท์

Test of Homogeneity of Variances

Force			
Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1.676	2	12	.228

ตารางที่36 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวด้วย (One-Way ANOVA) ของค่าแรงยึดติดที่เวลาเริ่มต้นของทรากาแคนท์

ANOVA

Force					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	140.814	2	70.407	13.316	.001
Within Groups	63.451	12	5.288		
Total	204.265	14			

ตารางที่37 แสดงการเปรียบเทียบเชิงซ้อนของค่าแรงยึดติดที่เวลาเริ่มต้นของทรากาแคนท์

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Force

Bonferroni

(I) Type	(J) Type	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
T13	T14.5	-3.2320000	1.454312	.139	-7.2742217	.8102217
	T15.5	-7.4820000*	1.454312	.001	-11.5242217	-3.4397783
T14.5	T13	3.23200000	1.454312	.139	-.8102217	7.2742217
	T15.5	-4.2500000*	1.454312	.038	-8.2922217	-.2077783
T15.5	T13	7.48200000*	1.454312	.001	3.4397783	11.5242217
	T14.5	4.25000000*	1.454312	.038	.2077783	8.2922217

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

ตารางที่38 แสดงการทดสอบความเหมือนของความแปรปรวน (Homogeneity of Variances) ของค่าแรงยึดติดที่เวลาเริ่มต้น โดยใช้การทดสอบแบบเลอวี (Levene's Test) ของกัวกัม

Test of Homogeneity of Variances

Force			
Levene Statistic	df1	df2	Sig.
3.282	2	12	.073

ตารางที่39 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวด้วย (One-Way ANOVA) ของค่าแรงยึดติดที่เวลาเริ่มต้นของกัวกัม

ANOVA

Force					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	157.323	2	78.662	10.516	.002
Within Groups	89.765	12	7.480		
Total	247.089	14			

ตารางที่40 แสดงการเปรียบเทียบเชิงซ้อนของค่าแรงยึดติดที่เวลาเริ่มต้นของกัวกัม

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Force

Bonferroni

(I) Type	(J) Type	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
G5	G6	-5.8160000*	1.729793	.017	-10.6239122	-1.0080878
	G7	-7.5800000*	1.729793	.003	-12.3879122	-2.7720878
G6	G5	5.81600000*	1.729793	.017	1.0080878	10.6239122
	G7	-1.7640000	1.729793	.984	-6.5719122	3.0439122
G7	G5	7.58000000*	1.729793	.003	2.7720878	12.3879122
	G6	1.76400000	1.729793	.984	-3.0439122	6.5719122

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

ตารางที่41 แสดงการทดสอบความเหมือนของความแปรปรวน (Homogeneity of Variances) ของค่าแรงยึดติดที่เวลาเริ่มต้น โดยใช้การทดสอบแบบเลอวีเน (Levene's Test) ของคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส

Test of Homogeneity of Variances

Force			
Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1.707	2	12	.223

ตารางที่42 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวด้วย (One-Way ANOVA) ของค่าแรงยึดติดที่เวลาเริ่มต้นของคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส

ANOVA

Force					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	109.838	2	54.919	5.971	.016
Within Groups	110.377	12	9.198		
Total	220.215	14			

ตารางที่43 แสดงการเปรียบเทียบเชิงซ้อนของค่าแรงยึดติดที่เวลาเริ่มต้นของคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Force
Bonferroni

(I) Type	(J) Type	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
C5	C5.7	-4.0800000	1.918133	.165	-9.4114004	1.2514004
	C6.5	-6.5640000*	1.918133	.015	-11.8954004	-1.2325996
C5.7	C5	4.08000000	1.918133	.165	-1.2514004	9.4114004
	C6.5	-2.4840000	1.918133	.659	-7.8154004	2.8474004
C6.5	C5	6.56400000*	1.918133	.015	1.2325996	11.8954004
	C5.7	2.48400000	1.918133	.659	-2.8474004	7.8154004

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

ตารางที่44 แสดงการทดสอบความเหมือนของความแปรปรวน (Homogeneity of Variances) ของค่าแรงยึดติดที่เวลาเริ่มต้น โดยใช้การทดสอบแบบเลอวีเน่ (Levene's Test) ของนิวัตร์ไรซ์คาร์บอพลอด

Test of Homogeneity of Variances

Force			
Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.526	2	12	.604

ตารางที่45 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวด้วย (One-Way ANOVA) ของค่าแรงยึดติดที่เวลาเริ่มต้นของนิวัตร์ไรซ์คาร์บอพลอด

ANOVA

Force					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	35.301	2	17.651	2.342	.138
Within Groups	90.428	12	7.536		
Total	125.729	14			

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่46 แสดงการทดสอบความเหมือนของความแปรปรวน (Homogeneity of Variances) ของค่าแรงยึดติด โดยใช้การทดสอบแบบเลอวีเน (Levene's Test) ของแผ่นด้านเพดานปากเมื่อไม่ใช้กาวยึดฟันเทียม

Test of Homogeneity of Variances

Force			
Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1.769	3	16	.194

ตารางที่47 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวด้วย (One-Way ANOVA) ของค่าแรงยึดติดของแผ่นด้านเพดานปากเมื่อไม่ใช้กาวยึดฟันเทียม

ANOVA

Force					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	2.781	3	.927	2.751	.077
Within Groups	5.392	16	.337		
Total	8.173	19			

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่48 แสดงการทดสอบความเหมือนของความแปรปรวน (Homogeneity of Variances) ของค่าแรงยึดติด โดยใช้การทดสอบแบบเลวีเน่ (Levene's Test) ของทราคาแคนท์ ความเข้มข้นร้อยละ 13

Test of Homogeneity of Variances

Force			
Levene Statistic	df1	df2	Sig.
4.152	3	16	.024

ตารางที่49 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวด้วย (One-Way ANOVA) ของค่าแรงยึดติด ด้วยการใช้การทดสอบแบบโรบัสต์ (Robust Test) ของทราคาแคนท์ ความเข้มข้นร้อยละ 13

Robust Tests of Equality of Means

Force				
	Statistic ^a	df1	df2	Sig.
Brown-Forsythe	57.428	3	8.324	.000

a. Asymptotically F distributed.

ตารางที่50 แสดงการเปรียบเทียบเชิงซ้อนของค่าแรงยึดติดของทราคาแคนท์ ความเข้มข้นร้อยละ 13

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Force

Tamhane

(I) Time	(J) Time	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
0	30	8.6920000*	1.664660	.011	2.3405223	15.0434777
	60	12.414000*	.95175522	.000	8.9852675	15.8427325
	120	15.976000*	.91039003	.000	12.5856053	19.3663947
30	0	-8.6920000*	1.664660	.011	-15.0434777	-2.3405223
	60	3.7220000	1.564508	.322	-2.8021966	10.2461966
	120	7.2840000*	1.539693	.034	.6640006	13.9039994
60	0	-12.414000*	.95175522	.000	-15.8427325	-8.9852675
	30	-3.7220000	1.564508	.322	-10.2461966	2.8021966
	120	3.5620000*	.71091490	.007	1.0816599	6.0423401
120	0	-15.976000*	.91039003	.000	-19.3663947	-12.5856053
	30	-7.2840000*	1.539693	.034	-13.9039994	-.6640006
	60	-3.5620000*	.71091490	.007	-6.0423401	-1.0816599

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

ตารางที่51 แสดงการทดสอบความเหมือนของความแปรปรวน (Homogeneity of Variances) ของค่าแรงยึดติด โดยใช้การทดสอบแบบเลอวีเน (Levene's Test) ของทรากาแคนท์ ความเข้มข้นร้อยละ 14.5

Test of Homogeneity of Variances

Force			
Levene Statistic	df1	df2	Sig.
4.577	3	16	.017

ตารางที่52 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวด้วย (One-Way ANOVA) ของค่าแรงยึดติด ด้วยการใช้การทดสอบแบบโรบัสต์ (Robust Test) ของทรากาแคนท์ ความเข้มข้นร้อยละ 14.5

Robust Tests of Equality of Means

Force				
	Statistic ^a	df1	df2	Sig.
Brown-Forsythe	42.139	3	8.417	.000

a. Asymptotically F distributed.

ตารางที่53 แสดงการเปรียบเทียบเชิงซ้อนของค่าแรงยึดติดของทรากาแคนท์ ความเข้มข้นร้อยละ 14.5

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Force

Tamhane

(I) Time	(J) Time	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
0	30	10.748000*	2.191760	.015	2.4441259	19.0518741
	60	14.600000*	1.340586	.000	9.8736563	19.3263437
	120	17.772000*	1.145666	.000	13.1421196	22.4018804
30	0	-10.748000*	2.191760	.015	-19.0518741	-2.4441259
	60	3.85200000	2.091199	.536	-4.5611246	12.2651246
	120	7.02400000	1.971925	.113	-1.8565388	15.9045388
60	0	-14.600000*	1.340586	.000	-19.3263437	-9.8736563
	30	-3.85200000	2.091199	.536	-12.2651246	4.5611246
	120	3.17200000	.93906869	.083	-.4023148	6.7463148
120	0	-17.772000*	1.145666	.000	-22.4018804	-13.1421196
	30	-7.02400000	1.971925	.113	-15.9045388	1.8565388
	60	-3.17200000	.93906869	.083	-6.7463148	.4023148

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

ตารางที่ 54 แสดงการทดสอบความเหมือนของความแปรปรวน (Homogeneity of Variances) ของค่าแรงยึดติด โดยใช้การทดสอบแบบเลอวีเน่ (Levene's Test) ของทราคาแคนท์ ความเข้มข้นร้อยละ 15.5

Test of Homogeneity of Variances

Force			
Levene Statistic	df1	df2	Sig.
8.965	3	16	.001

ตารางที่ 55 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวด้วย (One-Way ANOVA) ของค่าแรงยึดติด ด้วยการทดสอบแบบโรบัสต์ (Robust Test) ของทราคาแคนท์ ความเข้มข้นร้อยละ 15.5

Robust Tests of Equality of Means

Force				
	Statistic ^a	df1	df2	Sig.
Brown-Forsythe	41.702	3	6.824	.000

a. Asymptotically F distributed.

ตารางที่ 56 แสดงการเปรียบเทียบเชิงซ้อนของค่าแรงยึดติดของทราคาแคนท์ ความเข้มข้นร้อยละ 15.5

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Force

Tamhane

(I) Time	(J) Time	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
0	30	12.448000*	2.662762	.021	2.1511582	22.7448418
	60	16.304000*	1.353302	.000	11.1018806	21.5061194
	120	20.748000*	1.264081	.000	15.3487963	26.1472037
30	0	-12.448000*	2.662762	.021	-22.7448418	-2.1511582
	60	3.85600000	2.456375	.703	-7.0297827	14.7417827
	120	8.30000000	2.408371	.136	-2.8947636	19.4947636
60	0	-16.304000*	1.353302	.000	-21.5061194	-11.1018806
	30	-3.85600000	2.456375	.703	-14.7417827	7.0297827
	120	4.44400000*	.73578258	.004	1.7444258	7.1435742
120	0	-20.748000*	1.264081	.000	-26.1472037	-15.3487963
	30	-8.30000000	2.408371	.136	-19.4947636	2.8947636
	60	-4.44400000*	.73578258	.004	-7.1435742	-1.7444258

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

ตารางที่57 แสดงการทดสอบความเหมือนของความแปรปรวน (Homogeneity of Variances) ของค่าแรงยึดติด โดยใช้การทดสอบแบบเลอวีเน (Levene's Test) ของกัวกัม ความเข้มข้นร้อยละ 5

Test of Homogeneity of Variances

Force			
Levene Statistic	df1	df2	Sig.
5.521	3	16	.009

ตารางที่58 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวด้วย (One-Way ANOVA) ของค่าแรงยึดติด ด้วยการทดสอบแบบโรบัสต์ (Robust Test) ของกัวกัม ความเข้มข้นร้อยละ 5

Robust Tests of Equality of Means

Force				
	Statistic ^a	df1	df2	Sig.
Brown-Forsythe	93.330	3	8.507	.000

a. Asymptotically F distributed.

ตารางที่59 แสดงการเปรียบเทียบเชิงซ้อนของค่าแรงยึดติดของกัวกัม ความเข้มข้นร้อยละ 5

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Force

Tamhane

(I) Time	(J) Time	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
0	30	14.08000*	1.552146	.001	7.7576108	20.4023892
	60	16.91800*	.95616107	.000	13.5431950	20.2928050
	120	19.14400*	.73631515	.000	16.5359354	21.7520646
30	0	-14.08000*	1.552146	.001	-20.4023892	-7.7576108
	60	2.8380000	1.623310	.568	-3.3800781	9.0560781
	120	5.0640000	1.504344	.122	-1.4246337	11.5526337
60	0	-16.91800*	.95616107	.000	-20.2928050	-13.5431950
	30	-2.8380000	1.623310	.568	-9.0560781	3.3800781
	120	2.2260000	.87643368	.223	-1.0391864	5.4911864
120	0	-19.14400*	.73631515	.000	-21.7520646	-16.5359354
	30	-5.0640000	1.504344	.122	-11.5526337	1.4246337
	60	-2.2260000	.87643368	.223	-5.4911864	1.0391864

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

ตารางที่60 แสดงการทดสอบความเหมือนของความแปรปรวน (Homogeneity of Variances) ของค่าแรงยึดติด โดยใช้การทดสอบแบบเลอวีเน่ (Levene's Test) ของกัวกัม ความเข้มข้นร้อยละ 6

Test of Homogeneity of Variances

Force			
Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1.307	3	16	.307

ตารางที่61 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวด้วย (One-Way ANOVA) ของค่าแรงยึดติดของกัวกัม ความเข้มข้นร้อยละ 6

ANOVA

Force					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1513.136	3	504.379	59.462	.000
Within Groups	135.719	16	8.482		
Total	1648.854	19			

ตารางที่62 แสดงการเปรียบเทียบเชิงซ้อนของค่าแรงยึดติดของกัวกัม ความเข้มข้นร้อยละ 6

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Force

Bonferroni

(I) Time	(J) Time	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
0	30	14.08000*	1.842000	.000	8.5386490	19.6213510
	60	19.504000*	1.842000	.000	13.9626490	25.0453510
	120	22.738000*	1.842000	.000	17.1966490	28.2793510
30	0	-14.08000*	1.842000	.000	-19.6213510	-8.5386490
	60	5.4240000	1.842000	.057	-.1173510	10.9653510
	120	8.6580000*	1.842000	.001	3.1166490	14.1993510
60	0	-19.504000*	1.842000	.000	-25.0453510	-13.9626490
	30	-5.4240000	1.842000	.057	-10.9653510	.1173510
	120	3.2340000	1.842000	.590	-2.3073510	8.7753510
120	0	-22.738000*	1.842000	.000	-28.2793510	-17.1966490
	30	-8.6580000*	1.842000	.001	-14.1993510	-3.1166490
	60	-3.2340000	1.842000	.590	-8.7753510	2.3073510

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

ตารางที่63 แสดงการทดสอบความเหมือนของความแปรปรวน (Homogeneity of Variances) ของค่าแรงยึดติด โดยใช้การทดสอบแบบเลอวีเน (Levene's Test) ของกัวกัม ความเข้มข้นร้อยละ 7

Test of Homogeneity of Variances

Force			
Levene Statistic	df1	df2	Sig.
3.314	3	16	.047

ตารางที่64 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวด้วย (One-Way ANOVA) ของค่าแรงยึดติดของกัวกัม ความเข้มข้นร้อยละ 7

ANOVA

Force					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1558.062	3	519.354	102.261	.000
Within Groups	81.259	16	5.079		
Total	1639.321	19			

ตารางที่65 แสดงการเปรียบเทียบเชิงซ้อนของค่าแรงยึดติดของกัวกัม ความเข้มข้นร้อยละ 7

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Force

Bonferroni

(I) Time	(J) Time	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
0	30	14.964000*	1.425299	.000	10.6762250	19.2517750
	60	20.876000*	1.425299	.000	16.5882250	25.1637750
	120	22.278000*	1.425299	.000	17.9902250	26.5657750
30	0	-14.964000*	1.425299	.000	-19.2517750	-10.6762250
	60	5.91200000*	1.425299	.005	1.6242250	10.1997750
	120	7.31400000*	1.425299	.001	3.0262250	11.6017750
60	0	-20.876000*	1.425299	.000	-25.1637750	-16.5882250
	30	-5.9120000*	1.425299	.005	-10.1997750	-1.6242250
	120	1.40200000	1.425299	1.000	-2.8857750	5.6897750
120	0	-22.278000*	1.425299	.000	-26.5657750	-17.9902250
	30	-7.3140000*	1.425299	.001	-11.6017750	-3.0262250
	60	-1.4020000	1.425299	1.000	-5.6897750	2.8857750

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

ตารางที่66 แสดงการทดสอบความเหมือนของความแปรปรวน (Homogeneity of Variances) ของค่าแรงยึดติด โดยใช้การทดสอบแบบเลอวีเน (Levene's Test) ของคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส ความเข้มข้นร้อยละ 5

Test of Homogeneity of Variances

Force			
Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1.891	3	16	.172

ตารางที่67 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวด้วย (One-Way ANOVA) ของค่าแรงยึดติดของคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส ความเข้มข้นร้อยละ 5

ANOVA

Force					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1306.847	3	435.616	152.457	.000
Within Groups	45.717	16	2.857		
Total	1352.564	19			

ตารางที่68 แสดงการเปรียบเทียบเชิงซ้อนของค่าแรงยึดติดของคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส ความเข้มข้นร้อยละ 5

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Force

Bonferroni

(I) Time	(J) Time	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
0	30	16.792000*	1.069073	.000	13.5758702	20.0081298
	60	17.446000*	1.069073	.000	14.2298702	20.6621298
	120	20.778000*	1.069073	.000	17.5618702	23.9941298
30	0	-16.792000*	1.069073	.000	-20.0081298	-13.5758702
	60	.65400000	1.069073	1.000	-2.5621298	3.8701298
	120	3.98600000*	1.069073	.011	.7698702	7.2021298
60	0	-17.446000*	1.069073	.000	-20.6621298	-14.2298702
	30	-.65400000	1.069073	1.000	-3.8701298	2.5621298
	120	3.33200000*	1.069073	.040	.1158702	6.5481298
120	0	-20.778000*	1.069073	.000	-23.9941298	-17.5618702
	30	-3.98600000*	1.069073	.011	-7.2021298	-.7698702
	60	-3.33200000*	1.069073	.040	-6.5481298	-.1158702

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

ตารางที่69 แสดงการทดสอบความเหมือนของความแปรปรวน (Homogeneity of Variances) ของค่าแรงยึดติด โดยใช้การทดสอบแบบเลอวิน (Levene's Test) ของคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส ความเข้มข้นร้อยละ 5.7

Test of Homogeneity of Variances

Force			
Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1.860	3	16	.177

ตารางที่70 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวด้วย (One-Way ANOVA) ของค่าแรงยึดติดของคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส ความเข้มข้นร้อยละ 5.7

ANOVA

Force					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1776.343	3	592.114	92.921	.000
Within Groups	101.956	16	6.372		
Total	1878.299	19			

ตารางที่71 แสดงการเปรียบเทียบเชิงซ้อนของค่าแรงยึดติดของคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส ความเข้มข้นร้อยละ 5.7

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Force

Bonferroni

(I) Time	(J) Time	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
0	30	19.076000*	1.596525	.000	14.2731208	23.8788792
	60	21.068000*	1.596525	.000	16.2651208	25.8708792
	120	24.008000*	1.596525	.000	19.2051208	28.8108792
30	0	-19.076000*	1.596525	.000	-23.8788792	-14.2731208
	60	1.99200000	1.596525	1.000	-2.8108792	6.7948792
	120	4.93200000*	1.596525	.042	.1291208	9.7348792
60	0	-21.068000*	1.596525	.000	-25.8708792	-16.2651208
	30	-1.99200000	1.596525	1.000	-6.7948792	2.8108792
	120	2.94000000	1.596525	.505	-1.8628792	7.7428792
120	0	-24.008000*	1.596525	.000	-28.8108792	-19.2051208
	30	-4.93200000*	1.596525	.042	-9.7348792	-.1291208
	60	-2.94000000	1.596525	.505	-7.7428792	1.8628792

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

ตารางที่72 แสดงการทดสอบความเหมือนของความแปรปรวน (Homogeneity of Variances) ของค่าแรงยึดติด โดยใช้การทดสอบแบบเลอวิน (Levene's Test) ของคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส ความเข้มข้นร้อยละ 6.5

Test of Homogeneity of Variances

Force			
Levene Statistic	df1	df2	Sig.
2.922	3	16	.066

ตารางที่73 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวด้วย (One-Way ANOVA) ของค่าแรงยึดติดของคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส ความเข้มข้นร้อยละ 6.5

ANOVA

Force					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	2009.251	3	669.750	66.012	.000
Within Groups	162.334	16	10.146		
Total	2171.584	19			

ตารางที่74 แสดงการเปรียบเทียบเชิงซ้อนของค่าแรงยึดติดของคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส ความเข้มข้นร้อยละ 6.5

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Force

Bonferroni

(I) Time	(J) Time	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
0	30	19.732000*	2.014532	.000	13.6716138	25.7923862
	60	22.048000*	2.014532	.000	15.9876138	28.1083862
	120	25.940000*	2.014532	.000	19.8796138	32.0003862
30	0	-19.732000*	2.014532	.000	-25.7923862	-13.6716138
	60	2.31600000	2.014532	1.000	-3.7443862	8.3763862
	120	6.20800000*	2.014532	.043	.1476138	12.2683862
60	0	-22.048000*	2.014532	.000	-28.1083862	-15.9876138
	30	-2.31600000	2.014532	1.000	-8.3763862	3.7443862
	120	3.89200000	2.014532	.428	-2.1683862	9.9523862
120	0	-25.940000*	2.014532	.000	-32.0003862	-19.8796138
	30	-6.20800000*	2.014532	.043	-12.2683862	-.1476138
	60	-3.89200000	2.014532	.428	-9.9523862	2.1683862

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

ตารางที่ 75 แสดงการทดสอบความเหมือนของความแปรปรวน (Homogeneity of Variances) ของค่าแรงยึดติด โดยใช้การทดสอบแบบเลอวีเน (Levene's Test) ของนิวัตร์ไรซ์คาร์บอพล ความเข้มข้นร้อยละ 3

Test of Homogeneity of Variances

Force			
Levene Statistic	df1	df2	Sig.
4.553	3	16	.017

ตารางที่ 76 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวด้วย (One-Way ANOVA) ของค่าแรงยึดติด ด้วยการทดสอบแบบโรบัสต์ (Robust Test) ของนิวัตร์ไรซ์คาร์บอพล ความเข้มข้นร้อยละ 3

Robust Tests of Equality of Means

Force				
	Statistic ^a	df1	df2	Sig.
Brown-Forsythe	111.332	3	7.750	.000

a. Asymptotically F distributed.

ตารางที่ 77 แสดงการเปรียบเทียบเชิงซ้อนของค่าแรงยึดติดของนิวัตร์ไรซ์คาร์บอพล ความเข้มข้นร้อยละ 3

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Force

Tamhane

(I) Time	(J) Time	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
0	30	17.344000*	2.171179	.001	9.4311693	25.2568307
	60	22.572000*	1.254241	.000	17.2910059	27.8529941
	120	26.950000*	1.237020	.000	21.5975946	32.3024054
30	0	-17.344000*	2.171179	.001	-25.2568307	-9.4311693
	60	5.22800000	1.867076	.235	-3.1969974	13.6529974
	120	9.60600000*	1.855551	.032	1.1058342	18.1061658
60	0	-22.572000*	1.254241	.000	-27.8529941	-17.2910059
	30	-5.22800000	1.867076	.235	-13.6529974	3.1969974
	120	4.37800000*	.54969992	.000	2.4619210	6.2940790
120	0	-26.950000*	1.237020	.000	-32.3024054	-21.5975946
	30	-9.60600000*	1.855551	.032	-18.1061658	-1.1058342
	60	-4.37800000*	.54969992	.000	-6.2940790	-2.4619210

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

ตารางที่78 แสดงการทดสอบความเหมือนของความแปรปรวน (Homogeneity of Variances) ของค่าแรงยึดติด โดยใช้การทดสอบแบบเลอวีเน (Levene's Test) ของนิวทริลโรซคาร์บอพลอด ความเข้มข้นร้อยละ 4.5

Test of Homogeneity of Variances

Force			
Levene Statistic	df1	df2	Sig.
23.835	3	16	.000

ตารางที่79 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวด้วย (One-Way ANOVA) ของค่าแรงยึดติด ด้วยการทดสอบแบบโรบัสต์ (Robust Test) ของนิวทริลโรซคาร์บอพลอด ความเข้มข้นร้อยละ 4.5

Robust Tests of Equality of Means

Force				
	Statistic ^a	df1	df2	Sig.
Brown-Forsythe	77.696	3	6.136	.000

a. Asymptotically F distributed.

ตารางที่80 แสดงการเปรียบเทียบเชิงซ้อนของค่าแรงยึดติดของนิวทริลโรซคาร์บอพลอด ความเข้มข้นร้อยละ 4.5

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Force

Tamhane

(I) Time	(J) Time	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
0	30	17.408000*	2.702764	.005	6.6857671	28.1302329
	60	22.962000*	1.240149	.000	18.0847057	27.8392943
	120	28.028000*	1.153531	.000	22.8586066	33.1973934
30	0	-17.408000*	2.702764	.005	-28.1302329	-6.6857671
	60	5.55400000	2.515579	.417	-5.8713383	16.9793383
	120	10.620000	2.474025	.070	-1.1098811	22.3498811
60	0	-22.962000*	1.240149	.000	-27.8392943	-18.0847057
	30	-5.55400000	2.515579	.417	-16.9793383	5.8713383
	120	5.06600000*	.59484116	.001	2.7716330	7.3603670
120	0	-28.028000*	1.153531	.000	-33.1973934	-22.8586066
	30	-10.620000	2.474025	.070	-22.3498811	1.1098811
	60	-5.0660000*	.59484116	.001	-7.3603670	-2.7716330

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

ตารางที่ 81 แสดงการทดสอบความเหมือนของความแปรปรวน (Homogeneity of Variances) ของค่าแรงยึดติด โดยใช้การทดสอบแบบเลอวีเน (Levene's Test) ของนิวทรัลไรซ์คาร์บอพลอด ความเข้มข้นร้อยละ 6

Test of Homogeneity of Variances

Force			
Levene Statistic	df1	df2	Sig.
27.309	3	16	.000

ตารางที่ 82 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวด้วย (One-Way ANOVA) ของค่าแรงยึดติด ด้วยการทดสอบแบบโรบัสต์ (Robust Test) ของนิวทรัลไรซ์คาร์บอพลอด ความเข้มข้นร้อยละ 6

Robust Tests of Equality of Means

Force				
	Statistic ^a	df1	df2	Sig.
Brown-Forsythe	67.750	3	6.563	.000

a. Asymptotically F distributed.

ตารางที่ 83 แสดงการเปรียบเทียบเชิงซ้อนของค่าแรงยึดติดของนิวทรัลไรซ์คาร์บอพลอด ความเข้มข้นร้อยละ 6

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Force

Tamhane

(I) Time	(J) Time	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
0	30	18.520000*	3.050980	.006	6.6903821	30.3496179
	60	24.530000*	1.531333	.000	18.6160157	30.4439843
	120	29.562000*	1.386858	.000	23.1548618	35.9691382
30	0	-18.520000*	3.050980	.006	-30.3496179	-6.6903821
	60	6.0100000	2.815418	.439	-6.5192321	18.5392321
	120	11.042000	2.739521	.088	-2.0188485	24.1028485
60	0	-24.530000*	1.531333	.000	-30.4439843	-18.6160157
	30	-6.0100000	2.815418	.439	-18.5392321	6.5192321
	120	5.0320000*	.73584917	.006	1.9369800	8.1270200
120	0	-29.562000*	1.386858	.000	-35.9691382	-23.1548618
	30	-11.042000	2.739521	.088	-24.1028485	2.0188485
	60	-5.0320000*	.73584917	.006	-8.1270200	-1.9369800

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

ตารางที่84 แสดงการทดสอบความเหมือนของความแปรปรวน (Homogeneity of Variances) ของค่าแรงยึดติด โดยใช้การทดสอบแบบเลอวีเน่ (Levene's Test) ของพอลิเดนท์

Test of Homogeneity of Variances

Force			
Levene Statistic	df1	df2	Sig.
3.833	3	16	.030

ตารางที่85 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวด้วย (One-Way ANOVA) ของค่าแรงยึดติด ด้วยการใช้การทดสอบแบบโรบัสต์ (Robust Test) ของพอลิเดนท์

Robust Tests of Equality of Means

Force				
	Statistic ^a	df1	df2	Sig.
Brown-Forsythe	12.454	3	11.523	.001

a. Asymptotically F distributed.

ตารางที่86 แสดงการเปรียบเทียบเชิงซ้อนของค่าแรงยึดติดของพอลิเดนท์

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Force
Tamhane

(I) Time	(J) Time	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
0	30	-15.812000	4.096300	.090	-34.5388736	2.9148736
	60	-22.182000*	4.379195	.035	-42.3298688	-2.0341312
	120	-27.050000*	3.147258	.003	-40.9603273	-13.1396727
30	0	15.812000	4.096300	.090	-2.9148736	34.5388736
	60	-6.3700000	5.885639	.893	-26.7898950	14.0498950
	120	-11.238000	5.036728	.304	-29.0827522	6.6067522
60	0	22.182000*	4.379195	.035	2.0341312	42.3298688
	30	6.37000000	5.885639	.893	-14.0498950	26.7898950
	120	-4.8680000	5.269375	.946	-23.7574899	14.0214899
120	0	27.050000*	3.147258	.003	13.1396727	40.9603273
	30	11.238000	5.036728	.304	-6.6067522	29.0827522
	60	4.86800000	5.269375	.946	-14.0214899	23.7574899

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

ตารางที่87 แสดงการทดสอบความเหมือนของความแปรปรวน (Homogeneity of Variances) ของค่าแรงยึดติด โดยใช้การทดสอบแบบเลอวีเน (Levene's Test) ของบอห์นพิลล์

Test of Homogeneity of Variances

Force			
Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.987	3	16	.424

ตารางที่88 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวด้วย (One-Way ANOVA) ของค่าแรงยึดติดของบอห์นพิลล์

ANOVA

Force					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	3834.934	3	1278.311	32.515	.000
Within Groups	629.035	16	39.315		
Total	4463.969	19			

ตารางที่89 แสดงการเปรียบเทียบเชิงซ้อนของค่าแรงยึดติดของบอห์นพิลล์

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Force

Bonferroni

(I) Time	(J) Time	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
0	30	-21.07000*	3.965587	.000	-32.9998110	-9.1401890
	60	-31.03200*	3.965587	.000	-42.9618110	-19.1021890
	120	-36.16200*	3.965587	.000	-48.0918110	-24.2321890
30	0	21.07000*	3.965587	.000	9.1401890	32.9998110
	60	-9.9620000	3.965587	.139	-21.8918110	1.9678110
	120	-15.09200*	3.965587	.009	-27.0218110	-3.1621890
60	0	31.03200*	3.965587	.000	19.1021890	42.9618110
	30	9.9620000	3.965587	.139	-1.9678110	21.8918110
	120	-5.1300000	3.965587	1.000	-17.0598110	6.7998110
120	0	36.16200*	3.965587	.000	24.2321890	48.0918110
	30	15.09200*	3.965587	.009	3.1621890	27.0218110
	60	5.1300000	3.965587	1.000	-6.7998110	17.0598110

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

ตารางที่90 แสดงการทดสอบความเหมือนของความแปรปรวน (Homogeneity of Variances) ของค่าแรงยึดติด โดยใช้การทดสอบแบบเลอวีเน (Levene's Test) ของเดนสเตท

Test of Homogeneity of Variances

Force			
Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.911	3	16	.457

ตารางที่91 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวด้วย (One-Way ANOVA) ของค่าแรงยึดติดของเดนสเตท

ANOVA

Force					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	464.195	3	154.732	14.604	.000
Within Groups	169.521	16	10.595		
Total	633.716	19			

ตารางที่92 แสดงการเปรียบเทียบเชิงซ้อนของค่าแรงยึดติดของเดนสเตท

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Force

Bonferroni

(I) Time	(J) Time	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
0	30	5.6860000	2.058646	.083	-.5070949	11.8790949
	60	9.0180000*	2.058646	.003	2.8249051	15.2110949
	120	13.168000*	2.058646	.000	6.9749051	19.3610949
30	0	-5.6860000	2.058646	.083	-11.8790949	.5070949
	60	3.3320000	2.058646	.751	-2.8610949	9.5250949
	120	7.4820000*	2.058646	.013	1.2889051	13.6750949
60	0	-9.0180000*	2.058646	.003	-15.2110949	-2.8249051
	30	-3.3320000	2.058646	.751	-9.5250949	2.8610949
	120	4.1500000	2.058646	.366	-2.0430949	10.3430949
120	0	-13.168000*	2.058646	.000	-19.3610949	-6.9749051
	30	-7.4820000*	2.058646	.013	-13.6750949	-1.2889051
	60	-4.1500000	2.058646	.366	-10.3430949	2.0430949

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

ตารางที่93 แสดงการทดสอบความเหมือนของความแปรปรวน (Homogeneity of Variances) ของค่าแรงยึดติด โดยใช้การทดสอบแบบเลอวีน์ (Levene's Test) ของเดนท์ฟิค

Test of Homogeneity of Variances

Force			
Levene Statistic	df1	df2	Sig.
4.937	3	16	.013

ตารางที่94 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวด้วย (One-Way ANOVA) ของค่าแรงยึดติด ด้วยการใช้การทดสอบแบบโรบัสต์ (Robust Test) ของเดนท์ฟิค

Robust Tests of Equality of Means

Force				
	Statistic ^a	df1	df2	Sig.
Brown-Forsythe	3.184	3	9.077	.077

a. Asymptotically F distributed.

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวปณิตา ฤทธาภรณ์ เป็นบุตรของนายณรงค์ และนางวีรยา ฤทธาภรณ์ เกิดเมื่อวันที่ 21 เดือน กรกฎาคม พุทธศักราช 2523 ณ จังหวัดกรุงเทพมหานคร เรียนระดับมัธยมศึกษาที่ โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการ สำเร็จการศึกษาทันตแพทยศาสตรบัณฑิตจาก จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีพุทธศักราช 2546 เข้ารับราชการในตำแหน่งอาจารย์ทันตแพทย์ สังกัดภาควิชาทันตกรรมบูรณะ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก เป็นเวลา 1 ปี จึงลาออกเพื่อศึกษาต่อ ในหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาทันตกรรมประดิษฐ์ คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย