

การเปรียบเทียบค่าแรงยึดอยู่ของฟันเทียมบนหลักยึดเฉพาะบุคคลชนิดดัดแปลง

ที่มีความสอดคล้องแตกต่างกันก่อนและหลังวางจรวดใส่



นาย ภาคภูมิ ยืนยงไธพาร

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาทันตกรรมประดิษฐ์ ภาควิชาทันตกรรมประดิษฐ์

คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

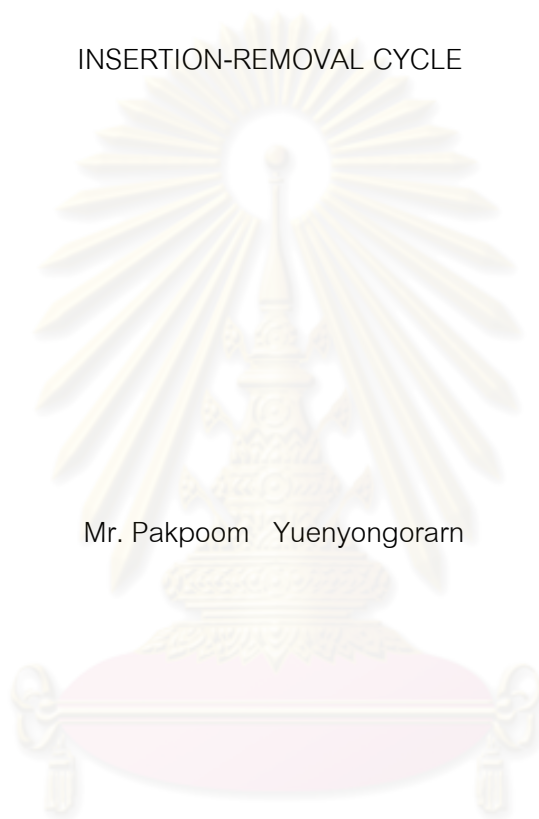
ปีการศึกษา 2553

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

COMPARISON OF THE RETENTIVE FORCE OF THE DENTURE ON DIFFERENT

UNDERCUT OF MODIFIED CUSTOM ABUTMENTS BEFORE AND AFTER

INSERTION-REMOVAL CYCLE



Mr. Pakpoom Yuenyongorarn

ศูนย์วิทยทรัพยากร
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 2010

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การเปรียบเทียบค่าแรงยึดอยู่ของฟันเทียมบนหลักยึดเฉพาะบุคคล
ชนิดดัดแปลงที่มีความสอดคล้องแตกต่างกันก่อนและหลังวางจรดใส่

โดย

นาย ภาคภูมิ ยืนยงโอฟาร


สาขาวิชา

สาขาวิชาทันตกรรมประดิษฐ์

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก


รองศาสตราจารย์ ทันตแพทย์หญิง อิศราวัลย์ บุญศิริ

คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็น
ส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบัณฑิต

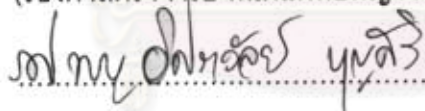
 คณบดีคณะทันตแพทยศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ทันตแพทย์หญิง วุฒราภรณ์ ทัศนจันทร์)


คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

 ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ทันตแพทย์หญิง ดร.มรกต เปี่ยมใจ)

 อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(รองศาสตราจารย์ ทันตแพทย์หญิง อิศราวัลย์ บุญศิริ)

 กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทันตแพทย์หญิง ดร.ปรารมภ์ ชาลิม)

 กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย

(อาจารย์ ทันตแพทย์หญิง ดร.วัลลภกัณฑ์ แสนทวีสุข)

ภาคภูมิ ยืนยงโอฟาร:การเปรียบเทียบค่าแรงยึดอยู่ของฟันเทียมบนหลักยึดเฉพาะบุคคลชนิดดัดแปลงที่มีความคอดเว้าแตกต่างกันก่อนและหลังวงจรถอดใส่.
 (COMPARISON OF THE RETENTIVE FORCE OF THE DENTURE ON DIFFERENT UNDERCUT OF MODIFIED CUSTOM ABUTMENTS BEFORE AND AFTER INSERTION-REMOVAL CYCLE) อ. ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : รศ.ทพญ.อิศราวัลย์ บุญศิริ,86 หน้า.

วัตถุประสงค์: เพื่อเปรียบเทียบค่าแรงยึดอยู่ของฟันเทียมบนหลักยึดเฉพาะบุคคลชนิดดัดแปลงที่มีความคอดเว้าแตกต่างกัน (0.01, 0.02, 0.03 และ 0.04 นิ้ว) ก่อนและหลังวงจรถอดใส่ กับหลักยึดเฉพาะบุคคลรูปทรงกระบอกเป็นกลุ่มควบคุมโดยทำการทดลองกลุ่มละ 5 ครั้ง วิธีการ: ค่าแรงยึดอยู่ถูกวัดก่อนและหลังวงจรถอดใส่จำนวน 480 รอบด้วยเครื่องทดสอบอเนกประสงค์ นำข้อมูลมาวิเคราะห์ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทางเมื่อมีการวัดซ้ำได้และการทดสอบแบบบอนเฟอร์โรนี ($\alpha=0.05$) และเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของค่าแรงยึดอยู่ของหลักยึดเฉพาะบุคคลชนิดดัดแปลงที่มีความคอดเว้าแตกต่างกันก่อนและหลังวงจรถอดใส่ โดยใช้สถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว ผลการทดลอง: พบว่าปัจจัยระหว่างการผ่านวงจรถอดใส่และปริมาณความคอดเว้ามีผลต่อค่าแรงยึดอยู่อย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) และพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของค่าแรงยึดอยู่ก่อนและหลังวงจรถอดใส่ในทุกกลุ่มการทดลอง($p<0.05$) สรุปผล: ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของค่าแรงยึดอยู่ของหลักยึดเฉพาะบุคคลรูปทรงกระบอก หลักยึดเฉพาะบุคคลชนิดดัดแปลงที่มีความคอดเว้า 0.01 และ 0.02 นิ้วก่อนและหลังวงจรถอดใส่ ค่าแรงยึดอยู่ของหลักยึดเฉพาะบุคคลชนิดดัดแปลงที่มีปริมาณส่วนเว้า 0.03 และ 0.04 นิ้ว มีค่าสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญกับหลักยึดเฉพาะบุคคลรูปทรงกระบอก หลักยึดเฉพาะบุคคลชนิดดัดแปลงที่มีความคอดเว้า 0.01 และ 0.02 นิ้วอย่างมีนัยสำคัญและอัตราการเปลี่ยนแปลงของค่าแรงยึดอยู่ของหลักยึดเฉพาะบุคคลชนิดดัดแปลงที่มีความคอดเว้าแตกต่างกันก่อนและหลังวงจรถอดใส่มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ภาควิชา.....ทันตกรรมประดิษฐ์.....ลายมือชื่อนิสิต
 สาขาวิชา.....ทันตกรรมประดิษฐ์.....ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก.....
 ปีการศึกษา.....2553.....

๐ ๖ ๙ ๔
 อ.อิศราวัลย์ บุญศิริ

5176126532 : MAJOR PROSTHODONTICS

KEYWORDS : CUSTOM ABUTMENT / INSERTION-REMOVAL CYCLE / RETENTION

PAKPOOM YUENYONGORARN : COMPARISON OF THE RETENTIVE FORCE OF THE DENTURE ON DIFFERENT UNDERCUT OF MODIFIED CUSTOM ABUTMENTS BEFORE AND AFTER INSERTION-REMOVAL CYCLE.THESIS
ADVISOR : ASSOC PROF ISSARAWAN BOONSIRI,86 pp.

Purpose: To compare the retentive force of the denture on different undercut of modified custom abutments (0.01,0.02,0.03 and 0.04 inch) before and after insertion removal cycle with cylindrical custom abutments were used as a control group by conducting 5 times each. *Method:* The retentive force was measured before and after 480 insertion-removal cycles by universal testing machine. The data were analyzed using two-way repeated measures ANOVA and Bonferroni ($\alpha=0.05$) and compared the difference of the retentive force of different undercut of modified custom abutments before and after insertion-removal cycle by one-way ANOVA. *Result:* The factor between insertion-removal cycle and the amount of undercut gauge affected the retentive force significantly ($p<0.05$) and statistically significant differences of the retentive force before and after insertion-removal cycle were found in all groups. ($p<0.05$) *Conclusion:* No statistically significant differences were found in the retentive force of the cylindrical abutments, 0.01 and 0.02 undercut gauge of modified custom abutments before and after insertion-removal cycle. The retentive force of 0.03 and 0.04 undercut gauge of modified custom abutments were significantly higher than 0.01 and 0.02 undercut gauge of modified custom abutments. The ratio of the difference of the retentive force of different undercut of modified custom abutments before and after insertion-removal cycle is not significantly different.

Department :Prosthodontics.....
Field of Study :Prosthodontics.....
Academic Year :2010.....

Student's Signature Pakpoom Yuenyongorarn
Advisor's Signature Issarawan Boonsiri

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดียิ่งจากหลายๆฝ่าย ผู้เขียนขอขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษา วิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ทันตแพทย์หญิงอิศราวลัย บุญศิริ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ทันตแพทย์ ตระกล เมฆญารัชชานนท์ ที่ได้สละเวลาอันมีค่าให้คำปรึกษาแนะนำ ดูแลเอาใจใส่ ให้กำลังใจ ชี้แนะ แนวทางและอำนวยความสะดวกการทำงานให้ทุกขั้นตอนของการวิจัยดำเนินไปอย่างสะดวกเรียบร้อย

ขอขอบพระคุณ และขอขอบคุณในความชอบทั้งหมดนี้แก่ รองศาสตราจารย์ทันตแพทย์ ภาณุพงศ์ วงศ์ไทย ผู้คิดริเริ่มและผู้ถ่ายทอดความรู้ต่างๆ แก่ผู้วิจัย

อาจารย์ไพพรรณ พิทยานนท์ ในการให้คำปรึกษาและแนะนำการใช้สถิติ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดอกเตอร์ ธนากร วาสนาเพียรพงศ์ ที่ให้คำแนะนำด้านวัสดุ รวมทั้งขอ ขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ทุกท่านในศูนย์วิจัยทันตวัสดุ คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้คำแนะนำการใช้อุปกรณ์และอำนวยความสะดวกตลอดการทำงานวิจัย

สุดท้ายขอกราบขอบพระคุณคณะกรรมการทุกท่าน ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำและแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้นและสำเร็จลุล่วง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฌ
สารบัญภาพ.....	ฎ
บทที่	
1.บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของงานวิจัย.....	11
ขอบเขตของงานวิจัย.....	11
ข้อจำกัดในงานวิจัย.....	12
การออกแบบการวิจัย.....	13
สมมุติฐานการวิจัย.....	13
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	13

บทที่

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	14
ความหมายและความสำคัญของพินเทียมทับรากที่ใช้รากเทียมเป็นพื้นหลัก.....	14
ปัญหาที่เกิดจากการฝังรากเทียมที่ไม่มีความขนานกัน.....	18
การเตรียมหลักยึดในการแก้ไขความไม่ขนานกันของรากเทียม.....	20
วัสดุบุผิวอย่างนิ่ม.....	22
ความล้มเหลวจากการใช้งานวัสดุบุผิวอย่างนิ่ม.....	23
ปัจจัยที่มีผลต่อการยึดอยู่ของพินเทียมทับราก.....	28
3. ระเบียบวิธีวิจัย.....	33
วัสดุอุปกรณ์.....	34
ขั้นตอนการเตรียมแบบจำลองต่างๆ.....	35
ขั้นตอนการประกอบชิ้นงาน.....	45
ขั้นตอนการทดสอบการถอดใส่ และกระบวนการวัด.....	46
4. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	50
5. สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ.....	58
รายการอ้างอิง.....	67
ภาคผนวก	77
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	85

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง	33
2	ค่าเฉลี่ยแรงยึดอยู่ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานก่อนวงจรถอดใส่(นิวตัน).....	50
3	ค่าเฉลี่ยแรงยึดอยู่ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานหลังวงจรถอดใส่(นิวตัน).....	51
4	ความแตกต่างของค่าแรงยึดอยู่ก่อนวงจรถอดใส่ของหลักยึดเฉพาะบุคคลชนิดดัดแปลงที่มี ความคอดเว้าแตกต่างกัน.....	53
5	ความแตกต่างของค่าแรงยึดอยู่ภายหลังวงจรถอดใส่ของหลักยึดเฉพาะบุคคลชนิด ดัดแปลงที่มีความคอดเว้าแตกต่างกัน.....	54
6	ข้อมูลดิบของค่าแรงยึดอยู่ก่อนและหลังวงจรถอดใส่ และความแตกต่างของค่าแรงยึดอยู่ ก่อนและหลังวงจรถอดใส่.....	77
7	การกระจายตัวของค่าแรงยึดอยู่ก่อนวงจรถอดใส่ด้วยค่าสถิติชาปิโร-วิลค์.....	78
8	การกระจายตัวของค่าแรงยึดอยู่ภายหลังวงจรถอดใส่ด้วยค่าสถิติชาปิโร-วิลค์.....	78
9	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าแรงยึดอยู่ก่อนวงจรถอดใส่.....	79
10	ค่าสถิติ Mauchly's Test of Sphericity.....	79
11	การทดสอบ Tests of Within-Subjects Effects ของการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสอง ทางเมื่อมีการวัดซ้ำได้.....	80
12	การทดสอบความแตกต่างของข้อมูลก่อนและหลังวงจรถอดใส่.....	81
13	การทดสอบแบบบอนเฟอร์โรนีเพื่อเปรียบเทียบค่าแรงยึดอยู่ก่อนวงจรถอดใส่.....	82
14	การทดสอบแบบบอนเฟอร์โรนีเพื่อเปรียบเทียบค่าแรงยึดอยู่ภายหลังวงจรถอดใส่.....	83

15	ค่าเฉลี่ยแรงยึดอยู่ภายหลังวงจรถอดใส่ที่ปรับแล้ว.....	83
16	การทดสอบแบบบอนเฟอร์โรนเพื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของค่าแรงยึดอยู่ก่อนและหลังวงจรถอดใส่.....	84



ศูนย์วิจัยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	การแก้ไขรากเทียมที่ไม่ขนานกันทางคลินิกเปรียบเทียบกับกรเตรียมแบบจำลองในงานวิจัยที่รากเทียมและหลักยึดมีทิศทางที่ขนานกัน.....	36
2	พิมพ์เขียวหลักยึดเฉพาะบุคคลรูปทรงกระบอก(มิลลิเมตร).....	37
3	หลักยึดเฉพาะบุคคลรูปทรงกระบอก.....	37
4	พิมพ์เขียวหลักยึดเฉพาะบุคคลชนิดดัดแปลง(มิลลิเมตร).....	38
5	หลักยึดเฉพาะบุคคลชนิดดัดแปลง.....	38
6	แบบจำลองล่าง.....	39
7	พิมพ์เขียวแบบจำลองล่าง(ด้านบน) (มิลลิเมตร).....	39
8	พิมพ์เขียวแบบจำลองล่าง(ด้านข้างตามแนวยาว) (มิลลิเมตร).....	40
9	พิมพ์เขียวแบบจำลองล่าง(ด้านข้างตามแนวกว้าง) (มิลลิเมตร).....	40
10	แบบจำลองบน.....	41
11	พิมพ์เขียวแบบจำลองบน(ด้านบน) (มิลลิเมตร).....	41
12	พิมพ์เขียวแบบจำลองบน(ด้านข้างตามแนวยาว) (มิลลิเมตร).....	42
13	พิมพ์เขียวแบบจำลองบน(ด้านข้างตามแนวกว้าง) (มิลลิเมตร).....	42
14	พิมพ์เขียวแกนนำการถอดใส่ (มิลลิเมตร).....	43
15	แกนนำการถอดใส่.....	43
16	พิมพ์เขียวตัวกันพื้นที่(มิลลิเมตร).....	44

17	ตัวกันพื้นที่.....	44
18	แบบจำลองล่างที่ใส่แนวนำการถอดใส่	45
19	ตัวกันพื้นที่ในแบบจำลองล่าง.....	45
20	แบบจำลองบนก่อนขัด.....	45
21	แบบจำลองบนหลังขัด.....	45
22	การทำไพรมอร์.....	46
23	การใส่วัสดุบุผิวอย่างนึ่งชนิดซิลิโคน.....	46
24	วัสดุบุผิวอย่างนึ่งชนิดซิลิโคนก่อนตัดแต่ง.....	46
25	วัสดุบุผิวอย่างนึ่งชนิดซิลิโคนหลังตัดแต่ง.....	46
26	การประกอบแบบจำลองล่างเข้ากับอ้าควบคุมอุณหภูมิ.....	47
27	การใช้โปรแกรม Image Pro Plus เพื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของวัสดุบุผิว อย่างนึ่งชนิดซิลิโคน.....	48
28	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างการผ่านวงจรถอดใส่กับค่าแรงยึดอยู่.....	54
29	ลักษณะของวัสดุบุผิวของหลักยึดเฉพาะบุคคลรูปทรงกระบอกภายหลังจากจรถอดใส่.....	55
30	ลักษณะของวัสดุบุผิวของหลักยึดเฉพาะบุคคลชนิดดัดแปลงที่มีความคอดเว้า 0.01 นิ้ว ภายหลังจากจรถอดใส่.....	56
31	ลักษณะของวัสดุบุผิวของหลักยึดเฉพาะบุคคลชนิดดัดแปลงที่มีความคอดเว้า 0.02 นิ้ว ภายหลังจากจรถอดใส่.....	56
32	ลักษณะของวัสดุบุผิวของหลักยึดเฉพาะบุคคลชนิดดัดแปลงที่มีความคอดเว้า 0.03 นิ้ว ภายหลังจากจรถอดใส่.....	57

33	ลักษณะของวัสดุผิวของหลักยึดเฉพาะบุคคลชนิดดัดแปลงที่มีความคอดเว้า 0.04 นิ้ว ภายหลังวงจรถอดใส่.....	57
34	หลักยึดเฉพาะบุคคลชนิดดัดแปลงและหลักยึดทรงกลม.....	59
35	ปริมาณวัสดุผิวอย่างนึ่งชนิดซิลิโคนที่อยู่ใต้ส่วนคอดเว้าของหลักยึดเฉพาะบุคคล ชนิดดัดแปลงและหลักยึดทรงกลม.....	60
36	ปริมาณความคอดเว้าที่แตกต่างกัน ในหลักยึดเฉพาะบุคคลชนิดดัดแปลง ที่มีความคอด เว้าสูง 3,2 และ 1 มิลลิเมตร ตามลำดับ (มิลลิเมตร).....	60
37	การลดความสูงของหลักยึดเฉพาะบุคคลชนิดดัดแปลง โดยไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลง ของปริมาณความคอดเว้า (มิลลิเมตร).....	61
38	การสูญเสียรูปร่างในแนวตั้งของวัสดุผิวอย่างนึ่งชนิดซิลิโคน.....	62

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ฟันเป็นอวัยวะที่มีความแข็งแรงมากที่สุดในร่างกาย ถ้าไม่ได้รับการดูแลรักษาอย่างถูกวิธีทำให้แบคทีเรียแทรกซึมเข้าไปทำลายแร่ธาตุต่างๆในฟันรวมถึงอวัยวะปริทันต์รอบซี่ฟัน จนต้องสูญเสียฟันไปก่อนระยะเวลาอันสมควร ภายหลังถอนฟันมีชั้นเยื่อเมือกเชื่อมต่อ (epithelium) เข้ามาปกคลุมบริเวณฟันที่ถูกถอนไป(1) และพบการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของทั้งเนื้อเยื่ออ่อนและกระดูกมากที่สุดในช่วง 1 เดือนแรกและเกิดการละลายตัวของกระดูกไปเรื่อยๆจนถึงเดือนที่ 5 พบการละลายตัวของกระดูกเริ่มคงที่และไม่แตกต่างจากสันกระดูกที่ถูกถอนฟันไปแล้วเป็นระยะเวลา 1 ปี Ortman(2) พบว่าการละลายตัวของกระดูกเป็นเรื่องปกติทางสรีรวิทยา ร่างกายมีการทำลายกระดูกบางส่วนและสร้างกระดูกใหม่เข้ามาทดแทนในอัตราส่วนที่สมดุลกัน แต่สำหรับกระดูกบริเวณที่ถูกถอนฟันไปจะเกิดการละลายตัวของกระดูกแบบพยาธิวิทยา โดยร่างกายมีการทำลายกระดูกมากกว่าการสร้างกระดูกใหม่เกิดผลกระทบโดยตรงต่อกระดูกส่วนที่เหลืออยู่

Atwood(3) พบรูปแบบการสร้างกระดูกยาว (long bone) เป็นไปตามหลักการของเอนโลว์ (Enlow's principle) ซึ่งมีการพอกพูนของกระดูกในรูปแบบตัววี ในขณะที่การละลายของกระดูกขากรรไกรมีรูปแบบเป็นรูปตัววีกลับหัว (inverted "V") โดยเกิดการละลายตัวของกระดูกภายนอกพร้อมไปกับการสร้างกระดูกใหม่ภายใน Ortman(2) พบการละลายตัวของกระดูกเป็นไปตามกฎของวูล์ฟ (Wolff's law of transformation) เมื่อการทำหน้าที่บางอย่างเปลี่ยนไปทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงรูปร่างตามมา เช่นในผู้ป่วยที่มีฟันเมื่อมีการบดเคี้ยวจะมีแรงกระทำกับฟันและถ่ายทอดไปสู่เอ็นยึดปริทันต์และกระดูกทำให้สันกระดูกยังคงสภาพเดิมอยู่ได้ แต่ในทางกลับกันพบว่าการละลายตัวของกระดูกในผู้ป่วยที่ถอนฟันไปแล้วหรือในผู้ป่วยที่ใส่ฟันเทียมทั้งปาก พบว่าแรงที่ถ่ายทอดจากรฐานฟันเทียมลงสู่สันกระดูกไม่สมดุลไปกับการทำหน้าที่ของกระดูกที่รองรับฐานฟันเทียม จึงเกิดการละลายตัวของกระดูกเพิ่มขึ้นถึงแม้ว่าผู้ป่วยใส่ฟันเทียมหรือไม่ก็ตาม

Tallgren(4) ศึกษาการละลายตัวของกระดูกในผู้ป่วยที่ใส่ฟันเทียมทั้งปากเป็นระยะเวลา 25 ปี ด้วยภาพถ่ายรังสีด้านข้าง พบว่าการละลายตัวด้านหน้าของกระดูกขากรรไกรล่างในช่วง 7-13.5 ปีมีค่าประมาณ 1.4 มิลลิเมตร ขณะที่ในกระดูกขากรรไกรบนด้านหน้าพบการละลายตัวของกระดูกเพียง 0.4 มิลลิเมตร และเมื่อติดตามผู้ป่วยที่ถูกถอนฟันไปเป็นระยะเวลา 25 ปีพบว่าความสูงของกระดูกขากรรไกรล่างด้านหน้าลดลง 9-10 มิลลิเมตร ส่วนในขากรรไกรบนลดลงเพียง 2.5-3 มิลลิเมตร ซึ่งอัตราการละลายตัวของกระดูกขากรรไกรล่างต่อกระดูกขากรรไกรบนมีอัตราส่วน 4 ต่อ 1 เช่นเดียวกับ Atwood และ Coy(5) พบว่าอัตราการละลายตัวของกระดูกขากรรไกรบนอยู่ที่ 0.1 มิลลิเมตรต่อปี ส่วน Wical และ Swoop(6) ประเมินความสูงของสันเหงือกก่อนถอนฟันด้วยภาพรังสีแพโนรามิก (panoramic radiograph) พบว่าความสูงของสันเหงือกก่อนถอนฟันสูงเป็น 3 เท่าของความสูงของสันเหงือกหลังถอนฟันเมื่อวัดจากขอบล่างของขากรรไกรล่างถึงขอบล่างของรูขี้ผึ้งคาง (mental foramen)

ปี คศ. 1988 Cawood และ Howell(7) พบการละลายตัวของฐานกระดูกขากรรไกร (basal bone) ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงยกเว้นในกรณีที่พบการละลายตัวของกระดูกอย่างรุนแรง แต่การละลายตัวของกระดูกเบ้าฟัน (alveolar bone) พบการละลายตัวทั้งในแนวราบและแนวตั้ง Cawood และ Howell แบ่งประเภทของสันเหงือกกว้างตามการเปลี่ยนแปลงของกระดูกเบ้าฟันไว้ 6 ประเภท ดังนี้

ประเภทที่ 1 กระดูกขากรรไกรที่มีฟัน

ประเภทที่ 2 กระดูกขากรรไกรที่เพิ่งถูกถอนฟัน

ประเภทที่ 3 กระดูกขากรรไกรส่วนกระดูกเบ้าฟันที่มีความกว้างและความสูงเพียงพอ

ประเภทที่ 4 กระดูกขากรรไกรส่วนกระดูกเบ้าฟันที่มีความสูงเพียงพอแต่ความกว้างไม่เพียงพอ

ประเภทที่ 5 กระดูกขากรรไกรส่วนกระดูกเบ้าฟันที่มีความกว้างและความสูงไม่เพียงพอ

ประเภทที่ 6 กระดูกขากรรไกรที่แบนราบและพบการละลายของฐานกระดูกขากรรไกรร่วมด้วย

Atwood(8) พบว่าการละลายตัวของกระดูกประเภทที่ 3 และ 4 เป็นการละลายตัวของกระดูกทั้ง 3 ด้าน คือด้านใกล้ลิ้น ด้านใกล้กระพุ้งแก้มและด้านบนของกระดูกขากรรไกร แต่การละลายตัวของ

กระดูกประเภทที่ 4 พบการละลายตัวของกระดูกด้านข้างมากกว่าด้านบน โดยพบการละลายตัวของกระดูกด้านใกล้กระดูกงูแก้มมากกว่าด้านใกล้ลิ้น

ในอดีตการรักษาทางทันตกรรมในผู้ป่วยที่ฟันผุลุกลามไปมากหรือเป็นโรคปริทันต์เรื้อรังและมีปัญหาเรื่องค่าใช้จ่ายในการบูรณะเพื่อฟันพุ่มทั้งปาก ส่วนใหญ่ได้รับการรักษาโดยการถอนฟันออกก่อนทำฟันเทียมบางส่วนหรือฟันเทียมทั้งปาก เมื่อผ่านไประยะเวลาหนึ่งฟันเทียมมีการขยับและสูญเสียเสถียรภาพเนื่องจากเกิดการละลายตัวของสันเหงือกใต้ฐานฟันเทียม ทำให้เกิดการอักเสบของสันเหงือกต่อมา ทันตแพทย์จำเป็นต้องเสริมฐานฟันเทียมหรือทำฟันเทียมชุดใหม่ แต่ในระยะเวลาไม่ผ่านการละลายของสันเหงือกจะกลับมาอีก เป็นสาเหตุให้ทันตแพทย์เริ่มต้นตัวถึงการละลายตัวของกระดูกขากรรไกรภายหลังการถอนฟันมากขึ้นและพยายามเก็บฟันธรรมชาติไว้ให้นานที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ ถึงแม้ฟันผุหรือแตกหักจนทะลุโพรงประสาทก็สามารถรักษา รักษ ใใส่เดือย และครอบฟันเพื่อเก็บฟันที่ดังกล่าวได้ Bevelander(9) พบว่าในฟันที่แตกหักมีการเจริญของเหงือกครอบฟันมาปกคลุมโพรงประสาทฟันเพื่อป้องกันอันตรายที่เกิดขึ้นกับโพรงประสาทฟัน ร่วมไปกับการพอกพูนของแคลเซียมภายในโพรงประสาทฟัน ทำให้แนวคิดการเก็บฟันธรรมชาติโดยมีเหงือกคลุมทับ (submerged-root concept) ได้รับความนิยมมากยิ่งขึ้นในปี คศ.1960 Helsham(10) ศึกษาอาการทางคลินิกของผู้ป่วย 2,000 คนที่ส่งมาถอนฟันที่เหลือแต่ราก พบว่าผู้ป่วย 1,676 คนไม่มีอาการแสดงใดๆเลยถึงแม้บางคนมีรากฟันอยู่ในปากนานถึง 50 ปีแล้วก็ตาม ผู้ป่วยส่วนน้อยมีอาการปวดฟันซึ่งมักพบในเศษรากฟันที่มีการสัมผัสกับอวัยวะต่างๆในช่องปากโดยตรง

ปี คศ.1968 Lam และ Poon(11) ทำชิ้นเรซินอะคริลิกรูปร่างเหมือนฟันที่ถอนไป แล้วนำไปฝังลงในร่องฟันเดิม พบว่าอัตราและปริมาณการละลายตัวของกระดูกลดลงอย่างชัดเจน ถึงแม้มีอาการอักเสบเรื้อรังและจำเป็นต้องถอนฟันเรซินอะคริลิกออกในผู้ป่วยบางราย เพราะฟันเรซินอะคริลิกฝังขึ้นมาเหนือเหงือก ในปีต่อมา Lam และ Poon(12)ติดตามผลงานวิจัยเดิม พบว่าการละลายตัวของกระดูกที่ฝังฟันเรซินอะคริลิกแตกต่างกันกับกระดูกขากรรไกรที่ถูกถอนฟันไปอย่างชัดเจน

ปี คศ.1972 Lam(13) เปรียบเทียบอัตราการละลายตัวของกระดูก ด้วยการฝังเรซินอะคริลิกบนพลาสติก ฟันซึ่งได้รับการบูรณะด้วยอะมัลกัมก่อนถูกถอนและกระดูกถอนลงไปในเรื่องฟันเดิม

พบว่าอัตราการละลายตัวของกระดูกลดลงอย่างชัดเจน ถึงแม้ว่าในผู้ป่วยบางรายพบวัสดุที่ฝังเข้าไป ใฝ่ขึ้นมาเหนือเหงือกจนจำเป็นต้องเอาออก และพบว่าในกลุ่มผู้ป่วยที่ฝังด้วยปูนปลาสเตอร์พบว่า เหงือกมีอาการอักเสบตลอดเวลา แตกต่างกับกลุ่มผู้ป่วยที่ฝังด้วยกระดูกอ่อนที่มีกระบวนการหายของ แผลอย่างสมบูรณ์

ปี ค.ศ.1973 Herd(14) พบว่าในฟัน 228 ซี่ มีผู้ป่วยที่ไม่พบความผิดปกติจากภาพรังสีถึง 166 ซี่ Herd ได้ให้ข้อสรุปว่าเศษรากฟันที่สัมผัสกับอวัยวะต่างๆในช่องปากโดยตรงมีแนวโน้มในการเกิด อาการปวดฟันมากขึ้น นอกจากนี้ Herd พบว่าฟันทั้ง 166 ซี่ที่ไม่มีอาการแสดงใดๆนั้นยังมีชีวิตอยู่ซึ่ง สันนิษฐานได้ว่าหลังจากที่ฟันได้หักเหลือแต่รากแล้ว มีกระบวนการแทนที่ด้วยเส้นใยเนื้อเยื่อยึดต่อ และมีการซ่อมแซมเนื้อฟันด้วยเคลือบรากฟันมีเซลล์ (cellular cementum) ร่วมกับการตีตันของ โพรงประสาทฟันขณะเดียวกันเหงือกข้างเคียงมาปกปิดเศษรากฟันที่ละน้อย แต่เมื่อใดก็ตามที่เศษราก ฟันกลับมาสัมผัสกับอวัยวะต่างๆในช่องปากโดยตรง จะเกิดการติดเชื้อและการตายของโพรงประสาท ฟันตามมา

ปี ค.ศ.1974 Johnson และคณะ(15) ศึกษาลักษณะเนื้อเยื่อบริเวณที่ทำการปิดส่วนรากฟันที่มี ชีวิตในลิงด้วยวิธีเปิดเยื่อเมือกหุ้มกระดูกชนิดแผ่นเนื้อเยื่อเต็มส่วน (full-thickness mucoperiosteal) มาคลุมทับ พบว่า 1 ปีต่อมารากฟันยังมีชีวิตอยู่และพบการสร้างเคลือบรากฟันทุกภูมิภาคของ โพรง ประสาท แต่พบการละลายของรากฟันได้ในลิงบางตัวและพบว่าส่วนทบเยื่อเมือกด้านแก้มตื้นขึ้น ทำ ให้เป็นปัญหาต่อการใส่ฟันเทียมในอนาคต ขณะที่ Levin และคณะ(16) ศึกษาการฝังรากฟันที่ถูก กำจัดโพรงประสาทฟันออกแต่ไม่ได้รับการรักษารากในสุนัข พบว่าสุนัขส่วนใหญ่ไม่มีอาการแทรกซ้อน ทางคลินิกแต่บางกลุ่มพบอาการอักเสบของรากฟันและพบถุงหนองที่ปลายรากฟัน

ปี ค.ศ. 1975 Guyer(17) พบว่าการฝังรากฟันที่มีชีวิตโดยมีเหงือกคลุมทับในผู้ป่วยส่วนใหญ่ ประสบความล้มเหลวเนื่องจากรากฟันมีการใฝ่ขึ้นมาเหนือเหงือก ซึ่ง Guyer คิดว่าสาเหตุหลักเกิดจาก แรงจากฟันเทียมกดลงบนเหงือกที่คลุมรากฟันไว้มากเกินไป จากแนวคิดเรื่องการเก็บรากฟันธรรมชาติ โดยมีเหงือกคลุมทับพบว่าไม่สามารถคาดคะเนถึงอัตราความสำเร็จได้ ถ้ารากฟันที่เก็บไว้สัมผัสกับ

อวัยวะต่างๆในช่องปากโดยตรงเมื่อใดโอกาสเกิดความล้มเหลวจะมากขึ้นตามมา และพบว่าภายหลังการเย็บปิดแผลส่วนทบเยื่อเมือกด้านแก้มจะตื้นขึ้นเกิดปัญหาต่อการใส่ฟันเทียมตามมา

ขณะที่ในช่วง คศ. 1950 ถึงปี คศ.1970 แนวคิดของความพยายามเก็บรากฟันโดยมีเหงือกคลุมทับ (submerged root concept) เป็นที่นิยมอย่างแพร่หลาย แต่ทันตแพทย์กลุ่มหนึ่งยังคงมีแนวคิดของการเก็บฟันธรรมชาติไว้โดยไม่มีเหงือกมาปกคลุมซึ่งมีมานานกว่า 100 ปี ในปี คศ.1958 Miller(18) กรอเตรียมฟันหลักโดยมนฟันส่วนบนและกรอเตรียมขอบให้มีลักษณะเป็นบ่า (shoulder) ก่อนนำโลหะหุ้มขนาดบางยึดติดเข้าไปกับฟันหลักเพื่อป้องกันการเกิดโรคฟันผุต่อ แล้วหุ้มโลหะลักษณะคล้ายกับครอบฟันเพื่อนำมายึดติดกับฐานฟันเทียมถอดได้ ซึ่ง Miller พบว่าการทำฟันเทียมในลักษณะเช่นนี้ทำให้ฟันหลักที่มีสภาพอ่อนแอมีสภาพแข็งแรงได้

ปี คศ. 1966 Yalisove(19) พบว่าฟันเทียมทับราก (telescope denture) แบบเก่ายึดติดแน่นอยู่บนฟันหลักไม่สามารถหมุนรอบฟันหลักได้ทำให้เกิดความเครียดสะสมบนฟันหลักมากเกินไป จึงเสนอวิธีทำ "Crown and sleeve coping retainer" โดยเว้นช่องว่างบริเวณหนึ่งในสามส่วนของฟันบริเวณใกล้เหงือกของฟันหลัก ทำให้แรงในแนวตั้งสามารถถ่ายทอดลงสู่รากฟันได้โดยตรงแต่เมื่อมีแรงลงบริเวณสันเหงือกทางด้านท้าย พบว่าแรงส่วนใหญ่จะลงบริเวณสันเหงือกด้านท้ายเนื่องจากฟันเทียมสามารถหมุนรอบฟันหลักได้ ดังนั้นความเครียดที่ถ่ายทอดลงบนฟันหลักจึงลดลง

ปี คศ.1969 Lord และ Teel(20) ทำฟันเทียมทับรากโดยใช้เรซินอะคริลิกขัดเซยความแตกต่างของความยึดหยุ่นระหว่างฟันหลักและสันเหงือก โดยกรอฟันหลักให้เกิดขอบของโลหะส่วนคลุม (coping) มีลักษณะรอยตัดเฉียงโค้ง (chamfer) ยึดติดส่วนคลุมกับฟันหลักด้วยซีเมนต์ ส่วนการทำฟันเทียมทับรากคล้ายกับการทำฟันเทียมทั้งปากแต่มีการกรอเรซินอะคริลิกส่วนที่สัมผัสกับฟันหลัก เมื่อตรวจความแนบสนิทของฟันเทียมกับสันเหงือกเป็นที่เรียบร้อยแล้ว จึงเติมเรซินอะคริลิกชนิดแข็งตัวด้วยตัวเองลงใต้ฐานฟันเทียมบริเวณที่เป็นที่อยู่ของฟันหลัก เมื่อเรซินอะคริลิกแข็งตัวเต็มที่แล้วจึงทำการกรอฐานฟันเทียมบริเวณที่สัมผัสกับเหงือกเสรี (free gingiva) เพื่อป้องกันการกดทับเหงือกจนเกิดการอักเสบและยังคงทำให้ฟันเทียมสามารถหมุนตัวได้เล็กน้อย เป็นการกระจายแรงให้ลงสู่ฟันหลักและสันเหงือกในปริมาณที่เท่าๆกัน

ปี คศ. 1973 Brewer และ Feuton(21) แนะนำให้ลดความสูงของฟันหลักที่ฟันเทียมทับรากคร่อมอยู่เพื่อให้อัตราส่วนความสูงของตัวฟันต่อรากฟันดีขึ้น และมีช่องว่างที่เพียงพอต่อการเรียงฟัน และมีความหนาของฟันเทียมที่เพียงพอ ส่วน Perel(22) ให้หลักการเลือกฟันหลักกรณีผู้ป่วยมีสันเหงือกไม่เหมาะสมในการฝังรากเทียม และมีจำนวนฟันหลักไม่เพียงพอต่อการทำฟันเทียมติดแน่นทั้งปาก ควรเลือกฟันหลักที่มีสภาพปริทันต์ที่ดีเพื่อให้เกิดเสถียรภาพแก่ฟันเทียมทับราก ฟันที่โยกเล็กน้อยหรือฟันที่มีการพยากรณ์โรคที่ไม่ชัดเจนสามารถใช้เป็นฟันหลักได้เช่นเดียวกัน ถึงแม้ฟันเหล่านี้จะถูกถอนในอนาคตก็สามารถนำฟันเทียมทับรากเดิมมาเสริมฐานให้ใช้งานได้ ส่วนการกรอเตรียมฟันหลักคล้ายกับการกรอฟันหลักเพื่อทำครอบฟัน ควรให้เกิดความขนานกันที่บริเวณคอฟันและขนานกับแนวการถอดใส่ฟันเทียม เมื่อลองส่วนคลุมในปากเรียบร้อยแล้วยึดส่วนคลุมด้วยดูราเลย์ (duralay) เพื่อป้องกันการขยับขณะถอดส่วนคลุมออกมาขณะพิมพ์ปากเพื่อทำขึ้นหล่อโครงสร้างชั้นบน ซึ่งการทำฟันเทียมด้วยวิธีดังกล่าวพบว่าในสภาวะพัก ฟันหลักต้องไม่มีแรงใดๆมากระทำเพื่อให้อายุการใช้งานของฟันหลักยาวนานมากขึ้น

ปี คศ. 1977 Defranco(23) แบ่งวิธีการกรอเตรียมฟันหลักไว้ ดังนี้

1.กรอแต่งฟันหลักเพียงอย่างเดียว เพื่อกำจัดส่วนคอดเว้า (undercut) ในแนวการถอดใส่ฟันเทียมและกรอลดความสูงในแนวตั้งเพื่อให้มีเนื้อที่เพียงพอสำหรับเรียงฟันบนฟันเทียมทับราก ซึ่งวิธีการนี้เนื้อฟันทั้งหมดสัมผัสโดยตรงกับน้ำลายจึงมีโอกาสเกิดฟันผุได้ง่าย ควรเลือกใช้กับผู้ที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดฟันผุต่ำ

2.กรอแต่งฟันหลักและทำส่วนคลุมอะมัลกัม ใช้ในกรณีฟันหลักมีอาการเสียวหรือมีความเสี่ยงต่อฟันผุสูงแต่โพรงประสาทฟันยังมีสภาพที่สมบูรณ์อยู่

3.รักษารากฟันและบูรณะด้วยอะมัลกัม ในกรณีที่ต้องกรอฟันหลักเพื่อลดความสูงในแนวตั้งลงให้เหลือบริเวณหนึ่งในสามส่วนของตัวฟันเพื่อความสะดวกและความสวยงาม หลังรักษารากฟันเสร็จแล้วบูรณะโดยปิดทางเข้ารากฟันด้วยอะมัลกัม พร้อมขัดเนื้อฟันและอะมัลกัมให้เรียบเสมอกันเพื่อป้องกันการเกาะติดของคราบจุลินทรีย์ ข้อดีของการเตรียมฟันหลักด้วยวิธีนี้คือการลดความสูงของตัวฟันจนเกือบถึงระดับเหงือกทำให้อัตราส่วนความยาวของตัวฟันต่อรากฟันลดลง

4.รักษารากฟันและบูรณะด้วยส่วนคลุมโลหะเหวี่ยง (metal cast coping) การเตรียมฟันหลักด้วยวิธีนี้คล้ายกับการเตรียมฟันหลักด้วยวิธีในข้อสาม แต่การบูรณะปิดทางเข้ารากฟันด้วยส่วนคลุม

โลหะเหวี่ยงเพื่อป้องกันการเกิดโรคฟันผุบริเวณเนื้อฟันโดยให้ขอบของส่วนคลุมสิ้นสุดที่เคลือบรากฟัน รูปร่างของส่วนคลุมมีลักษณะคล้ายรูปโดมและมีเดือยฟันลงไปในรากฟัน

5.รักษารากฟันและใช้สลักยึดร่วมด้วย การเตรียมฟันหลักวิธีนี้ให้เสถียรภาพแก่ฟันเทียมและแรงยึดอยู่โดยอาศัยสลักยึดในฟันหลัก แต่เนื่องจากอัตราส่วนความสูงของตัวฟันต่อรากฟันมากกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับกรอเตรียมฟันด้วยส่วนคลุมรูปโดม ดังนั้นจึงจำเป็นต้องทำเดือยฟันลงไปในรากฟันให้ยาวมากกว่าเดิม

ในปี คศ. 1984 Winkler และ Wongthai(24) กล่าวว่าฟันเทียมทับรากนอกจากช่วยชะลอการละลายตัวของกระดูกแล้ว ยังเป็นวิธีหนึ่งในการรักษาสำหรับผู้ป่วยที่มีความผิดปกติตั้งแต่กำเนิดโดยไม่จำเป็นต้องกรอเตรียมฟันหลักเพียงใช้ซี่ฝังปิดส่วนว่างก่อนทำฟันเทียมทับรากไว้เท่านั้น ในการเลือกฟันหลักต้องพยายามใช้ฟันหลักให้มากที่สุดเท่าที่ทำได้ โดยควรมีฟันหลักอย่างน้อยด้านละ 1 ซี่

รากฟันที่มีฟันเทียมทับรากคร่อมทับมีความสามารถในการปรับความสมดุลของกรดและต่างในช่องปากลดลง ทำให้กรดต่างๆเข้าไปทำลายฟันได้มากขึ้น Keltjens และคณะ(25) แนะนำให้ใช้กรดกัดเนื้อฟัน ล้างให้สะอาด เป่าให้แห้งแล้วทาด้วยสารยึดติดเนื้อฟัน (dentin bonding agent) เนื่องจากหลังจากการกรอเตรียมฟันหลักที่มีฟันเทียมทับรากบริเวณเนื้อฟันเกิดขึ้นสเมียร์ (smear layer) และเกิดการเปิดของหลอดฝอยในเนื้อฟัน (dentinal tubule) การทาไพรเมอร์ (primer) หลากๆรอบภายหลังจากการใช้กรดกัดพร้อมกับการใช้ลมนเป่าเบาๆ เพื่อให้สารละลายในไพรเมอร์ระเหยออกไปจะเป็นการปิดหลอดฝอยในเนื้อฟันได้

เป็นที่ยอมรับโดยทั่วไปแล้วว่าควรเก็บรักษาฟันหลักซึ่งเป็นฟันธรรมชาติไว้ให้มากและนานที่สุด แม้ฟันหลักเหล่านั้นมีปัญหาเรื่องโรคปริทันต์และโรคฟันผุอันเนื่องมาจากเศษอาหารที่ติดอยู่ใต้ฟันเทียม แต่ถ้าทันตแพทย์เน้นย้ำถึงวิธีการดูแลรักษาสุขภาพช่องปากอย่างสม่ำเสมอ พบว่าอัตราความสำเร็จในการรักษามากขึ้น(26) ในทางตรงกันข้ามพบว่าแม้มีการเน้นย้ำเรื่องการดูแลสุขภาพช่องปากเป็นอย่างดีแล้ว Toolson และคณะ(27) พบว่าในฟันหลักซึ่งเป็นฟันธรรมชาติทั้งหมด 233 ซี่ มีโอกาสเกิดโรคฟันผุสูงถึงร้อยละ 19-34 เช่นเดียวกับ Ettinger และคณะ(28) พบว่าในฟันหลัก 679 ซี่มีฟันผุถึงร้อยละ 23 และมีฟันหลักที่ต้องรักษารากถึงร้อยละ 16 Mericske(29) แนะนำให้ทำส่วนคลุมปิดเนื้อฟันทั้งหมดพบว่าสามารถลดอัตราการเกิดโรคฟันผุเหลือเพียงร้อยละ 6 แต่ถ้าทันตแพทย์ไม่สามารถกระตุ้นให้ผู้ป่วยดูแลสุขภาพช่องปากอย่างถูกสุขอนามัย ความล้มเหลวจากการทำฟันเทียมทับรากสูงขึ้นตามมาจนในที่สุดฟันหลักซึ่งเป็นฟันธรรมชาติจำเป็นต้องถอนหมด เกิดปัญหามากมายจากฟันเทียมทั้งปากที่หลวมหลุดง่าย จนถึงราว ปี คศ.1950 Branemark ค้นพบการฝังรากเทียมในกระดูกขากรรไกรมนุษย์เป็นผลสำเร็จ จึงมีการศึกษารากเทียมอย่างกว้างขวางรวมถึงการใช้รากเทียม

เป็นฟันหลักในฟันเทียมทับรากทั้งฟันหลักซึ่งเป็นฟันธรรมชาติหรือฟันหลักที่เป็นรากเทียมเพื่อให้
 ขากรรไกรสามารถคงสภาพกระดูกรองรับฟันหลักไว้ได้และให้การยึดอยู่ที่ดีแก่ฟันเทียม

Kimoto และ Garrett(30) ทดสอบประสิทธิภาพการบดเคี้ยวถั่วและแครอทในผู้ป่วยที่ใส่ฟัน
 เทียมทั้งปากและฟันเทียมทับราก โดยแบ่งกลุ่มผู้ป่วยออกเป็น 3 กลุ่มตามความสูงสันเหงือก กลุ่ม
 ผู้ป่วยที่มีสันเหงือกแบนราบมีความสูงน้อยกว่า 21 มิลลิเมตร กลุ่มผู้ป่วยที่มีสันเหงือกสูงปานกลางคือ
 มีความสูง 21-28 มิลลิเมตรและกลุ่มผู้ป่วยที่มีสันเหงือกสูงกว่า 28 มิลลิเมตร ช่วงระยะเวลาในการ
 ทดลอง 6 เดือน พบว่าในกลุ่มผู้ป่วยที่มีสันเหงือกแบนราบและใส่ฟันเทียมทับรากซึ่งใช้รากเทียม 2 ตัว
 ยึดกันด้วยเฮเดอร์บาร์ (hader bar) มีประสิทธิภาพดีกว่าฟันเทียมทั้งปากอย่างชัดเจน ส่วนผู้ป่วยที่มี
 สันเหงือกสูงปานกลางและสันเหงือกสูง พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างชัดเจนระหว่างผู้ป่วยที่ใส่ฟัน
 เทียมทับรากและผู้ป่วยที่ใส่ฟันเทียมทั้งปาก เนื่องจากในผู้ป่วยที่มีสันเหงือกเตี้ยและใส่ฟันเทียมทั้ง
 ปากพบว่าเสถียรภาพและการยึดอยู่สูญเสียไป แต่ในผู้ป่วยที่ใส่ฟันเทียมทับรากซึ่งใช้รากเทียม 2 ตัว
 ยึดกันด้วยเฮเดอร์บาร์เป็นตัวคอยให้เสถียรภาพและการยึดอยู่ที่เพียงพอแก่ฟันเทียม ส่วนในผู้ป่วยที่มี
 สันเหงือกปานกลางและสูงมีเสถียรภาพและการยึดอยู่ที่เพียงพอ และไม่แตกต่างกับผู้ป่วยซึ่งใช้ราก
 เทียม 2 ตัวซึ่งยึดกันด้วยเฮเดอร์บาร์ เช่นเดียวกับ Pera และคณะ(31) เปลี่ยนฟันเทียมทั้งปากของ
 ผู้ป่วย 12 คนเป็นฟันเทียมทับรากซึ่งใช้รากเทียม 2 ตัวเป็นส่วนยึดชนิดบอล โดยทดสอบประสิทธิภาพ
 ฟันเทียมทั้งก่อนและหลังรักษาด้วยการเคี้ยววัสดุพิมพ์ปากออปโทซิล (Optosil) ภายหลังจากการ
 รักษาผู้ป่วยสามารถเคี้ยวออปโทซิลได้ละเอียดมากขึ้น และใช้จำนวนครั้งในการเคี้ยวให้ออปโทซิลมี
 ขนาดเล็กลดลงครึ่งหนึ่งของผู้ป่วยที่ใส่ฟันเทียมทั้งปาก นอกจากนั้นพบว่าผู้ป่วยฟันเทียมทั้งปากบาง
 คนไม่สามารถเคี้ยวออปโทซิลให้มีขนาดเล็กลงได้(32) แสดงว่าในผู้ป่วยสันเหงือกเตี้ยที่ใส่ฟันเทียมทั้ง
 ปากบางรายเคี้ยวอาหารได้ไม่ละเอียดพอ ต่อมามีปัญหาด้านโภชนาการตามมาแตกต่างไปจากภาย
 หลังการเปลี่ยนฟันเทียมทั้งปากเป็นฟันเทียมทับรากซึ่งใช้รากเทียมเป็นฟันหลัก พบว่าผู้ป่วยมีภาวะ
 โภชนาการที่ดีขึ้นอย่างเห็นได้ชัด ถึงแม้ฟันเทียมทับรากเทียมเพียงตัวเดียวบริเวณแนวกระดูกประสาน
 (symphysis) พบว่าผู้ป่วยส่วนใหญ่มีความพึงพอใจมากกว่าการใส่ฟันเทียมทั้งปากและผู้ป่วยสามารถ
 ปรับตัวเข้ากับฟันเทียมทับรากซึ่งใช้รากเทียมเพียงตัวเดียวได้อย่างรวดเร็ว(33) อย่างไรก็ตามการใช้
 รากเทียมเพียงตัวเดียวได้ให้การยึดอยู่แก่ฟันเทียมเท่านั้น แต่เสถียรภาพไม่มั่นคงพบการหมุนของฟัน

เทียมได้ จึงแนะนำให้มีการขยายขอบเขตฟันเทียมให้ยาวมากที่สุดเท่าที่จะทำได้เพื่อให้ได้เสถียรภาพที่ดีที่สุด(34)

แต่ Fortijn-Tekamp(35) แย้งว่าประสิทธิภาพในการบดเคี้ยวและความพึงพอใจของผู้ป่วยสั้นเหงือกสูงที่ใส่ฟันเทียมทั้งปากมีมากกว่าผู้ป่วยที่ใส่ฟันเทียมทับรากซึ่งใช้รากเทียมเป็นฟันหลัก แต่มีข้อน่าสังเกตว่าผู้ป่วยส่วนใหญ่ที่ไม่พอใจในฟันเทียมทับรากซึ่งใช้รากเทียมเป็นฟันหลัก เนื่องจากมีปัญหาเรื่องเศษอาหารติดใต้ฐานฟันเทียมโดยเฉพาะผู้ป่วยที่ใช้ส่วนยึดชนิดบาร์ นอกจากนี้ Garrett(36) พบว่าจำนวนครั้งที่ใช้ในการเคี้ยวอาหารให้มีขนาดเล็กลงครึ่งหนึ่งในผู้ป่วยที่ใส่ฟันเทียมทั้งปากและผู้ป่วยที่ใส่ฟันเทียมทับรากซึ่งใช้รากเทียมเป็นฟันหลักไม่แตกต่างกันอย่างชัดเจน

ผู้ป่วยที่มีสันเหงือกแบนราบส่วนใหญ่ทันตแพทย์มักประสบปัญหาในการทำฟันเทียมทั้งปากให้เป็นอันพึงพอใจแก่ผู้ป่วย และบ่อยครั้งพบว่าถึงแม้ทำฟันเทียมทั้งปากดีเพียงใดก็ไม่สามารถให้การยึดอยู่และเสถียรภาพที่ดีเพียงพอได้ ในปี ค.ศ. 2002 McGill แนะนำว่าการใส่ฟันเทียมล่างด้วยการใส่รากเทียม 2 ตัวเป็นวิธีที่เหมาะสมที่สุด(37) แต่สิ่งสำคัญยิ่งกว่าคือความพยายามเก็บฟันธรรมชาติที่เหลืออยู่ให้เป็นฟันหลักในฟันเทียมทับรากดีกว่าการถอนฟันที่เหลืออยู่แล้วทำฟันเทียมทั้งปาก

Van kampen(38) ทดสอบผู้ป่วยที่ฝังรากเทียม 2 ตัวก่อนต่อส่วนยึดชนิดบาร์ ส่วนยึดชนิดบอลและส่วนยึดชนิดแม่เหล็ก พบว่าในผู้ป่วยที่ทำการรักษาด้วยส่วนยึดชนิดบอลและส่วนยึดชนิดบาร์มีประสิทธิภาพในการเคี้ยวออฟโทซิลไม่แตกต่างกัน และจำนวนครั้งในการเคี้ยวอาหารก่อนกลืนไม่แตกต่างกัน ส่วนผู้ป่วยที่รักษาด้วยส่วนยึดชนิดแม่เหล็กมีประสิทธิภาพในการบดเคี้ยวน้อยที่สุด เช่นเดียวกับ Bakke(39) พบว่าการเปลี่ยนฟันเทียมทั้งปากเป็นฟันเทียมทับรากที่มีส่วนยึดชนิดบาร์และส่วนยึดชนิดบอล ทำให้ความสามารถในการบดเคี้ยวพอกันและความพึงพอใจของผู้ป่วยมากกว่าตอนใส่ฟันเทียมทั้งปาก นอกจากนี้ Pan และคณะ(40) พบว่าในผู้ป่วยเพศหญิงที่ใส่ฟันเทียมทั้งปากมีความพึงพอใจต่อฟันเทียมเดิมน้อยกว่าผู้ป่วยเพศชาย เนื่องจากการหลวมของฟันเทียมทั้งปากส่งผลโดยตรงต่อความสวยงาม และเมื่อได้เปลี่ยนเป็นฟันเทียมทับรากที่มีรากเทียมเป็นฟันหลักพบว่าทั้งสองเพศมีความพึงพอใจมากขึ้นและไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

แต่ Timmerman และคณะ(41) ศึกษาความพึงพอใจของผู้ป่วย 3 กลุ่มได้แก่ผู้ป่วยที่ฝังรากเทียม 2 ตัวต่อด้วยส่วนยึดชนิดบอล ผู้ป่วยที่ฝังรากเทียม 2 ตัวต่อด้วยส่วนยึดชนิดบาร์และผู้ป่วยที่ฝังรากเทียม 4 ตัวต่อด้วยส่วนยึดชนิดบาร์ 3 ตัว พบว่าเมื่อเวลาผ่านไป 8 ปี ผู้ป่วยที่ฝังรากเทียม 2 ตัวต่อด้วยส่วนยึดชนิดบาร์มีความพึงพอใจสูงสุด เช่นเดียวกับ Walton(42) พบว่าผู้ป่วยที่ใส่ส่วนยึดชนิดบอลต้องซ่อมแซมฟันเทียมบ่อยครั้งกว่า เนื่องจากส่วนยึดชนิดบอลมีการหลวมมากกว่าในผู้ป่วยที่ใส่ส่วนยึดชนิดบาร์และต้องมาพบทันตแพทย์ด้วยอาการหลวมของส่วนยึด ซึ่งแก้ไขได้โดยง่ายด้วยการปรับคลิปลโลหะ (metal clip) ให้กระชับมากขึ้น Van Kampen และคณะ(43) ศึกษาค่าแรงยึดอยู่พบว่าผู้ป่วยที่ใช้ส่วนยึดชนิดบาร์และส่วนยึดชนิดบอล ต้องใช้แรงในการถอดฟันเทียมทับรากมากกว่าผู้ป่วยที่ใช้ส่วนยึดชนิดแม่เหล็ก

ในปัจจุบันการทำฟันเทียมทับรากบนรากเทียม 2 ตัวมีอยู่ 2 วิธี คือการใช้รากเทียมที่ยึดติดฟันหลักเข้าไว้ด้วยกันดอลเดอร์บาร์ (dolder bar)(44) โดยใช้ตะขอลวด (wrought wire) ที่มีหน้าตัดเป็นรูปไข่ขนาด 3 มิลลิเมตร โดยส่วนที่โค้งมนจะอยู่ติดกับสันเหงือกว่าง ส่วนของสลีฟ (sleeve) อยู่ใต้ฐานฟันเทียมทับรากทำมาจากโลหะผสมทองมีความหนา 0.2 มิลลิเมตร ขณะอยู่ระยะพักพบว่าช่องว่างในแนวตั้งประมาณ 1 มิลลิเมตรระหว่างส่วนของสลีฟและส่วนบนของบาร์ ทำให้สามารถเกิดการเคลื่อนที่อย่างอิสระของฟันเทียมทับรากได้ 3 ทิศทาง ได้แก่ การเคลื่อนที่ในแนวตั้ง การเคลื่อนที่ในแนวด้านข้าง และการหมุนรอบบาร์ ช่องว่างดังกล่าวทำให้ฟันเทียมสามารถเคลื่อนที่ได้ประมาณ 10 องศาขึ้นอยู่กับความยืดหยุ่นของปีกพลาสติกที่ให้แรงยึดอยู่

ส่วนอีกวิธีเป็นการใช้รากเทียมที่ไม่ยึดติดฟันหลักเข้าไว้ด้วยกัน โดยการใช้โอริงเพื่อชดเชยความแตกต่างของความยืดหยุ่นระหว่างสันเหงือกว่างกับรากเทียม Winkler และคณะ(45) แนะนำให้สร้างหลักยึดสำหรับโอริงติดไว้กับฟันหลักซึ่งส่วนใหญ่ทำมาจากโลหะผสมไทเทเนียมหรือโลหะเหวี่ยงมีสกุล การเลือกใช้ขนาดของหลักยึดสำหรับโอริงขึ้นอยู่กับความหนาของเนื้อเยื่ออ่อนที่อยู่ล้อมรอบตัวฟันหลักและขอบเขตของหลักยึดสำหรับโอริง ควรอยู่เหนือเหงือกประมาณ 1 มิลลิเมตร ส่วนโอริงที่ทำมาจากซิลิโคนจะอยู่ใต้ฐานฟันเทียมทับรากซึ่งมิให้เคลื่อนที่หลายสีตามขนาดค่าแรงยึดอยู่ที่ต้องการ แต่สำหรับในขั้นตอนการสร้างฟันเทียมทับรากในห้องปฏิบัติการใช้โอริงถ่ายโอน (transfer ring) เพื่อ

ความสะดวกในการอัดเรซินอะคริลิกได้ฐานฟันเทียมทับราก และต้องทำการเปลี่ยนโอริงก่อนลงกับผู้ป่วย Winkler พบว่าถึงแม้การใช้โอริงทำได้ง่าย ค่าใช้จ่ายน้อยและไม่จำเป็นต้องสร้างชั้นหล่อโครงสร้างชั้นบน แต่พบว่าความล้มเหลวส่วนใหญ่ของฟันเทียมทับรากเกิดจากความไม่ขนานของหลักยึดสำหรับโอริง ทำให้เกิดโอกาสเสี่ยงในการแตกหักบริเวณคอกของหลักยึดและเกิดการสึกของโอริง

บ่อยครั้งพบว่าฟันหลักที่เหลืออยู่มีการเรียงตัวไม่ไปในทิศทางเดียวกัน ทำให้เกิดปัญหาในการทำฟันเทียมทับรากเนื่องจากแนวการเรียงตัวของรากเทียมไม่ไปในทิศทางเดียวกับแนวการถอดใส่ฟันเทียมทับราก ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงทำการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบค่าแรงยึดอยู่ของฟันเทียมบนหลักยึดเฉพาะบุคคลชนิดดัดแปลงที่มีความสอดคล้องแตกต่างกัน

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบค่าแรงยึดอยู่ของฟันเทียมบนหลักยึดเฉพาะบุคคลก่อนและหลังวงจรถอดใส่
2. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบค่าแรงยึดอยู่ของฟันเทียมบนหลักยึดเฉพาะบุคคลชนิดดัดแปลงที่มีความสอดคล้องแตกต่างกันก่อนวงจรถอดใส่
3. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบค่าแรงยึดอยู่ของฟันเทียมบนหลักยึดเฉพาะบุคคลชนิดดัดแปลงที่มีความสอดคล้องแตกต่างกันภายหลังวงจรถอดใส่
4. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของค่าแรงยึดอยู่ก่อนและหลังวงจรถอดใส่ของหลักยึดเฉพาะบุคคลชนิดดัดแปลงที่มีความสอดคล้องแตกต่างกัน

ขอบเขตการวิจัย

โดยทั่วไปการแก้ไขความไม่ขนานกันของรากเทียมทั้งสองตัวในทางคลินิก ทำโดยสร้างหลักยึดให้ขนานกันเพื่อชดเชยความไม่ขนานกันของรากเทียม แต่หลักยึดในงานวิจัยนี้ออกแบบให้ส่วนของรากเทียมและหลักยึดเป็นชิ้นเดียวกันเพื่อป้องกันการหลวมหลุดของสกรู และงานวิจัยนี้เป็นการศึกษาเปรียบเทียบค่าแรงยึดอยู่ของฟันเทียมบนหลักยึดเฉพาะบุคคลชนิดดัดแปลงเท่านั้น จึงไม่มีความจำเป็นต้องสร้างรากเทียมและหลักยึดให้ไม่ขนานกันและกัน โดยมีระยะห่างระหว่างรากเทียมทั้ง

สอง 22 มิลลิเมตร ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยของระยะห่างระหว่างฟันซี่ยาวทั้งสองซี่(46) จากนั้นวัดค่าแรงยึดอยู่ที่เปลี่ยนแปลงไปในแม่แบบที่มีการเตรียมส่วนหลักยึดด้วยวิธีต่างๆทั้งก่อนและหลังการถอดใส่จำนวน 480 ครั้ง ซึ่งเปรียบเสมือนการถอดใส่ฟันเทียมเป็นระยะเวลา 4 เดือนโดยเฉลี่ยมีการถอดใส่วันละ 4 ครั้ง(47) โดยใช้เครื่องทดสอบอเนกประสงค์ (instron universal testing machine) ทดสอบค่าแรงยึดอยู่ขณะทำการดึงขึ้นงานออกเพื่อให้การทดลองใกล้เคียงสภาวะในช่องปากมากที่สุด จึงทำการทดลองโดยการถอดใส่ชิ้นงานโดยอาศัยอุปกรณ์นำแนว (jig) ช่วยในการใส่ชิ้นงานให้ลงตำแหน่งเดิมเสมอ และการทดลองโดยผู้ทำวิจัยเพียงคนเดียวตลอดการวิจัยเพื่อลดความผิดพลาดให้น้อยที่สุด

ข้อจำกัดของการวิจัย

การศึกษานี้เป็นการทดลองในห้องปฏิบัติการ แต่ในทางคลินิกการเปลี่ยนแปลงของค่าแรงยึดอยู่ ขึ้นอยู่กับลักษณะการถ่ายทอดแรงจากการบดเคี้ยวที่มีจำนวนมากในแต่ละวัน (cyclic loading) ซึ่งปัจจัยดังกล่าวมีผลโดยตรงต่อการเปลี่ยนแปลงของค่าแรงยึดอยู่ของรากเทียมที่มีการเตรียมหลักยึดในแบบต่างๆ นอกจากนั้นสภาวะในช่องปากที่มีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิสลับไปมาอยู่ตลอดเวลา แต่ในการทดลองไม่สามารถทำเทอร์โมไซคลิง (thermo cycling) ไปพร้อมกับการทดสอบดึงเข้าออกได้

คำถามการวิจัย

- 1.การทดสอบโดยผ่านวงจรถอดใส่มีผลต่อค่าแรงยึดอยู่ของฟันเทียมบนหลักยึดเฉพาะบุคคล แตกต่างจากการทดสอบโดยไม่ผ่านวงจรถอดใส่หรือไม่
- 2.หลักยึดเฉพาะบุคคลชนิดดัดแปลงที่มีความสอดคล้องแตกต่างกัน มีผลต่อค่าแรงยึดอยู่ก่อนวงจรถอดใส่ชิ้นงาน 480 รอบแตกต่างกันหรือไม่
- 3.หลักยึดเฉพาะบุคคลชนิดดัดแปลงที่มีความสอดคล้องแตกต่างกัน มีผลต่อค่าแรงยึดอยู่ภายหลังวงจรถอดใส่ชิ้นงาน 480 รอบแตกต่างกันหรือไม่
- 4.หลักยึดเฉพาะบุคคลชนิดดัดแปลงที่มีความสอดคล้องแตกต่างกัน มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของค่าแรงยึดอยู่ก่อนและหลังวงจรถอดใส่ที่แตกต่างกันหรือไม่

การออกแบบการวิจัย

การวิจัยเชิงทดลองในห้องปฏิบัติการ (laboratory experimental research)

สมมุติฐานการวิจัย

1. ค่าแรงยึดอยู่ของฟันเทียมบนหลักยึดเฉพาะบุคคลก่อนและหลังวงจรถอดใส่ มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความน่าเชื่อถือร้อยละ 95

2. ค่าแรงยึดอยู่ของฟันเทียมบนหลักยึดเฉพาะบุคคลชนิดดัดแปลงที่มีความพอดีแตกต่างกันก่อนวงจรถอดใส่ มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความน่าเชื่อถือร้อยละ 95

3. ค่าแรงยึดอยู่ของฟันเทียมบนหลักยึดเฉพาะบุคคลชนิดดัดแปลงที่มีความพอดีแตกต่างกันภายหลังวงจรถอดใส่ มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความน่าเชื่อถือร้อยละ 95

4. การเปลี่ยนแปลงของค่าแรงยึดอยู่ก่อนและหลังวงจรถอดใส่ของหลักยึดเฉพาะบุคคลชนิดดัดแปลงที่มีความพอดีแตกต่างกัน มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความน่าเชื่อถือร้อยละ 95

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบถึงวิธีการเตรียมส่วนหลักยึดในรากเทียมที่มีความไม่ขนานกัน ด้วยหลักยึดที่มีการเปลี่ยนแปลงของค่าแรงยึดอยู่ที่น้อยที่สุด

2. ทราบถึงปริมาณแรงยึดอยู่ที่เหมาะสม ในการเตรียมส่วนหลักยึดด้วยหลักยึดเฉพาะบุคคล

3. เป็นข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาเรื่องการแก้ไขความไม่ขนานของรากเทียมต่อไปในอนาคต

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ที่มา แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง สามารถจำแนกเป็นหัวข้อต่างๆได้ดังต่อไปนี้

ความหมายและความสำคัญของฟันเทียมที่บรากที่ใช้รากเทียมเป็นฟันหลัก

ปัญหาที่เกิดจากการฝังรากเทียมที่ไม่มีความขนานกัน

การเตรียมหลักยึดในการแก้ไขความไม่ขนานกันของรากเทียม

วัสดุบุผิวอย่างนิ่ม (resilient liner)

ความล้มเหลวจากการใช้งานวัสดุบุผิวอย่างนิ่ม

ปัจจัยที่มีผลต่อการยึดอยู่ของฟันเทียมที่บราก

ความหมายและความสำคัญของฟันเทียมที่บรากที่ใช้รากเทียมเป็นฟันหลัก

ในปัจจุบันผู้ป่วยสามารถรักษาฟันธรรมชาติไว้ใช้งานได้ยาวนานมากขึ้น(48) มีผู้ป่วยฟันเทียมทั้งปากน้อยลงในโรงเรียนทันตแพทย์ต่างๆ ทำให้ทันตแพทย์ส่วนใหญ่มีความเชื่อว่าในอนาคตแนวโน้มของผู้ป่วยฟันเทียมทั้งปากลดลง(49) แต่จากการคำนวณทางสถิติพบว่าแนวโน้มผู้ป่วยที่ต้องการทำฟันเทียมทั้งปากเพิ่มขึ้นจาก 33.6 ล้านคนในปี คศ.1991 มาเป็น 37.9 ล้านคนในปี คศ.2020 โดยจำนวนฟันเทียมทั้งปากเพิ่มขึ้นจาก 53.8 ล้านชิ้นในปี คศ.1991 มาเป็น 61 ล้านชิ้นในปี คศ.2020(50) ดังนั้นในอนาคตความรู้เกี่ยวกับการทำฟันเทียมทั้งปากยังคงมีความสำคัญอย่างยิ่ง แต่ด้วยข้อจำกัดทางกายวิภาคของสันเหงือกในผู้ป่วยบางรายที่ไม่สามารถทำให้ฟันเทียมทั้งปากให้เป็นที่พึงพอใจแก่ผู้ป่วยได้ การใช้รากเทียมเป็นหลักยึดในฟันเทียมที่บรากจึงเป็นงานท้าทายสำหรับการรักษาในปัจจุบัน

ระยะเริ่มแรกของการใช้รากเทียมเป็นหลักยึดในฟันเทียมทับราก Branemark แนะนำให้ใช้รากเทียมจำนวน 6 ตัวฝังบริเวณหน้าต่อเส้นประสาทเมนทัล (mental nerve) เพื่อรองรับฟันเทียมทั้งปากโดยมีแท่งโลหะหล่อต่อไปด้านหลังในลักษณะเป็นคานยื่น (cantilever) ถึงแม้ว่าในระยะเวลาต่อมา มีความพยายามลดจำนวนรากเทียมให้เหลือเพียง 4-5 ตัวเพื่อรองรับฟันเทียมทั้งปาก(51) แต่อย่างไรก็ตามการลดจำนวนรากเทียมยิ่งเพิ่มความล้มเหลวทางกลศาสตร์ของฟันเทียมมากขึ้น(52) และต้องมีการเว้นช่องว่างใต้ฐานฟันเทียมเพื่อให้ผู้ป่วยสามารถทำความสะอาดได้ง่ายขึ้น

ปัจจัยที่ใช้แบ่งประเภทของฟันเทียมทับรากมี 3 ปัจจัย คือ

1. สิ่งรองรับ (support)

1.1 ฟันเทียมทับรากที่ใช้สันเหงือกกว้างเป็นสิ่งรองรับ

ตัวฟันธรรมชาติหรือรากเทียมทำหน้าที่ให้เกิดการยึดอยู่กับฟันเทียมทับรากเท่านั้น ส่วนเสถียรภาพของฟันเทียมขึ้นอยู่กับการออกแบบฟันเทียมทับรากของทันตแพทย์เอง ฟันเทียมในลักษณะนี้พบว่าฟันเทียมทับรากสามารถเคลื่อนที่ได้เมื่อมีแรงบิดเคี้ยว การชดเชยความแตกต่างของความยืดหยุ่นระหว่างสันเหงือกกว้างกับฟันหลักหรือรากเทียมมีหลายวิธี อาทิเช่น การใช้ซี่ฝังกันระหว่างบารกับคัลลิปโลหะชนิดอะคริลิก การใส่วัสดุบุผิวอย่างนี้มีได้ฐานฟันเทียมทับรากหรือการใช้โอรังชนิดต่างๆได้ฐานฟันเทียมทับราก เมื่อแรงบิดเคี้ยวมากกระทำต่อฟันเทียมทับรากแรงทั้งหมดจะถ่ายทอดลงบนสันเหงือกเท่านั้น มักใช้ในกรณีที่ผู้ป่วยมีปัญหาค่าใช้จ่ายและมีข้อจำกัดทางด้านกายภาพทำให้ไม่สามารถฝังรากเทียมในบางตำแหน่งได้หรือจำนวนฟันธรรมชาติเหลืออยู่ไม่เพียงพอ การทำฟันเทียมทับรากชนิดนี้ควรมีการขยายขอบเขตของฐานฟันเทียมให้มากที่สุดเหมือนกับฟันเทียมทั้งปากแบบดั้งเดิม

1.2 ฟันเทียมทับรากที่ใช้ฟันหลักและสันเหงือกกว้างเป็นสิ่งรองรับ

ฟันธรรมชาติหรือรากเทียมนอกจากทำหน้าที่ให้เกิดการยึดอยู่กับฟันเทียมทับรากแล้ว ยังมีหน้าที่ให้การรองรับฟันเทียมทับรากเมื่อมีแรงบิดเคี้ยวมากกระทำต่อฟันเทียมทับรากนั้น แรงบิดเคี้ยวจะ

กระจายลงไปสันเหงือกและฟันธรรมชาติหรือรากเทียม ซึ่งอัตราส่วนของการกระจายแรงสามารถปรับเปลี่ยนได้โดยทันตแพทย์ ขึ้นอยู่กับจำนวนฟันธรรมชาติหรือรากเทียมที่เหลืออยู่

1.3 ฟันเทียมทับรากที่ใช้ฟันหลักเป็นสิ่งรองรับ

เป็นฟันเทียมทับรากที่มีฟันธรรมชาติหรือรากเทียม ทำหน้าที่ให้การยึดอยู่และการรองรับทั้งหมดโดยไม่มีแรงบิดเคี้ยวถ่ายทอดลงสู่สันเหงือกเลย ช่วยลดปัญหาความแตกต่างของความยืดหยุ่นระหว่างสันเหงือกกับฟันธรรมชาติหรือรากเทียม แต่จำนวนฟันหลักหรือรากเทียมต้องมากพอในการรับแรงบิดเคี้ยวทั้งหมด และเนื่องจากไม่มีแรงลงมากกระทำที่สันเหงือกจึงสามารถลดความยาวของฐานฟันเทียมทับรากได้

2. การยึดอยู่ (retention)

การยึดอยู่ในฟันธรรมชาติหรือรากเทียมได้มาจากความขนานของฟันหลักหรือส่วนคลุมความยืดหยุ่นของโอริงในส่วนยึดชนิดบอล หรือคลิปลโลหะและคลิปลพลาสติกในส่วนยึดชนิดบาร์ ซึ่งค่าแรงยึดอยู่ขึ้นอยู่กับขนาดของยางหรือการปรับคลิปล

3. เสถียรภาพ (Stability)

เสถียรภาพของฟันเทียมทับรากเกิดจากความแนบสนิทด้านข้างของฟันเทียมทับรากกับตัวฟันธรรมชาติหรือรากเทียม ในกรณีที่ใช้วัสดุที่มีความยืดหยุ่นระหว่างด้านข้างของฟันธรรมชาติหรือรากเทียมกับฟันเทียมทับราก ทำให้ฟันเทียมมีเสถียรภาพน้อยลงแต่ฟันเทียมสามารถเคลื่อนที่และหมุนได้มากกว่า เหมาะสมในกรณีที่ฟันเทียมทับรากที่ใช้สันเหงือกกว้างเป็นสิ่งรองรับหรือฟันเทียมทับรากที่ใช้ฟันหลักและสันเหงือกกว้างเป็นสิ่งรองรับ

ถึงแม้การใส่ฟันเทียมล่างทับรากเทียม 2 ตัวเป็นวิธีที่เหมาะสมที่สุด แต่ตำแหน่งในการฝังรากเทียมทั้งสองตัวต้องคำนึงถึงลักษณะทางกายวิภาคของขากรรไกร และความหนาแน่นของกระดูกในตำแหน่งต่าง ๆ ร่วมด้วย โดยทั่วไปกระดูกขากรรไกรแบ่งเป็น 4 ตำแหน่ง(53) ดังนี้

- 1.) ตำแหน่งฟันหน้าบนประกอบไปด้วยฟันหน้าบน 6 ซี่ และฟันกรามน้อยซี่ที่หนึ่งอีก 2 ซี่ เรียกว่า “traumatic zone” ขอบเขตด้านหลังอยู่หลังฟันกรามน้อยซี่ที่หนึ่ง เนื่องจากเป็นกระดูกด้านหน้าของโพรงอากาศของขากรรไกรบน (maxillary sinus) และเป็นตำแหน่งที่ได้รับการบาดเจ็บจากอุบัติเหตุต่างๆได้ง่าย
- 2.) ตำแหน่งฟันหลังบน ขอบเขตตั้งแต่ฟันกรามน้อยซี่ที่ 2 ถึงแผ่นเทอริกอยด์ (pterygoid plate) ซึ่งกระดูกบริเวณนี้เป็นที่อยู่ของโพรงอากาศของขากรรไกรบน ดังนั้นการฝังรากเทียมบริเวณนี้ต้องคำนึงถึงการห้อยย้อยของโพรงอากาศของขากรรไกรบน และการละลายตัวในแนวตั้งของกระดูกบริเวณดังกล่าว
- 3.) ตำแหน่งฟันหน้าล่าง ประกอบไปด้วยฟันหน้าล่างทั้ง 6 ซี่ และฟันกรามน้อยซี่ที่หนึ่ง ซึ่งขอบเขตอยู่ด้านหน้าต่อรูขี้ค้างคาว
- 4.) ตำแหน่งฟันหลังล่าง ขอบเขตตั้งแต่ฟันกรามน้อยซี่ที่ 2 ถึงแผ่นนวมท้ายฟันกรามล่าง (retromolar pad) ฐานกระดูกด้านล่างถูกจำกัดด้วยคลองสูบน้ำฟันล่าง (inferior alveolar canal)

บริเวณฟันหน้าบนมีแผ่นกระดูกที่บิด้านริมฝีปากและแผ่นกระดูกที่บิด้านเพดานปากหนา ลักษณะส่วนยื่นเข้าฟันมีการยื่นยาวออกมาเสี่ยงต่อการบาดเจ็บจากอุบัติเหตุต่างๆ ทำให้หลุดเลือด บริเวณดังกล่าวได้รับการกระทบกระเทือน นอกจากนี้การหายของแผลจากอุบัติเหตุ เช่น ฟันหลุดออกจากเบ้าฟัน (avulsion) ทำให้เกิดการละลายตัวในแนวริมฝีปาก-เพดานปากเป็นหลัก Schropp และคณะ(54) พบว่าสองในสามของการละลายตัวในแนวราบเกิดขึ้นภายใน 3 เดือนแรก และหนึ่งในสามของการละลายตัวในแนวราบเกิดขึ้นภายใน 9 เดือนต่อมา ค่าเฉลี่ยของการละลายตัวบริเวณฟันหน้าบนอยู่ประมาณ 5-7 มิลลิเมตร ภายในช่วง 6 เดือนหรือประมาณร้อยละ 50 ภายใน 12 เดือนภายหลังการถอนฟัน

บริเวณฟันหลังบนเมื่อมีการถอนฟันหลังบนไปมีการย้อยลงมาของโพรงอากาศของขากรรไกรบน ร่วมกับคุณภาพและปริมาณของกระดูกที่มีความหนาแน่นต่ำ มีผลโดยตรงต่อความล้มเหลวในการฝังรากเทียม ส่วนบริเวณฟันหน้าล่างมีส่วนยื่นเข้าฟันบางจึงจำเป็นต้องใช้ทักษะของทันตแพทย์อย่างสูงในการฝังรากเทียม บ่อยครั้งพบว่าการฝังรากเทียมทะลุบริเวณกระดูกที่บิด้านหน้าไปสู่การเลือดออกอย่างรุนแรง

Becker และคณะ(55) ฝังรากเทียมจำนวน 282 ตัวที่พื้นหลังบนและล่างพบว่าอัตราความสำเร็จในระยะเวลา 6 ปีร้อยละ 82.9 ในพื้นหลังบนและร้อยละ 91.5 ในพื้นหลังล่าง และพบว่าอัตราความสำเร็จในพื้นที่สูงกว่าในพื้นที่หลัง เช่นเดียวกับ Parein และคณะ(56) พบว่าอัตราความสำเร็จในการฝังรากเทียมจำนวน 392 ตัว บริเวณพื้นหลังล่างสูงถึงร้อยละ 89 นอกจากนี้ Drago(57) พบว่ามีอัตราความสำเร็จในบริเวณพื้นหน้าบนร้อยละ 89.1 บริเวณพื้นหลังบนอยู่ที่ร้อยละ 71.4 บริเวณพื้นหน้าล่างอยู่ที่ร้อยละ 96.7 และบริเวณพื้นหลังล่างอยู่ที่ร้อยละ 98.7 Moy และคณะ(58) พบว่าอัตราความสำเร็จในการฝังรากเทียมที่ขากรรไกรบนสูงถึงร้อยละ 8.16 แต่ในขากรรไกรล่างพบความสำเร็จเพียงร้อยละ 4.93 ซึ่งสอดคล้องกับ Bass และคณะ(59) พบว่าอัตราความสำเร็จในการฝังรากเทียมที่ขากรรไกรบนอยู่ที่ร้อยละ 93.4 เมื่อเทียบกับขากรรไกรล่างซึ่งสูงถึงร้อยละ 97.2 สอดคล้องไปกับการศึกษาของ Misch และคณะ(60) พบว่าความหนาแน่นของกระดูกขากรรไกรล่างบริเวณพื้นหน้ามีค่า 1.18 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตรซึ่งมากกว่าความหนาแน่นของกระดูกขากรรไกรล่างบริเวณพื้นกรามน้อยและพื้นกรามที่มีค่า 1.11 และ 1.07 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตรตามลำดับ

จากข้อมูลข้างต้นสังเกตได้ว่า อัตราความสำเร็จในการฝังรากเทียมในขากรรไกรล่างสูงกว่าขากรรไกรบนเนื่องจากในขากรรไกรล่างกระดูกมีความหนาแน่นมากกว่า และพบว่าอัตราความสำเร็จในการฝังรากเทียมบริเวณพื้นหน้าสูงกว่าบริเวณพื้นหลัง เนื่องจากความหนาแน่นของกระดูกในบริเวณพื้นหน้ามากกว่า นอกจากนี้การย่อยลงของโพรงอากาศของขากรรไกรบน ตำแหน่งของคลองสู่เบ้าพื้นล่างที่อยู่สูงเกินไปเป็นปัญหาในการฝังรากเทียมให้ได้ความยาวที่เหมาะสม ดังนั้นกระดูกบริเวณพื้นหน้าล่างระหว่างรูข้างคางทั้ง 2 ด้านเป็นบริเวณที่เหมาะสมที่สุดในการฝังรากเทียมทั้ง 2 ตัว ส่วนบริเวณพื้นหลังใช้สันเหงือกกว้างเป็นตัวรับแรง ดังนั้นความยากของการทำฟันเทียมที่รากอยู่ที่การขาดความแตกต่างของความยืดหยุ่นระหว่างสันเหงือกกว้างกับตัวรากเทียมให้เหมาะสมที่สุด

ปัญหาที่เกิดจากการฝังรากเทียมที่ไม่ชานกัน

Sethi และคณะ(61) พบว่าภายหลังการฝังรากเทียมที่ใช้หลักยึดแบบเอียงเป็นระยะเวลา 10 ปี มีความสำเร็จสูงถึงร้อยละ 98.2 พบว่าในหลักยึดจำนวน 3,101 ตัวพบว่าครึ่งหนึ่งของรากเทียมทั้งหมดมีความเอียงตั้งแต่ 0 ถึง 15 องศาและร้อยละ 90 ของรากเทียมมีความเอียงอยู่ในช่วง 5 ถึง 30

องศา โดยพบความเอียงเฉลี่ยของหลักยึดสูงที่สุดในบริเวณพื้นหน้าล่างซึ่งสูงถึง 19.3 องศาและความเอียงเฉลี่ยของหลักยึดน้อยที่สุดในบริเวณพื้นหลังบนซึ่งมีค่า 15.2 องศา และพบว่าอัตราการอยู่รอดของรากเทียมไม่มีความแตกต่างกันระหว่างกลุ่มรากเทียมที่มีความเอียงน้อยกว่า 15 องศาและกลุ่มรากเทียมที่มีความเอียงมากกว่า 15 องศา

Brosh และคณะ (62) พบว่าค่าสเตรนเกจ (strain gauge) มีค่าสูงถึง 3 และ 4.4 เท่าในรากเทียมที่มีความเอียง 15 และ 25 องศาตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับรากเทียมที่มีความชันกัน และเมื่อศึกษาถึงโฟโตอีลาสติก (photoelastic) พบว่าค่าเพิ่มขึ้นเพียงร้อยละ 11 แต่ Zampelis และคณะ (63) พบว่าถึงแม้มีการเอียงของรากเทียมถึง 45 องศา พบว่าค่าความเครียดไม่แตกต่างกับรากเทียมที่มีความชันกันแต่พบว่าค่าความเครียดเพิ่มมากขึ้นหากรากเทียมด้านไกลกลางเป็นคานยื่น

Conrad(64) พบว่าในการพิมพ์รากเทียมที่มีความเอียงสูงถึง 15 องศา ไม่มีความแตกต่างระหว่างการพิมพ์โดยตรงแบบใช้ตัวต่อยึดถอดถ่ายถอดรวม และการพิมพ์โดยตรงแบบใช้ตัวต่อยึดถอดถ่ายถอดรวมและเชื่อมติดกับถาดพิมพ์ นอกจากนี้พบว่าไม่มีความแตกต่างกันระหว่างวิธีการพิมพ์จำนวนรากเทียมและความเอียงของรากเทียม

Celik(65) ศึกษาโฟโตอีลาสติกในรากเทียม 3 ตัวที่มีความชันกันและรากเทียมที่ทำมุมกัน 20 องศา พบว่าในรากเทียมชนิดซึ่งยึดกันด้วยส่วนยึดชนิดบาร์มีการกระจายแรงของรากเทียมทุกตัวในรูปแบบที่ไม่แตกต่างกันและพบว่าความชันของรากเทียมไม่มีผลต่อรูปแบบการกระจายแรง แต่กลับพบว่าในรากเทียมที่มีส่วนยึดชนิดบอลมีแรงสะสมมากขึ้นในรากเทียมที่ไม่มีความชัน นอกจากนี้ Celik พบว่าการใช้รากเทียมที่มีส่วนยึดชนิดบาร์เชื่อมต่อกันโดยส่วนยึดชนิดบอลติดอยู่ด้านท้ายทั้งสองข้างมีการถ่ายทอดแรงลงมายังรากเทียมน้อยกว่ารากเทียมชนิดอื่น Brosh และคณะ(62) พบว่าในหลักยึดที่มีมุมเอียง 15 และ 25 องศา มีค่าความเครียดแรงอัด (compressive strain) บริเวณรากเทียมส่วนตัวฟันสูงถึง 3 และ 4.4 เท่าเมื่อเทียบกับรากเทียมที่มีหลักยึดชันในการวัดสเตรนเกจ แต่กลับไม่พบความแตกต่างของความเครียดแรงดึง (tensile strain) ที่วัดจากโฟโตอีลาสติกในหลักยึดที่มีความเอียงแตกต่างกัน

Markarian และคณะ(66) ศึกษาไฟโตอิลาสติกพบว่าเมื่อมีแรง 100 นิวตันในแนวตั้งมากระทำกับรากเทียม พบว่าในแบบจำลองที่มีความไม่ขนานของรากเทียมมีความเครียดสะสมมากกว่าที่บริเวณส่วนปลายของรากเทียม ยิ่งไปกว่านั้นพบว่าหากโครงโลหะมีความไม่แนบสนิทกับรากเทียมที่มีความไม่ขนานกัน จะเกิดการเปลี่ยนแปลงของรูปแบบการกระจายแรงอย่างชัดเจน

การเตรียมหลักยึดในการแก้ไขความไม่ขนานกันของรากเทียม

Marquardt(67) เสนอการแก้ปัญหาความไม่ขนานกันของรากเทียมโดยการยึดพื้นหลักเข้าด้วยกันโดยใช้โดลเดอร์บาร์ คือการทำโดลเดอร์บาร์โดยใช้โลหะเหวี่ยงขึ้นเดี่ยวต่อเข้ากับส่วนคลุมของพื้นหลักแต่ละซี่ที่ขนานกัน แต่ในกรณีที่พื้นหลักเหล่านั้นไม่มีความขนานกันเลย Marquardt แนะนำวิธีการแก้ไขไว้ 2 วิธี โดยวิธีแรกเชื่อมโดลเดอร์บาร์ทั้งชิ้นเข้ากับพื้นหลักซี่ใดซี่หนึ่งก่อน ส่วนในพื้นหลักอีกซี่ที่เป็นสชูบิเกอร์สกรู (schubiger screw) ที่มีความขนานกับพื้นหลักซี่แรก โดยปกติการออกแบบวิธีนี้แนะนำในพื้นหลักที่มีความแข็งแรงมากกว่าเป็นสชูบิเกอร์สกรู เพื่อในอนาคตหากพื้นหลักที่อ่อนแอกว่าถูกถอนไป ส่วนวิธีที่สองใช้สชูบิเกอร์สกรูกับพื้นหลักทั้งสองซี่โดยต้องวางให้สชูบิเกอร์สกรูมีความขนานซึ่งกันและกันก่อนยึดติดกับโดลเดอร์บาร์

Evan และคณะ(68) แนะนำการแก้ไขปัญหาพื้นหลักที่ไม่ขนานกันไว้ 3 วิธี วิธีแรกทำเดือยฟันในพื้นหลักแต่ละซี่โดยตรวจสอบให้แกนฟันของพื้นหลักแต่ละซี่ขนานกัน และกรอเตรียมแกนฟันให้เป็นรูปกล่อ่ง ภายหลังยึดเดือยฟันแต่ละซี่เข้าตำแหน่งแล้วทำการพิมพ์ปากอีกรอบเพื่อทำโลหะเหวี่ยงรูปบาร์คลุมทับบนพื้นหลักอีกซี่ แต่เป็นข้อห้ามในผู้ป่วยที่มีความสูงระหว่างสันเหงือกน้อยเกินไป วิธีที่สองทำโลหะเหวี่ยง 2 ส่วน ส่วนแรกทำเดือยฟันในพื้นหลักซี่ใดซี่หนึ่งที่มีบาร์พลาสติกเชื่อมต่อกับพื้นหลักอีกซี่แต่ลักษณะของส่วนคลุมของพื้นหลักซี่ที่สองต้องมีช่องว่างตรงกลาง เพื่อให้โลหะเหวี่ยงรูปเดือยฟันสามารถสอดเข้าไปยึดกันได้ วิธีสุดท้ายใช้สกรูทองในการยึดบาร์เข้ากับเดือยฟันแต่ละซี่โดยตรงแต่ค่อนข้างยุ่งยากและต้องใช้เครื่องมือเฉพาะต่างจาก 2 วิธีแรกที่สามารถใช้เครื่องมือทั่วไปที่มีอยู่ในคลินิก

Khandivi(69) พบปัญหาต้องเปลี่ยนโอรินภายหลังจากใส่ฟันเทียมทับรากไปได้ไม่นาน เนื่องจากแนวของรากเทียมแต่ละตัวไม่ขนานกันทำให้ขณะถอดใส่ฟันเทียมทับราก เกิดแรงมากกว่าปกติ

กระทำต่ออวัยวะจนเกินขีดความสามารถของยาง Khadivi แนะนำทำหลักยึดโลหะเหวี่ยงเฉพาะบุคคล โดยใช้ซี่ฝังสร้างขึ้นมาให้ขนานไปกับหลักยึดอีกตัว และส่วนบนเป็นที่อยู่ของแพทริกซ์พลาสติกกรุปบอล (plastic ball patrix) ทำหน้าที่ยึดติดพื้นหลักไว้กับพื้นเทียมทับรากซึ่งในหลักยึดที่ทำขึ้นมาเองควรทำจากโลหะผสมมีสกุลเพื่อให้เกิดความแนบสนิทที่ดียิ่งขึ้น

Misch(70) แก้ไขปัญหาความไม่ขนานกันของรากเทียมที่หลักยึดติดกับรากเทียมด้วยซีเมนต์ไว้ 5 วิธี วิธีแรกใช้ในกรณีที่รากเทียมทั้ง 2 ตัวมีมุมต่างกันไม่เกิน 20 องศา สามารถกรอเตรียมให้เกิดความขนานที่ตัวรากเทียมได้โดยตรง ภาพตัดขวางของรากเทียมภายหลังการกรอเตรียมควรมีลักษณะแบนราบให้มากที่สุดเพื่อป้องกันการหลวมของสกรู ซึ่งการแก้ไขความไม่ขนานด้วยวิธีนี้คล้ายกับการกรอเตรียมฟันในงานสะพานฟัน แต่พบว่าความแม่นยำไม่ดีเท่ากับการแก้ไขความไม่ขนานกันของรากเทียมในห้องปฏิบัติการ วิธีที่สองใช้หลักยึดแบบเอียงปรับความไม่ขนานกันของรากเทียม ซึ่งความเอียงของหลักยึดแบบเอียงอยู่ในช่วง 15-30 องศา แต่พบว่าความกว้างของหลักยึดแบบเอียงที่ตำแหน่งคอฟันกว้างกว่าปกติเพื่อให้ความหนาของโลหะด้านที่ติดกับรูสกรูเพียงพอต่อการรองรับแรง ทำให้บ่อยครั้งเกิดการเปิดของโลหะบริเวณดังกล่าวเมื่อเหงือกเกิดการร่น วิธีที่สามทำส่วนคอดุมที่สร้างขึ้นมาให้มีความขนานซึ่งกันและกัน และขนานไปกับแนวการถอดใส่ของพื้นเทียมทับราก

วิธีที่สี่ใช้หลักยึดที่มีความสอบแบบกลับหัว (inverted taper) โดยขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางบริเวณตัวฟันประมาณ 8 มิลลิเมตรและ 4 มิลลิเมตรที่บริเวณคอฟัน โดยการกรอเตรียมหลักยึดที่มีความสอบแบบกลับหัวให้ขนานไปกับรากเทียมอีกตัว การแก้ไขความไม่ขนานของรากเทียมในวิธีนี้สามารถแก้ไขความไม่ขนานของรากเทียมได้สูงถึง 30 องศา สุดท้ายทำการยึดติดส่วนหลักยึดและพื้นเทียมเป็นชิ้นเดียวกัน โดยทั่วไปใช้แท่งพลาสติกเป็นแกนก่อนทำการเหวี่ยงโลหะเข้าไปแทนที่ แต่พบว่าการเหวี่ยงโลหะเพื่อขึ้นรูปมีความแม่นยำต่ำทำให้โอกาสเกิดอาการหลวมของสกรูมากขึ้น มีความพยายามใช้ไทเทเนียมที่กลึงขึ้นรูปมาก่อน (premachined titanium sleeve component) เป็นแกนและใช้ซี่ฝังตกแต่งเป็นตัวฟันก่อนทำการเหวี่ยงโลหะเข้าไปแทนที่ แต่เนื่องจากไม่มีการยึดติดทางเคมีระหว่างไทเทเนียมกับโลหะเหวี่ยงมีโอกาสเกิดรอยแตกระหว่างวัสดุทั้งสองได้ สุดท้ายได้นำข้อดีของทั้งสองวิธีมารวมกัน โดยใช้ไทเทเนียมที่กลึงขึ้นรูปมาก่อนเป็นแกนเพื่อให้เกิดความแนบสนิทของสกรูให้

มากที่สุดและใช้แท่งพลาสติกล้อมรอบก่อนตกแต่งด้วยซี่ผึ้งเพื่อให้เกิดการยึดติดของโลหะเหียงที่ยึด
ยิ่งขึ้น

McCartney(71) พบว่าบางครั้งการเอียงตัวของรากเทียมที่มากเกินไปทำให้การใส่ถ่างอิน
ส่วนคลุมแต่ละตัวเกิดการขัดขวางกันเอง McCartney แนะนำให้ใส่ไซลินเดอร์ทอง (gold cylinder)
ลงบนรากเทียมที่เอียงตัวผิดปกติและรากเทียมใกล้เคียง ก่อนทำการยึดไซลินเดอร์ทองเข้าด้วยกันโดย
ดูราลีย์ก่อนทำการพิมพ์ปากด้วยถาดพิมพ์ปากชนิดเปิด

Juodzbaly และคณะ(72) แนะนำเครื่องมือที่มีแผ่นโลหะแบนราบทำมาจากไทเทเนียมชนิด
ที่ 4 และมีสกรูไว้ยึดติดกับรากเทียม เพื่อใช้ดูความขนานกันของรากเทียมแต่ละตัวและความตั้งฉาก
กับแนวการสบฟัน และให้ข้อพึงระวังในการใช้เครื่องมือดังกล่าวไว้ว่าสามารถเกิดความแตกต่าง
ระหว่างการฝังรากเทียมตัวแรกและตัวที่สองอยู่ประมาณ 2.2 องศา และพบความแตกต่างสูงที่สุด
ระหว่างการฝังรากเทียมตัวแรกและตัวที่ห้าอยู่ที่ 3.1 องศา

วัสดุบุผิวอย่างนิ่ม

วัสดุบุผิวอย่างนิ่มเป็นวัสดุที่ยืดหยุ่นช่วยลดแรงบดเคี้ยวที่ถ่ายทอดจากรฐานฟันเทียมลงมายัง
สันเหงือกใต้ฐานฟันเทียม จากคุณสมบัติยืดหยุ่นทำให้วัสดุสามารถสามารถคืนตัวได้ทันทีภายหลังการ
ผิดรูปที่ไม่เกินขอบเขตความยืดหยุ่น (elastic Deformation) ของวัสดุจึงทำหน้าที่คล้ายตัวดูดซับแรง
(shock absorber) Harrison(73) แก้ไขอาการหลวมของฟันเทียมภายหลังถอนฟัน โดยใช้วัสดุบุผิว
อย่างนิ่มรองใต้ฐานฟันเทียมทั้งปากชนิดใส่ทันทีภายหลังการถอนฟันไป เพื่อให้ผู้ป่วยรู้สึกสบายและมี
ฟันเทียมที่มีเสถียรภาพก่อนทำฟันเทียมชิ้นใหม่เมื่อสันเหงือกยุบตัวเต็มที่ ซึ่ง Winkler(74) แนะนำให้
ตรวจสภาพวัสดุบุผิวอย่างนิ่มทุกๆ 4-6 สัปดาห์จนกว่ากระดูกเข้ามาเติมเต็มบริเวณฟันที่ถอนไปบาง
ครั้งใช้เวลาถึง 6 เดือน ส่วน Wilson และคณะ(75) ใช้วัสดุบุผิวอย่างนิ่มเป็นวัสดุพิมพ์ปากแต่
คุณสมบัติของวัสดุบุผิวอย่างนิ่มในกลุ่มนี้ต้องไม่แข็งตัวเร็วเกินไป เพื่อให้กล้ามเนื้อซึ่งทำหน้าที่บดเคี้ยว
สามารถทำหน้าที่ได้อย่างเหมาะสมก่อนทำการพิมพ์ปาก Whitsitt(76) แนะนำให้ใช้วัสดุบุผิวอย่างนิ่ม
เพื่อเพิ่มค่าแรงยึดอยู่ในกรณีผู้ป่วยมีสันเหงือกกว้างด้านท้ายในขากรรไกรล่าง โดยอาศัยส่วนว่าใต้สัน
หลังไมโลไฮออกไซด์

วีลัม (velum) เป็นยางธรรมชาติอย่างอ่อนนำมาใช้ทำแผ่นปิด (obturator) และฐานฟันเทียม ทั้งปากในขากรรไกรล่าง อย่างไรก็ตามวัสดุยางธรรมชาติยังคงมีอัตราการดูดน้ำสูงทำให้ฟันเทียม หลวมได้เมื่อใช้ได้ไม่นาน(77) Lammie พบว่าภายหลังจากการใช้งานไปเพียง 6 ถึง 12 เดือน พลาสติกไฮเซออร์ (plasticizer) ถูกชะล้างออกไปในระยะเวลาต่อมาวัสดุพิวบิวทิล ฟีทาเลท (butyl phthalate) ถูกนำมาใช้เป็นวัสดุพิวอย่างนิ่ม เนื่องจากความสามารถที่ดีขึ้นในการยึดติดของวัสดุพิวอย่างนิ่มกับฐานฟันเทียม ซึ่งมีส่วนประกอบของโพลีเมทิล เมทาคริเลท (polymethyl methacrylate) และมีการถูกชะล้างของพลาสติกไฮเซออร์น้อยลง ต่อมาในปี 1961 มีวัสดุพิวอย่างนิ่มที่มีส่วนประกอบของไกลคอล เมทาคริเลท เอสเทอร์ (glycol methacrylate ester) เมื่อวัสดุแข็งตัวมีลักษณะแข็งแต่จะนิ่มเมื่อวัสดุ สัมผัสกับน้ำ แต่พบว่ามีกระบวนการบวมตัวของวัสดุตามมาทำให้ไม่เหมาะสมกับการนำมาใช้เป็นวัสดุพิว อย่างนิ่ม(78)

ในช่วงเวลาใกล้เคียงกัน Storer(79) รายงานการใช้วัสดุพิวโพลีไดเมทิล ซิลลอกเซน (polydimethyl siloxane) ทั้งชนิดแข็งตัวด้วยตัวเองและแข็งตัวด้วยความร้อน และพบว่าการใช้วัสดุ พิวอย่างนิ่มชนิดแข็งตัวด้วยความร้อนสามารถใช้งานในทางคลินิกเป็นเวลา 6 ปีได้สูงถึงร้อยละ 92.5 แต่ Barnhart(80) พบว่าค่าแรงยึดอยู่ของซิลิโคนกับฐานฟันเทียมอะคริลิกต่ำมาก จึงใช้สารยึดติดทา ก่อนใช้วัสดุพิวอย่างนิ่มชนิดซิลิโคนเพื่อเพิ่มค่าแรงยึดอยู่ นอกจากนี้ Schmidt และ Smith(81) พบว่าการใช้วัสดุพิวอย่างนิ่มชนิดซิลิโคนที่แข็งตัวด้วยความร้อน เกิดการเชื่อมของพันธะระหว่างฐาน ฟันเทียมกับวัสดุพิวอย่างนิ่มได้ดีขึ้นและพบว่าวัสดุมีอายุการใช้งานยาวนานกว่าวัสดุชนิดอื่น

ความล้มเหลวจากการใช้งานวัสดุพิวอย่างนิ่ม

การยึดติดกับฐานฟันเทียมที่มีส่วนประกอบของโพลีเมทิล เมทาคริเลท

ค่าแรงยึดอยู่ระหว่างวัสดุพิวอย่างนิ่มกับฐานฟันเทียมสำคัญอย่างยิ่งต่อความสำเร็จในระยะ ยาวเพราะหากเกิดการหลุดของวัสดุพิวอย่างนิ่มจะมีเชื้อแบคทีเรียและเชื้อราเข้าไปสะสม Wright (82,83) พบว่าค่าความทนแรงฉีกของวัสดุพิวอย่างนิ่มมีค่าต่ำกว่าค่าแรงยึดอยู่ของวัสดุพิวอย่างนิ่ม กับฐานฟันเทียมที่มีส่วนประกอบของโพลีเมทิล เมทาคริเลท Craig และคณะ(84) ทดสอบดึงวัสดุพิว อย่างนิ่มออกจากฐานฟันเทียม พบใช้แรง 10 ปอนด์ต่อตารางนิ้วซึ่งเป็นค่าแรงยึดอยู่ที่ยอมรับได้ในทาง

คลินิกและพบว่า การเก็บชิ้นงานไว้ในน้ำก่อนทำการทดสอบไม่ได้ทำให้ค่าการยึดอยู่เปลี่ยนแปลงไป แต่ การทำให้ลักษณะของฐานฟันเทียมมีลักษณะขรุขระช่วยเพิ่มค่าแรงยึดอยู่ได้ถึง 2 เท่า Eick และคณะ (85) พบว่าค่าแรงยึดอยู่ของฐานฟันเทียมชนิดอะคริลิกกับวัสดุบุผิวอย่างนึ่งมีค่ามากกว่าฐานฟันเทียม ชนิดซิลิโคนกับวัสดุบุผิวอย่างนึ่งซึ่งมีค่าต่ำกว่า 10 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ถึงแม้ใช้สารยึดติดซิลิโคน ค่าแรงยึดอยู่ก็ยังคงต่ำอยู่ ในทางตรงกันข้าม Wright(83) พบว่าค่าแรงยึดอยู่ของฐานฟันเทียมชนิด ซิลิโคนกับวัสดุบุผิวอย่างนึ่งชนิดแข็งตัวด้วยความร้อนให้ค่าแรงยึดอยู่เป็นที่น่าพึงพอใจไม่แตกต่าง จากค่าแรงยึดอยู่ของฐานฟันเทียมชนิดอะคริลิกกับวัสดุบุผิวอย่างนึ่ง

การเจริญเติบโตของเชื้อรา

Budtz-Jorgensen(86) พบว่าแคนดิดา อัลบิแคนส์ (candida albicans) ทำให้เกิดการอักเสบ ของสันเหงือกใต้ฐานฟันเทียม ซึ่งสันเหงือกเหล่านี้ไม่ได้ถูกทำลายโดยตัวเชื้อโดยตรงแต่ถูกทำลายโดย เอนไซม์และสารพิษที่ถูกปลดปล่อยออกมาจากแคนดิดา อัลบิแคนส์ โดยเฉพาะวัสดุบุผิวอย่างนึ่งซึ่งมี ลักษณะพรุนเมื่อใช้งานไปไม่นานพบรูพรุนขนาด 30-60 ไมครอน(87) จึงมีการดูดซึมของสารอาหาร และแบคทีเรียเข้าไปบริเวณรูพรุน การเจริญของเชื้อราเกิดจากความไม่เรียบของวัสดุบุผิวอย่างนึ่งและ การสะสมของสารพิษจากเชื้อรา(88) Davenport(89) แนะนำให้พยายามลดเชื้อราโดยเน้นทำความสะอาด บริเวณฐานฟันเทียมมากกว่าสันเหงือก นอกจากนี้ Douglas และWalker(90) แนะนำให้ใช้วัสดุ ปรับภาวะเนื้อเยื่อร่วมกับไนซเททิน (nystatin) 800,000 ยูนิตเพื่อยับยั้งการเจริญของเชื้อรา

การดูดน้ำและการละลายตัวในน้ำ

การดูดน้ำของวัสดุบุผิวอย่างนึ่งเกิดจากการสูญเสียพลาสติกไซเซออร์(83) ภายหลังจากการใ้ งานไปไม่นาน วัสดุบุผิวอย่างนึ่งที่ถูกแช่อยู่ในน้ำและอยู่ในช่องปากมี 2 กระบวนการเกิดขึ้นตามมา เริ่มแรก พลาสติกไซเซออร์มีการละลายตัวออกมาต่อนั้นน้ำจากภายนอกถูกดูดโดยโพลิเมอร์ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของวัสดุบุผิวอย่างนึ่ง(91) เช่นเดียวกับ Eick และคณะ(85) เปรียบเทียบ การสูญเสียน้ำหนักของวัสดุบุผิวอย่างนึ่งทั้ง 9 ชนิด พบว่าการสูญเสียน้ำหนักส่วนใหญ่เกิดจากการ ระเหยของพลาสติกไซเซออร์และสารละลายอินทรีย์ นอกจากนี้ Ellis และคณะ(92) ให้ข้อพึงระวังในการ

ทำวิจัยไว้ว่าการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของวัสดุบุผิวอย่างนิ่มในน้ำลายเทียมและน้ำเปล่ามีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน

Kazanji และ Watkinson(93) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของการดูดน้ำและการละลายตัวในน้ำและน้ำลายเทียมของวัสดุบุผิวอย่างนิ่มชนิดอะคริลิกและวัสดุบุผิวอย่างนิ่มชนิดซิลิโคน พบว่าวัสดุทุกตัวมีอัตราการละลายตัวสูงและมีการดูดน้ำต่ำในน้ำลายเทียม ยกเว้นวัสดุบุผิวอย่างนิ่มชนิดซิลิโคนที่แข็งตัวด้วยความร้อน ซึ่งสอดคล้องไปกับ Ellis(92) พบว่าการใช้น้ำลายเทียมมีการจำลองสภาพทางคลินิกได้ดีกว่าการใช้น้ำเปล่าในการทดลอง ซึ่ง Kazanji และ Watkinson(93) สรุปว่าวัสดุบุผิวอย่างนิ่มชนิดซิลิโคนมีการละลายตัวในน้ำลายเทียมต่ำกว่าและมีผลที่นาเชื่อถือในทางคลินิกมากกว่าวัสดุบุผิวอย่างนิ่มชนิดอะคริลิก

สารทำความสะอาดฟันเทียม

การเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียต่างๆ เป็นสาเหตุหลักในการอักเสบของสันเหงือกใต้ฐานฟันเทียม จึงแนะนำให้ผู้ป่วยใช้สารทำความสะอาดฟันเทียมร่วมกับการทำความสะอาดปกติ ซึ่ง Makila และ Honka(94) พบว่าเกิดการเปลี่ยนแปลงสีของฟันเทียมจากเครื่องดื่มน้ำและสารทำความสะอาดฟันเทียมที่มีส่วนผสมของแอลกอฮอล์มากกว่าร้อยละ 5 นอกจากนี้ Davenport(95) พบว่าการทำความสะอาดบริเวณวัสดุบุผิวอย่างนิ่มด้วยการใช้แปรงทำสะอาดทำให้วัสดุบุผิวอย่างนิ่มถูกทำลาย จึงไม่แนะนำให้ใช้แปรงทำความสะอาดบริเวณดังกล่าว Harrison(73) แนะนำให้ใช้สารเคมีช่วยในการทำความสะอาดแต่อย่างไรก็ตาม Makila และ Honka(94) พบว่าการใช้สารทำความสะอาดฟันเทียมสามารถควบคุมปริมาณคราบจุลินทรีย์ได้เพียงชั่วระยะเวลาหนึ่งเท่านั้น และเชื่อว่าการทำความสะอาดวัสดุบุผิวอย่างนิ่มที่ดีที่สุดคือการใช้แปรงทำความสะอาดโดยตรง

Brown(96) พบว่าแอลคาไลน์ เปอร์ออกไซด์ (alkaline peroxides) ทำให้ผิวของวัสดุบุผิวอย่างนิ่มเกิดลักษณะคล้ายฟองอากาศและการใช้สารละลายไฮโปคลอไรต์ (hypochlorite) ทำให้ฐานฟันเทียมมีกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ Brown แนะนำให้ใช้สบู่อ่อนๆร่วมกับน้ำเปล่าในการทำความสะอาด ไม่จำเป็นต้องใช้สารทำความสะอาดฟันเทียมอื่นๆแต่อย่างใด นอกจากนี้ Davenport และคณะ(97) พบว่าสารทำความสะอาดฟันเทียมไม่มีผลต่อการคืนตัวของวัสดุบุผิวอย่างนิ่ม และพบว่าวัสดุบุผิว

อย่างนิ่มชนิดอะคริลิกที่แข็งตัวด้วยตัวเองและวัสดุบุผิวอย่างนิ่มชนิดซิลิโคนที่แข็งตัวด้วยความร้อน มีความยืดหยุ่นเพิ่มมากขึ้นเมื่อแช่ในสารละลาย ขณะที่วัสดุบุผิวอย่างนิ่มชนิดซิลิโคนที่แข็งตัวด้วยตัวเองมีค่าความยืดหยุ่นที่ลดลงหลังจากแช่ในสารละลาย

การสูญเสียความยืดหยุ่น

Wilson และ Tomlin(98) หาค่ามอดุลัสแรงอัดของวัสดุบุผิวอย่างนิ่มชนิดต่างๆ พบว่าวัสดุบุผิวอย่างนิ่มชนิดอะคริลิกมีความนิ่มมากกว่าวัสดุบุผิวอย่างนิ่มชนิดซิลิโคน แต่กลับพบว่ามีการคืนตัวที่ไม่สมบูรณ์ภายหลังการให้แรงกด ขณะที่ Duran และคณะ(99) หาค่าการคืบ (creep) ในวัสดุบุผิวอย่างนิ่มพบว่าวัสดุที่ใช้เป็นวัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อมีความเหนียวมากกว่า ขณะที่วัสดุบุผิวอย่างนิ่มชนิดซิลิโคนมีความยืดหยุ่นมากกว่า นอกจากนี้ Brown(96) พบว่าวัสดุบุผิวอย่างนิ่มชนิดซิลิโคนไม่มีการสูญเสียความยืดหยุ่น เนื่องจากไม่มีพลาสติกไซเซออร์เป็นส่วนประกอบ ขณะที่วัสดุบุผิวอย่างนิ่มชนิดอะคริลิกมีความแข็งขึ้นเรื่อยๆ เนื่องจากมีการสูญเสียของพลาสติกไซเซออร์ตลอดเวลาในขณะที่มีการใช้งาน

นอกจากชนิดของวัสดุบุผิวอย่างนิ่มมีผลต่อโดยตรงกับความยืดหยุ่น ยังพบว่าความหนาของวัสดุบุผิวอย่างนิ่มมีผลโดยตรงต่อคุณสมบัติความยืดหยุ่น ซึ่ง Wright(100) พบว่าความหนาของวัสดุบุผิวอย่างนิ่ม 3 มิลลิเมตรมีความยืดหยุ่นมากกว่าวัสดุบุผิวอย่างนิ่มที่หนา 1 มิลลิเมตรอยู่ประมาณ 8 เท่า เช่นเดียวกับ Kawano และคณะ(101) พบว่าความหนาของวัสดุบุผิวอย่างนิ่ม 3 มิลลิเมตรสามารถกระจายแรงจากฐานฟันเทียมลงสู่สันเหงือกได้อย่างสม่ำเสมอ แต่ถ้าหากความหนาของวัสดุบุผิวอย่างนิ่มน้อยกว่า 3 มิลลิเมตร พบว่าวัสดุดังกล่าวมีรูปร่างเปลี่ยนแปลงไปหลังจากใช้งานเพียงไม่นาน

ความแข็งแรงที่ลดลงของฐานฟันเทียม

วัสดุบุผิวอย่างนิ่มต้องการความหนาประมาณ 2-3 มิลลิเมตร จำเป็นต้องลดความหนาของฐานฟันเทียมโดยเฉพาะในผู้ป่วยที่มีความสูงระหว่างสันเหงือกบนล่างจำกัด ทำให้ฐานฟันเทียมเปราะและมีโอกาสหักได้ง่าย Massad(102) แนะนำให้ใช้โลหะผสมแทนที่ฐานฟันเทียมชนิดอะคริลิก

International Organization for Standardization (ISO) ได้แบ่งวัสดุพิวอย่างนี้มออกเป็น 2 ประเภท คือ

ISO 10139-1:2005 เป็นวัสดุพิวอย่างนี้มระยะสั้นที่ใช้งานไม่เกิน 30 วัน แบ่งเป็น 2 ประเภท ตามความสามารถในการคืนตัวโดย

ประเภทที่ 1 เป็นวัสดุพิวอย่างนี้มที่สามารถคืนตัวได้ในระยะเวลาไม่เกิน 5 นาที

ประเภทที่ 2 เป็นวัสดุพิวอย่างนี้มที่สามารถคืนตัวได้ในเวลามากกว่า 5 นาที

นอกจากนั้นยังแบ่งเป็นอีก 2 ประเภทตามระดับความลึกภายหลังจากถูกกดเป็นเวลา 2 ชั่วโมงโดย

ประเภทที่ 1 เป็นวัสดุพิวอย่างนี้มที่ถูกกดได้ในระดับความลึกมากกว่า 1.5 มิลลิเมตร

ประเภทที่ 2 เป็นวัสดุพิวอย่างนี้มที่ถูกกดได้ในระดับความลึกน้อยกว่า 1.5 มิลลิเมตร

ISO 10139-2:1999 เป็นวัสดุพิวอย่างนี้มระยะยาวที่ใช้งานได้นานมากกว่า 30 วัน แบ่งเป็น 3 ประเภทตามระดับความลึกภายหลังจากถูกกดเป็นเวลา 5 วินาทีโดย

ประเภทที่ 1 เป็นวัสดุพิวอย่างนี้มที่ถูกกดได้ในช่วงระดับความลึก 0.20 -0.40 มิลลิเมตร

ประเภทที่ 2 เป็นวัสดุพิวอย่างนี้มที่ถูกกดได้ในช่วงระดับความลึก 0.40 -0.80 มิลลิเมตร

ประเภทที่ 3 เป็นวัสดุพิวอย่างนี้มที่ถูกกดได้ในช่วงระดับความลึก 0.80 -2.50 มิลลิเมตร

นอกจากนั้นยังแบ่งเป็นอีก 2 ประเภทตามความสามารถในการต้านการไหลโดยวัดจากอัตราส่วนของระดับความลึกภายหลังจากการถูกกด ในช่วงระยะเวลาที่แตกต่างกันโดย

ประเภทที่ 1 เป็นวัสดุพิวอย่างนี้มที่มีความสามารถในการต้านการไหลที่สูง

ประเภทที่ 2 เป็นวัสดุพิวอย่างนี้มที่มีความสามารถในการต้านการไหลที่ต่ำ

ปัจจัยที่มีผลต่อการยึดอยู่ของฟันเทียมทับราก

การสึกของส่วนยึด

Wichmann และคณะ(103) พบว่าการสึกเกิดขึ้นขณะถอดใส่ฟันเทียมทับรากหรือขณะที่มีแรงจากการบดเคี้ยวถ่ายทอดลงสู่ฟันเทียมทับราก ไม่ว่าจะส่วนประกอบของส่วนยึดจะเป็นโลหะทั้งหมดหรือมียางเป็นตัวให้การยึดอยู่ ถ้ามีแรงจากการบดเคี้ยวซ้ำแล้วซ้ำอีกแรงเหล่านี้จะถ่ายทอดจากฟันเทียมทับรากลงมาสู่สันเหงือกและรากเทียมเรื่อยๆ จนเกิดความล้าขึ้นกับส่วนที่ให้การยึดอยู่แก่ฟันเทียมทับราก ทำให้มีการอักเสบหรือเกิดการสึกของส่วนยึด

Rutkunas และคณะ(104) พบว่าค่าแรงยึดอยู่ของส่วนยึดชนิดสตัด (stud attachment) และส่วนยึดชนิดแม่เหล็ก (magnet attachment) มีค่าแรงยึดอยู่ลดลงหลังจากการถอดเข้าออกในลักษณะต่างๆ ถึงแม้ค่าแรงยึดอยู่ของส่วนยึดชนิดแม่เหล็กจะลดลงด้วยค่าที่คงที่เมื่อเทียบกับส่วนยึดชนิดสตัด แต่อย่างไรก็ตามค่าแรงยึดอยู่ของส่วนยึดชนิดสตัดยังคงสูงกว่าส่วนยึดชนิดแม่เหล็ก ขณะที่ Wolf และคณะ(105) พบว่าค่าแรงยึดอยู่ของส่วนยึดชนิดสตัดมีค่าสูงสุดภายหลังจากการถอดใส่เป็นระยะเวลาหนึ่ง Wolf ให้เหตุผลว่าสาเหตุที่ค่าแรงยึดอยู่เพิ่มขึ้นมาจากความขรุขระของพื้นผิวส่วนยึดที่ให้การยึดอยู่ เช่นเดียวกับ Stewart และคณะ(106) พบว่าในส่วนยึดบางประเภทมีค่าแรงยึดอยู่เพิ่มขึ้นจากระยะเริ่มต้นเมื่อทำการถอดใส่จำนวน 2,200 รอบ นอกจากนี้ Stewart พบว่าการสึกของส่วนยึดทำให้ค่าแรงยึดอยู่สูงขึ้นได้ และพบว่าส่วนยึดชนิดสตัดแบบต่างๆมีค่าแรงยึดอยู่ที่แตกต่างกันเนื่องมาจากลักษณะการออกแบบส่วนยึดที่แตกต่างกัน

Wolf และคณะ(105) พบว่าส่วนยึดทุกตัวมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงค่าแรงยึดอยู่ลดลงไปในทิศทางเดียวกันเมื่อผ่านการถอดใส่จำนวน 50,000 รอบ แต่พบว่าการใช้แม่ทริกซ์ที่ทำมาจากโลหะผสมทองร่วมกับการใช้ส่วนยึดชนิดบอลที่ทำจากไทเทเนียม สามารถรักษาค่าแรงยึดอยู่ให้อยู่ในระดับที่น่าพอใจได้และเมื่อศึกษาการสึกผ่านกล้องจุลทรรศน์ชนิดส่องกราด พบว่าการสึกของส่วนยึดชนิดบอลที่อาศัยการยึดอยู่จากพลาสติกหรือความเสียดทานของลามেলা (lamella) มีการสึกน้อยกว่าส่วนยึดชนิดบอลที่อาศัยการยึดอยู่จากความเสียดทานระหว่างโลหะทั้งสองตัว โดยการสึกทำให้ขนาด

เส้นผ่านศูนย์กลางของส่วนยึดชนิดบอลลดลง เป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้ค่าแรงยึดอยู่ภายหลังการถอดใส่ลดลงอย่างมาก

ถึงอย่างไรก็ตาม Botega และคณะ(107) พบว่าภายหลังจากการถอดใส่ส่วนยึดชนิดบาร์มีค่าแรงยึดอยู่สูงขึ้นมากกว่าตอนแรกและมีค่าแรงยึดอยู่คงที่ตลอดการถอดใส่จำนวน 5,500 รอบ สำหรับส่วนยึดที่ใช้โอริง ซึ่ง Botega คิดว่าการสึกทำให้พื้นผิวของส่วนยึดมีลักษณะขรุขระมากขึ้นและเกิดการเปลี่ยนรูปของส่วนยึดจนทำให้ขนาดของโอริงมีเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยลงส่งผลให้ค่าแรงยึดอยู่เพิ่มขึ้นตามมา

การออกแบบส่วนยึด

Gillings และคณะ(108) พบว่าส่วนยึดชนิดแม่เหล็กมีค่าแรงยึดอยู่ต่ำเนื่องจากมีความสามารถจำกัด (self-limited capacity) สามารถหลุดออกได้โดยง่ายหากมีแรงด้านข้างมากกระทำเหมาะสมกับผู้ป่วยที่ยังไม่มีความชำนาญในการถอดใส่ฟันเทียมทับรากให้หลังตรงตำแหน่ง สอดคล้องกับ Chung และคณะ พบว่าส่วนยึดชนิดแม่เหล็กมีค่าแรงยึดอยู่ต่ำกว่าส่วนยึดชนิดบาร์และส่วนยึดชนิดสทัด(109)

Stewart และคณะ(106) พบว่าส่วนยึดยึดหยุ่น (resilient attachment) มีการถ่ายทอดแรงสู่หลักยึดน้อย ทำให้เกิดการสึกของส่วนยึดเกิดเพียงเล็กน้อยต่างจากส่วนยึดแข็ง (rigid attachment) ที่ส่วนของแพทริกซ์และแมทริกซ์มีความแนบสนิทกันมากจึงมีโอกาสสึกมากขึ้นตามมา

ระยะห่างระหว่างส่วนยึดทั้งสองตัว

Michelinakis และคณะ(110) พบว่าระยะห่างระหว่างรากเทียม 23 มิลลิเมตร ส่วนยึดชนิดบาร์ที่ใช้คลิปสีแดงให้ค่าแรงยึดอยู่เริ่มต้นสูงที่สุด และพบว่าระยะห่างระหว่างคลิปทั้งสองอันมีผลโดยตรงต่อค่าแรงยึดอยู่เช่นกัน ซึ่งระยะห่างระหว่างคลิป 7 มิลลิเมตรให้ค่าแรงยึดอยู่เริ่มต้นที่มากที่สุด แต่ Michelinakis พบว่าในส่วนยึดชนิดสทัดและส่วนยึดชนิดแม่เหล็กมีค่าแรงยึดอยู่เริ่มต้นมากที่สุด เมื่อมีระยะห่างระหว่างรากเทียม 29 มิลลิเมตร ในปี คศ. 2008 Doukas และคณะ(111) ศึกษาเพิ่มเติมงานวิจัยของ Michelinakis โดยดูถึงค่าแรงยึดอยู่ความล้า (fatigue retention) พบว่าส่วนยึดทุกชนิด

ยกเว้นส่วนยี่ดชนิดแม่เหล็กมีค่าแรงยึดอยู่ความล้าลดลง และมีเพียงส่วนยี่ดชนิดบาร์ที่ใช้คลิปลีสีแดง และสีเหลืองเท่านั้นที่มีค่าแรงยึดอยู่ความล้าแตกต่างกันอย่างชัดเจนในระยะห่างของรากเทียมทั้งสอง ตัวที่แตกต่างกัน

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของรากเทียม

Jefferies และคณะ(112) พบว่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางรากเทียมที่ใหญ่มีค่าแรงยึดอยู่สูงกว่ารากเทียมที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเล็ก แต่อย่างไรก็ตามความแตกต่างของค่าแรงยึดอยู่ในรากเทียมที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางแตกต่างกันยังขึ้นอยู่กับความเร็วในการถอดฟันเทียมทับรากด้วย

จำนวนรากเทียม

McGill แนะนำว่าการใส่ฟันเทียมล่างด้วยการใส่รากเทียม 2 ตัว เป็นวิธีที่เหมาะสมที่สุด(37) แต่มีบางงานวิจัยได้ฝังรากเทียมจำนวน 3 ตัวบริเวณด้านหน้าต่อรูข้างคาง(113) โดยให้รากเทียมที่อยู่ด้านหน้าสุดทำหน้าที่เป็นตัวให้การยึดอยู่โดยอ้อม เพื่อป้องกันการเคลื่อนที่ของฟันเทียมเข้าหาเหงือกบริเวณด้านหน้า หรือในผู้ป่วยบางรายที่มีความจำเป็นต้องเพิ่มจำนวนรากเทียมที่ใช้รองรับฟันเทียมทับรากเนื่องจากล้าเนื้อเกาะสูงกว่าปกติและมีสันไมโลไฮออกยด์ที่นูนเด่น รากเทียมที่ใช้มีความยาวน้อยกว่า 8 มิลลิเมตรหรือสันเหงือกแคบมากจนต้องใช้รากเทียมที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางสั้นกว่าปกติ (114) แต่การฝังรากเทียมจำนวนมากทำให้ประสบปัญหาเรื่องความขนานของรากเทียมตามมาเสมอ (113)

Wahab และคณะ(115) พบว่าเมื่อใช้แรงในการถอดฟันเทียมในแนวตั้ง ฟันเทียมที่ใช้รากเทียมจำนวน 6 ตัวในตำแหน่งฟันเขี้ยว ฟันกรามน้อยและฟันกรามใหญ่มีค่าแรงยึดอยู่สูงที่สุด ขณะที่ฟันเทียมที่ใช้รากเทียมจำนวน 2 และ 4 ตัวมีค่าแรงยึดอยู่ที่ไม่แตกต่างกัน นอกจากนี้ Wahab ศึกษาถึงแรงที่ใช้ในการถอดฟันเทียมในลักษณะการหมุนด้านข้าง พบว่าค่าแรงยึดอยู่ของฟันเทียมที่ใช้รากเทียมจำนวน 2 ,4 และ 6 ตัวมีค่าแตกต่างกันอย่างชัดเจน ส่วนแรงที่ใช้ในการถอดฟันเทียมในลักษณะการหมุนด้านหลัง พบว่าฟันเทียมที่ใช้รากเทียมจำนวน 6 ตัวมีค่าแรงยึดอยู่สูงที่สุด ขณะที่ฟันเทียมที่ใช้รากเทียมจำนวน 2 และ 4 ตัวมีค่าแรงยึดอยู่ที่ไม่แตกต่างกัน แต่อย่างไรก็ตาม Sadig(116) พบว่า

ค่าแรงยึดอยู่ในฟันเทียมที่ใช้รากเทียมจำนวน 2 และ 4 ตัวมีค่าแตกต่างกัน และพบว่าค่าแรงยึดอยู่ในการทำให้ฟันเทียมหลุดในลักษณะหมุนในฟันหลังมีค่าสูงที่สุด

ความเร็วที่ใช้ในการถอดฟันเทียมทับราก

Jefferies และคณะ(112) พบว่าภายหลังเพิ่มความเร็วที่ใช้ในการดึงจาก 10 - 500 มิลลิเมตร ต่อนาที พบว่าค่าแรงยึดอยู่ของรากเทียมที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4.3 มิลลิเมตร มีแนวโน้มลดลงเรื่อยๆจาก 6.02 นิวตันเหลือเพียง 3.56 นิวตัน แต่ในทางตรงกันข้ามค่าแรงยึดอยู่ในรากเทียมที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.8 มิลลิเมตร มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จาก 2.86 นิวตันเป็น 3.43 นิวตัน ในช่วงความเร็วที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายมีความเร็ว 40-50 มิลลิเมตรต่อนาที พบว่ารากเทียมที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4.3 มิลลิเมตรมีค่าแรงยึดอยู่สูงกว่ารากเทียมที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.8 มิลลิเมตร ประมาณ 1.6-2 เท่า

วัสดุที่ใช้ทำส่วนยึด

ฟันเทียมทับรากที่ใช้ครอบฟันชั้นนอก (telescopic crown) เป็นตัวให้การยึดอยู่โดยทันตแพทย์สามารถกำหนดความสอบ ความสูง การเรียงตัวของหลักยึดและวัสดุที่ใช้เป็นส่วนยึดได้ด้วยตนเอง Besimo และคณะ(117) พบว่าค่าแรงยึดอยู่เริ่มต้นของวัสดุที่ใช้ทำครอบฟันชั้นนอกไม่แตกต่างกัน และเมื่อผ่านการถอดใส่จำนวน 10,000 รอบ พบว่าครอบฟันชั้นนอกมีค่าแรงยึดอยู่เพิ่มมากขึ้น เนื่องจากความแนบสนิทเชิงกล (mechanical adaptation) ระหว่างส่วนครอบฟันชั้นนอกและครอบฟันชั้นใน และค่าแรงยึดอยู่มีค่าสูงมากในกลุ่มที่ใช้ไทเทเนียมและโลหะผสมทองทำครอบฟันชั้นนอก แต่กลับไม่พบความแตกต่างของค่าแรงยึดอยู่ไม่ว่าจะใช้วัสดุตัวใดทำครอบฟันชั้นใน

Wichmann และคณะ(103) พบว่าส่วนยึดที่ทำจากโลหะมีการสูญเสียค่าแรงยึดอยู่อย่างรวดเร็ว แตกต่างจากค่าแรงยึดอยู่ของส่วนยึดที่ทำจากพลาสติกที่มีการสูญเสียค่าแรงยึดอยู่ไม่ถึงร้อยละ 8 ของค่าแรงยึดอยู่เริ่มต้นเมื่อผ่านการถอดใส่จำนวน 10,000 รอบ นอกจากนั้น Wichmann พบว่าภายหลังผ่านการถอดใส่ส่วนยึดไประยะหนึ่ง ค่าแรงยึดอยู่เพิ่มมากขึ้นโดยเฉพาะส่วนยึดที่ทำมาจาก

พลาสติกเพราะพลาสติกมีการบวมตัวในน้ำอุณหภูมิ 23 องศาเซลเซียส หรือมาจากการเกิดการขยายตัวเหตุความร้อน (thermal expansion) ในน้ำอุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส

มุมระหว่างส่วนยึดทั้งสองตัว

เป็นเรื่องยากในการฝังรากเทียมทั้งสองตัวให้ขนานกัน ในผู้ป่วยส่วนใหญ่มีความจำเป็นที่ต้องต่อส่วนหลักยึดที่ไม่ขนานซึ่งกันและกัน Ortegon และคณะ(118) พบว่าความเอียงระหว่างรากเทียมและส่วนยึด 30 องศา มีค่าแรงยึดอยู่ลดลงอย่างชัดเจน และพบการเปลี่ยนแปลงรูปร่างอย่างถาวรของส่วนยึดด้านที่มีส่วนเว้ามากเกินไป ส่วนการใช้ส่วนยึดความเอียงน้อยกว่า 20 องศาในการแก้ไขความไม่ขนานกันของรากเทียมให้ค่าแรงยึดอยู่และรูปแบบการสึกของส่วนยึดที่ไม่แตกต่างจากกรณีที่รากเทียมและส่วนยึดมีความขนานกัน

ลักษณะการหลุดของฟันเทียมออกจากส่วนยึด

การหลุดของฟันเทียมทับรากมี 3 ลักษณะคือ การหลุดตามแนวตั้งโดยมีการหลุดของฟันหน้าและฟันหลังพร้อมๆกัน การหลุดในลักษณะเอียงหลุดออกเพียงด้านใดด้านหนึ่งและการหลุดในลักษณะหมุนด้านหลัง ซึ่ง Sadig(116) พบว่าค่าแรงยึดอยู่ในการทำให้ฟันเทียมหลุดในลักษณะหมุนด้านหลังมีค่าสูงที่สุด เนื่องจากการหลุดในลักษณะดังกล่าวรากเทียมในตำแหน่งฟันหน้าทำหน้าที่คล้ายกับเป็นการต้านโดยอ้อม (indirect resistance)

ศูนย์วิทยุทันตวิทยา
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

ระเบียบวิธีการวิจัย

การศึกษาค่าแรงยึดอยู่ระหว่างพื้นเทียมกับหลักยึดเฉพาะบุคคลชนิดดัดแปลง ที่มี ความคอดเว้าแตกต่างกัน 4 กลุ่ม คือ 0.01,0.02,0.03 และ 0.04 นิ้วตามลำดับ วัดค่าแรงยึดอยู่กลุ่มละ 5 ครั้งก่อนและหลังวงจรการถอดใส่ 480 รอบ เปรียบเทียบกับค่าแรงยึดอยู่ระหว่างพื้นเทียมกับหลักยึด เฉพาะบุคคลรูปทรงระบอบอกเป็นกลุ่มควบคุม โดยทำการทดลองในห้องปฏิบัติการ

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.ประชากรเป้าหมาย

หลักยึดเฉพาะบุคคลรูปทรงระบอบอกและหลักยึดเฉพาะบุคคลชนิดดัดแปลงที่ใช้รองรับพื้น เทียมที่ปรากฏที่วางเทียมไม่มีความขนานซึ่งกันและกัน

2.ประชากรตัวอย่าง

แบบจำลองที่ทำการกลึงโดยใช้โลหะไร้สนิมที่ยึดติดกับหลักยึดชนิดต่างๆ และแบบจำลองฐาน พื้นเทียมที่ทำจากเรซินอะคริลิกโดยมีวัสดุบุผิวอย่างนิ่มชนิดซิลิโคนอยู่ใต้ฐานพื้นเทียม

3.กลุ่มตัวอย่าง

ตารางที่ 1 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง

	ปริมาณความคอดเว้า			
	0.01 นิ้ว	0.02 นิ้ว	0.03 นิ้ว	0.04 นิ้ว
หลักยึดเฉพาะบุคคลชนิดดัดแปลง	5	5	5	5
หลักยึดเฉพาะบุคคลรูปทรงระบอบอก	หลักยึด5 ตัวที่มีความขนานกัน			

ตัวแปรที่ใช้ในงานวิจัย

ตัวแปรอิสระ คือ หลักยึดเฉพาะบุคคลรูปทรงกระบอก และหลักยึดเฉพาะบุคคลชนิดดัดแปลงที่มีความสอดคล้อง 0.01, 0.02, 0.03 และ 0.04 นิ้ว

ตัวแปรตาม คือ ค่าแรงยึดอยู่ที่ใช้ในการดึงฟันเทียมออกจากหลักยึดชนิดต่างๆ

ตัวแปรควบคุม คือ การยึดติดระหว่างฐานฟันเทียมกับวัสดุบุผิวอย่างนิ่ม อุณหภูมิในช่องปาก การผสมเรซินอะคริลิกและวัสดุบุผิวอย่างนิ่มชนิดซิลิโคนและความถูกต้องในการถอดใส่ชิ้นงานในแต่ละครั้ง

วัสดุอุปกรณ์

1. แบบจำลองบนและล่าง
2. แบบจำลองหลักยึดเฉพาะบุคคลรูปทรงกระบอกจำนวน 2 ตัว
3. แบบจำลองหลักยึดเฉพาะบุคคลชนิดดัดแปลงที่มีความสอดคล้อง 0.01 นิ้วจำนวน 2 ตัว
4. แบบจำลองหลักยึดเฉพาะบุคคลชนิดดัดแปลงที่มีความสอดคล้อง 0.02 นิ้วจำนวน 2 ตัว
5. แบบจำลองหลักยึดเฉพาะบุคคลชนิดดัดแปลงที่มีความสอดคล้อง 0.03 นิ้วจำนวน 2 ตัว
6. แบบจำลองหลักยึดเฉพาะบุคคลชนิดดัดแปลงที่มีความสอดคล้อง 0.04 นิ้วจำนวน 2 ตัว
7. แกนนำการถอดใส่ (guiding rod) 4 ชิ้น
8. ตัวกั้นพื้นที่ (spacer) 2 ชิ้น
9. อ่างควบคุมอุณหภูมิ
10. เครื่องทดสอบแรงแบบอเนกประสงค์อินสตรอน

11. กล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ
12. Tokuyama Curefast ,Tokuyama dental corporation, โตเกียว, ญี่ปุ่น
13. Softreliner Tough, Tokuyama dental corporation, โตเกียว, ญี่ปุ่น
14. ยางความหนา 1 มิลลิเมตร จำนวน 4 ชั้น
15. พายเบอร์ 7
16. มีดผ่าตัดเบอร์ 15
17. กระดาษทรายน้ำ
18. ปืนผสมวัสดุบุผิวอย่างนิ่ม
19. หัวกรอคาร์ไบด์

ขั้นตอนในการดำเนินงานวิจัยมี 3 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การเตรียมแบบจำลองต่างๆ

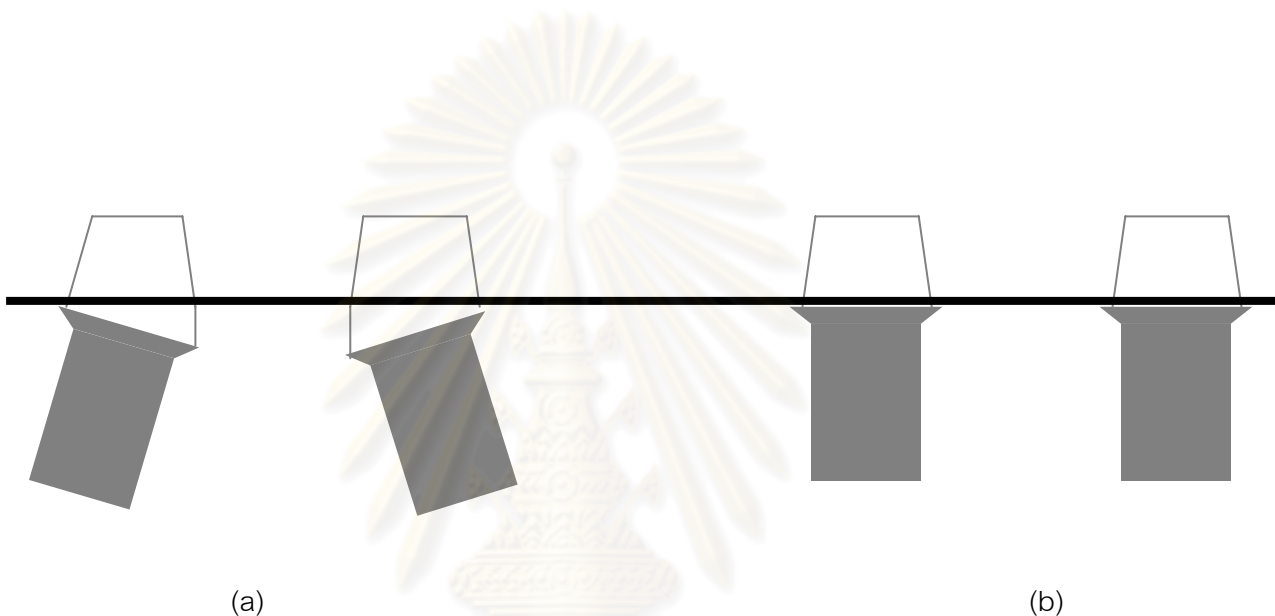
ขั้นตอนที่ 2 การประกอบชิ้นงาน

ขั้นตอนที่ 3 การทดสอบการถอดใส่ และกระบวนการวัด

ขั้นตอนที่ 1 การเตรียมแบบจำลองต่างๆ

การเตรียมหลักยึด ได้ออกแบบให้ส่วนของรากเทียมและหลักยึดเป็นชิ้นเดียวกันเพื่อป้องกันการหลวมของสกรูที่ใช้ยึดและมีความคลาดเคลื่อนของชิ้นงานน้อยกว่า 0.02 มิลลิเมตร จากรูปที่ 1 ด้านซ้ายมือเป็นการแก้ไขความไม่ขนานของรากเทียมในทางคลินิก โดยการใช้หลักยึดที่ทำขึ้นเองสร้าง

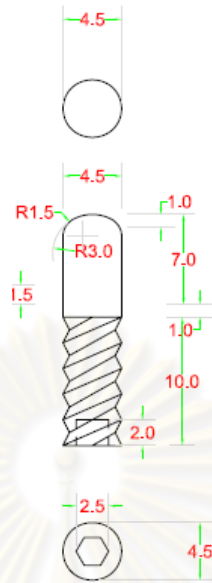
ให้มีความขนานกันและยึดติดกับส่วนหลักยึดด้วยซีเมนต์ หรือทำหลักยึดเป็นชั้นเดียวกันก่อนใช้สกรูยึดกับส่วนรากเทียม แต่ในงานวิจัยชิ้นนี้เป็นการศึกษาค่าแรงยึดอยู่ในส่วนของหลักยึดเท่านั้น สังเกตจากเส้นแสดงตำแหน่งที่ต้องการศึกษาวิจัย พบว่าไม่มีความจำเป็นที่แบบจำลองในงานวิจัยต้องวางรากเทียมให้มีลักษณะเอียง ดังนั้นในการทดลองได้ใช้ส่วนของรากเทียมและหลักยึดมีทิศทางที่ขนานกันและเชื่อมติดเป็นชั้นเดียวกันเพื่อป้องกันการรบกวนของสกรูที่ใช้ยึดส่วนรากเทียมกับหลักยึด



รูปที่ 1 วิธีทางคลินิกเพื่อแก้ปัญหาความไม่ขนานกันระหว่างรากเทียมและหลักยึด (a) และการเตรียมแบบจำลองในห้องปฏิบัติการที่มีความขนานกันระหว่างรากเทียมและหลักยึด (b)

การเตรียมหลักยึดเฉพาะบุคคล

หลักยึดเฉพาะบุคคลรูปทรงกระบอกเป็นกลุ่มควบคุมเนื่องจากเป็นกลุ่มที่ไม่มีปริมาณส่วนหัว มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 4.5 มิลลิเมตรลักษณะคล้ายหลักยึดคร่อมฟันที่มีความขนานกัน ส่วนบนของหลักยึดมีลักษณะโค้งมนเพื่อช่วยให้การถอดใส่แบบจำลองทำได้ง่ายขึ้น ส่วนบริเวณด้านใต้ของรากเทียมมีร่องลักษณะหกเหลี่ยม เพื่อให้สามารถขันแบบรากเทียมจำลองเข้าออกได้โดยง่าย (รูปที่ 2,3)

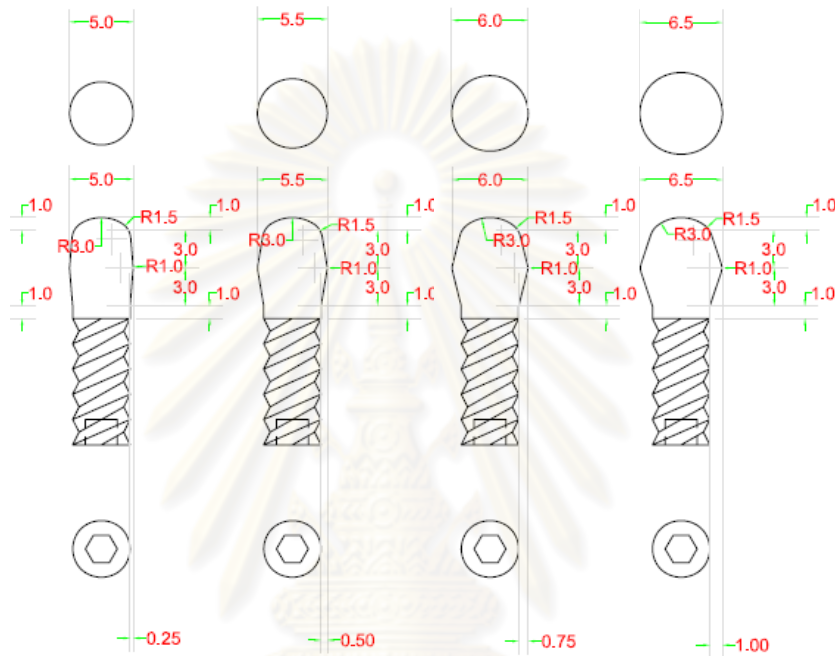


รูปที่ 2 พิมพ์เขียวหลักยึดเฉพาะบุคคลรูปทรงกระบอก(มิลลิเมตร)



รูปที่ 3 หลักยึดเฉพาะบุคคลรูปทรงกระบอก

ส่วนหลักยึดเฉพาะบุคคลชนิดดัดแปลงมีลักษณะคล้ายลูกกรักบี้ที่มีปลายโค้งมน บริเวณฐานมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 4.5 มิลลิเมตรเท่ากัน แต่ที่ความสูง 3 มิลลิเมตรจากฐานแบบจำลองรากเทียม มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5.0, 5.5, 6.0 และ 6.5 มิลลิเมตร ทำให้เกิดความคอดเว้าบริเวณฐานแบบจำลองรากเทียม 0.01, 0.02, 0.03 และ 0.04 นิ้วตามลำดับ (รูปที่ 4,5)



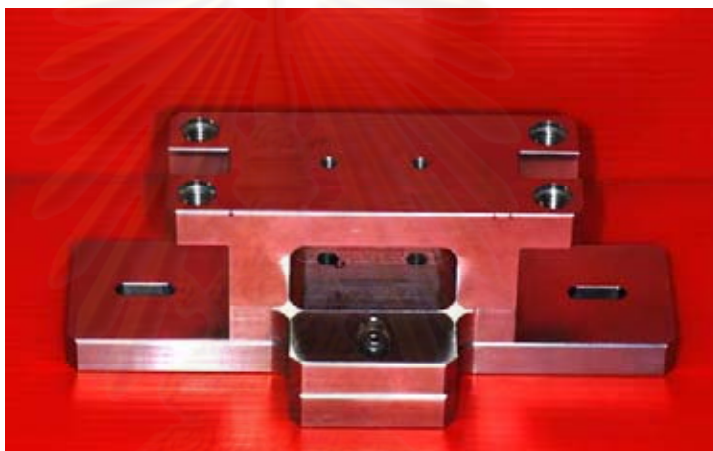
รูปที่ 4 พิมพ์เขียวหลักยึดเฉพาะบุคคลชนิดดัดแปลง(มิลลิเมตร)



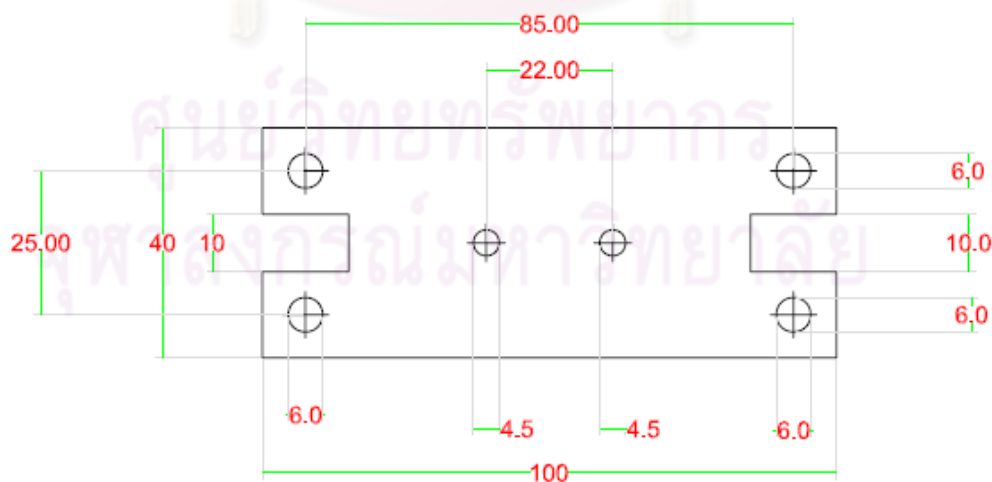
รูปที่ 5 หลักยึดเฉพาะบุคคลชนิดดัดแปลง

การเตรียมแบบจำลองล่าง

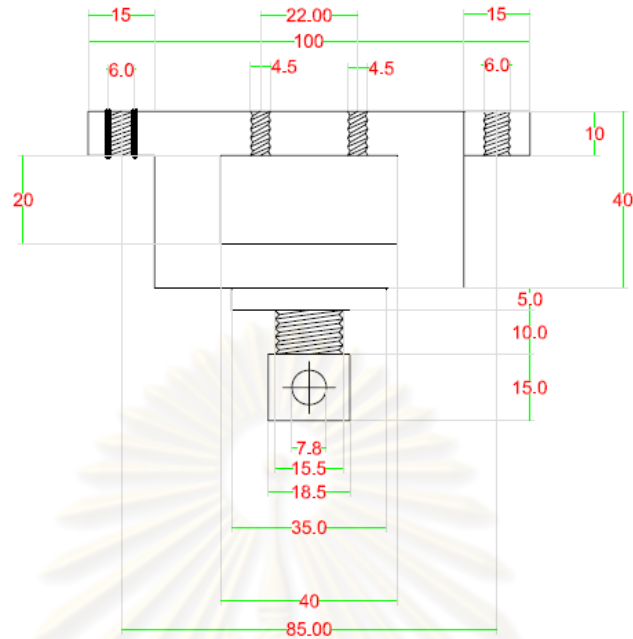
แบบจำลองล่างเปรียบเสมือนขากรรไกรล่างที่ได้รับการฝังรากเทียม 2 ซี่ตรงตำแหน่งฟันเขี้ยว หน้าตัดมีขนาด 100x40 มิลลิเมตร ด้านฐานสามารถต่อเข้ากับอ่างควบคุมอุณหภูมิที่มีฐานเป็นทรงกระบอก กึ่งกลางของแบบจำลองล่างมีรูขนาด 4.5 มิลลิเมตร 2 รูห่างกัน 22 มิลลิเมตรซึ่งรูทั้งสองทะลุมาถึงรูกลวงตรงกลาง เพื่อให้สามารถใช้ประแจหกเหลี่ยมขันด้านใต้แบบจำลองรากเทียมได้เมื่อต้องการใส่หลักยึดเข้ากับแบบจำลองล่าง ด้านบนพบรูขนาด 6 มิลลิเมตรทั้งสี่มุมของแบบจำลองล่าง เพื่อเป็นที่ยึดอยู่ของแกนนำการถอดใส่ (รูปที่ 6,7,8,9)



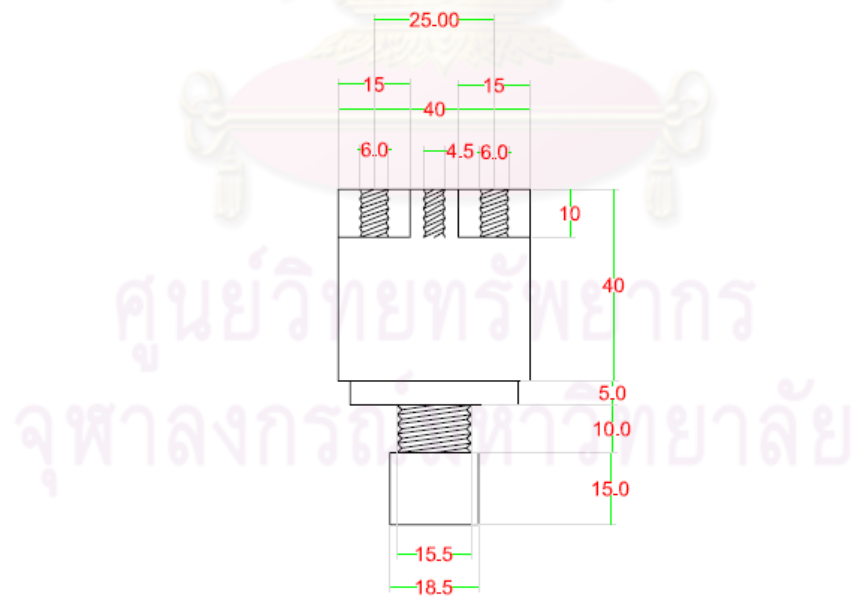
รูปที่ 6 แบบจำลองล่าง



รูปที่ 7 พิมพ์เขียวแบบจำลองล่าง(ด้านบน) (มิลลิเมตร)



รูปที่ 8 พิมพ์เขียวแบบจำลองล่าง(ด้านข้างตามแนวยาว) (มิลลิเมตร)



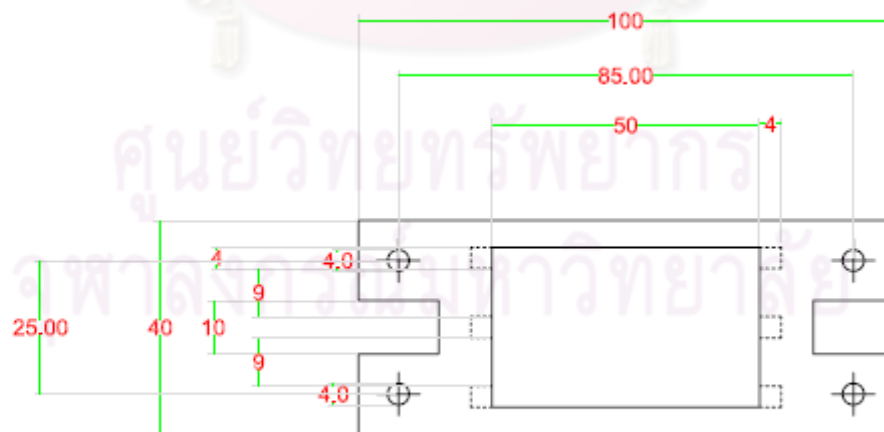
รูปที่ 9 พิมพ์เขียวแบบจำลองล่าง(ด้านข้างตามแนวกว้าง) (มิลลิเมตร)

การเตรียมแบบจำลองบน

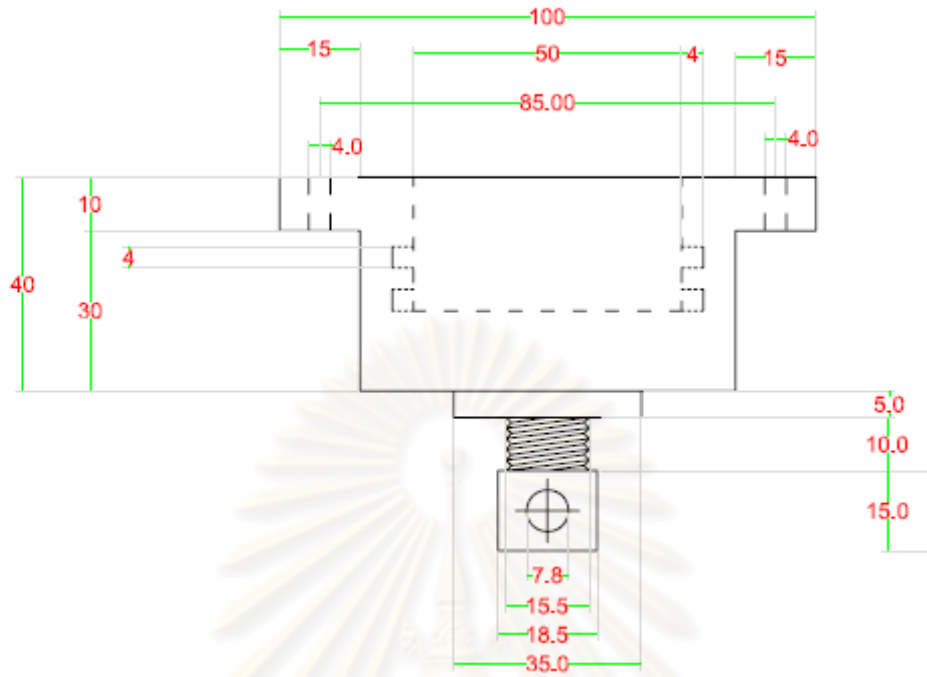
แบบจำลองบนเปรียบเสมือนพื้นเทียมทับรากที่มีวัสดุบุผิวอย่างนิ่มชนิดซิลิโคนยึดติดกับส่วนหลักยึดในขากรรไกรล่าง มีหน้าตัดขนาด 100x40 มิลลิเมตร โดยฐานด้านบนสามารถต่อเข้ากับเครื่องทดสอบแรงกดได้โดยตรง กึ่งกลางของชิ้นงานกลวงแต่ผิวภายในขรุขระเพื่อให้สามารถยึดกับเรซินอะคริลิกได้โดยการยึดติดทางกล มุมทั้งสี่ของแบบจำลองบนเป็นที่อยู่ของแกนนำการถอดใส่ซึ่งต้องมีตำแหน่งที่ตรงกันกับแบบจำลองล่าง (รูปที่ 10,11,12,13)



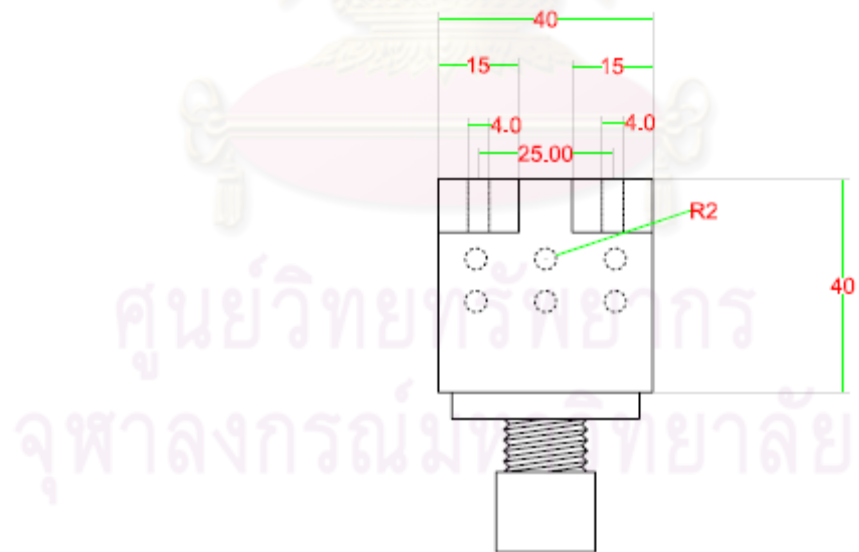
รูปที่ 10 แบบจำลองบน



รูปที่ 11 พิมพ์เขียวแบบจำลองบน(ด้านบน) (มิลลิเมตร)



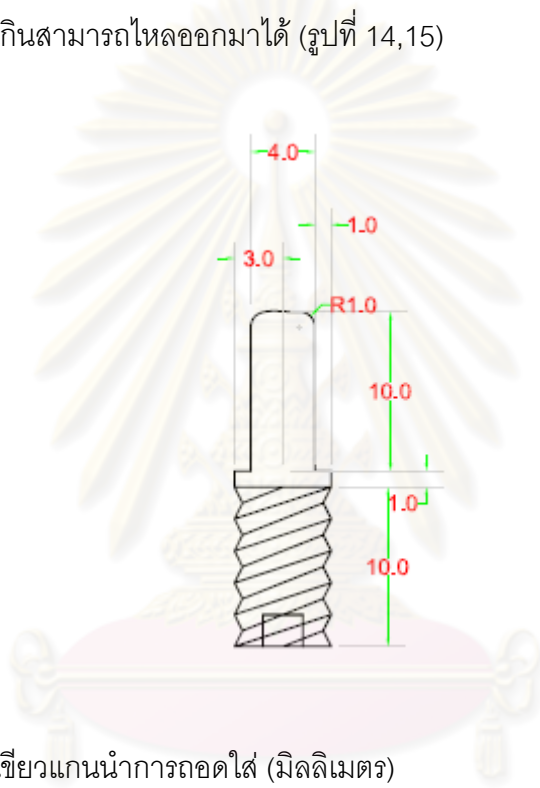
รูปที่ 12 พิมพ์เขียวแบบจำลองบน(ด้านข้างตามแนวยาว) (มิลลิเมตร)



รูปที่ 13 พิมพ์เขียวแบบจำลองบน(ด้านข้างตามแนวกว้าง) (มิลลิเมตร)

การเตรียมแกนนำการถอดใส่

สกรูมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตรซึ่งต่อเข้ากับแบบจำลองล่าง ส่วนด้านบนของแกนนำการถอดใส่มีลักษณะเรียบ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 มิลลิเมตรสูง 10 มิลลิเมตร ปลายโค้งมน เพื่อทำหน้าที่เป็นตัวช่วยให้การถอดใส่ชิ้นงานทำได้ง่ายขึ้น เมื่อต่อแบบจำลองบนและล่างเข้ากันโดยใช้แกนนำการถอดใส่พบว่า มีช่องว่างระหว่างแบบจำลองทั้งสอง 1 มิลลิเมตร เพื่อให้เรซินอะคริลิกและวัสดุบุผิวอย่างนิ่มส่วนเกินสามารถไหลออกมาได้ (รูปที่ 14,15)



รูปที่ 14 พิมพ์เขียวแกนนำการถอดใส่ (มิลลิเมตร)

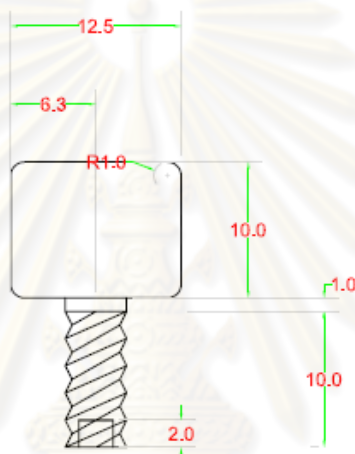
ศูนย์วิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 15 แกนนำการถอดใส่

การเตรียมตัวกันพื้นที่

ก่อนทำการอัดอะคริลิกเข้าไปในแบบจำลองบน ใช้ตัวกันพื้นที่เพื่อกันพื้นที่ใต้ฐานอะคริลิกให้เป็นที่อยู่ของวัสดุผิวอย่างนิ่มชนิดซิลิโคน นอกจากนี้ตัวกันพื้นที่ยังทำให้การเตรียมวัสดุผิวอย่างนิ่มชนิดซิลิโคนมีความหนาสม่ำเสมอและเท่ากันทุกครั้ง โดยวัสดุผิวอย่างนิ่มชนิดซิลิโคนมีความหนาโดยรอบแบบจำลองรากเทียม 3 มิลลิเมตร เพื่อให้มีการกระจายแรงจากพื้นเทียมทับรากมายังรากเทียมได้อย่างเหมาะสม(101) (รูปที่ 16,17)



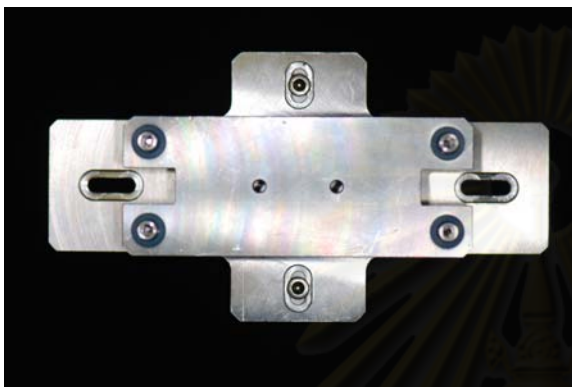
รูปที่ 16 พิมพ์เขียวตัวกันพื้นที่(มิลลิเมตร)



รูปที่ 17 ตัวกันพื้นที่

ขั้นตอนที่ 2 การประกอบชิ้นงาน

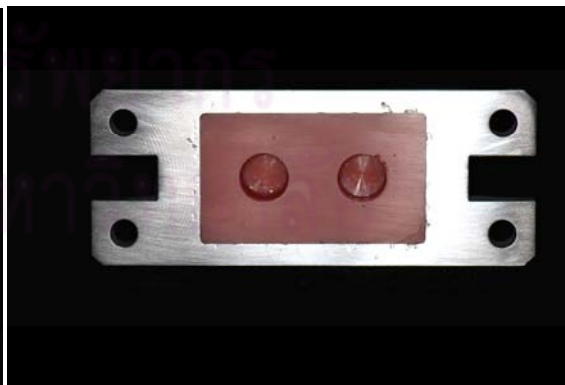
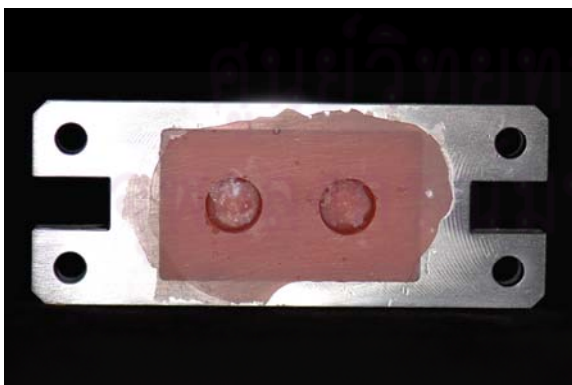
ก่อนการประกอบแบบจำลองบนและล่างเข้ากันทุกครั้ง จำเป็นต้องใส่แกนนำการถอดใส่ที่มุมของแบบจำลองล่างก่อนทุกครั้งเพื่อให้แนวทางการถอดใส่ชิ้นงานแต่ละครั้งใกล้เคียงกันมากที่สุด (รูปที่ 18)



รูปที่ 18 แบบจำลองล่างที่ใส่แนวทางการถอดใส่

รูปที่ 19 ตัวกั้นพื้นที่ในแบบจำลองล่าง

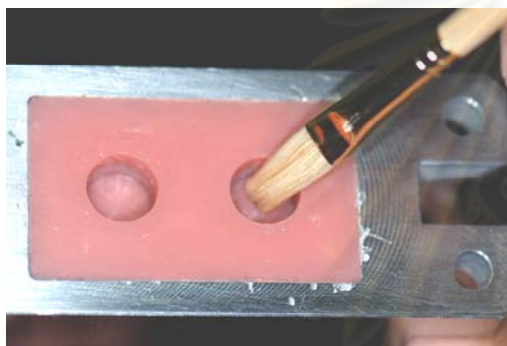
ใส่ตัวกั้นพื้นที่ให้กับวัสดุพิวอย่างนิ่มชนิดซิลิโคนลงในแบบจำลองล่าง (รูปที่ 19) ทาวาสลินโดยรอบตัวกั้นพื้นที่เพื่อให้สามารถดึงแบบจำลองบนออกได้โดยง่าย อัตราเรซินอะคริลิกประมาณ 5 นาทีตามคำแนะนำของบริษัท ชัดผิวชิ้นงานให้เรียบสม่ำเสมอขึ้นด้วยกระดาษทรายน้ำ (รูปที่ 20,21)



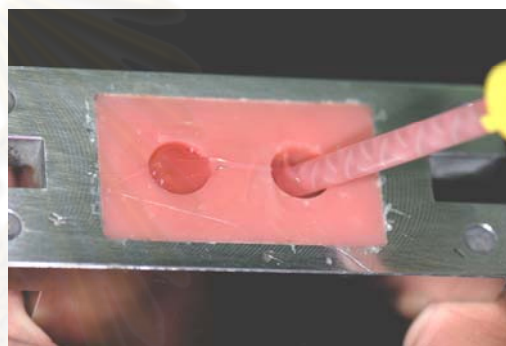
รูปที่ 20 แบบจำลองบนก่อนขัด

รูปที่ 21 แบบจำลองบนหลังขัด

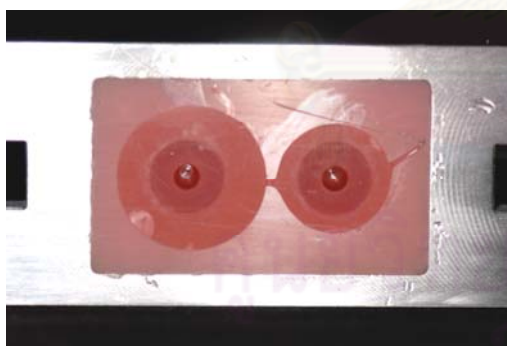
หลังจากนั้นถอดตัวกันพื้นที่และต่อหลักยึดเข้ากับแบบจำลองล่าง ส่วนแบบจำลองบนทาไฟรเมอร์ (รูปที่ 22) ลงบริเวณรูทั้งสองก่อนเป่าลมเบาๆ ทำการผสมวัสดุอนุผิวอย่างนิ่มชนิดซิลิโคนโดยใช้ปืนผสม (รูปที่ 23) เพื่อให้ได้อัตราส่วนที่ถูกต้อง ใส่วัสดุอนุผิวอย่างนิ่มชนิดซิลิโคนจนเต็มทั้งสองรูก่อนประกอบแบบจำลองบนและล่างเข้าด้วยกัน โดยมีแกนนำการถอดใส่ที่มุมของแบบจำลองล่างรอประมาณ 20 นาทีตามคำแนะนำของบริษัท ดึงชิ้นงานออกมาตัดแต่งให้เรียบร้อยด้วยมีดผ่าตัดเบอร์ 15 (รูปที่ 24,25)



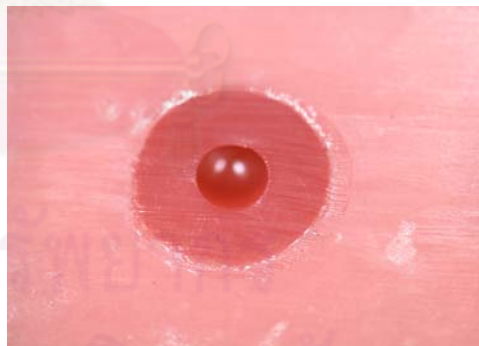
รูปที่ 22 การทาไฟรเมอร์



รูปที่ 23 การใส่วัสดุอนุผิวอย่างนิ่มชนิดซิลิโคน



รูปที่ 24 วัสดุอนุผิวอย่างนิ่มชนิดซิลิโคนก่อนตัดแต่ง



รูปที่ 25 วัสดุอนุผิวอย่างนิ่มชนิดซิลิโคนหลังตัดแต่ง

ขั้นตอนที่ 3 การทดสอบการถอดใส่ และกระบวนการวัด

บันทึกภาพวัสดุอนุผิวอย่างนิ่มชนิดซิลิโคนทั้งสองข้างด้วยเครื่องจุลทรรศน์ ก่อนต่อแบบจำลองบนเข้ากับแขนที่สามารถเคลื่อนที่ได้ของเครื่องทดสอบเนกประสงค์ ส่วนแบบจำลองล่างต่อเข้ากับ

อ่างน้ำที่ควบคุมอุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส(104) (รูปที่26) ในแบบจำลองล่างมีแกนนำการถอดใส่ทั้ง 4 มุมมีวงแหวนยางหนา 1 มิลลิเมตร เพื่อให้มีช่องว่างระหว่างแบบจำลองบนและแบบจำลองล่าง 1 มิลลิเมตรเพื่อให้เรซินอะคริลิกและวัสดุบุผิวอย่างนิ่มชนิดซิลิโคนส่วนเกินสามารถไหลออกมาได้หนาเท่ากัน กดแบบจำลองบนด้วยแรงประมาณ 10 นิวตัน เพื่อกำหนดตำแหน่งต่ำสุดของแบบจำลองบน

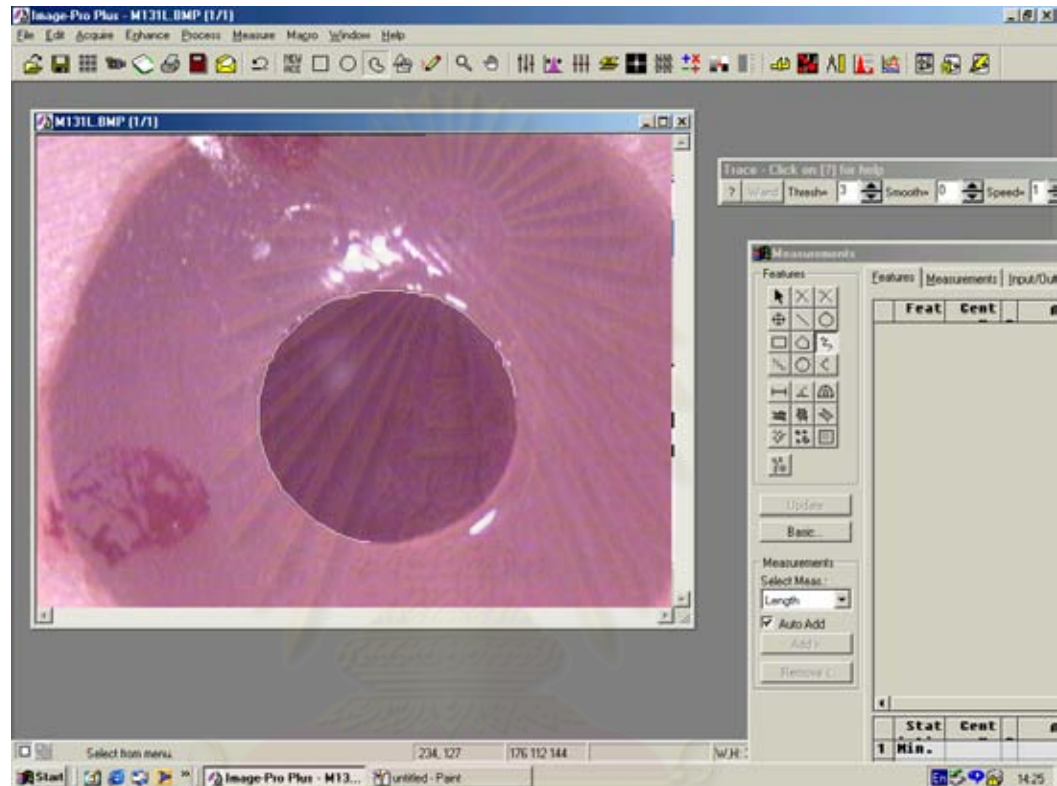


รูปที่ 26 การประกอบแบบจำลองล่างเข้ากับอ่างควบคุมอุณหภูมิ

ทดสอบหาค่าแรงยึดอยู่ของวัสดุบุผิวอย่างนิ่มชนิดซิลิโคนกับหลักยึดเฉพาะบุคคลชนิดตัดแปลงที่มีความคอคเว้าแตกต่างกันโดยตั้งแบบจำลองบนและล่างออกจากกัน บันทึกค่าแรงยึดอยู่ด้วยโปรแกรม Merlin[®] ที่ความเร็ว 2 มิลลิเมตรต่อนาที(119) และทดสอบวงจรการถอดใส่ฟันเทียมบนหลักยึดเฉพาะบุคคลชนิดตัดแปลงด้วยโปรแกรม Fast Track Console[®] จำนวน 480 รอบซึ่งเปรียบเสมือนการใช้งาน 4 เดือน(47) ซึ่งเป็นระยะเวลาที่ผู้ป่วยกลับมาพบทันตแพทย์อีกครั้ง ด้วยความถี่ 0.00909 เฮิรท์ซ์และมีความเร็ว 10.91 มิลลิเมตรต่อนาที เนื่องจากวัสดุบุผิวอย่างนิ่มชนิดซิลิโคนคืนตัวได้ร้อยละ 99.7 ในเวลา 110 วินาที (อ้างในบริษัท Tokuyama Dental Co. Ltd.) ก่อนทดสอบหาค่าแรงยึดอยู่ระหว่างแบบจำลองบนและล่างภายหลังวงจรการถอดใส่ด้วยโปรแกรม Merlin[®] ด้วยความเร็ว 2 มิลลิเมตรต่อนาที

บันทึกภาพวัสดุบุผิวอย่างนิ่มชนิดซิลิโคนภายหลังวงจรถอดใส่ด้วยเครื่องจุลทรรศน์ เปรียบเทียบวัสดุบุผิวอย่างนิ่มชนิดซิลิโคนก่อนและหลังวงจรถอดใส่ด้วยโปรแกรม Image Pro Plus (รูปที่27) เพื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของวัสดุบุผิวอย่างนิ่มชนิดซิลิโคน เมื่อสิ้นสุดการทดลองหรือ

วัสดุบุผิวอย่างนิ่มชนิดซิลิโคนและเรซินอะคริลิกออกจากแบบจำลองบน อัลดเรซินอะคริลิกและวัสดุบุผิวอย่างนิ่มชนิดซิลิโคนใหม่กลุ่มละ 5 ครั้งตามวิธีการที่ได้กล่าวมาข้างต้น



รูปที่ 27 การใช้โปรแกรม Image Pro Plus เพื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของวัสดุบุผิวอย่างนิ่มชนิดซิลิโคน

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วัดการกระจายของข้อมูลด้วยค่าสถิติชาปิโร-วิลค์ (Shapiro Wilk) และวัดค่าความแปรปรวนของข้อมูลด้วยค่าสถิติลีวีเนสส์ (Levene) นำข้อมูลทดสอบด้วยค่าสถิติ Mauchly's Test of Sphericity และการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทางเมื่อมีการวัดซ้ำได้ (Two-way repeated measures ANOVA) เพื่อศึกษาจุดปัจจัยวงจรถอดใส่ ปริมาณความคอดเว้า และปฏิสัมพันธ์ระหว่างวงจรถอดใส่ และปริมาณความคอดเว้าที่มีผลต่อค่าแรงยึดอยู่ เปรียบเทียบค่าแรงยึดอยู่ของฟันเทียมบนหลักยึด

เฉพาะบุคคลชนิดดัดแปลงที่มีความคาดหวังแตกต่างกันก่อนและหลังวงจรการถอดใส่ โดยใช้สถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA) และการทดสอบแบบบอนเฟอร์โรนี (Bonferroni) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของค่าแรงยึดอยู่ก่อนและหลังวงจรถอดใส่ของหลักยึดเฉพาะบุคคลชนิดดัดแปลงที่มีความคาดหวังแตกต่างกัน โดยใช้สถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (Analysis of Covariance) และการทดสอบแบบบอนเฟอร์โรนี ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4

ผลการทดลอง

จากตารางที่ 2 พบว่าค่าเฉลี่ยของแรงยึดอยู่ของหลักยึดเฉพาะบุคคลชนิดดัดแปลงที่มีปริมาณส่วนแก้ว 0.01, 0.02, 0.03, 0.04 นิ้ว และหลักยึดเฉพาะบุคคลรูปทรงกระบอกก่อนวงจรถอดใส่มีค่า 10.55, 10.97, 15.68, 19.90 และ 8.95 นิวตันตามลำดับ และจากตารางที่ 3 พบว่าค่าเฉลี่ยของแรงยึดอยู่ของหลักยึดเฉพาะบุคคลชนิดดัดแปลงที่มีปริมาณส่วนแก้ว 0.01, 0.02, 0.03, 0.04 นิ้ว และหลักยึดเฉพาะบุคคลรูปทรงกระบอกภายหลังวงจรถอดใส่มีค่า 7.73, 9.47, 11.45, 14.66 และ 7.68 นิวตันตามลำดับ

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยแรงยึดอยู่ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานก่อนวงจรถอดใส่(นิวตัน)

กลุ่ม	ค่าเฉลี่ยแรงยึดอยู่	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
1	10.55 ^a	1.25
2	10.97 ^a	1.46
3	15.68 ^b	1.49
4	19.90 ^c	2.13
5	8.95 ^a	0.71

กลุ่มที่ 1-4 คือ กลุ่มหลักยึดเฉพาะบุคคลชนิดดัดแปลงที่มีความคอดแก้ว 0.01, 0.02, 0.03 และ 0.04 นิ้วตามลำดับ

กลุ่มที่ 5 คือ กลุ่มหลักยึดเฉพาะบุคคลรูปทรงกระบอก(กลุ่มควบคุม)

a,b,c แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความน่าเชื่อถือร้อยละ 95

ข้อมูลค่าแรงยึดอยู่ก่อนและหลังวงจรถอดใส่ พบค่าแรงยึดอยู่น้อยที่สุดก่อนวงจรถอดใส่ในหลักยึดเฉพาะบุคคลรูปทรงกระบอก (8.12 นิวตัน) และพบค่าแรงยึดอยู่มากที่สุดก่อนวงจรถอดใส่ในหลักยึดเฉพาะบุคคลชนิดดัดแปลงที่มีปริมาณส่วนแก้ว 0.04 นิ้ว (22.32 นิวตัน) ภายหลังวงจรถอดใส่จำนวน 480 รอบ พบค่าแรงยึดอยู่น้อยที่สุดในหลักยึดเฉพาะบุคคลชนิดดัดแปลงที่มีปริมาณส่วนแก้ว

0.01 นิ้ว (6.06 นิวตัน) และพบค่าแรงยึดอยู่มากที่สุดในหลักยึดเฉพาะบุคคลชนิดดัดแปลงที่มีปริมาณ ส่วนว่า 0.04 นิ้ว (15.37 นิวตัน) การเปลี่ยนแปลงค่าแรงยึดอยู่มากที่สุดในหลักยึดเฉพาะบุคคลชนิด ดัดแปลงที่มีปริมาณส่วนว่า 0.04 นิ้ว (7.11 นิวตัน) (ตารางที่ 6 ของภาคผนวก)

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยแรงยึดอยู่ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานหลังวงจรถอดใส่(นิวตัน)

กลุ่ม	ค่าเฉลี่ยแรงยึดอยู่	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
1	7.73 ^a	1.45
2	9.47 ^a	0.95
3	11.45 ^b	0.31
4	14.66 ^c	0.90
5	7.68 ^a	0.64

กลุ่มที่ 1-4 คือ กลุ่มหลักยึดเฉพาะบุคคลชนิดดัดแปลงที่มีความคอดใส่ 0.01, 0.02, 0.03 และ 0.04 นิ้วตามลำดับ

กลุ่มที่ 5 คือ กลุ่มหลักยึดเฉพาะบุคคลรูปทรงระบอบ(กลุ่มควบคุม)

a,b,c แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความน่าเชื่อถือร้อยละ 95

ค่าแรงยึดอยู่ก่อนวงจรถอดใส่มีการกระจายตัวแบบปกติ(ตารางที่ 7 ของภาคผนวก) เมื่อใช้ ค่าสถิติซาพิโร-วิลค์ ($p>0.05$) และพบว่าค่าแรงยึดอยู่ภายหลังวงจรถอดใส่มีการกระจายตัวแบบปกติ (ตารางที่ 8 ของภาคผนวก) เมื่อใช้ค่าสถิติซาพิโร-วิลค์($p>0.05$)และพบว่าค่าความแปรปรวนก่อนและ ภายหลังวงจรถอดใส่มีค่าเท่ากัน ($p= 0.348,0.367>0.05$) (ตารางที่ 9 ของภาคผนวก)

ค่าสถิติ Mauchly's Test of Sphericity ($p=0.071,0.582>0.05$) (ตารางที่ 10 ของภาคผนวก) แสดงว่าข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์นั้นเป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้น (basic assumptions) และสามารถใ้ การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทางเมื่อมีการวัดซ้ำได้ โดยดูปัจจัยการผ่านวงจรถอดใส่ ปริมาณ ความคอดใส่และปฏิสัมพันธ์ระหว่างการผ่านวงจรถอดใส่และปริมาณความคอดใส่ที่มีผลต่อค่าแรง ยึดอยู่ด้วยค่าสถิติ Sphericity Assumed ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากผลการทดสอบ Tests of Within-Subjects Effects (ตารางที่ 11 ของภาคผนวก)ปรากฏว่า

การผ่านวงจรถอดใส่คำนวณ F-test ได้ 85.894 มีนัยสำคัญที่ระดับ 0.001 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0.05 นั่นคือ วงจรถอดใส่แตกต่างกันมีผลต่อค่าแรงยึดอยู่บนพื้นเทียมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ปริมาณความคอดเว้าคำนวณ F-test ได้ 49.553 มีนัยสำคัญที่ระดับ 0.000 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0.05 นั่นคือ ปริมาณความคอดเว้าแตกต่างกันมีผลต่อค่าแรงยึดอยู่บนพื้นเทียมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ปฏิสัมพันธ์ระหว่างการผ่านวงจรถอดใส่และปริมาณความคอดเว้าคำนวณ F-test ได้ 13.865 มีนัยสำคัญที่ระดับ 0.000 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0.05 นั่นคือ มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างการผ่านวงจรถอดใส่และปริมาณความคอดเว้าที่ส่งผลต่อค่าแรงยึดอยู่บนพื้นเทียมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

การทดสอบความแตกต่างของข้อมูลสองกลุ่ม (paired sample t-test) ในหลักยึดก่อนและหลังวงจรถอดใส่ เพื่อดูความแตกต่างของวงจรถอดใส่ที่ส่งผลต่อค่าแรงยึดของหลักยึดเฉพาะบุคคลชนิดดัดแปลงที่มีความคอดเว้าแตกต่างกัน พบว่าค่าแรงยึดก่อนวงจรถอดใส่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับค่าแรงยึดอยู่ภายหลังวงจรถอดใส่ ($p < 0.05$) โดยพบว่าค่าแรงยึดก่อนวงจรถอดใส่มากกว่าค่าแรงยึดอยู่ภายหลังวงจรถอดใส่ในทุกกลุ่มการทดลอง (ตารางที่ 12 ของภาคผนวก)

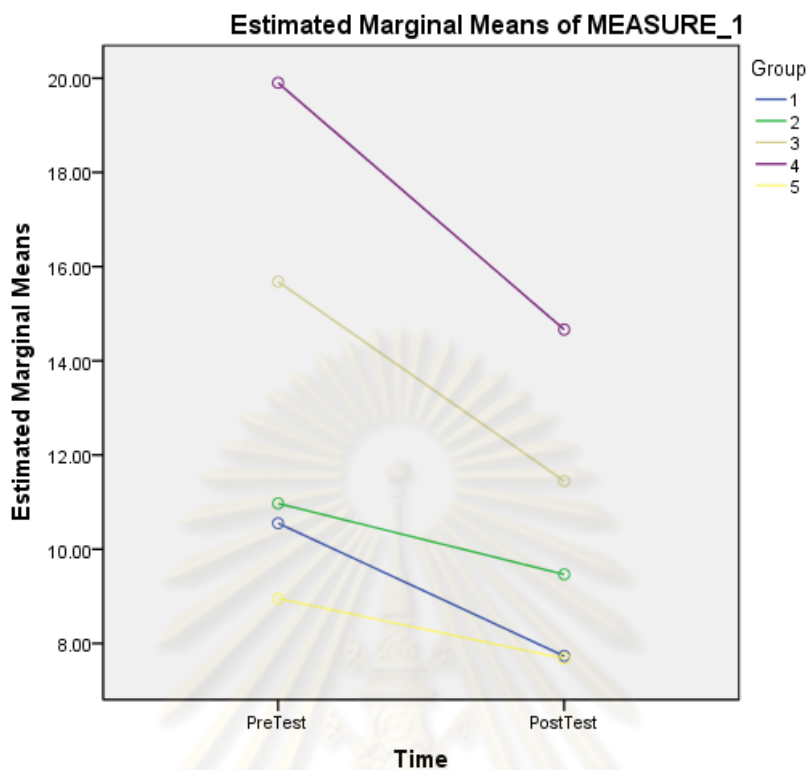
การทดสอบแบบบอนเฟอร์โรนี (ตารางที่ 13 ของภาคผนวก) เพื่อเปรียบเทียบค่าแรงยึดอยู่ก่อนวงจรถอดใส่ของหลักยึดเฉพาะบุคคลชนิดดัดแปลงที่มีความคอดเว้าแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 พบว่าหลักยึดเฉพาะบุคคลรูปทรงกระบอก หลักยึดเฉพาะบุคคลชนิดดัดแปลงที่มีปริมาณส่วนเว้า 0.01 และ 0.02 นิ้ว มีค่าแรงยึดอยู่ก่อนวงจรถอดใส่ที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) และหลักยึดเฉพาะบุคคลชนิดดัดแปลงที่มีปริมาณส่วนเว้า 0.03 และ 0.04 นิ้ว มีค่าแรงยึดอยู่ก่อนวงจรถอดใส่ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และมีค่าแรงยึดอยู่ก่อนวงจรถอดใส่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับหลักยึดเฉพาะบุคคลรูปทรงกระบอก หลักยึดเฉพาะบุคคลชนิดดัดแปลงที่มีปริมาณส่วนเว้า 0.01 และ 0.02 นิ้ว (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 แสดงการแบ่งกลุ่มย่อยชี้ให้เห็นความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของค่าแรงยึดอยู่ก่อนวงจรถอดใส่ของหลักยึดเฉพาะบุคคลชนิดดัดแปลงที่มีความสอดคล้องแตกต่างกัน

กลุ่ม	จำนวน	ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95		
		1	2	3
5	5	8.95		
1	5	10.55		
2	5	10.97		
3	5		15.68	
4	5			19.90

การทดสอบแบบบอนเฟอร์โรนี (ตารางที่ 14 ของภาคผนวก) เพื่อเปรียบเทียบค่าแรงยึดอยู่ภายหลังวงจรถอดใส่ของหลักยึดเฉพาะบุคคลชนิดดัดแปลงที่มีความสอดคล้องแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 พบว่าหลักยึดเฉพาะบุคคลรูปทรงกระบอก หลักยึดเฉพาะบุคคลชนิดดัดแปลงที่มีปริมาณส่วนหัว 0.01 และ 0.02 นิ้ว มีค่าแรงยึดอยู่ภายหลังวงจรถอดใส่ที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) และหลักยึดเฉพาะบุคคลชนิดดัดแปลงที่มีปริมาณส่วนหัว 0.03 และ 0.04 นิ้ว มีค่าแรงยึดอยู่ภายหลังวงจรถอดใส่ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และมีค่าแรงยึดอยู่ภายหลังวงจรถอดใส่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับหลักยึดเฉพาะบุคคลรูปทรงกระบอก หลักยึดเฉพาะบุคคลชนิดดัดแปลงที่มีปริมาณส่วนหัว 0.01 และ 0.02 นิ้ว (รูปที่ 28 และตารางที่ 5)

การเปลี่ยนแปลงค่าแรงยึดอยู่ก่อนและหลังวงจรถอดใส่ของหลักยึดเฉพาะบุคคลชนิดดัดแปลงที่มีความสอดคล้องแตกต่างกันโดยสถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม พบว่าทุกกลุ่มการทดลองมีการเปลี่ยนแปลงค่าแรงยึดอยู่ก่อนและหลังวงจรถอดใส่ในอัตราส่วนที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) (ตารางที่ 15, 16 ของภาคผนวก)

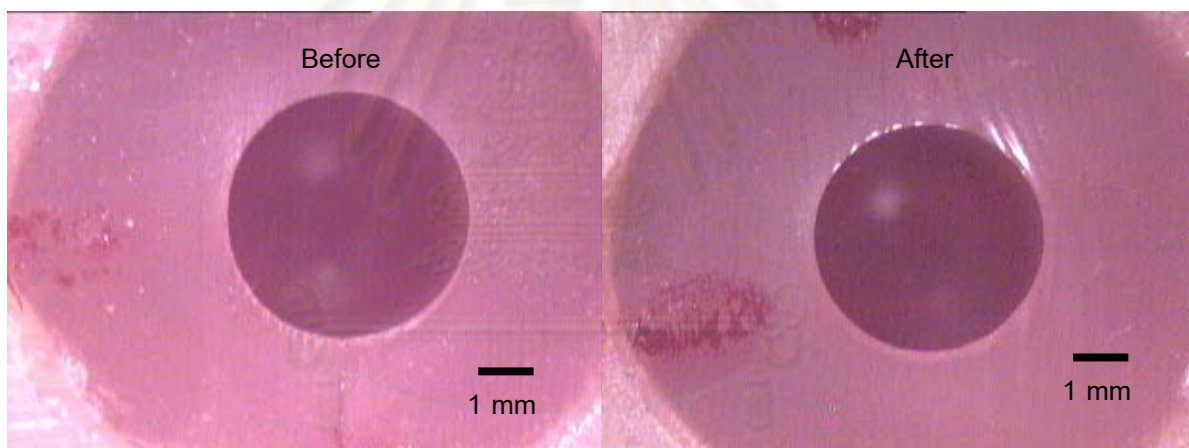


รูปที่ 28 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างการผ่านวงจรถอดใส่กับค่าแรงยึดอยู่

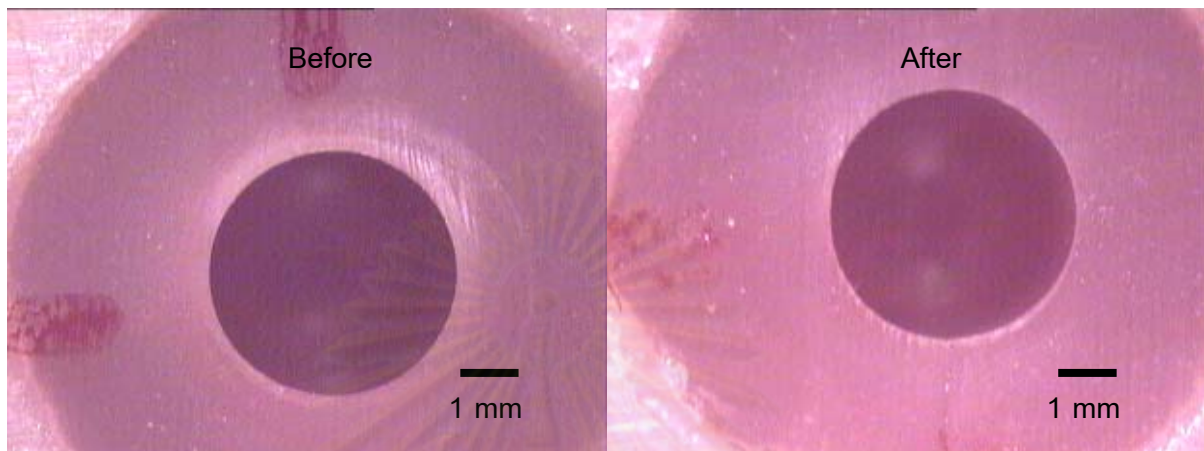
ตารางที่ 5 แสดงการแบ่งกลุ่มย่อยชี้ให้เห็นความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของค่าแรงยึดอยู่ ภายหลังจากวงจรถอดใส่ของหลักยึดเฉพาะบุคคลชนิดดัดแปลงที่มีความสอดคล้องแตกต่างกัน

กลุ่ม	จำนวน	ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95		
		1	2	3
5	5	7.68		
1	5	7.73		
2	5	9.47		
3	5		11.45	
4	5			14.66

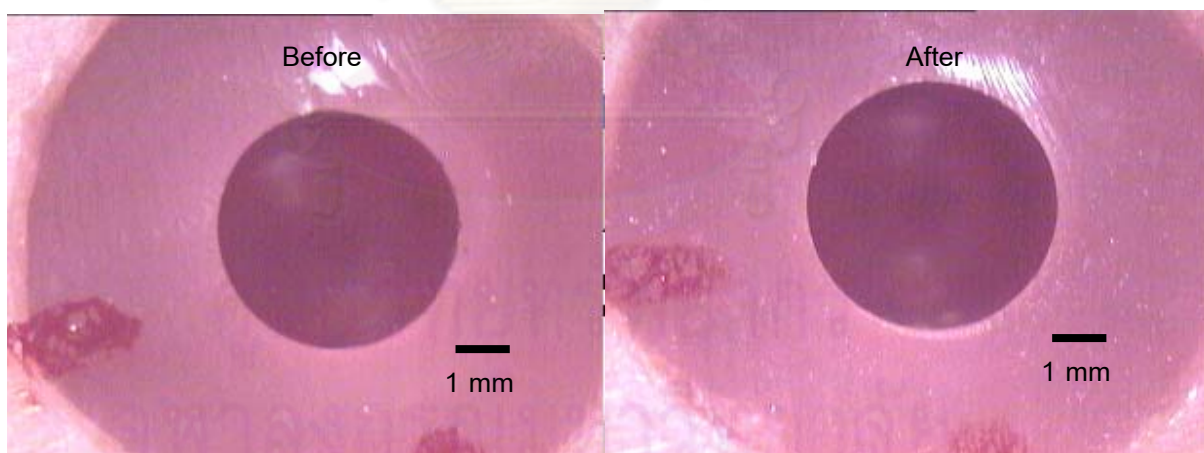
เมื่อสังเกตลักษณะการเสียรูปของวัสดุบุผิวอย่างนิ่มชนิดซิลิโคน พบว่าในกลุ่มหลักยึดเฉพาะบุคคลชนิดดัดแปลงที่มีปริมาณส่วนแก้ว 0.01, 0.02 นิ้วและหลักยึดเฉพาะบุคคลรูปทรงกระบอก มีลักษณะของวัสดุบุผิวอย่างนิ่มชนิดซิลิโคนไม่แตกต่างกันระหว่างก่อนและหลังวางจรวดใส่เมื่อสังเกตด้วยตาเปล่า และแตกต่างจากกลุ่มหลักยึดเฉพาะบุคคลชนิดดัดแปลงที่มีปริมาณส่วนแก้ว 0.03 และ 0.04 นิ้ว ที่พบว่าวัสดุบุผิวอย่างนิ่มชนิดซิลิโคนมีการเสียรูปอย่างชัดเจนจนสามารถสังเกตได้ด้วยตาเปล่า(รูปที่ 29-33)



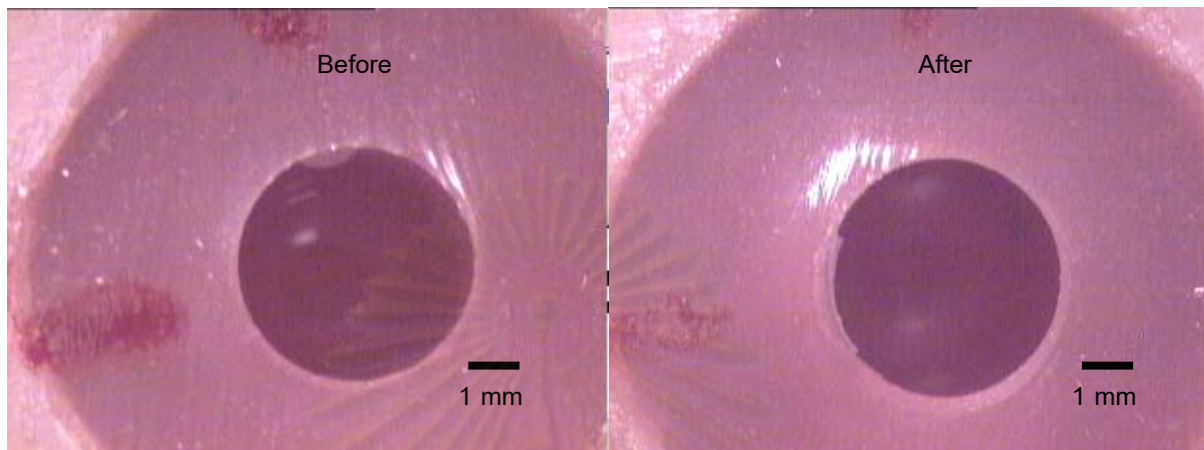
รูปที่ 29 ลักษณะของวัสดุบุผิวอย่างนิ่มชนิดซิลิโคนของหลักยึดเฉพาะบุคคลรูปทรงกระบอก ก่อนและหลังวางจรวดใส่



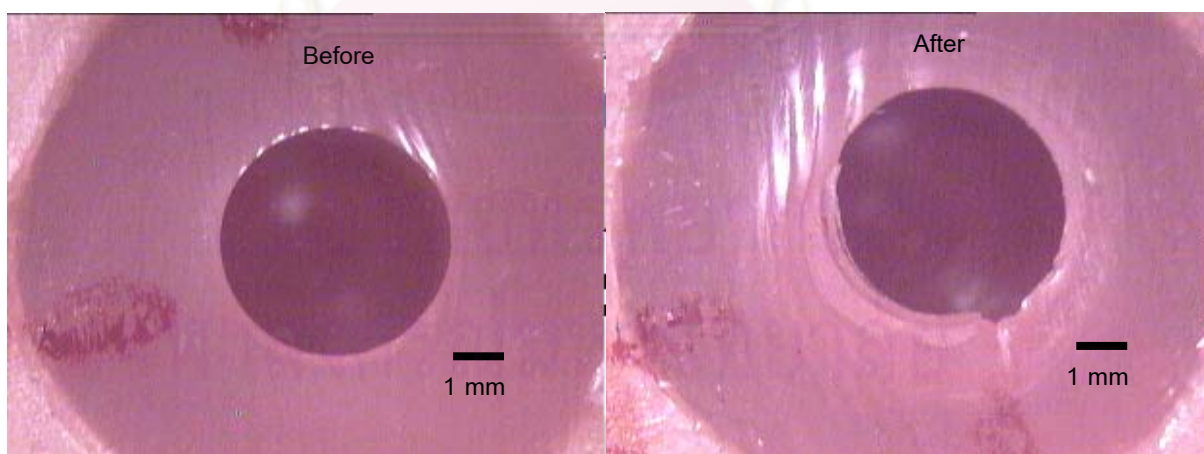
รูปที่ 30 ลักษณะของวัสดุบุผิวอย่างนิ่มชนิดซิลิโคนของหลักยึดเฉพาะบุคคลชนิดดัดแปลงที่มีความคอดเว้า 0.01 นิ้วก่อนและหลังวงจรรถดใส่



รูปที่ 31 ลักษณะของวัสดุบุผิวอย่างนิ่มชนิดซิลิโคนของหลักยึดเฉพาะบุคคลชนิดดัดแปลงที่มีความคอดเว้า 0.02 นิ้วก่อนและหลังวงจรรถดใส่



รูปที่ 32 ลักษณะของวัสดุขุผิวอย่างนิ่มชนิดซิลิโคนของหลักยึดเฉพาะบุคคลชนิดดัดแปลงที่มีความคอดเว้า 0.03 นิ้วก่อนและหลังวงจรถอดใส่



รูปที่ 33 ลักษณะของวัสดุขุผิวอย่างนิ่มชนิดซิลิโคนของหลักยึดเฉพาะบุคคลชนิดดัดแปลงที่มีความคอดเว้า 0.04 นิ้วก่อนและหลังวงจรถอดใส่

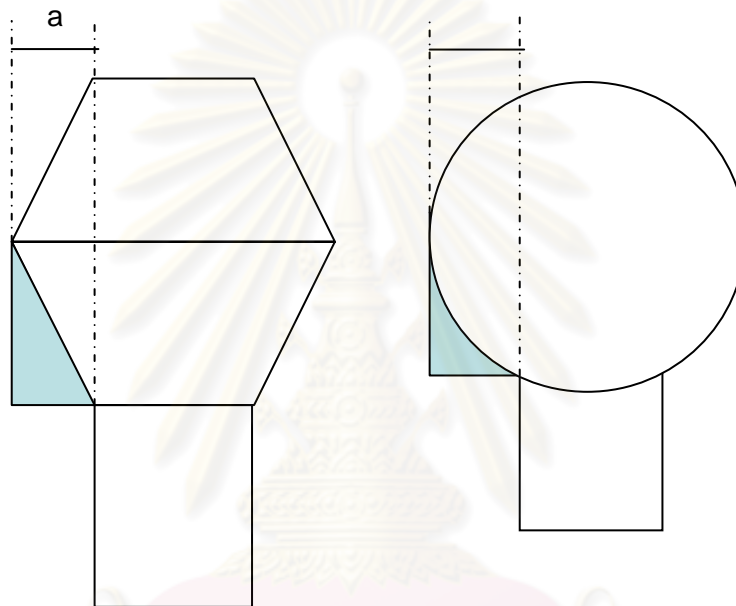
บทที่ 5

บทวิจารณ์

ความไม่แน่นอนกันของรากเทียม สามารถแก้ไขโดยใช้ส่วนยึดยึดหยุ่น (resilient attachment) แต่ Khadivi(69) พบว่าหากรากเทียมมีความไม่แน่นอนกันมากเกินไปจนขีดความสามารถของส่วนยึดยึดหยุ่น ส่วนยึดยึดหยุ่นจะเกิดการสูญเสียรูปร่างและมีค่าแรงยึดอยู่ต่ำลงอย่างชัดเจน จำเป็นต้องเปลี่ยนส่วนยึดยึดหยุ่นใหม่ทุกๆ 1 ถึง 2 อาทิตย์ หรือการใช้ส่วนยึดชนิดบาร์เชื่อมติดกันระหว่างรากเทียมที่ไม่แน่นอนกัน ต้องอาศัยความชำนาญอย่างสูงของทันตแพทย์หรือความซับซ้อนในการสร้างส่วนยึดชนิดบาร์ในห้องปฏิบัติการ จากสาเหตุข้างต้นผู้วิจัยได้แก้ไขความไม่แน่นอนกันของรากเทียม โดยการสร้างหลักยึดเฉพาะบุคคลชนิดดัดแปลงให้แน่นอนกัน และใช้วัสดุบุผิวอย่างนิ่มชนิดซิลิโคนให้การยึดอยู่ระหว่างรากเทียมและฟันเทียมที่บราก การแก้ไขความไม่แน่นอนกันของรากเทียมด้วยวิธีดังกล่าวไม่มีความยุ่งยากในการสร้างชิ้นงาน ทันตแพทย์ทั่วไปสามารถทำได้โดยไม่ต้องใช้เครื่องมือเฉพาะในการรักษา ซึ่งมีงานวิจัยจำนวนน้อยมากศึกษาถึงการสร้างหลักยึดเฉพาะบุคคลชนิดดัดแปลง แต่ยังไม่มีการวิจัยขึ้นใดศึกษาถึงรูปร่าง และปริมาณค่าแรงยึดอยู่ที่เหมาะสมกับหลักยึดเฉพาะบุคคลชนิดดัดแปลง

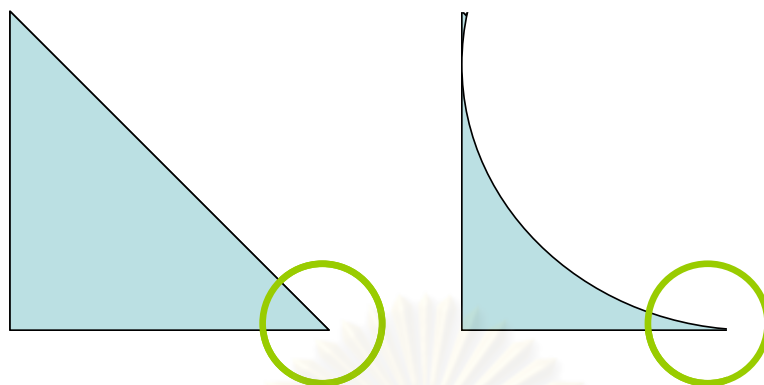
วัสดุบุผิวอย่างนิ่มนอกจากใช้เพื่อลดแรงบดเคี้ยวจากฟันเทียมลงสู่สันเหงือก ยังสามารถให้การยึดอยู่ระหว่างฟันเทียมที่บรากกับรากเทียมได้(120) โดยเฉพาะวัสดุบุผิวอย่างนิ่มชนิดซิลิโคนที่ไม่มี การหลุดของพลาสติกไซเซออร์(76) และค่าแรงยึดอยู่ระหว่างวัสดุบุผิวอย่างนิ่มชนิดซิลิโคนกับฟันเทียม เป็นที่ยอมรับได้ทางคลินิกเนื่องจากการพัฒนาที่ดีขึ้นของซิลิโคนโพเมอร์(83) นอกจากนี้วัสดุบุผิวอย่างนิ่มชนิดซิลิโคนสามารถรักษาค่าแรงยึดอยู่ได้อย่างคงที่แม้ผ่านวงจรทดสอบใส่จำนวน 2,740 รอบซึ่งแตกต่างจากวัสดุบุผิวอย่างนิ่มชนิดอะคริลิกที่มีค่าแรงยึดอยู่ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และภายหลังวงจรทดสอบพบว่าวัสดุบุผิวอย่างนิ่มชนิดอะคริลิกมีการสูญเสียรูปร่างอย่างชัดเจน(121) จากข้อมูลข้างต้นเป็นเหตุผลให้ผู้วิจัยตัดสินใจใช้วัสดุบุผิวอย่างนิ่มชนิดซิลิโคนให้การยึดอยู่ระหว่างรากเทียมกับฟันเทียมที่บราก

เหตุผลที่ผู้วิจัยออกแบบหลักยึดเฉพาะบุคคลชนิดดัดแปลงให้มีรูปร่างคล้ายลูกกรับนี้ เนื่องจากหลักยึดเฉพาะบุคคลชนิดดัดแปลงเมื่อเปรียบเทียบกับหลักยึดทรงกลม พบว่าในความคอดเว้าที่เท่ากัน หลักยึดเฉพาะบุคคลชนิดดัดแปลงมีปริมาณวัสดุบุผิวอย่างนึ่งชนิดซิลิโคนที่อยู่ได้ส่วนคอดเว้าของหลักยึดที่มากกว่าหลักยึดทรงกลม ทำให้มีค่าแรงยึดอยู่ที่มากขึ้นตามมา (รูปที่ 34)



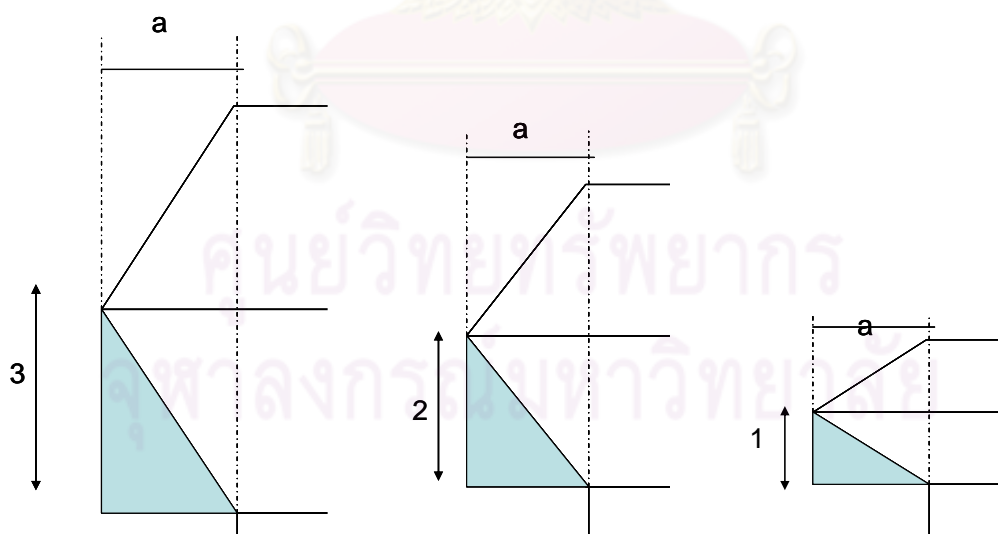
รูปที่ 34 แสดงหลักยึดเฉพาะบุคคลชนิดดัดแปลงและหลักยึดทรงกลม

บริเวณปลายของวัสดุบุผิวอย่างนึ่งชนิดซิลิโคนในกลุ่มหลักยึดทรงกลม มีลักษณะเป็นครึ่งบ่างๆทำให้เกิดการสูญเสียรูปร่างได้ง่าย ในทางตรงกันข้ามบริเวณปลายของวัสดุบุผิวอย่างนึ่งชนิดซิลิโคนในกลุ่มหลักยึดเฉพาะบุคคลชนิดดัดแปลง มีความหนามากกว่าทำให้เกิดการสูญเสียรูปร่างที่ยากขึ้น(รูปที่35)



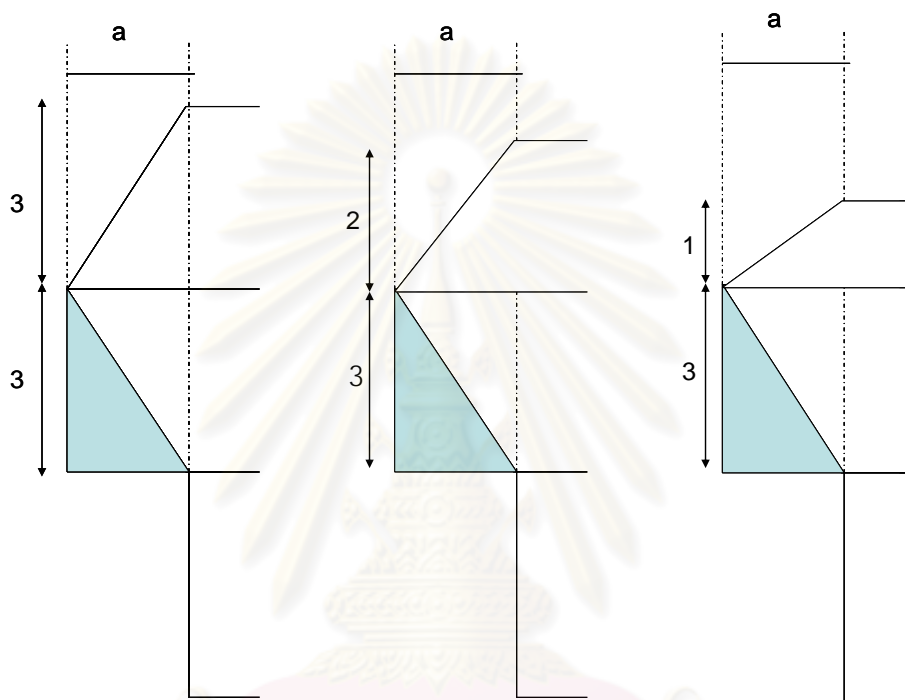
รูปที่ 35 แสดงปริมาณวัสดุบุผิวอย่างน้มนชนิดซิลิโคนที่อยู่ใต้ส่วนคอดเว้าของหลักยึดเฉพาะบุคคลชนิดดัดแปลงและหลักยึดทรงกลม

วัสดุบุผิวอย่างน้มนชนิดซิลิโคนที่อยู่ใต้ส่วนคอดเว้าของหลักยึดมีความสูง 3 มิลลิเมตร เพื่อให้มีการกระจายแรงที่เหมาะสม(101) หากลดความสูงของวัสดุบุผิวอย่างน้มนชนิดซิลิโคนที่อยู่ใต้ส่วนคอดเว้าของหลักยึดให้เหลือเพียง 1 หรือ 2 มิลลิเมตร พบว่าวัสดุบุผิวอย่างน้มนชนิดซิลิโคนมีความสูงที่น้อยเกินไป ทำให้วัสดุบุผิวอย่างน้มนชนิดซิลิโคนมีการสูญเสียรูปร่างได้ง่าย (รูปที่ 36)



รูปที่ 36 แสดงปริมาณความคอดเว้าที่แตกต่างกันในหลักยึดเฉพาะบุคคลชนิดดัดแปลง ที่มีความคอดเว้าสูง 3,2 และ 1 มิลลิเมตร ตามลำดับ (มิลลิเมตร)

ในกรณีที่ผู้ป่วยมีช่องว่างระหว่างสันเหงือกต่ำ สามารถลดความสูงของหลักยึดเฉพาะบุคคลชนิดดัดแปลงได้ โดยการลดความสูงของหลักยึดในบริเวณเหนือส่วนป่องของหลักยึดให้เหลือเพียง 1 หรือ 2 มิลลิเมตร โดยไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณวัสดุบุผิวอย่างนิ่มชนิดซิลิโคนที่อยู่ใต้ส่วนคอดเว้าของหลักยึด (รูปที่ 37)



รูปที่ 37 แสดงการลดความสูงของหลักยึดเฉพาะบุคคลชนิดดัดแปลง โดยไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณความคอดเว้า (มิลลิเมตร)

ค่าแรงยึดอยู่จากการใช้รากเทียมสองตัวเป็นส่วนยึดมีค่าแตกต่างกันแล้วแต่การออกแบบ แต่อย่างไรก็ตามค่าแรงยึดอยู่ต้องมากพอที่จะป้องกันการหลุดของฟันเทียมขณะเคี้ยวอาหาร Chung และคณะ(109) พบว่าค่าแรงยึดอยู่มีค่าในช่วง 3.68 – 35.24 นิวตันและ Setz และคณะ(122) พบว่าค่าแรงยึดอยู่มีค่าในช่วง 3 - 85 นิวตัน พบส่วนยึดชนิดแม่เหล็กมีค่าแรงยึดอยู่น้อยที่สุดและส่วนยึดชนิดบอลมีค่าแรงยึดอยู่มากที่สุด ซึ่งค่าแรงยึดอยู่ที่แตกต่างกันมาจากการออกแบบส่วนยึดที่ต่างกัน รวมทั้งทิศทางในวงจรถอดใส่ฟันเทียมในงานวิจัยนี้เป็นการถอดใส่ฟันเทียมในแนวตั้ง แต่ในความ

เป็นจริงผู้ป่วยส่วนใหญ่ถอดฟันเทียมในลักษณะถอดฟันเทียมด้านใดด้านหนึ่งออกก่อน หรือถอดฟันเทียมในลักษณะหมุนจากด้านหลังมาด้านหน้า Sadig(116) พบว่าค่าแรงยึดอยู่จากการถอดใส่ฟันเทียมในลักษณะหมุนจากด้านหลังมาด้านหน้ามีค่าสูงกว่าการถอดใส่ฟันเทียมในลักษณะถอดฟันเทียมด้านใดด้านหนึ่งออกก่อนหรือการถอดใส่ในแนวดิ่ง เนื่องจากการถอดฟันเทียมโดยการหมุนฟันเทียมให้ด้านหลังฟันเทียมหลุดออกมาก่อน จะเกิดความเครียดมากกระทำต่อรากเทียมที่อยู่ในตำแหน่งฟันซี่ยวทั้งสองด้าน

ค่าแรงยึดอยู่ก่อนและหลังวงจรการถอดใส่ของหลักยึดเฉพาะบุคคลรูปทรงกระบอก หลักยึดเฉพาะบุคคลชนิดดัดแปลงที่มีปริมาณความคอดเว้า 0.01 และ 0.02 นิ้ว มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เช่นเดียวกับภาพถ่ายทางจุลทรรศน์ของวัสดุบุผิวอย่างนิ่มชนิดซิลิโคนทั้ง 3 กลุ่ม ที่ไม่พบการสูญเสียรูปร่างอย่างถาวร แต่หลักยึดเฉพาะบุคคลชนิดดัดแปลงที่มีปริมาณความคอดเว้า 0.03 และ 0.04 นิ้ว มีค่าแรงยึดอยู่ก่อนและหลังวงจรการถอดใส่ที่แตกต่างกันอย่างชัดเจน เมื่อเปรียบเทียบกับหลักยึดเฉพาะบุคคลรูปทรงกระบอก โดยเฉพาะหลักยึดเฉพาะบุคคลชนิดดัดแปลงที่มีปริมาณความคอดเว้า 0.04 นิ้ว ที่พบการสูญเสียรูปร่างอย่างถาวรในแนวดิ่งอย่างชัดเจน (รูปที่ 38) เป็นสาเหตุหลักให้ค่าแรงยึดอยู่ภายหลังวงจรถอดใส่ลดลงอย่างมาก



รูปที่ 38 แสดงการสูญเสียรูปร่างในแนวดิ่งของวัสดุบุผิวอย่างนิ่มชนิดซิลิโคนของหลักยึดเฉพาะบุคคลชนิดดัดแปลงที่มีปริมาณความคอดเว้า 0.04 นิ้ว

ค่าแรงยึดอยู่ก่อนและหลังวงจรการถอดใส่ของหลักยึดเฉพาะบุคคลรูปทรงกระบอก หลักยึดเฉพาะบุคคลชนิดดัดแปลงที่มีปริมาณความคอดั่ว 0.01 และ 0.02 นิ้ว มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ สันนิษฐานได้ว่าปริมาณความคอดั่วได้หลักยึดของหลักยึดเฉพาะบุคคลชนิดดัดแปลงที่มีปริมาณความคอดั่ว 0.01 และ 0.02 นิ้วมีปริมาณน้อยเกินไป เมื่อทำการถอดใส่พื้นเทียบปริมาณความคอดั่วได้หลักยึดเหล่านั้น ไม่สามารถให้ค่าแรงยึดอยู่ที่เพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มหลักยึดเฉพาะบุคคลรูปทรงกระบอกที่ไม่มีปริมาณความคอดั่วได้หลักยึด ในทางตรงกันข้ามปริมาณความคอดั่วของหลักยึดเฉพาะบุคคลชนิดดัดแปลงที่มีปริมาณส่วนั่ว 0.03 และ 0.04 นิ้ว มีปริมาณความคอดั่วมากกว่าความสามารถในการคืนตัวของวัสดุบุผิวอย่างนิ่มชนิดซิลิโคน จึงเกิดการเสียรูปร่างอย่างถาวรในแนวตั้ง

การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของค่าแรงยึดอยู่ก่อนและหลังวงจรถอดใส่ของหลักยึดเฉพาะบุคคลชนิดดัดแปลงที่มีความคอดั่วแตกต่างกัน โดยสถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมพบว่าทุกกลุ่มการทดลองมีการเปลี่ยนแปลงค่าแรงยึดอยู่ก่อนและหลังวงจรถอดใส่ในอัตราส่วนที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ นั่นคือหลักยึดที่มีค่าแรงยึดอยู่เริ่มต้นมาก มีการเปลี่ยนแปลงของค่าแรงยึดอยู่มากและหลักยึดที่มีค่าแรงยึดอยู่น้อย มีการเปลี่ยนแปลงของค่าแรงยึดอยู่น้อย กล่าวอีกนัยหนึ่งคือ ปริมาณวัสดุบุผิวอย่างนิ่มชนิดซิลิโคนที่อยู่ใต้ส่วนคอดั่วของหลักยึดมาก การสูญเสียค่าแรงยึดอยู่จะเพิ่มขึ้นตามมา เช่นเดียวกับ Evtimovska(123) ที่พบว่าส่วนยึดที่ขนานกับแนวการถอดใส่ซึ่งมีปริมาณวัสดุอยู่ใต้ส่วนคอดั่วของหลักยึดน้อย เกิดการสูญเสียค่าแรงยึดอยู่ที่น้อยกว่าส่วนยึดที่ทำมุมเอียงกับแนวการถอดใส่แต่ Al-Ghafli(124) ศึกษาค่าแรงยึดอยู่ของรากเทียมที่เอียงทำมุม 0, 5, 10, 15 และ 20 องศา พบว่ากลุ่มรากเทียมที่เอียงทำมุม 5 องศา มีการสูญเสียค่าแรงยึดอยู่ที่น้อยที่สุด ต้องใช้การถอดใส่เฉลี่ย 8300.40 ครั้ง เพื่อให้ค่าแรงยึดอยู่ลดลงต่ำกว่า 20 นิวตัน เปรียบเสมือนการถอดใส่ฟันปลอมเป็นระยะเวลา 5 ปี 9 เดือน 5 วัน Al-Ghafli สันนิษฐานว่าสาเหตุที่กลุ่มรากเทียมที่เอียงทำมุม 5 องศา มีการสูญเสียค่าแรงยึดอยู่น้อยที่สุด เกิดจากความเสียดทานระหว่างส่วนยึดที่เหมาะสมและไม่มีการสีกของไนลอน และ Rodrigues(125) พบว่ากลุ่มรากเทียมที่เอียงทำมุม 7 และ 14 องศา มีค่าแรงยึดอยู่เริ่มต้นและค่าแรงยึดอยู่ในเดือนที่หกที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และราก

เทียมที่มีทิศทางขนานกับแนวการถอดใส่ มีค่าแรงยึดอยู่เริ่มต้นและค่าแรงยึดอยู่ในเดือนที่หกที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ค่าแรงยึดอยู่ภายหลังวงจรถอดใส่มีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเปรียบเทียบกับค่าแรงยึดอยู่ก่อนวงจรถอดใส่สอดคล้องกับ Setz(122) พบว่าค่าแรงยึดอยู่ของฟันเทียมทับรากมีค่าลดลงภายหลังวงจรถอดใส่ 15,000 รอบ แต่มีข้อสงสัยเกิดว่าภายหลังวงจรถอดใส่ 1,500 รอบ ค่าแรงยึดอยู่มีค่าเพิ่มขึ้น Setz ได้ตั้งข้อสันนิษฐานว่าการสึกของส่วนยึดในระยะแรกทำให้พื้นผิวมีลักษณะขรุขระส่งผลให้ค่าแรงยึดอยู่มีค่าเพิ่มขึ้นในระยะแรกของวงจรถอดใส่ และ Al-Ghafli(124) พบว่าความเอียงของรากเทียมมากเพียงใด จะเกิดการสูญเสียค่าแรงยึดอยู่มากขึ้นตามมาและรากเทียมที่เอียงทำมุม 20 องศาเมื่ออายุการใช้งานลดลงอย่างชัดเจน ในทางตรงกันข้าม Wichmann(103) พบว่าส่วนยึดบางชนิดมีค่าแรงยึดอยู่เพิ่มขึ้นภายหลังวงจรถอดใส่ เนื่องจากส่วนยึดพลาสติกมีการดูดน้ำที่อุณหภูมิ 23 องศาเซลเซียส และการขยายตัวด้วยเหตุความร้อนที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส และ Botega(107) พบว่าภายหลังวงจรถอดใส่ไม่มีการสูญเสียค่าแรงยึดอยู่อย่างมีนัยสำคัญ

งานวิจัยที่ผ่านมาไม่ได้คำนึงถึงความสามารถในการคืนตัวของส่วนยึดยึดหยุ่นก่อนทำการถอดใส่ฟันปลอมในครั้งต่อไป มีเพียงการศึกษาของ Rutkunas(104)และWichmann(103) ที่ใช้เวลารอ 10 วินาที เพื่อให้ส่วนยึดยึดหยุ่นมีการคืนตัวอย่างสมบูรณ์ก่อนทำการถอดใส่ครั้งต่อไป อย่างไรก็ตามการวิจัยครั้งนี้ใช้เวลารอ 110 วินาที (0.00909 เฮิรท์) เพื่อให้วัสดุพอลิเมอร์ชนิดซิลิโคนมีการคืนตัวอย่างสมบูรณ์ก่อนทำการถอดใส่ครั้งต่อไป ทำให้การสูญเสียค่าแรงยึดอยู่อยู่ในระดับต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับถอดใส่ฟันเทียมด้วยความถี่ 0.1 เฮิรท์ ที่พบการสูญเสียค่าแรงยึดอยู่ร้อยละ 60 ภายหลังวงจรถอดใส่เพียง 1,000 รอบและสูญเสียค่าแรงยึดอยู่ร้อยละ 80 ภายหลังวงจรถอดใส่ 10,000 รอบ(103) นอกจากนี้ Jefferies(112) พบว่าความเร็วที่ใช้ในวงจรถอดใส่มีผลโดยตรงต่อค่าแรงยึดอยู่ โดยความเร็วที่นิยมใช้ในการทดลองอยู่ในช่วง 40 ถึง 50 มิลลิเมตรต่อนาที แต่ในงานวิจัยนี้ใช้ความเร็ว 10.91 มิลลิเมตรต่อนาที เพื่อให้วัสดุพอลิเมอร์ชนิดซิลิโคนมีการคืนตัวอย่างสมบูรณ์ จึงเป็นการยากที่จะเปรียบเทียบข้อมูลจากงานวิจัยนี้กับงานวิจัยที่ผ่านมาได้ เนื่องจากมีความแตกต่างของความเร็วในการถอดใส่อย่างชัดเจน

ภายหลังวงจรการถอดใส่ฟันเทียมจำนวน 480 รอบ พบว่าทุกกลุ่มการทดลองมีค่าแรงยึดอยู่
มากกว่า 5 นิวตัน ซึ่งเป็นค่าแรงที่ทำให้การยึดอยู่ของฟันเทียมบนสันเหงือกได้อย่างมีเสถียรภาพ(126)
อย่างไรก็ตามการวิจัยนี้เป็นการวิจัยในห้องปฏิบัติการจำลองการถอดใส่ฟันเทียมเป็นระยะเวลาเพียง 4
เดือนซึ่งเป็นระยะเวลาที่ผู้ป่วยควรกลับมาพบทันตแพทย์เป็นครั้งแรก งานวิจัยในอนาคตควรเพิ่ม
จำนวนวงจรการถอดใส่ให้มากขึ้น เพื่อทดสอบประสิทธิภาพในการให้แรงยึดอยู่ของวัสดุบุผิวอย่างนิ่ม
ชนิดซิลิโคนในกรณีที่ผู้ป่วยไม่สามารถมาพบทันตแพทย์ได้ตามนัดหมาย และการวิจัยนี้เป็นการ
ทดลองในห้องปฏิบัติการไม่สามารถเลียนแบบสภาวะในช่องปากได้



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สรุปผลการทดลอง

1. ค่าแรงยึดอยู่ของหลักยึดเฉพาะบุคคลที่มีปริมาณความคอดเว้าที่แตกต่างกัน มีค่าลดลงทุกกลุ่มภายหลังจากจรรอได้ 480 รอบ
2. หลักยึดเฉพาะบุคคลรูปทรงระบอก หลักยึดเฉพาะบุคคลชนิดดัดแปลงที่มีปริมาณส่วนเว้า 0.01 และ 0.02 นิ้ว มีค่าแรงยึดอยู่ก่อนจรรอได้ที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่มีความแตกต่างกับหลักยึดเฉพาะบุคคลชนิดดัดแปลงที่มีปริมาณส่วนเว้า 0.03 และ 0.04 นิ้ว
3. หลักยึดเฉพาะบุคคลรูปทรงระบอก หลักยึดเฉพาะบุคคลชนิดดัดแปลงที่มีปริมาณส่วนเว้า 0.01 และ 0.02 นิ้ว มีค่าแรงยึดอยู่ภายหลังจากจรรอได้ที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่มีความแตกต่างกับหลักยึดเฉพาะบุคคลชนิดดัดแปลงที่มีปริมาณส่วนเว้า 0.03 และ 0.04 นิ้ว
4. การเปลี่ยนแปลงของค่าแรงยึดอยู่ก่อนและหลังจรรอได้ของหลักยึดเฉพาะบุคคลชนิดดัดแปลงที่มีความคอดเว้าแตกต่างกัน มีอัตราส่วนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ

รายการอ้างอิง

- [1.] Lam ,R.M. Contour changes of the alveolar processes following extractions. J Prosthet Dent1960;10(1):25-32.
- [2.] Ortman,H.R.Factors of bone resorption of the residual ridge.J Prosthet Dent 1962;12(4):440.
- [3.] Atwood,D.A.Reduction of residual ridges in the partially edentulous patient.Dent Clin North Am 1973;17(4):747-754.
- [4.] Tallgren,A.The continuing reduction of the residual alveolar ridges in complete denture wearers: a mixed-longitudinal study covering 25 years.J Prosthet Dent 1972; 27(2):120-132.
- [5.] Atwood,D.A.,Coy,W.A.Clinical, cephalometric, and densitometric study of reduction of residual ridges.J Prosthet Dent 1971;26(3):280-295.
- [6.] Wical,K.E., Swoope,C.C.Studies of residual ridge resorption. II. The relationship of dietary calcium and phosphorus to residual ridge resorption.J Prosthet Dent. 1974;32(1):13-22.
- [7.] Cawood,J.I.,Howell,R.A.A classification of the edentulous jaws. Int J Oral Maxillofac Surg 1988;17(4):232-236.
- [8.] Atwood,D.A.Postextraction changes in the adult mandible as illustrated by microradiographs of midsagittal sections and serial cephalometric roentgenograms. J Prosthet Dent 1963;13(5):810-824.
- [9.] Bevelander,G.Tissue reactions in experimental toothfracture.J Dent Res 1942;21(2):481-487.
- [10.] Helsham,R.W.Some observations on the subject of roots of teeth retained in the jaws as a result of incomplete exodontia. Aust Dent J 1960;5(2):70-77.
- [11.] Lam,R.V,Poon,K.Y.Acrylic resin root implants: a preliminary report.J Prosthet Dent1968;19(5):506-513.
- [12.] Lam,R.V,Poon,K.Y.Acrylic resin root implants: a continuing report.J Prosthet Dent 1969;22(6):657-672.

- [13.] Lam, R.V. Effect of root implants on resorption of residual ridges. J Prosthet Dent 1972;27(3):311-323.
- [14.] Herd, J.R. The retained tooth root. Aust Dent J 1973;18(3):125-131.
- [15.] Johnson, D.L., Kelly, J.F., Flinton, R.J., Cornell, M.T. Histologic evaluation of vital root retention. J Oral Surg. 1974;32(11):829-833.
- [16.] Levin, M.P., Getter, L., Cutright, D.E., Bhaskar, S.N. Intentional submucosal submergence of nonvital roots. J Oral Surg. 1974;32(11):834-839.
- [17.] Guyer, S.E. Selectively retained vital roots for partial support of overdentures: a patient report. J Prosthet Dent. 1975;33(3):258-263.
- [18.] Miller, P.A. Complete dentures supported by natural teeth. J Prosthet Dent. 1958;8(6):924-928.
- [19.] Yalisove, I.L. Crown and sleeve-coping retainers for removable partial prosthesis. J Prosthet Dent. 1966;16(6):1069-1085.
- [20.] Lord, J.L., Teel, S. The overdenture. Dent Clin North Am. 1969;13(4):871-881.
- [21.] Brewer, A.A., Fenton, A.H. The overdenture. Dent Clin North Am. 1973;17(4):723-746.
- [22.] Perel, M.L. Telescope dentures. J Prosthet Dent. 1973;29(21):151-156.
- [23.] DeFranco, R.L. Overdentures. Dent Clin North Am. 1977;21(2):379-394.
- [24.] Winkler, S., Wongthai, P. Overdentures. Dent Clin North Am. 1984;28(2):349-360.
- [25.] Keltjens, H.M., Schaeken, M.J., van der Hoeven, J.S., Hendriks, J.C. Caries control in overdenture patients: 18-month evaluation on fluoride and chlorhexidine therapies. Caries Res. 1990;24(5):371-375.
- [26.] Budtz-Jorgensen, E., Thylstrup, A. The effect of controlled oral hygiene in overdenture wearers. Acta Odontol Scand. 1988;46(4):219-225.
- [27.] Toolson, L.B., Smith, D.E., Phillips, C. A 2-year longitudinal study of overdenture patients. Part II: Assessment of the periodontal health of overdenture abutments. J Prosthet Dent. 1982;47(1):4-11.
- [28.] Ettinger, R.L., Manderson, D., Wefel, J.S., Jensen, M.E. An in vitro evaluation of the prevention of caries on overdenture abutments. J Dent Res. 1988;67(10):1338-1341.
- [29.] Mericske, E.A., Mericske-Stern, R. Overdenture abutments and reduced periodontium in

- elderly patients. A retrospective study. Schweiz Monatsschr Zahnmed. 1993;103(10):1245-1251.
- [30.]Kimoto,K.,Garrett,N.R.Effect of mandibular ridge height on masticatory performance with mandibular conventional and implant-assisted overdentures. Int J Oral Maxillofac Implants. 2003;18(4):523-530.
- [31.]Pera,P.,Bassi,F.,Schierano,G.,Appendino,P.,Preti,G..Implant anchored complete mandibular denture: evaluation of masticatory efficiency, oral function and degree of satisfaction. J Oral Rehabil. 1998;25(6):462-467.
- [32.]Geertman,M.E.,Slagter,A.P.,van Waas,M.A.,Kalk,W.Comminution of food with mandibular implant-retained overdentures. J Dent Res. 1994;73(12):1858-1864.
- [33.]Cordioli,G.,Majzoub,Z.,Castagna,S.Mandibular overdentures anchored to single implants: a five-year prospective study. J Prosthet Dent. 1997;78(2):159-165.
- [34.]Krennmair,G.,Ulm,C.The symphyseal single-tooth implant for anchorage of a mandibular complete denture in geriatric patients: a clinical report. Int J Oral Maxillofac Implants. 2001;16(1):98-104.
- [35.]Fontijn-Tekamp,F.A.,Slagter,A.P.,Van Der Bilt,A.,Van,T.H.M.A.,Witter,D.J.,Kalk,W.,et al. Biting and chewing in overdentures, full dentures, and natural dentitions. J Dent Res. 2000;79(7):1519-1524.
- [36.]Garrett,N.R.,Kapur,K.K.,Hamada,M.O.,Roumanas,E.D.,Freymler,E.,Han,T.,et al. A randomized clinical trial comparing the efficacy of mandibular implant-supported overdentures and conventional dentures in diabetic patients. Part II. Comparisons of masticatory performance. J Prosthet Dent. 1998;79(6):632-640.
- [37.]Feine,J.S.,Carlsson,G.E.,Awad,M.A.,Chegade,A.,Duncan,W.J.,Gizani,S., et al. The McGill consensus statement on overdentures. Mandibular two-implant overdentures as first choice standard of care for edentulous patients. Montreal, Quebec, May 24-25, 2002. Int J Oral Maxillofac Implants. 2002;17(4):601-602.
- [38.]Van Kampen,F.M.,van der Bilt,A.,Cune,M.S.,Fontijn-Tekamp,F.A.,Bosman,F.Masticatory function with implant-supported overdentures. J Dent Res. 2004;83(9):708-711.
- [39.]Bakke,M.,Holm,B.,Gotfredsen,K.Masticatory function and patient satisfaction with

- implant-supported mandibular overdentures: a prospective 5-year study. Int J Prosthodont. 2002;15(6):575-581.
- [40.]Pan,S.,Awad,M.,Thomason,J.M.,Dufresne,E.,Kobayashi,T.,Kimoto,S., et al. Sex differences in denture satisfaction. J Dent. 2008;36(5):301-308.
- [41.]Timmerman,R.,Stoker,G.T.,Wismeijer,D.,Oosterveld,P.,Vermeeren,J.I.,van Waas,M.A.An eight-year follow-up to a randomized clinical trial of participant satisfaction with three types of mandibular implant-retained overdentures. J Dent Res. 2004; 83(8):630-633.
- [42.]Walton,J.N.A randomized clinical trial comparing two mandibular implant overdenture designs: 3-year prosthetic outcomes using a six-field protocol. Int J Prosthodont. 2003;16(3):255-260.
- [43.]Van Kampen,F.,Cune,M.,van der Bilt,A.,Bosman,F.Retention and postinsertion maintenance of bar-clip, ball and magnet attachments in mandibular implant overdenture treatment: an in vivo comparison after 3 months of function. Clin Oral Implants Res. 2003;14(6):720-726.
- [44.]Dolder,E.J.The bar joint mandibular denture. J Prosthet Dent. 1961;11(4):689-707.
- [45.]Winkler,S.,Piermatti,J.,Rothman,A.,Siamos,G.An overview of the O-ring implant overdenture attachment: clinical reports. J Oral Implantol. 2002;28(2):82-86.
- [46.]Sinclair,P.M.,Little,R.M.Maturation of untreated normal occlusions. Am J Orthod. 1983;83(2):114-123.
- [47.]Zarb,G.A.On prosthodontic research: old baggage, new directions. Int J Prosthodont. 2003;16 Suppl:7-10.
- [48.]Marcus,S.E.,Drury,T.F.,Brown,L.J.,Zion,G.R.Tooth retention and tooth loss in the permanent dentition of adults: United States, 1988-1991. J Dent Res. 1996;75 Spec No:684-695.
- [49.]Douglass,C.W.,Watson,A.J.Future needs for fixed and removable partial dentures in the United States. J Prosthet Dent. 2002;87(1):9-14.
- [50.]Douglass,C.W.,Shih,A.,Ostry,L.Will there be a need for complete dentures in the United States in 2020? J Prosthet Dent. 2002;87(1):5-8.

- [51.]Hemmings,K.W.,Welfare,R.D.A technique for the replacement of implant-retained overdentures. J Prosthet Dent. 1994;72(2):219-221.
- [52.]Lundgren,D., Laurell,L.,Falk,H.,Bergendal,T.Occlusal force pattern during mastication in dentitions with mandibular fixed partial dentures supported on osseointegrated implants. J Prosthet Dent. 1987;58(2):197-203.
- [53.]Tolstunov,L.Implant zones of the jaws: implant location and related success rate.J Oral Implantol. 2007;33(4):211-220.
- [54.]Schropp,L.,Wenzel,A.,Kostopoulos,L.,Karring,T.Bone healing and soft tissue contour changes following single-tooth extraction: a clinical and radiographic 12-month prospective study. Int J Periodontics Restorative Dent. 2003;23(4):313-323.
- [55.]Becker,W.,Becker,B.E.,Alsuwyed,A.,Al-Mubarak,S.Long-term evaluation of 282 implants in maxillary and mandibular molar positions: a prospective study. J Periodontol. 1999;70(8):896-901.
- [56.]Parein,A.M.,Eckert,S.E.,Wollan,P.C.,Keller,E.E.Implant reconstruction in the posterior mandible: a long-term retrospective study. J Prosthet Dent. 1997;78(1):34-42.
- [57.]Drago,C.J.Rates of osseointegration of dental implants with regard to anatomical location. J Prosthodont. 1992;1(1):29-31.
- [58.]Moy,P.K.,Medina,D.,Shetty,V.,Aghaloo,T.L.Dental implant failure rates and associated risk factors. Int J Oral Maxillofac Implants. 2005;20(4):569-577.
- [59.]Bass,S.L.,Triplett,R.G.The effects of preoperative resorption and jaw anatomy on implant success. A report of 303 cases. Clin Oral Implants Res. 1991;2(4):193-198.
- [60.]Misch,C.E.,Qu,Z.,Bidez,M.W.Mechanical properties of trabecular bone in the human mandible: implications for dental implant treatment planning and surgical placement. J Oral Maxillofac Surg. 1999;57(6):700-6; discussion 6-8.
- [61.]Sethi,A.,Kaus,T.,Sochor,P.,Axmann-Krcmar,D.,Chanavaz,M.Evolution of the concept of angulated abutments in implant dentistry: 14-year clinical data. Implant Dent. 2002;11(1):41-51.

- [62.] Brosh, T., Pilo, R., Sudai, D. The influence of abutment angulation on strains and stresses along the implant/bone interface: comparison between two experimental techniques. J Prosthet Dent. 1998;79(3):328-334.
- [63.] Zampelis, A., Rangert, B., Heijl, L. Tilting of splinted implants for improved prosthodontic support: a two-dimensional finite element analysis. J Prosthet Dent. 2007;97(6 Suppl):S35-43.
- [64.] Conrad, H.J., Pesun, I.J., DeLong, R., Hodges, J.S. Accuracy of two impression techniques with angulated implants. J Prosthet Dent. 2007;97(6):349-356.
- [65.] Celik, G., Uludag, B. Photoelastic stress analysis of various retention mechanisms on 3-implant-retained mandibular overdentures. J Prosthet Dent. 2007;97(4):229-235.
- [66.] Markarian, R.A., Ueda, C., Sendyk, C.L., Lagana, D.C., Souza, R.M. Stress distribution after installation of fixed frameworks with marginal gaps over angled and parallel implants: a photoelastic analysis. J Prosthodont. 2007;16(2):117-122.
- [67.] Marquardt, G.L. Dolder bar joint mandibular overdenture: a technique for nonparallel abutment teeth. J Prosthet Dent. 1976;36(1):101-111.
- [68.] Evans, D.B., Koeppen, R.G. Bar attachments for overdentures with nonparallel abutments. J Prosthet Dent. 1992;68(1):6-11.
- [69.] Khadivi, V. Correcting a nonparallel implant abutment for a mandibular overdenture retained by two implants: a clinical report. J Prosthet Dent. 2004;92(3):216-219.
- [70.] Misch, C.E. Dental implant prosthetics. 1 ed. Missouri: Elsevier Mosby. Principles of cement-retained fixed implant prosthodontics, pp.414-451; 2005.
- [71.] McCartney, J.W. Management of implant malalignment precluding transfer coping placement. J Prosthet Dent. 1992;67(3):423-425.
- [72.] Juodzbalys, G., Raustia, A.M. An instrument for the optimal guiding of osseointegrated dental implants. J Oral Implantol. 2004;30(4):267-72.
- [73.] Harrison, A. Temporary soft lining materials. A review of their uses. Br Dent J. 1981;151(12):419-422.
- [74.] Winkler, S. Essentials of complete denture prosthodontics. 2 ed. Massachusetts: PSG Publishing Company. Relining and rebasing technique, pp.341-351; 1988.

- [75.]Wilson,H.J.Elastomeric impression materials. 1. The setting material. Br Dent J. 1966;121(6):277-283.
- [76.]Whitsitt,J.A.,Battle,L.W.,Jarosz,C.J.Enhanced retention for the distal extension-base removable partial denture using a heat-cured resilient soft liner. J Prosthet Dent. 1984;52(3):447-448.
- [77.]Lammie,G.,Storer,R.A preliminary report on resilient denture plastics. J Prosthet Dent. 1958;8(3):411-424.
- [78.]Kliment,K.,Stol,M.,Raab,M.,Stokr,J.Study on a new soft denture liner of the Sofdent type. J Biomed Mater Res. 1968;2(4):473-487.
- [79.]Storer,R.Resilient denture base material part1, Introduction and laboratory evaluation. Br Dent J. 1962;113(6):195-199.
- [80.]Barnhart,G.W.Properties and Procedures of Silicones for Soft Denture Bases. J Dent Res. 1964;43(1):118-120.
- [81.]Schmidt,W.F.,Smith,D.E.A six-year retrospective study of Molloplast-B-lined dentures. Part II: Liner serviceability. J Prosthet Dent. 1983;50(4):459-465.
- [82.]Wright,P.S.Composition and properties of soft lining materials for acrylic dentures. J Dent. 1981;9(3):210-223.
- [83.]Wright,P.S.Characterization of the adhesion of soft lining materials to poly (methyl methacrylate). J Dent Res. 1982;61(8):1002-1005.
- [84.]Craig,R.G.,Gibbons,P.Properties of resilient denture liners. J Am Dent Assoc. 1961;63(2):382-390.
- [85.]Eick,J.,Craig,R.G.,Peyton,F.A.Properties of resilient denture liners in simulated mouth conditions. J Prosthet Dent. 1962;12(6):1043-52.
- [86.]Budtz-Jorgensen,E.The significance of Candida albicans in denture stomatitis. Scand J Dent Res. 1974;82(2):151-190.
- [87.]Allison,R.T.,Douglas,W.H.Micro-colonization of the denture-fitting surface by Candida albicans. J Dent. 1973;1(5):198-201.
- [88.]Masella,R.P.,Dolan,C.T.,Laney,W.R.The prevention of the growth of Candida on silastic 390 soft liner for dentures. J Prosthet Dent. 1975;33(3):250-257.

- [89.]Davenport,J.C.The oral distribution of candida in denture stomatitis. Br Dent J. 1970 18;129(4):151-156.
- [90.]Douglas,W.H.,Walker,D.M.Nystatin in denture liners--an alternative treatment of denture stomatitis. Br Dent J. 1973;135(2):55-59.
- [91.]Kalachandra,S.Influence of fillers on the water sorption of composites. Dent Mater. 1989;5(4):283-288.
- [92.]Ellis,B.,Lamb,D.J.,Al-Nakash,S.Water sorption by a soft liner. J Dent Res. 1977;56(12):1526.
- [93.]Kazanji,M.N.,Watkinson,A.C.Soft lining materials: their absorption of, and solubility in, artificial saliva. Br Dent J. 1988;165(3):91-94.
- [94.]Makila,E.,Honka,O.Clinical study of a heat-cured silicone soft lining material. J Oral Rehabil. 1979;6(2):199-204.
- [95.]Davenport,J.C.,Wilson,H.J.,Basker,R.M.The compatibility of tissue conditioners with denture cleaners and chlorhexidine. J Dent. 1978;6(3):239-246.
- [96.]Brown,D.Resilient soft liners and tissue conditioners. Br Dent J. 1988 11;164(11):357-360.
- [97.]Davenport,J.C.,Wilson,H.J.,Spence,D.The compatibility of soft lining materials and denture cleansers. Br Dent J. 1986;161(1):13-17.
- [98.]Wilson,H.J.,Tomlin,H.R.Soft lining materials: some relevant properties and their determination. J Prosthet Dent. 1969;21(3):244-250.
- [99.]Duran,R.L.,Powers,J.M.,Craig,R.G.Viscoelastic and dynamic properties of soft liners and tissue conditioners. J Dent Res. 1979;58(8):1801-1807.
- [100.]Wright,P.S.Soft lining materials: their status and prospects. J Dent. 1976;4(6):247-256.
- [101.]Kawano,F.,Tada,N.,Nagao,K.,Matsumoto,N.The influence of soft lining materials on pressure distribution. J Prosthet Dent. 1991;65(4):567-575.
- [102.]Massad,J.J.A metal-based denture with soft liner to accommodate the severely resorbed mandibular alveolar ridge. J Prosthet Dent. 1987;57(6):707-711.
- [103.]Wichmann,M.G.,Kuntze,W.Wear behavior of precision attachments. Int J Prosthodont. 1999;12(5):409-414.

- [104.]Rutkunas,V.,Mizutani,H.,Takahashi,H.Influence of attachment wear on retention of mandibular overdenture. J Oral Rehabil. 2007;34(1):41-51.
- [105.]Wolf,K.,Ludwig,K.,Hartfil,H.,Kern,M.Analysis of retention and wear of ball attachments. Quintessence Int. 2009;40(5):405-412.
- [106.]Stewart,B.L.,Edwards,R.O.Retention and wear of precision-type attachments. J Prosthet Dent. 1983;49(1):28-34.
- [107.]Botega,D.M.,Mesquita,M.F.,Henriques,G.E.,Vaz,L.G.Retention force and fatigue strength of overdenture attachment systems. J Oral Rehabil. 2004;31(9):884-889.
- [108.]Gillings,B.R.,Samant,A.Overdentures with magnetic attachments. Dent Clin North Am. 1990;34(4):683-709.
- [109.]Chung,K.H.,Chung,C.Y.,Cagna,D.R.,Cronin,R.J.Retention characteristics of attachment systems for implant overdentures. J Prosthodont. 2004;13(4):221-226.
- [110.]Michelinakis,G.,Barclay,C.W.,Smith,P.W.The influence of interimplant distance and attachment type on the retention characteristics of mandibular overdentures on 2 implants: initial retention values. Int J Prosthodont. 2006;19(5):507-512.
- [111.]Doukas,D.,Michelinakis,G.,Smith,P.W.,Barclay,C.W.The influence of interimplant distance and attachment type on the retention characteristics of mandibular overdentures on 2 implants: 6-month fatigue retention values. Int J Prosthodont. 2008;21(2):152-154.
- [112.]Jefferies,S.R.,Boston,D.W.,Damrow,M.P.,Galbraith,C.T.Comparison of detachment forces of two implant overdenture attachment types: effect of detachment speed. Am J Dent. 2008;21(4):244-250.
- [113.]Ben-Ur,Z.,Gorfil,C.,Shifman,A.Anterior implant-supported overdentures. Quintessence Int. 1996;27(9):603-606.
- [114.]Mericske-Stern,R.D.,Taylor,T.D.,Belsler,U.Management of the edentulous patient. Clin Oral Implants Res. 2000;11 Suppl 1:108-125.
- [115.]Wahab,L.A.,Sadig,W.The effect of location and number of endosseous implants on retention and stability of magnetically retained mandibular overdentures: an in vitro study. Int J Prosthodont. 2008;21(6):511-513.

- [116.]Sadig,W.A comparative in vitro study on the retention and stability of implant-supported overdentures. Quintessence Int. 2009;40(4):313-319.
- [117.]Besimo,C.H.,Graber,G.,Fluhler,M.Retention force changes in implant-supported titanium telescope crowns over long-term use in vitro. J Oral Rehabil. 1996;23(6):372-378.
- [118.]Ortegon,S.M.,Thompson,G.A.,Agar,J.R.,Taylor,T.D.,Perdikis,D.Retention forces of spherical attachments as a function of implant and matrix angulation in mandibular overdentures: an in vitro study. J Prosthet Dent. 2009;101(4):231-238.
- [119.]Gulizio,M.P.,Agar,J.R.,Kelly,J.R.,Taylor,T.D.Effect of implant angulation upon retention of overdenture attachments. J Prosthodont. 2005;14(1):3-11.
- [120.]Adrian,E.D.,Krantz,W.A.,Ivanhoe,J.R.The use of processed silicone to retain the implant-supported tissue-borne overdenture. J Prosthet Dent. 1992;67(2):219-222.
- [121.]Kiat-Amnua,S.,Khan,Z.,Gettleman,L.Overdenture retention of four resilient liners over an implant bar. J Prosthet Dent. 1999;81(5):568-573.
- [122.]Setz,I.,Lee,S.H.,Engel,E.Retention of prefabricated attachments for implant stabilized overdentures in the edentulous mandible: an in vitro study. J Prosthet Dent. 1998;80(3):323-329.
- [123.]Evtimovska,E.,Masri,R.,Driscoll,C.F.,Romberg,E.The change in retentive values of locator attachments and hader clips over time. J Prosthodont. 2009;18(6):479-483.
- [124.]Al-Ghafli,S.A.,Michalakis,K.X.,Hirayama,H.,Kang,K.The in vitro effect of different implant angulations and cyclic dislodgement on the retentive properties of an overdenture attachment system. J Prosthet Dent. 2009;102(3):140-147.
- [125.]Rodrigues,R.C.,Faria,A.C.,Macedo,A.P.,Sartori,I.A.,de Mattos Mda,G.,Ribeiro,R.F.An in vitro study of non-axial forces upon the retention of an O-ring attachment. Clin Oral Implants Res. 2009;20(12):1314-1319.
- [126.]Pigozzo,M.N.,Mesquita,M.F.,Henriques,G.E.,Vaz,L.G.The service life of implant-retained overdenture attachment systems. J Prosthet Dent. 2009;102(2):74-80.

ภาคผนวก

ตารางที่ 6 ข้อมูลดิบของค่าแรงยึดอยู่ก่อนและหลังวงจรถอดใส่ และความแตกต่างของค่าแรงยึดอยู่ก่อนและหลังวงจรถอดใส่

Group	Pretest	Posttest	Diff
1	9.68	7.85	1.83
1	12.55	10.03	2.52
1	10.96	7.28	3.68
1	9.49	7.44	2.05
1	10.08	6.06	4.02
2	10.17	9.8	0.37
2	13.23	9.91	3.32
2	11.16	10.25	0.91
2	11	9.55	1.45
2	9.3	7.82	1.48
3	15.14	11.12	4.02
3	15.32	11.92	3.4
3	13.86	11.44	2.42
3	16.2	11.22	4.98
3	17.89	11.54	6.35
4	18.95	14.38	4.57
4	16.77	13.2	3.57
4	21.04	15.37	5.67
4	20.43	15.16	5.27
4	22.32	15.21	7.11
5	8.76	6.96	1.8
5	8.72	8.14	0.58
5	9.12	8.51	0.61
5	8.12	7.22	0.9
5	10.04	7.56	2.48

กลุ่มที่ 1-4 คือ กลุ่มหลักยึดเฉพาะบุคคลชนิดดัดแปลงที่มีความสอดคล้อง 0.01, 0.02, 0.03 และ 0.04 นิ้วตามลำดับ

กลุ่มที่ 5 คือ กลุ่มหลักยึดเฉพาะบุคคลรูปทรงกระบอก(กลุ่มควบคุม)

Pretest คือ ค่าแรงยึดอยู่ก่อนวงจรถอดใส่ 480 รอบ

Posttest คือ ค่าแรงยึดอยู่หลังวงจรถอดใส่ 480 รอบ

Diff คือ ความแตกต่างของค่าแรงยึดอยู่ก่อนและหลังวงจรถอดใส่ (Pretest-Posttest)

ตารางที่ 7 การกระจายตัวของค่าแรงยืดอยู่ก่อนวงจรถอดใส่ด้วยค่าสถิติชาปิโร-วิลค์

Group	Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.
1	.875	5	.289
2	.948	5	.723
3	.969	5	.867
4	.969	5	.872
5	.945	5	.698

ตารางที่ 8 การกระจายตัวของค่าแรงยืดอยู่ภายหลังวงจรถอดใส่ด้วยค่าสถิติชาปิโร-วิลค์

Group	Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.
1	.920	5	.528
2	.796	5	.075
3	.949	5	.728
4	.826	5	.130
5	.953	5	.761

จากตารางที่ 7 พบว่าค่าแรงยืดอยู่ก่อนวงจรถอดใส่มีการกระจายตัวแบบปกติ เมื่อใช้ค่าสถิติชาปิโร-วิลค์มีค่า $p = 0.289, 0.723, 0.867, 0.872$ และ 0.698 ตามลำดับ ($p > 0.05$) และจากตารางที่ 8 พบว่าค่าแรงยืดอยู่ภายหลังวงจรถอดใส่มีการกระจายตัวแบบปกติ เมื่อใช้ค่าสถิติชาปิโร-วิลค์มีค่า $p = 0.528, 0.075, 0.728, 0.130$ และ 0.761 ตามลำดับ ($p > 0.05$)

ตารางที่ 9 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าแรงยึดอยู่ก่อนวงจรถอดใส่

	Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Pretest	1.183	4	20	.348
Posttest	1.138	4	20	.367

จากตารางที่ 9 พบว่าค่าความแปรปรวนก่อนและหลังวงจรถอดใส่มีค่าไม่แตกต่างกัน ($p=0.348, 0.367 > 0.05$)

ตารางที่ 10 แสดงค่าสถิติ Mauchly's Test of Sphericity

Within Subjects Effect	Mauchly's W	Approx. Chi-Square	df	Sig.	Epsilon ^a		
					Greenhouse-Geisser	Huynh-Feldt	Lower-bound
Time	1.000	.000	0	.	1.000	1.000	1.000
Group	.001	18.170	9	.071	.358	.502	.250
Time * Group	.029	8.567	9	.582	.553	1.000	.250

Tests the null hypothesis that the error covariance matrix of the orthonormalized transformed dependent variables is proportional to an identity matrix.

a. May be used to adjust the degrees of freedom for the averaged tests of significance. Corrected tests are displayed in the Tests of Within-Subjects Effects table.

b. Design: Intercept

Within Subjects Design: Time + Group + Time * Group

ตารางที่ 11 แสดงการทดสอบ Tests of Within-Subjects Effects ของการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทางเมื่อมีการวัดซ้ำได้

Source		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Time	Sphericity Assumed	113.583	1	113.583	85.894	.001
	Greenhouse-Geisser	113.583	1.000	113.583	85.894	.001
	Huynh-Feldt	113.583	1.000	113.583	85.894	.001
	Lower-bound	113.583	1.000	113.583	85.894	.001
Group	Sphericity Assumed	548.429	4	137.107	49.553	.000
	Greenhouse-Geisser	548.429	1.431	383.309	49.553	.000
	Huynh-Feldt	548.429	2.006	273.394	49.553	.000
	Lower-bound	548.429	1.000	548.429	49.553	.002
Time * Group	Sphericity Assumed	29.435	4	7.359	13.865	.000
	Greenhouse-Geisser	29.435	2.213	13.304	13.865	.002
	Huynh-Feldt	29.435	4.000	7.359	13.865	.000
	Lower-bound	29.435	1.000	29.435	13.865	.020

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 12 การทดสอบความแตกต่างของข้อมูลก่อนและหลังวงจรถอดใส่

Group	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
1 Pair 1 Pretest - Posttest	2.82000	.98013	.43833	1.60301	4.03699	6.434	4	.003
2 Pair 1 Pretest - Posttest	1.50600	1.11132	.49700	.12612	2.88588	3.030	4	.039
3 Pair 1 Pretest - Posttest	4.23400	1.50548	.67327	2.36470	6.10330	6.289	4	.003
4 Pair 1 Pretest - Posttest	5.23800	1.31534	.58824	3.60479	6.87121	8.905	4	.001
5 Pair 1 Pretest - Posttest	1.27400	.83569	.37373	.23635	2.31165	3.409	4	.027

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 13 การทดสอบแบบอนเฟอโรนีนเพื่อเปรียบเทียบค่าแรงยึดอยู่ก่อนวงจรถอดได้

(I) Group	(J) Group	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1	2	-.42000	.93661	1.000	-3.3735	2.5335
	3	-5.13000*	.93661	.000	-8.0835	-2.1765
	4	-9.35000*	.93661	.000	-12.3035	-6.3965
	5	1.60000	.93661	1.000	-1.3535	4.5535
2	1	.42000	.93661	1.000	-2.5335	3.3735
	3	-4.71000*	.93661	.001	-7.6635	-1.7565
	4	-8.93000*	.93661	.000	-11.8835	-5.9765
	5	2.02000	.93661	.434	-.9335	4.9735
3	1	5.13000*	.93661	.000	2.1765	8.0835
	2	4.71000*	.93661	.001	1.7565	7.6635
	4	-4.22000*	.93661	.002	-7.1735	-1.2665
	5	6.73000*	.93661	.000	3.7765	9.6835
4	1	9.35000*	.93661	.000	6.3965	12.3035
	2	8.93000*	.93661	.000	5.9765	11.8835
	3	4.22000*	.93661	.002	1.2665	7.1735
	5	10.95000*	.93661	.000	7.9965	13.9035
5	1	-1.60000	.93661	1.000	-4.5535	1.3535
	2	-2.02000	.93661	.434	-4.9735	.9335
	3	-6.73000*	.93661	.000	-9.6835	-3.7765
	4	-10.95000*	.93661	.000	-13.9035	-7.9965

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 14 การทดสอบแบบบอนเฟอร์โรนีนเพื่อเปรียบเทียบค่าแรงยึดอยู่ภายหลังวงจรถอดใส่

(I) Group	(J) Group	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1	2	-1.73400	.58859	.080	-3.5901	.1221
	3	-3.71600*	.58859	.000	-5.5721	-1.8599
	4	-6.93200*	.58859	.000	-8.7881	-5.0759
	5	.05400	.58859	1.000	-1.8021	1.9101
2	1	1.73400	.58859	.080	-.1221	3.5901
	3	-1.98200*	.58859	.031	-3.8381	-.1259
	4	-5.19800*	.58859	.000	-7.0541	-3.3419
	5	1.78800	.58859	.065	-.0681	3.6441
3	1	3.71600*	.58859	.000	1.8599	5.5721
	2	1.98200*	.58859	.031	.1259	3.8381
	4	-3.21600*	.58859	.000	-5.0721	-1.3599
	5	3.77000*	.58859	.000	1.9139	5.6261
4	1	6.93200*	.58859	.000	5.0759	8.7881
	2	5.19800*	.58859	.000	3.3419	7.0541
	3	3.21600*	.58859	.000	1.3599	5.0721
	5	6.98600*	.58859	.000	5.1299	8.8421
5	1	-.05400	.58859	1.000	-1.9101	1.8021
	2	-1.78800	.58859	.065	-3.6441	.0681
	3	-3.77000*	.58859	.000	-5.6261	-1.9139
	4	-6.98600*	.58859	.000	-8.8421	-5.1299

ตารางที่ 15 ค่าเฉลี่ยแรงยึดอยู่ภายหลังวงจรถอดใส่ที่ปรับแล้ว

Group	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
1	9.094 ^a	.392	8.273	9.915
2	10.276 ^a	.366	9.510	11.042
3	10.555 ^a	.380	9.759	11.350
4	12.244 ^a	.721	10.735	13.753
5	9.219 ^a	.511	8.149	10.289

a. Covariates appearing in the model are evaluated at the following values: Pretest = 13.2120.

ตารางที่ 16 การทดสอบแบบบอนเฟอร์โรนินเพื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของค่าแรงยึดอยู่
ก่อนและหลังวงจรถอดใส่

(I) Group	(J) Group	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. ^a	95% Confidence Interval for Difference ^a	
					Lower Bound	Upper Bound
1	2	-1.182	.415	.098	-2.494	.130
	3	-1.460	.653	.317	-3.525	.604
	4	-3.150	1.010	.055	-6.344	.044
	5	-.125	.442	1.000	-1.523	1.273
2	1	1.182	.415	.098	-.130	2.494
	3	-.278	.621	1.000	-2.243	1.687
	4	-1.968	.972	.445	-5.043	1.107
	5	1.057	.458	.281	-.393	2.507
3	1	1.460	.653	.317	-.604	3.525
	2	.278	.621	1.000	-1.687	2.243
	4	-1.689	.586	.091	-3.543	.164
	5	1.335	.781	.665	-1.136	3.807
4	1	3.150	1.010	.055	-.044	6.344
	2	1.968	.972	.445	-1.107	5.043
	3	1.689	.586	.091	-.164	3.543
	5	3.025	1.155	.157	-.630	6.680
5	1	.125	.442	1.000	-1.273	1.523
	2	-1.057	.458	.281	-2.507	.393
	3	-1.335	.781	.665	-3.807	1.136
	4	-3.025	1.155	.157	-6.680	.630

Based on estimated marginal means

a. Adjustment for multiple comparisons: Sidak.

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายภาคภูมิ ยืนยงโอฟาร เกิดเมื่อวันที่ 17 สิงหาคม พ.ศ.2526 ที่จังหวัดอุดรธานี

ประวัติการศึกษา

- พ.ศ.2543 จบการศึกษาชั้นมัธยมศึกษาจากโรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา กรุงเทพฯ
- พ.ศ.2549 จบปริญญาตรีทันตแพทยศาสตรบัณฑิต จากคณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติการทำงาน

- เมษายน-ตุลาคม พ.ศ.2550 รับราชการในตำแหน่งทันตแพทย์ประจำโรงพยาบาลสามร้อยยอด จ.ประจวบคีรีขันธ์
- เมษายน พ.ศ.2551-ปัจจุบัน เป็นนิสิตหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาทันตกรรมประดิษฐ์ คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย