



ผลของสารห้ามเลือดที่ใช้ในการแยกเหงือกที่มีต่อการลอกรายละเอียด
ของวัสดุพิมพ์ปากอีลาสโตเมอร์ 3 ชนิด

EFFECT OF GINGIVAL HEMOSTATIC RETRACTING AGENTS
ON SURFACE DETAIL REPRODUCTION
OF 3 ELASTOMERIC IMPRESSION MATERIALS

ณัฐธิดา ไชควัฒนพรชัย

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

2564

ผลของสารห้ามเลือดที่ใช้ในการแยกเหงือกที่มีต่อการลอกรายละเอียด
ของวัสดุพิมพ์ปากอีลาสโตเมอร์ 3 ชนิด



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาทันตกรรมคลินิก
คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ปีการศึกษา 2564
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

EFFECT OF GINGIVAL HEMOSTATIC RETRACTING AGENTS
ON SURFACE DETAIL REPRODUCTION
OF 3 ELASTOMERIC IMPRESSION MATERIALS



NATTIDA CHOKWATTANAPORNCHAI

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of MASTER OF SCIENCE
(Clinical Dentistry)

Faculty of Dentistry, Srinakharinwirot University

2021

Copyright of Srinakharinwirot University

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

ผลของสารห้ามเลือดที่ใช้ในการแยกเหงือกที่มีต่อการลอกเกล็ดเลือด

ของวัสดุพิมพ์ปากอีลาสโตเมอร์ 3 ชนิด

ของ

ณัฐธิดา โชควัฒนพรชัย

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาทันตกรรมคลินิก

ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

คณะกรรมการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์

ที่ปรึกษาหลัก

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิริจันทร์ เจียรพุดมิ)

ประธาน

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ตุลย์ ศรีอัมพร)

กรรมการ

(อาจารย์ ดร.วิบูลย์ ไพศาลกอบฤทธิ์)

ชื่อเรื่อง	ผลของสารห้ามเลือดที่ใช้ในการแยกเหงือกที่มีต่อการลอกรายละเอียดของวัสดุพิมพ์ปากอีลาสโตเมอร์ 3 ชนิด
ผู้วิจัย	ณัฐธิดา ไชควัฒนพรชัย
ปริญญา	วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต
ปีการศึกษา	2564
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศิริจันทร์ เจียรพุดมิ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของสารห้ามเลือดที่ใช้ในการแยกเหงือกที่มีอะลูมิเนียมคลอไรด์เป็นองค์ประกอบต่อวัสดุพิมพ์ปากอีลาสโตเมอร์ 3 ชนิด โดยพิจารณาการลอกรายละเอียดและเสถียรภาพเชิงมิติของวัสดุพิมพ์ปากตามข้อกำหนดสมาคมทันตแพทย์อเมริกาหมายเลข 19 ขึ้นงานวัสดุพิมพ์ปาก 3 ชนิด ชนิดละ 80 ชิ้น ได้แก่ พอลิไวนิลไซลอคเซน พอลิอีเทอร์ และพอลิไวนิลไซลอคเซนอีเทอร์ สร้างขึ้นบนเบ้าหล่อแทนเลสสตีลที่ได้รับการปนเปื้อนจากสารห้ามเลือดที่ใช้ในการแยกเหงือกที่แตกต่างกัน โดยแบ่งชิ้นงานออกเป็น 4 กลุ่มย่อย (n=20) คือ ไม่ได้รับการปนเปื้อน ปนเปื้อนด้วยเรสทริปติน ดรายซี และเอ็กซ์พาซิล ทำการประเมินการลอกรายละเอียดของวัสดุพิมพ์ปากภายใต้กล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอที่กำลังขยาย 4 เท่า และประเมินค่าเสถียรภาพเชิงมิติที่ระยะเวลา 24 ชั่วโมงด้วยเครื่องวัดมิติวัสดุ วิเคราะห์ผลการลอกรายละเอียดด้วยสถิติการทดสอบของฟิชเชอร์ กำหนดระดับความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95 ($\alpha = 0.05$) และการคงเสถียรภาพทางมิติด้วยสถิติความแปรปรวนสองทางและการจับคู่แบบทูกีย์ กำหนดระดับความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95 ($\alpha = 0.05$) ผลการศึกษาพบว่าสารห้ามเลือดที่ใช้ในการแยกเหงือกที่มีอะลูมิเนียมคลอไรด์เป็นองค์ประกอบส่งผลต่อการลอกรายละเอียดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยรบกวนการลอกรายละเอียดของพอลิอีเทอร์มากที่สุด ส่วนดรายซีและเอ็กซ์พาซิลมีผลต่อการลอกรายละเอียดของพอลิไวนิลไซลอคเซนรองลงมา และส่งผลต่อพอลิไวนิลไซลอคเซนอีเทอร์น้อยที่สุด สารห้ามเลือดที่ใช้ในการแยกเหงือกไม่มีผลทำให้ค่าเสถียรภาพเชิงมิติแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และค่าการเปลี่ยนแปลงทั้งหมดอยู่ในเกณฑ์ข้อกำหนดสมาคมทันตแพทย์อเมริกาหมายเลข 19 คือไม่เกินร้อยละ 0.5 ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าสารห้ามเลือดที่ใช้ในการแยกเหงือกที่มีอะลูมิเนียมคลอไรด์เป็นองค์ประกอบส่งผลต่อการลอกรายละเอียดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่ไม่ส่งผลต่อเสถียรภาพทางมิติแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

คำสำคัญ : สารห้ามเลือดที่ใช้ในการแยกเหงือก, อะลูมิเนียมคลอไรด์, วัสดุพิมพ์ปากอีลาสโตเมอร์, การลอกรายละเอียด, เสถียรภาพเชิงมิติ

Title	EFFECT OF GINGIVAL HEMOSTATIC RETRACTING AGENTS ON SURFACE DETAIL REPRODUCTION OF 3 ELASTOMERIC IMPRESSION MATERIALS
Author	NATTIDA CHOKWATTANAPORNCHAI
Degree	MASTER OF SCIENCE
Academic Year	2021
Thesis Advisor	Assistant Professor Dr. Sirichan Chiaraputt

The purpose of this study is to evaluate the surface detail reproduction and the dimensional accuracy of three elastomeric impression materials after being contaminated with Aluminium chloride-containing gingival hemostatic retracting agents, according to American Dental Association Specification No.19 (ADA No.19). There were 80 specimens each made from three elastomeric impression materials (Polyvinyl siloxane (PVS), Polyether (PE) and Polyvinylsiloxanether (PVSE)) in a stainless-steel mold contaminated with different gingival hemostatic retracting agents (No treatment, Racestypine, Dryz[®] and Expasyl[™]) (n=20). Surface detail reproduction was evaluated at 4x magnification using a stereomicroscope. 24 hours after specimen preparation, dimensional accuracy was assessed using a measuring microscope. The Fisher's exact test ($\alpha = 0.05$) was used to analyze the surface detail reproduction data and a Two-Way ANOVA and the Tukey HSD test ($\alpha = 0.05$) were used to examine dimensional accuracy. The results showed that Aluminium chloride-containing gingival hemostatic retracting agents had a statistically significant influence on surface detail reproduction. PE was the most affected, followed by Dryz[®] and Expasyl[™] on PVS. The hemostatic agents had the least effect on PVSE. The medicaments had no significant effect on dimensional accuracy, and all materials had a dimensional change of less than 0.5%, as specified by the ADA. In conclusion, Aluminium chloride-containing gingival hemostatic retracting agents had a statistically significant influence on surface detail reproduction but no statistically significant effect on dimensional accuracy.

Keyword : Gingival hemostatic retracting agent, Aluminium chloride, Elastomeric impression material, Surface detail reproduction, Dimensional accuracy

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จะเสร็จสมบูรณ์มิได้ หากปราศจากคำแนะนำอันเป็นประโยชน์จาก ผศ.ดร.ทพญ.ศิริจันทร์ เจียรพุมิ อาจารย์ที่ปรึกษางานวิจัย ภาควิชาทันตกรรมอนุรักษ์และทันตกรรมประดิษฐ์ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ตลอดจนคณะกรรมการสอบเค้าโครงร่างปริญญานิพนธ์และคณะกรรมการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์ ประกอบกับปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากทุนอุดหนุนการวิจัยประเภทเงินรายได้หน่วยงาน สังกัดคณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ทางผู้วิจัยจึงใคร่ขอกราบขอบพระคุณผู้สนับสนุนมา ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณหน่วยวิจัยคณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ และสำนักการวิจัย คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ที่สนับสนุนอุปกรณ์ เครื่องมือ และสถานที่ในการทำวิจัย รวมถึงความช่วยเหลือและการอำนวยความสะดวกจากเจ้าหน้าที่ทุกท่านจนสามารถดำเนินงานวิจัยได้เสร็จสมบูรณ์

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอกล่าวขอบพระคุณครอบครัวที่คอยสนับสนุนและเป็นกำลังใจให้ตลอดมาจนกระทั่งสามารถดำเนินปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ณัฐธิดา โชควัฒนพรชัย

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ	ช
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญรูปภาพ	ฎ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง	1
ความมุ่งหมายของงานวิจัย.....	2
ความสำคัญของการวิจัย	3
ขอบเขตของการวิจัย	3
ตัวแปรที่ศึกษา.....	3
ตัวแปรอิสระ	3
ตัวแปรตาม	3
ตัวแปรควบคุม	3
กรอบแนวคิดในงานวิจัย.....	4
สมมติฐานในการวิจัย.....	4
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	5
1. สารห้ามเลือดที่ใช้ในการแยกเหงือก	5
1.1 การแบ่งกลุ่มของสารห้ามเลือดที่ใช้ในการแยกเหงือก (Gingival retracting agents) .	7
1.2 ชนิดของสารห้ามเลือด.....	8

2. วัสดุพิมพ์ปากอีลาสโตเมอร์ (Elastomer impression materials)	10
2.1 พอลิไวนิลซิลอกเซน	10
2.2 พอลิอีเทอร์	12
2.3 พอลิไวนิลซิลอกเซนอีเทอร์	14
3. การประเมินผลของสารห้ามเลือดต่อวัสดุพิมพ์ปากอีลาสโตเมอร์	15
3.1 การประเมินระยะเวลาการเกิดพอลิเมอร์ไรเซชันเทียบกับค่ามาตรฐาน	15
3.2 การประเมินด้วยสายตา (Visual scale)	16
3.3 การประเมินตามข้อกำหนดสมาคมทันตแพทย์อเมริกาหมายเลข 19	16
4. ผลของสารห้ามเลือดที่มีต่อวัสดุพิมพ์ปากอีลาสโตเมอร์	18
4.1 พอลิไวนิลซิลอกเซน	18
4.2 พอลิอีเทอร์	18
4.3 พอลิไวนิลซิลอกเซนอีเทอร์	19
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	20
การออกแบบงานวิจัย	20
การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง	20
ประชากรที่ใช้ในงานวิจัย	20
กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัย	20
ขั้นตอนการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล	21
ขั้นตอนการทดลอง	21
การวิเคราะห์ข้อมูล	27
บทที่ 4 ผลการดำเนินงานวิจัย	28
1. ผลการวิเคราะห์สถิติเชิงพรรณนา	28

1.1 ผลการวิเคราะห์ตารางแจกแจงความถี่ของการกระจายละเอียดของวัสดุพิมพ์ปาก อีลาสโตเมอร์.....	28
1.2 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเสถียรภาพเชิงมิติของวัสดุ พิมพ์ปากอีลาสโตเมอร์.....	30
2. ผลการทดสอบสมมติฐานทางสถิติ.....	31
2.1 ผลการทดสอบสมมติฐานเพื่อศึกษาความแตกต่างของผลการกระจายละเอียดระหว่าง สารห้ามเลือดที่ใช้ในการแยกเหงือกในแต่ละชนิดของวัสดุพิมพ์ปาก	31
2.2 ผลการทดสอบสมมติฐานเพื่อศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างวัสดุพิมพ์ปากและสารห้าม เลือดที่ใช้ในการแยกเหงือกต่อเสถียรภาพเชิงมิติ	34
3. ผลการตรวจลักษณะพื้นผิวของวัสดุพิมพ์ปากอีลาสโตเมอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ชนิดส่อง กราด	40
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	41
สรุปผลการวิจัย.....	41
อภิปรายผลการวิจัย	42
ข้อเสนอแนะ	48
ภาคผนวก.....	49
บรรณานุกรม	56
ประวัติผู้เขียน.....	63

สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 1 แสดงสารห้ามเลือดที่ใช้ในการแยกเหงือกที่ใช้ในการศึกษา.....	23
ตาราง 2 แสดงระยะเวลาทำงานและระยะเวลาก่อตัวในช่องปากของวัสดุพิมพ์ปากที่ใช้ในการศึกษา	24
ตาราง 3 ตารางแจกแจงความถี่แสดงผลการลอกรายละเอียดของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 240 ชิ้น และจำแนกตัวแปรอิสระ	29
ตาราง 4 ตารางแสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเสถียรภาพเชิงมิติจำแนกตามชนิดวัสดุพิมพ์ปากอีลาสโตเมอร์.....	30
ตาราง 5 ตารางแสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเสถียรภาพเชิงมิติจำแนกตามชนิดสารห้ามเลือดที่ใช้ในการแยกเหงือก.....	31
ตาราง 6 ตารางผลการทดสอบสถิติการทดสอบของฟิชเชอร์ของผลการลอกรายละเอียดระหว่างสารห้ามเลือดที่ใช้ในการแยกเหงือกแต่ละชนิดจำแนกตามวัสดุพิมพ์ปาก	32
ตาราง 7 ตารางแสดงผลการลอกรายละเอียดของสารห้ามเลือดที่ใช้ในการแยกเหงือกแต่ละชนิดจำแนกตามชนิดของวัสดุพิมพ์ปาก	33
ตาราง 8 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทางของวัสดุพิมพ์ปากอีลาสโตเมอร์และสารห้ามเลือดที่ใช้ในการแยกเหงือก.....	35
ตาราง 9 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเสถียรภาพเชิงมิติระหว่างวัสดุพิมพ์ปากอีลาสโตเมอร์แต่ละชนิด	36
ตาราง 10 ตารางแสดงค่าผลต่างของค่าเฉลี่ยเสถียรภาพเชิงมิติระหว่างวัสดุพิมพ์ปากแต่ละชนิด	36
ตาราง 11 ตารางแสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเสถียรภาพเชิงมิติจำแนกตามชนิดวัสดุพิมพ์ปาก	37
ตาราง 12 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวจำแนกตามวัสดุพิมพ์ปากอีลาสโตเมอร์โดยมีสารห้ามเลือดที่ใช้ในการแยกเหงือกเป็นตัวแปรอิสระ	38

ตาราง 13 ตารางแสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเสถียรภาพเชิงมิติจำแนกตามวัสดุ พิมพ์ปากและสารห้ามเลือดที่ใช้ในการแยกเหงือก	39
ตาราง 14 แสดงผลการศึกษาด้วยสถิติเชิงพรรณนาของค่าเฉลี่ยของเสถียรภาพเชิงมิติของวัสดุ พิมพ์ปากพอลิไวนิลไซลอคเซน ในกลุ่มตัวอย่าง 80 ชิ้น	50
ตาราง 15 แสดงผลการศึกษาด้วยสถิติเชิงพรรณนาของค่าเฉลี่ยของเสถียรภาพเชิงมิติของวัสดุ พิมพ์ปากพอลิอีเทอร์ในกลุ่มตัวอย่าง 80 ชิ้น.....	51
ตาราง 16 แสดงผลการศึกษาด้วยสถิติเชิงพรรณนาของค่าเฉลี่ยของเสถียรภาพเชิงมิติของวัสดุ พิมพ์ปากพอลิไวนิลไซลอคเซนอีเทอร์ในกลุ่มตัวอย่าง 80 ชิ้น.....	52
ตาราง 17 แสดงการทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนโดยใช้การทดสอบของเลวิน (Levene's test)	53
ตาราง 18 แสดงผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของข้อมูลด้วยสถิติความแปรปรวนสองทาง (Two-way ANOVA).....	53
ตาราง 19 แสดงการวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างกลุ่มข้อมูลด้วยสถิติทดสอบทูกีย์ (Tukey Honest Significant Different Test) เมื่อเปรียบเทียบระหว่างชนิดของสารห้ามเลือดที่ใช้ ในการแยกเหงือก	54
ตาราง 20 แสดงการวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างกลุ่มข้อมูลด้วยสถิติทดสอบทูกีย์ เมื่อเปรียบเทียบเสถียรภาพเชิงมิติระหว่างชนิดของวัสดุพิมพ์ปากอีลาสโตเมอร์	55

สารบัญรูปภาพ

หน้า

ภาพประกอบ 1 แสดงภาพก่อนและหลังการใช้เอ็กซ์ฟาซิล	6
ภาพประกอบ 2 แสดงโครงสร้างของพอลิไวนิลไซลอคเซน	11
ภาพประกอบ 3 แสดงลักษณะของรอยพิมพ์ที่เกิดการยับยั้งปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไรเซชัน(ซ้าย) และ วัสดุพิมพ์ปากพอลิไวนิลไซลอคเซนที่เกิดการพอลิเมอร์ไรเซชันไม่สมบูรณ์ที่ติดอยู่บนตัวฟัน(ขวา)	12
ภาพประกอบ 4 แสดงภาพโคพอลิเมอร์ที่มีอะตอมออกซิเจนและกลุ่มเมทิลีนและหมู่ปลายที่ทำ ปฏิกิริยาเรียงสลับกัน.....	13
ภาพประกอบ 5 แสดงการเกิดปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไรเซชันแบบไอออนบวกของพอลิอีเทอร์	14
ภาพประกอบ 6 แสดงสูตรทางเคมีของพอลิไวนิลไซลอคเซนอีเทอร์	15
ภาพประกอบ 7 แสดงขนาดของบล็อกและเป้าหมายตามข้อกำหนดสมาคมทันตแพทย์อเมริกา หมายเลข 19 ในการประเมินวัสดุพิมพ์ปากอีลาสโตเมอร์	17
ภาพประกอบ 8 แสดงสัดส่วนขนาดของบล็อกและขนาดของร่องที่ปรากฏบนบล็อก	21
ภาพประกอบ 9 แสดงเป้าหมายสแตนด์เลสดีลที่ใช้ในการศึกษาวัสดุพิมพ์ปากอีลาสโตเมอร์ตาม ข้อกำหนดสมาคมทันตแพทย์อเมริกาหมายเลข 19 ในการประเมินวัสดุพิมพ์ปากอีลาสโตเมอร์..	22
ภาพประกอบ 10 แสดงภาพชิ้นงานวัสดุพิมพ์ปากอีลาสโตเมอร์ในการศึกษา	24
ภาพประกอบ 11 แสดงภาพกล้องจุลทรรศน์ชนิดสแตริโอ.....	25
ภาพประกอบ 12 แสดงภาพลักษณะการลอกรายละเอียดของวัสดุพิมพ์ปากอีลาสโตเมอร์ (A) พอลิ ไวนิลไซลอคเซน; (B) พอลิอีเทอร์; (C) พอลิไวนิลไซลอคเซนอีเทอร์; (1) ลอกรายละเอียดได้ดี; (2) ลอกรายละเอียดได้ไม่ดี.	25
ภาพประกอบ 13 แสดงภาพเครื่องวัดมิติวัสดุ	26
ภาพประกอบ 14 แสดงภาพกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด.....	27
ภาพประกอบ 15 กราฟแสดงผลการลอกรายละเอียดได้ดี ในแต่ละกลุ่มวัสดุพิมพ์ปาก	34

ภาพประกอบ 16 แสดงกราฟค่าเฉลี่ยเสถียรภาพเชิงมิติจำแนกตามวัสดุพิมพ์ปากอีลาสโตเมอร์ และสารห้ามเลือดที่ใช้ในการแยกเหงือก 37

ภาพประกอบ 17 แสดงภาพลักษณะพื้นผิวของวัสดุพิมพ์ปากอีลาสโตเมอร์ทั้ง 3 ชนิด หลังได้รับการปนเปื้อนด้วยสารห้ามเลือดที่ใช้ในการแยกเหงือก จากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด (A) พอลิไวนิลไซลอคเซน; (B) พอลิอีเทอร์; (C) พอลิไวนิลไซลอคเซนอีเทอร์;
(1) กลุ่มควบคุม; (2) เรสทริปทีน; (3) ดรายซี; (4) เอ็กซ์พาสซิล..... 40



บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

การบูรณะฟันโดยอ้อม (Indirect restoration) เช่น การทำครอบฟัน สะพานฟัน อินเลย์ ออนเลย์ ที่ซึ่งมีการกรอแต่งฟันให้ได้รูปร่างที่เหมาะสม มีขั้นตอนการพิมพ์ปาก การเทแบบ จำลองฟัน การขึ้นรูปขึ้นงาน แล้วจึงนำมายึดบนฟันธรรมชาติ บ่อยครั้งที่ขอบเขตการทำงานมักอยู่บริเวณระดับขอบเหงือกหรือต่ำกว่าขอบเหงือกด้วยตำแหน่งของรอยโรคเอง หรือด้วยเหตุผลในด้านความสวยงามและเหตุผลในการให้การยึดอยู่ของขึ้นงาน การทำงานในบริเวณนี้ การแยกเหงือกเป็นหนึ่งในขั้นตอนสำคัญที่จะช่วยให้ทันตแพทย์สามารถเข้าถึงบริเวณทำงานได้ สะดวกยิ่งขึ้น อีกทั้งการแยกเหงือกที่ดีจะช่วยให้วัสดุพิมพ์ปากไหลแผ่เข้าไปลอกเลียนรายละเอียดบนตัวฟันได้ดีและครบถ้วนยิ่งขึ้น ซึ่งจะส่งผลต่อคุณภาพของรอยพิมพ์ และคุณภาพของขึ้นงานต่อไป

วิธีในการแยกเหงือกที่เป็นที่นิยมคือ การแยกเหงือกด้วยวิธีทางกลร่วมกับวิธีทางเคมี (Chemo-mechanical)^(1, 2) ประกอบด้วยการใช้ด้ายแยกเหงือกที่เป็นวิธีทางกล (Mechanical) ร่วมกับการใช้สารห้ามเลือดทางทันตกรรมซึ่งเป็นวิธีการทางเคมี (Chemical) โดยสารห้ามเลือดสามารถแบ่งได้เป็น 2 กลุ่มหลัก คือ สารบีบหลอดเลือด (Vasoconstrictors) และยาสมาน (Astringents) ในปัจจุบันจะนิยมใช้สารในกลุ่มยาสมาน อันได้แก่ เฟอริกซัลเฟต (Ferric sulfate) และอะลูมิเนียมคลอไรด์ (Aluminium chloride)⁽¹⁾ แม้ว่าสารในกลุ่มนี้จะให้ผลในการห้ามเลือดและช่วยในการทำงานได้ค่อนข้างดี อย่างไรก็ตามสารห้ามเลือดมักมีความเป็นกรดค่อนข้างสูงโดยมีค่าความเป็นกรด-เบส (pH value) อยู่ระหว่าง 0.7-2.0⁽³⁾ ซึ่งความเป็นกรดนี้ส่งผลกับโครงสร้างฟัน และมีผลกับการใช้สารยึดติดในขั้นตอนการอุดฟัน และการยึดขึ้นงาน⁽⁴⁾

สารประกอบซัลเฟอร์ (Sulfur) ที่พบในถุงมือลาเท็กซ์ หรือในแผ่นยางกันน้ำลาย พบว่าทำให้เกิดการยับยั้งปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไรเซชัน (Polymerization) ของวัสดุพิมพ์ปากพอลิไวโนซิลอกเซน (Polyvinyl siloxane) ได้ โดยจะเกิดลักษณะพื้นผิวที่ก่อตัวไม่สมบูรณ์ มีลักษณะเหนียวและลื่น ซึ่งส่งผลต่อขั้นตอนของการเทแบบจำลองยิปซัม (Gypsum cast)⁽⁵⁾ ในสารห้ามเลือด (Hemostatic agents) บางชนิดมีซัลเฟอร์เป็นองค์ประกอบเช่นกัน ได้แก่ อะลูมิเนียมซัลเฟต (Aluminium sulfate) และเฟอริกซัลเฟต (Ferric sulfate) จึงทำให้มีความกังวลว่าสารห้ามเลือดกลุ่มนี้จะมีผลยับยั้งปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไรเซชันของวัสดุพิมพ์ปากอีลาสโตเมอร์ (Elastomeric impression materials) หรือไม่

มีหลายการศึกษาได้ทำการเปรียบเทียบผลของสารห้ามเลือดที่ใช้ในการแยกเหงือก เช่น เฟอริกซัลเฟตที่มีสารประกอบซัลเฟอร์เป็นองค์ประกอบ รวมถึงอะลูมิเนียมคลอไรด์ ต่อวัสดุพิมพ์ปากพอลิไวนิลไซลอคเซน โดยดูการลอกรายละเอียดของวัสดุพิมพ์ปาก (Surface detail reproduction) และการคงเสถียรภาพเชิงมิติของวัสดุพิมพ์ปาก (Dimensional accuracy) พบว่า เฟอริกซัลเฟตและอะลูมิเนียมคลอไรด์ทำให้ความสามารถในการลอกรายละเอียดวัสดุพิมพ์ปากลดลง แต่ยังคงเสถียรภาพเชิงมิติอยู่ในระดับที่ยอมรับได้คือมีการหดตัวของวัสดุพิมพ์ปากไม่เกินร้อยละ 0.5⁽⁶⁻⁸⁾ ตรงกันข้ามกับในบางการศึกษาที่ไม่พบการยับยั้งปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไรเซชันจากสารห้ามเลือดที่ใช้ในการแยกเหงือกและมีการลอกเลียนรายละเอียดของวัสดุพิมพ์ปากที่สมบูรณ์ดี⁽⁹⁻¹¹⁾ อย่างไรก็ตามในกลุ่มของอะลูมิเนียมคลอไรด์ที่แม้ไม่มีสารประกอบของซัลเฟอร์เป็นองค์ประกอบแต่พบการยับยั้งวัสดุพิมพ์ปากพอลิไวนิลไซลอคเซน ยังไม่มีข้อสรุปแน่ชัดถึงการขัดขวางปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไรเซชัน ร่วมกับการศึกษาที่ผ่านมาส่วนใหญ่ทำการศึกษาอะลูมิเนียมคลอไรด์เพียงชนิดเดียวเทียบกับกลุ่มอื่น โดยยังไม่มีการศึกษาเปรียบเทียบสารห้ามเลือดที่ใช้ในการแยกเหงือกที่มีอะลูมิเนียมคลอไรด์เป็นองค์ประกอบหลักเหมือนกัน แต่อาจมีร้อยละของความเข้มข้น ลักษณะรูปแบบของสาร และความชื้นหนืดที่แตกต่างกันตามแต่ละผลิตภัณฑ์ ประกอบกับยังมีการศึกษาถึงผลของสารห้ามเลือดที่ใช้ในการแยกเหงือกต่อวัสดุพิมพ์ปากในกลุ่มพอลิอีเทอร์และพอลิไวนิลไซลอคเซนอีเทอร์ที่ค่อนข้างน้อย ดังนั้นแล้วจึงเป็นที่น่าสนใจว่าในสารห้ามเลือดที่ใช้ในการแยกเหงือกที่มีส่วนผสมของอะลูมิเนียมคลอไรด์นั้นแท้จริงส่งผลต่อวัสดุพิมพ์ปากชนิดพอลิไวนิลไซลอคเซน พอลิอีเทอร์ และพอลิไวนิลไซลอคเซนอีเทอร์แตกต่างกันหรือไม่ ในแง่ของการลอกรายละเอียดและเสถียรภาพเชิงมิติ ร่วมกับการศึกษาลักษณะพื้นผิวของวัสดุพิมพ์ปากหลังได้รับการปนเปื้อนด้วยสารห้ามเลือดที่ใช้ในการแยกเหงือกภายใต้กล้องจุลทรรศน์ชนิดส่องกราด (Scanning Electron Microscope : SEM)

ความมุ่งหมายของงานวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของสารห้ามเลือดที่ใช้ในการแยกเหงือกที่มีอะลูมิเนียมคลอไรด์เป็นองค์ประกอบต่อวัสดุพิมพ์ปากอีลาสโตเมอร์ ได้แก่ พอลิไวนิลไซลอคเซน พอลิอีเทอร์ และพอลิไวนิลไซลอคเซนอีเทอร์ โดยพิจารณาการลอกรายละเอียดและเสถียรภาพเชิงมิติของวัสดุพิมพ์ปากทั้ง 3 ชนิด

ความสำคัญของการวิจัย

การศึกษานี้มุ่งเน้นเพื่อหาข้อสรุปที่ชัดเจนว่าสารที่ห้ามเลือดที่ใช้ในการแยกเหงือกที่มีอะลูมิเนียมคลอไรด์เป็นองค์ประกอบชนิดใดส่งผลต่อวัสดุพิมพ์ปากพอลิไวนิลไซลอคเซน พอลิอีเทอร์ และพอลิไวนิลไซลอคเซนอีเทอร์ เพื่อให้ทันตแพทย์สามารถระมัดระวังในการใช้งานในขั้นตอนการพิมพ์ปากได้ ซึ่งเป็นหนึ่งในขั้นตอนที่มีความสำคัญที่จะช่วยให้ได้แบบจำลองฟันที่สามารถถอดรอยรายละเอียดของฟันที่ถูกเตรียมได้สมบูรณ์และครบถ้วน อันจะนำไปสู่ความสำเร็จของชิ้นงานในงานบูรณะโดยอ้อมต่อไป

ขอบเขตของการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงทดลองในห้องปฏิบัติการ (Laboratory experimental research) โดยนำวัสดุพิมพ์ปากอีลาสโตเมอร์ 3 ชนิด ได้แก่ พอลิไวนิลไซลอคเซน (Silagum-Light, DMG, Hamburg, Germany) พอลิอีเทอร์ (Impregum™ Garant™ L Duosoft, 3M ESPE, MN, USA) และพอลิไวนิลไซลอคเซนอีเทอร์ (Identium® Light, Kettenbach dental, Kettenbach, Germany) ฉีดสร้างรอยพิมพ์บนแม่หล่อสแตนเลสสตีล (Stainless steel die) ที่ได้รับการปนเปื้อนจากสารห้ามเลือดที่ใช้ในการแยกเหงือกที่มีอะลูมิเนียมคลอไรด์เป็นองค์ประกอบ 3 ชนิด ได้แก่ เรสทิปทีน (Racestyptine 25% Aluminium chloride, Septodont, Saint-Maur-des-Fosses, France), ดรายซี (Dryz® 20% Aluminium chloride, Parkell, Edgewood, USA) และเอ็กซ์พาสิล (Expasyl™ 15% Aluminium chloride, Acteon, Bordeaux, France) โดยทำการพิจารณาการลอกรายละเอียดและเสถียรภาพเชิงมิติของวัสดุพิมพ์ปากทั้ง 3 ชนิด

ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรอิสระ

ชนิดของสารห้ามเลือดที่ใช้ในการแยกเหงือก และชนิดของวัสดุพิมพ์ปากอีลาสโตเมอร์

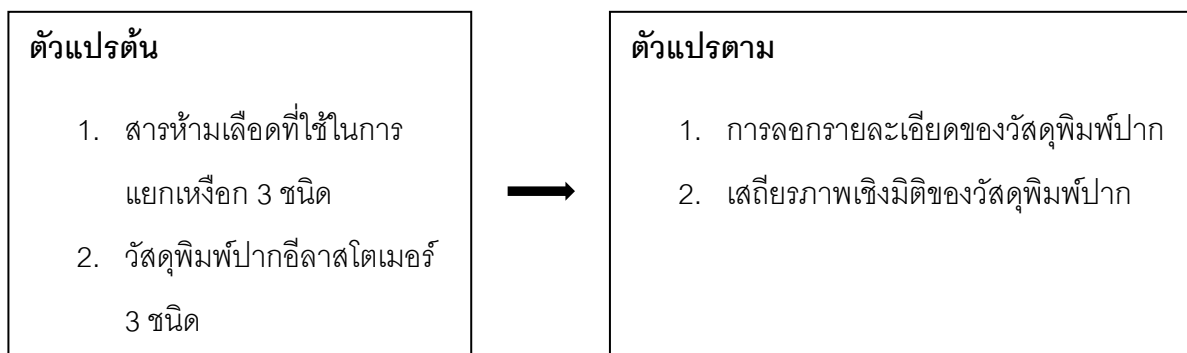
ตัวแปรตาม

การลอกรายละเอียดและเสถียรภาพเชิงมิติของวัสดุพิมพ์ปากทั้ง 3 ชนิด

ตัวแปรควบคุม

อุณหภูมิขณะทดสอบ ความหนาของวัสดุพิมพ์ปาก ระยะเวลาที่แม่หล่อสแตนเลสสตีลสัมผัสกับสารห้ามเลือดที่ใช้ในการแยกเหงือก และระยะเวลาในการล้างทำความสะอาด

กรอบแนวคิดในงานวิจัย



สมมติฐานในการวิจัย

สมมติฐานที่ 1

H_0 : การลอกรายละเอียดของวัสดุพิมพ์ปากอีลาสโตเมอร์ทั้ง 3 ชนิด เมื่อได้รับการปนเปื้อนจากสารห้ามเลือดที่ใช้ในการแยกเหงือกแต่ละชนิด ไม่แตกต่างกัน

H_1 : การลอกรายละเอียดของวัสดุพิมพ์ปากอีลาสโตเมอร์ทั้ง 3 ชนิด เมื่อได้รับการปนเปื้อนจากสารห้ามเลือดที่ใช้ในการแยกเหงือกแต่ละชนิด แตกต่างกัน

สมมติฐานที่ 2

H_0 : เสถียรภาพเชิงมิติของวัสดุพิมพ์ปากอีลาสโตเมอร์ทั้ง 3 ชนิด เมื่อได้รับการปนเปื้อนจากสารห้ามเลือดใช้ในการแยกเหงือกแต่ละชนิด ไม่แตกต่างกัน

H_1 : เสถียรภาพเชิงมิติของวัสดุพิมพ์ปากอีลาสโตเมอร์ทั้ง 3 ชนิด เมื่อได้รับการปนเปื้อนจากสารห้ามเลือดใช้ในการแยกเหงือกแต่ละชนิด แตกต่างกัน

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และได้นำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

1. สารห้ามเลือดที่ใช้ในการแยกเหงือก
2. วัสดุพิมพ์ปากอีลาสโตเมอร์
3. การประเมินผลของสารห้ามเลือดต่อวัสดุพิมพ์ปากอีลาสโตเมอร์
4. ผลของสารห้ามเลือดที่มีต่อวัสดุพิมพ์ปากอีลาสโตเมอร์

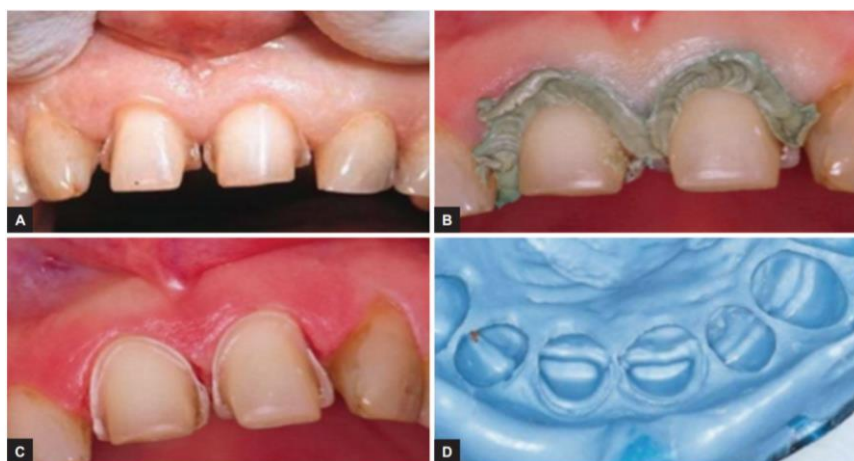
1. สารห้ามเลือดที่ใช้ในการแยกเหงือก

สารห้ามเลือดที่ใช้ในการแยกเหงือกเป็นสารที่ใช้เพื่อห้ามเลือดระหว่างทำหัตถการ เพื่อช่วยให้การเข้าถึงบริเวณทำงานที่ใกล้ชิดกับเนื้อเยื่อเหงือกทำงานได้สะดวกยิ่งขึ้น โดยอาจใช้ในช่วงระหว่างการอุดฟัน หรือการแยกเหงือกก่อนการพิมพ์ปาก โดยสารห้ามเลือดที่ใช้ในการแยกเหงือกนั้นควรประกอบด้วย 3 หลักเกณฑ์⁽¹⁾ ดังนี้

1. มีประสิทธิภาพในการช่วยแยกเหงือกได้ ทั้งในแนวตั้ง (Vertical) และด้านข้าง (Lateral) ในขณะเดียวกันช่วยควบคุมการไหลของเลือดและน้ำเหลืองเหงือก
2. ไม่ทำให้เกิดการทำลายของเนื้อเยื่อโดยรอบแบบผันกลับไม่ได้ แม้ว่าทุกเทคนิคในการแยกเหงือกจะทำให้เกิดการบาดเจ็บของเนื้อเยื่อ อย่างไรก็ตามควรหายได้อย่างสมบูรณ์ทั้งทางคลินิก (Clinical) และทางจุลกายวิภาค (Histological) ภายในระยะเวลา 2 สัปดาห์ และหากเกิดการร่นของเหงือก ระดับของการร่นของเหงือกไม่ควรเกิน 0.1 มิลลิเมตร
3. ไม่ทำให้เกิดผลกระทบต่อสภาวะทางระบบที่เป็นอันตราย ที่เป็นผลจากการเกิดการดูดซึ่มกลับของสารที่ใช้ในการแยกเหงือกจากเนื้อเยื่อโดยรอบ ซึ่งปริมาณการดูดซึ่มกลับจะขึ้นกับชนิดของสารที่ใช้ ปริมาณการฉีกขาดของเนื้อเยื่อเหงือก และจำนวนพื้นที่เตรียม

ในปัจจุบันมีการพัฒนาวัสดุที่ใช้ในการแยกเหงือกโดยไม่ใช้ด้ายแยกเหงือก (Cordless retraction) ที่ช่วยในการดันเนื้อเยื่อ และทำให้เนื้อเยื่อบาดเจ็บน้อย ตัวอย่างของผลิตภัณฑ์ได้แก่ เอ็กซ์พาสิล เป็นวัสดุที่รวมคุณสมบัติของเกอลิน (Kaolin) ซึ่งช่วยให้เกิดการขยายตัวเหตุน้ำ

(Hygroscopic expansion) และอะลูมิเนียมคลอไรด์ ซึ่งช่วยให้เกิดการห้ามเลือด, เมจิกโฟมคอร์ด (Magic foamcord) ซึ่งใช้พอลิไวนิลไซลอคเซนเป็นตัวกลางร่วมกับการใช้คอมเพรสแคป (Compre-caps) สวมทับให้เกิดแรงดันทางกลช่วยให้เกิดการแยกเหงือก และแทริกโซเดนทิสีโมเดนทเพสต์ (Traxodent Hemodent paste) ที่ประกอบด้วย 15% อะลูมิเนียมคลอไรด์ และคอตตอนแคป (Cotton cap) ช่วยดันวัสดุเข้าร่องเหงือกให้สัมผัสกับบริเวณที่มีเลือดออกได้ดียิ่งขึ้น⁽¹²⁾



ภาพประกอบ 1 แสดงภาพก่อนและหลังการใช้เอ็กซ์พาลิด

ที่มา : Maischberger C, Liebermann A, Stawarczyk B. The Effect of Hemostatic Agents on the Retention Strength of Zirconia Crowns Luted to Dentin Abutments. Materials (Basel). 2019;12(6).⁽¹³⁾

การแยกเหงือกโดยไม่ใช้ด้ายแยกเหงือกซึ่งใช้รีเทคชันเพสต์ (Retraction paste) จะช่วยให้ได้บริเวณทำงานที่แห้ง และยังทำอันตรายต่อเนื้อเยื่อน้อย อย่างไรก็ตามให้การแยกเหงือกได้ไม่ดีเท่าการใช้ด้ายแยกเหงือก โดยมีการศึกษาที่พบว่าแรงดันที่เกิดจากการใช้รีเทคชันเพสต์นั้นน้อยกว่าการใช้ด้ายแยกเหงือกถึง 10 เท่า⁽¹⁴⁾ ดังนั้นในกรณีที่ต้องแยกเหงือกออกมาก เช่น มีขอบของฟันที่เตรียม (Finish line) อยู่ใต้เหงือกและค่อนข้างลึก หรือในผู้ป่วยที่มีเหงือกค่อนข้างหนา (Thick gingival biotype) การเลือกใช้ด้ายแยกเหงือกจะเหมาะสมกว่า ส่วนกรณีที่ไม่ได้ต้องการการแยกเหงือกที่มาก เช่น มีขอบของฟันที่เตรียมอยู่เหนือเหงือก เหงือกมีลักษณะบาง (Thin gingival biotype) และยืดหยุ่น การใช้เทคนิคแยกเหงือกโดยไม่ใช้ด้ายแยกเหงือกสามารถให้การห้ามเลือดที่ดีกว่าโดยไม่รบกวนสภาวะของเหงือกและปริทันต์ และให้การแยกเหงือกที่เพียงพอได้⁽¹²⁾

1.1 การแบ่งกลุ่มของสารห้ามเลือดที่ใช้ในการแยกเหงือก (Gingival retracting agents)

สารที่ใช้ในการแยกเหงือกสามารถแบ่งได้เป็น 2 กลุ่มหลัก คือ สารบิพหอดเลือดและยาสมาน⁽⁴⁾

1.1.1 สารบิพหอดเลือด

ในกลุ่มนี้ตัวที่เป็นที่นิยมคือ เอพิเนฟริน (Epinephrine) โดยเอพิเนฟรินจะทำงานผ่านการกระตุ้นตัวรับซิมพาเทติก α_1 (Sympathetic α_1 receptors) ซึ่งมีประสิทธิภาพมากในการช่วยบิพหอดเลือดส่งผลให้หลอดเลือดฝอยส่วนปลายเกิดสภาวะขาดเลือดของเนื้อเยื่อ (Ischemic tissue reaction) ช่วยลดการไหลเวียนของเลือด ทำให้เกิดการลดปริมาณของเนื้อเยื่อเหงือกและมีเลือดออกน้อยลง⁽⁴⁾ แม้ว่าเอพิเนฟรินจะมีประสิทธิภาพดีในห้ามเลือด อย่างไรก็ตามพบมีการใช้ลดลงเนื่องจากมีผลข้างเคียงค่อนข้างมาก

เอพิเนฟรินสามารถถูกดูดซึมจากเนื้อเยื่อเหงือกเข้าสู่การไหลเวียนทางระบบและส่งผลกับหลายอวัยวะ โดยเฉพาะระบบหัวใจและหลอดเลือด เอพิเนฟรินกระตุ้นการทำงานของกล้ามเนื้อหัวใจ ทำให้เพิ่มแรงในการบีบตัวของหัวใจห้องล่างร่วมกับทำให้อัตราการเต้นของหัวใจเพิ่มขึ้น (Tachycardia) ส่งผลให้ความดันโลหิตสูงขึ้น ซึ่งอาการของการได้รับเอพิเนฟรินมากเกินไป เรียกว่า กลุ่มอาการเอพิเนฟริน (Epinephrine syndrome) จะมีอาการหัวใจเต้นเร็ว หายใจถี่ ความดันโลหิตสูง กังวล สั่น กระสับกระส่าย ปวดหัว หน้ามืด ชีต เหงื่อออก ในรายที่เป็นหนักสามารถเป็นลมและเสียชีวิตได้⁽⁴⁾ โดยปริมาณที่ถูกดูดซึมเข้าทางระบบขึ้นกับ ความเข้มข้นของเอพิเนฟริน ระยะเวลาที่สัมผัสสาร และระดับความรุนแรงของการฉีกขาดของเนื้อเยื่อ⁽¹⁾ เมื่อพิจารณาถึงผลข้างเคียงดังกล่าว และการที่ไม่ได้มีความสามารถในการแยกเหงือกเหนือสารห้ามเลือดชนิดอื่น เช่น อะลูมิเนียมคลอไรด์และอะลูมิเนียมซัลเฟต⁽¹⁵⁾ จึงเป็นที่เห็นพ้องว่าควรเลี่ยงการใช้เอพิเนฟรินในขั้นตอนการแยกเหงือก

1.1.2 ยาสมาน

ยาสมานเป็นเกลือของโลหะที่สามารถตกตะกอนโปรตีน แต่ไม่ผ่านเข้าเซลล์ มีผลต่อเฉพาะชั้นผิวบน (Superficial) ของเนื้อเยื่อเมือกช่องปาก (Mucosa) และมีผลยับยั้งการเคลื่อนที่ของพลาสมาโปรตีน (Plasma protein) ในหลอดเลือดฝอย ร่วมกับการลดการซึมผ่านของเซลล์ (Cell permeability) และในบางกรณีทำให้เกิดสภาวะที่แห้ง เนื่องจากการตกตะกอนของโปรตีนมีผลทำให้เกิดการหยุดไหลของเลือด ดังนั้นแล้วยาสมานจึงถูกใช้เป็นสารห้ามเลือดได้ แม้ว่าการทำให้โปรตีนเปลี่ยนสภาพและทำให้เกิดการทำลายเนื้อเยื่อเฉพาะที่ อย่างไรก็ตามสารในกลุ่มที่มีอะลูมิเนียม (Aluminum) เป็นองค์ประกอบพบว่าสามารถใช้ได้อย่างปลอดภัยใน

การแยกเหงือก โดยตัวที่นิยมใช้ได้แก่ อะลูมิเนียมคลอไรด์, อะลูมิเนียมซัลเฟต และอลัม (Alum) โดยระดับความเข้มข้นจะขึ้นกับแต่ละบริษัทผู้ผลิต⁽⁴⁾

ส่วนชิปติกส์ (Styptics) เป็นคำเรียกรูปแบบสารที่เข้มข้นของยาสมาน โดยจะทำให้เกิดการจับตัวเป็นก้อนของเลือดเฉพาะที่และบริเวณพื้นผิวของเนื้อเยื่อช่องปาก ตัวอย่างคือ เฟอริกคลอไรด์ (Ferric chloride) และเฟอริกซัลเฟต⁽⁴⁾

1.2 ชนิดของสารห้ามเลือด

อะลูมิเนียมซัลเฟต ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$) มีประสิทธิภาพที่ดีในการห้ามเลือดและมีความเข้ากันได้ดีกับเนื้อเยื่อ โดยจะทำให้เกิดการบีบตัวของหลอดเลือดร่วมกับตกตะกอนโปรตีน ทำให้เนื้อเยื่อเกิดการหดตัวและยับยั้งการไหลของพลาสมาโปรตีนในหลอดเลือด และทำให้เลือดหยุดไหลได้ โดยผลข้างเคียงอาจจะทำให้เกิดเหงื่อกรนอย่างถาวรและเกิดการละลายของยอดกระดูกเบ้าฟัน (Alveolar bone crest) ได้ กรณีที่สารสัมผัสกับเนื้อเยื่อมากกว่า 20 นาที^(4, 16)

อะลูมิเนียมคลอไรด์ (AlCl_3) มีการใช้ที่ความเข้มข้น 5%-25% กลไกการเกิดปฏิกิริยาของอะลูมิเนียมคลอไรด์เชื่อว่าตัวสารจะถูกไฮโดรไลซิส (Hydrolysis) และเกิดกรดไฮโดรคลอริก (Hydrochloric acid) ขึ้น⁽¹⁷⁾ และด้วยคุณสมบัติความเป็นกรดนี้จะทำปฏิกิริยากับโปรตีนของเลือด ทำให้เกิดการตกตะกอนเป็นตัวอุดกั้น (Barrier) ที่ป้องกันการไหลของเลือดออกจากหลอดเลือด และในอีกทางหนึ่งก็จะเป็นตัวช่วยป้องกันไม่ให้อะลูมิเนียมคลอไรด์เข้าสู่หลอดเลือดและมีผลกับทางระบบได้⁽¹⁸⁾ และทำให้เกิดการบีบหลอดเลือด ร่วมกับทำให้เนื้อเยื่อเกิดการหดตัวและมีการดึงของเหลวออกจากเนื้อเยื่อ⁽¹⁹⁾ โดยอะลูมิเนียมสามารถละลายได้ดีในน้ำ แอลกอฮอล์และกลีเซอริน⁽²⁰⁾ อะลูมิเนียมคลอไรด์ส่งผลทางระบบค่อนข้างต่ำและเป็นสารที่รบกวนเนื้อเยื่อน้อยที่สุดในกลุ่มสารห้ามเลือดทั้งหมด^(4, 16)

เฟอริกซัลเฟต (Ferric subsulfate ($\text{Fe}_4(\text{OH})_2(\text{SO}_4)_5$) หรือสารละลายมัลเซล (Monsel's solution) ปัจจุบันไม่ค่อยมีการใช้งาน มีประสิทธิภาพในการแยกเหงือกได้ดีกว่าเอพิเนฟรีน มีการคืนกลับของเนื้อเยื่อค่อนข้างดี ระยะเวลาในการใช้งานแนะนำที่ 3 นาที อย่างไรก็ตามพบว่าเกลือของเฟอริกหรือเฟอร์รัส ทำให้เกิดการบาดเจ็บต่อเนื้อเยื่ออ่อนและกีดร่อนผิวหนังร่วมกับทำให้เกิดการติดสีที่ฟันได้ เมื่อมีการใช้ในสถานะที่มีความเป็นกรดสูงและมีความเข้มข้นที่ 72%⁽¹⁶⁾

เฟอริกซัลเฟต ($\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$) มีการใช้ที่ความเข้มข้น 13%-20% โดยที่ความเข้มข้นมากกว่า 15.5% จะมีความเป็นกรดสูงทำให้เกิดการระคายเคืองต่อเนื้อเยื่อและทำให้มีอาการเสียวบริเวณรากฟันหลังสัมผัสสารได้ ระยะเวลาในการใช้งานแนะนำที่ 1-3 นาที จะมีผลช่วยแยก

เนื้อเยื่อได้ถึง 30 นาที ผลข้างเคียงจากการใช้เฟอร์ริคัลเฟต จะทำให้เกิดการติดสีชั่วคราวที่เนื้อเยื่อเป็นสีม่วงถึงน้ำตาลหรือดำ ซึ่งเป็นผลมาจากธาตุเหล็กที่เป็นองค์ประกอบ แต่จะสามารถกลับเป็นปกติได้ในระยะเวลา 1 ถึง 2 วัน⁽¹⁶⁾ หรืออาจเกิดจากความเป็นกรดของเฟอร์ริคัลเฟตนั้นทำปฏิกิริยากับผลพลอยได้ของแบคทีเรีย (Bacterial byproduct) และทำให้เกิดตะกอนของเฟอร์ริคัลไฟต์ที่ไม่ละลายน้ำปรากฏบนพื้นผิวที่มีรูของเนื้อฟันที่มีการสูญเสียแร่ธาตุ (Porous demineralized dentin)⁽²¹⁾ กลไกการทำงานของเฟอร์ริคัลเฟต จะทำงานโดยทำให้โปรตีนของเลือดเกิดการจับตัวเป็นก้อน โดยเกิดจากปฏิกิริยาของเฟอร์ริกและซัลเฟตไอออนที่เข้ามาจับเกิดเป็นก้อนโปรตีนที่อุดปิดปลายหลอดเลือดฝอย และทำให้เลือดหยุดไหลได้ ลักษณะของลิ่มเลือดในหลอดเลือดฝอยจะเห็นได้เป็นจุดสีเข้มในร่องเหงือก โดยเลือดจะถูกจับตัวเป็นก้อนอย่างรวดเร็วทันทีที่สารสัมผัสกับเนื้อเยื่อที่ฉีกขาด ดังนั้นการจะได้ผลลัพธ์ที่ดีจึงควรทำการถูนวดลงบนเนื้อเยื่อ มิเช่นนั้นแล้วหากเฟอร์ริคัลเฟตสัมผัสกับเลือดที่ออกมาแล้วก็จะเกิดการจับตัวเป็นก้อนและไหลออกไป⁽⁴⁾ นอกจากนี้สารละลายเฟอร์ริคัลเฟตนั้นมีความเป็นพิษต่อเซลล์ที่มากกว่าอะลูมิเนียมคลอไรด์และอะลูมิเนียมซัลเฟตตามลำดับ ส่งผลต่อค่าความมีชีวิตของเซลล์ (Cell viability) ที่ลดลง⁽²²⁾

สารที่ใช้ในขั้นตอนแยกเหงือกที่นิยมใช้อย่างแพร่หลายในปัจจุบันคือ อะลูมิเนียมคลอไรด์ และเฟอร์ริคัลเฟตที่ความเข้มข้น 15-25% เป็นระยะเวลา 3-10 นาที⁽²³⁾ อย่างไรก็ตามมีการศึกษาที่พบว่าสารห้ามเลือดที่ใช้ในการแยกเหงือกมีความเป็นกรดค่อนข้างสูงและมีค่าความเป็นกรด-เบสอยู่ระหว่าง 0.7-2.0⁽³⁾ ซึ่งความเป็นกรดนี้ส่งผลกับโครงสร้างฟัน โดยพบว่าเมื่อเนื้อฟันมีการสัมผัสกับ 21.3% อะลูมิเนียมคลอไรด์หรือ 15.5% เฟอร์ริคัลเฟตเป็นเวลา 2 นาที จะเกิดการกำจัดของชั้นสเมียร์ (Smear layer) และท่อเนื้อฟันยังเหลืออุดตันบางส่วน (Partially occluded) ส่วนที่ 5 นาที จะพบว่าชั้นสเมียร์ถูกกำจัดจนหมด โดยผิวเนื้อฟันแสดงลักษณะถูกกรัดกัด (Etching) และมีการกำจัดส่วนของท่อรอบเนื้อฟัน (Peritubular dentin) นั่นคือยี่งเนื้อฟันสัมผัสกับสารนานขึ้น ชั้นสเมียร์จะถูกกำจัดออกเพิ่มมากขึ้นตาม⁽²⁴⁾ อีกทั้งสารห้ามเลือดที่ใช้ในการแยกเหงือกยังพบว่าส่งผลต่อขั้นตอนการอุดฟัน เมื่อมีการใช้สารยึดติดในระบบเซลฟ์เอทช์ (Self-etch adhesive) โดยพบว่าเมื่อเนื้อฟันได้รับการบ่มปูนจากเรสทริปทีน 25% อะลูมิเนียมคลอไรด์จะมีความแข็งแรงยึดเหนี่ยวระดับจุลภาค (Microshear bond strength) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับเนื้อฟันที่ไม่ได้รับการบ่มปูน⁽²⁵⁾ นอกจากนี้ยังพบว่าสารห้ามเลือดที่ใช้ในการแยกเหงือกนั้นส่งผลต่อวัสดุพิมพ์ปากอีลาสโตเมอร์เช่นเดียวกัน ดังจะกล่าวต่อไป

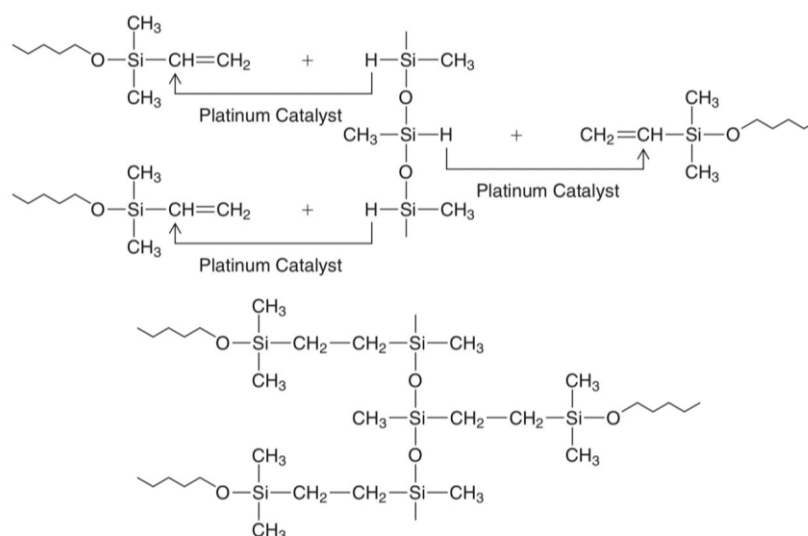
2. วัสดุพิมพ์ปากอีลาสโตเมอร์ (Elastomer impression materials)

วัสดุพิมพ์ปากอีลาสโตเมอร์หรือวัสดุพิมพ์ปากชนิดยาง ค่อนข้างเป็นที่นิยมใช้ในปัจจุบัน เนื่องด้วยให้ความถูกต้องในการลอกเลียนรายละเอียดได้ดี แบ่งได้เป็น 4 กลุ่ม คือ พอลิซัลไฟด์ (Polysulfide) , ซิลิโคนชนิดควบแน่น (Condensation silicone), ซิลิโคนชนิดเติม (Addition silicone) และพอลิอีเทอร์ (Polyether) โดยพอลิไวนิลไซลอคเซนและพอลิอีเทอร์เป็นวัสดุพิมพ์ปากที่ได้รับความนิยมและใช้อย่างแพร่หลายในปัจจุบัน⁽²⁶⁾ ซึ่งวัสดุพิมพ์ปากอีลาสโตเมอร์นั้นมิให้เลิกใช้หลายความข้นหนืดและวิธีการผสมวัสดุ ในที่นี้จะขอกกล่าวถึงพอลิไวนิลไซลอคเซนซึ่งคือ ซิลิโคนชนิดเติม พอลิอีเทอร์ ร่วมกับพอลิไวนิลไซลอคเซนอีเทอร์ซึ่งเป็นวัสดุตัวใหม่

2.1 พอลิไวนิลไซลอคเซน

พอลิไวนิลไซลอคเซน เป็นวัสดุพิมพ์ปากที่แม้จะมีราคาสูงแต่ได้รับความนิยมค่อนข้างมากในปัจจุบัน เนื่องด้วยมีคุณสมบัติทางกายภาพและมีความสามารถในการลอกเลียนรายละเอียดได้ดี การผสมสะดวก ง่ายต่อการใช้งาน มีการคืนตัวกลับของวัสดุ (Elastic recovery) และการคงเสถียรภาพทางมิติที่ค่อนข้างดี สามารถใช้เทแบบจำลองได้มากกว่า 1 ครั้ง ไม่เกิดผลพลอยได้จากปฏิกิริยา (Byproduct) ที่ไม่ต้องการจากปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชัน มีรูปแบบความข้นหนืดที่หลากหลายให้เลือกใช้งาน และมีการผสมแบบระบบออโตมิคซ์ (Automix system) ที่ให้การผสมที่ดีช่วยให้เนื้อวัสดุเป็นเนื้อเดียวกัน ลดการเกิดฟองอากาศ อีกทั้งไม่มีกลิ่นและรส ก่อตัวค่อนข้างไวทำให้ผู้ป่วยรู้สึกสบาย ในการทำงานวัสดุพิมพ์ปากชนิดนี้ต้องการบริเวณที่แห้ง เพื่อที่จะให้ได้รอยพิมพ์ที่ดี เนื่องด้วยคุณสมบัติความไม่ชอบน้ำของวัสดุ⁽²⁷⁾

ส่วนเบส (Base paste) ของวัสดุประกอบด้วยพอลิเมทิลไฮโดรไซลอคเซน (Polymethylhydrosiloxane) ซึ่งเป็นพอลิเมอร์น้ำหนักโมเลกุลต่ำ ร่วมกับพอลิเมอร์ไดเมทิล-ไซลอคเซนที่มีหมู่ไวนิลอยู่ปลายโครงสร้าง (Dimethylsiloxane polymer with vinyl terminal groups) และฟิลเลอร์ (Filler) ส่วนตัวเร่งปฏิกิริยาหรือคะตะลิสต์ (Accelerator/Catalyst) ประกอบด้วยพอลิเมอร์ไดเมทิลไซลอคเซนที่มีหมู่ไวนิลอยู่ปลายโครงสร้าง ฟิลเลอร์ ตัวเร่งปฏิกิริยาแพลตินัม (Platinum catalyst) และ 1,3-ไดไวนิลเตตระเมทิลไดไซลอคเซน (1-3 Divinyltetramethyldisiloxane)⁽²⁸⁾



ภาพประกอบ 2 แสดงโครงสร้างของพอลิไวไนลไซลอคเซน

ในผลิตภัณฑ์บางยี่ห้อของพอลิไวไนลไซลอคเซนสามารถเกิดก๊าซไฮโดรเจน (Hydrogen gas) จากปฏิกิริยาที่สอง (Secondary reaction) ระหว่างก่อดัวได้ จึงมีการแนะนำให้รออย่างน้อย 30 นาที ก่อนทำการเทแบบจำลองฟัน⁽²⁸⁾

อย่างไรก็ตามพบว่าซิลเฟอรที่เป็นส่วนประกอบหนึ่งของถุงมือยางและแผ่นยางกันน้ำลายมีผลยับยั้งปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชันของวัสดุพิมพ์ปากพอลิไวไนลไซลอคเซน⁽²⁹⁻³¹⁾ ซึ่งพบเป็นครั้งแรกเมื่อมีการใช้ถุงมือลาเท็กซ์ผสมพอลิไวไนลไซลอคเซนชนิดพุดตี (Putty) นอกจากนี้ยังพบการยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาได้เมื่อน้ำเยื่อในช่องปากเคยได้รับการสัมผัสด้วยถุงมือลาเท็กซ์มาก่อน ดังภาพประกอบ 3 หรือจากด้ายแยกเหงือกที่เคยได้รับการปนเปื้อนจากถุงมือลาเท็กซ์⁽³²⁾ โดยอนุพันธ์ของซิลเฟอรที่เป็นสารลดแรงตึงผิวและตัวเร่งปฏิกิริยานั้นส่งผลต่อการลดลงของโรพลาตินิก (Chloroplatinic acid) ที่อยู่ในคะตะลิสต์ของวัสดุพิมพ์ปากพอลิไวไนลไซลอคเซน ส่งผลให้วัสดุพิมพ์ปากก่อดัวสมบูรณ์ได้ช้าลงหรือไม่ก่อดัวเลย โดยมีคำแนะนำให้หลีกเลี่ยงการสัมผัสพื้นที่กรอแต่งและน้ำเยื่อในช่องปากบริเวณนั้นหรืออาจใช้ถุงมือไวไนล (Vinyl gloves) แทน⁽³³⁾ นอกจากนี้การยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาดังกล่าวสามารถพบได้เช่นเดียวกันในสารห้ามเลือดที่ใช้ในขั้นตอนการแยกเหงือก⁽²⁷⁾



ภาพประกอบ 3 แสดงลักษณะของรอยพิมพ์ที่เกิดการยับยั้งปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไรเซชัน(ซ้าย) และวัสดุพิมพ์ปากพอลิไวน์ซิลลอกเซนที่เกิดการพอลิเมอร์ไรเซชันไม่สมบูรณ์ที่ติดอยู่บนตัวฟัน(ขวา)

ที่มา : de Camargo LM, Chee WW, Donovan TE. Inhibition of polymerization of polyvinyl siloxanes by medicaments used on gingival retraction cords. J Prosthet Dent. 1993;70(2):114-7.⁽⁹⁾

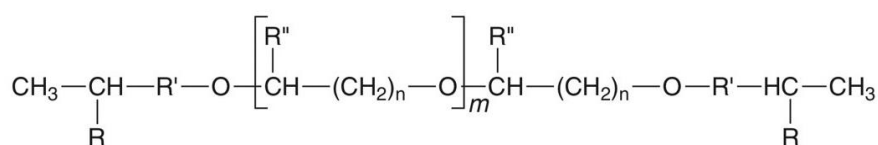
อย่างไรก็ตามวัสดุพิมพ์ปากพอลิไวน์ซิลลอกเซนนั้นมีลักษณะไฮโดรโฟบิก (Hydrophobic) ซึ่งมีความไม่ชอบน้ำ โดยในระยะหลังได้มีการพัฒนาวัสดุขึ้นและเรียกว่าพอลิไวน์ซิลลอกเซนชนิดไฮโดรฟิลิก (Hydrophilic polyvinylsiloxane) ที่มีความชอบน้ำมากขึ้น ซึ่งทางบริษัทผู้ผลิตแนะนำว่าวัสดุมีความสามารถในการเปียกพื้นผิว (Wetability) บนพื้นผิวเนื้อฟันที่มีความชื้นได้ดี โดยได้มีการใส่สารลดแรงตึงผิวที่ไม่มีประจุ (Non-ionic surfactants) จำพวกสารที่มีโครงสร้างคล้ายคลึงกับโนนิลฟีน็อกซีพอลิเอทานอล (Nonylphenoxypolyethanol homologues)⁽³⁴⁾ อย่างไรก็ตามพบว่าเมื่อเวลาผ่านไป สารลดแรงตึงผิวที่ใส่เพิ่มมาในวัสดุสามารถละลายออกมาจากวัสดุได้ โดยขึ้นอยู่กับโครงสร้างทางเคมีและความสามารถในการละลายในน้ำของสารลดแรงตึงผิวนั้นๆ⁽³⁵⁾

2.2 พอลิอีเทอร์

วัสดุพิมพ์ปากพอลิอีเทอร์มีการคงเสถียรภาพทางมิติที่ค่อนข้างดี ใช้งานง่าย ไม่มีกลิ่น มีระยะเวลาในการก่อตัวที่ไวกว่าพอลิซิลไฟด์ วัสดุพิมพ์ปากพอลิอีเทอร์สามารถดูดน้ำจากสภาพแวดล้อมได้ทำให้พอลิอีเทอร์มีลักษณะบวม ในขณะที่วัสดุพิมพ์ปากส่วนใหญ่จะเกิดการหดตัวและสูญเสียส่วนของผลพลอยได้จากปฏิกิริยาจากการที่เกิดปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไรเซชันอย่างต่อเนื่อง ดังนั้นแล้วเพื่อให้ได้ความถูกต้องของรอยพิมพ์มากที่สุดจะแนะนำให้เทภายใน 1 ชั่วโมง พอลิอีเทอร์นั้นค่อนข้างมีความแข็งมากกว่ากลุ่มอื่น และมีความแข็งแรงด้านการฉีกขาด (Tear strength) ค่อนข้างจำกัด ซึ่งแม้ว่าพอลิอีเทอร์มีความชอบน้ำมากกว่าวัสดุพิมพ์ปาก

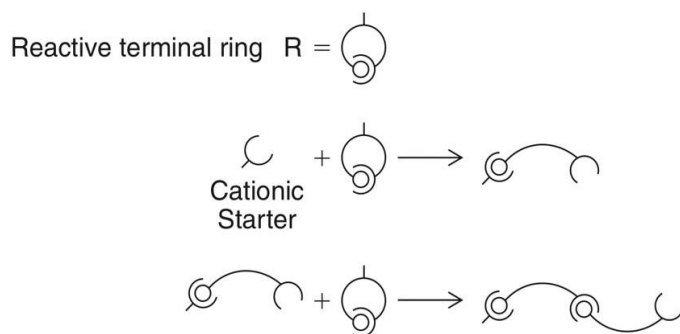
อีลาสโตเมอร์ชนิดอื่น อย่างไรก็ตามบริเวณทำงานที่แห้งยังจำเป็นสำหรับวัสดุกลุ่มนี้เพื่อให้ได้รอยพิมพ์ที่ถูกต้อง⁽⁵⁾

ในส่วนเบสประกอบด้วยสายโซ่ยาวของพอลิอีเทอร์โคพอลิเมอร์ที่มีอะตอมออกซิเจนและกลุ่มเมทิลีน (Methylene groups ($\text{O}-(\text{CH}_2)_n$) และหมู่ปลายที่ทำปฏิกิริยาเรียงสลับกัน ดังภาพประกอบ 4 ร่วมกับมีซิติกาฟิเลออร์ ส่วนในคะตะลิสต์มีตัวเริ่มอะลิฟาติกแคทไอออนิก (Aliphatic cationic starter) ทำหน้าที่เป็นสารเชื่อมโยง ร่วมกับมีซิติกาฟิเลออร์และพลาสติกไซเซอร์ (Plasticizers)⁽²⁸⁾



ภาพประกอบ 4 แสดงภาพโคพอลิเมอร์ที่มีอะตอมออกซิเจนและกลุ่มเมทิลีนและหมู่ปลายที่ทำปฏิกิริยาเรียงสลับกัน

สำหรับการเกิดปฏิกิริยาของพอลิอีเทอร์จะเป็นปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไรเซชันแบบไอออนบวก (Cationic polymerization) โดยมีการเปิดออกของวงแหวนส่วนปลายที่ทำปฏิกิริยา (Reactive terminal rings) ซึ่งโครงสร้างหลัก (Backbone) เชื่อว่าเป็นโคพอลิเมอร์ของเอทิลีนออกไซด์ (Ethylene oxide) และเตตระไฮโดรฟูแรน (Tetrahydrofuran)⁽³⁶⁾ โดยเมื่อวงแหวนส่วนปลายที่ทำปฏิกิริยาเปิดมาเจอกับตัวเริ่มประจุบวกจากคะตะลิสต์จะเกิดการเชื่อมต่อและเปิดวงแหวนและเกิดปฏิกิริยาต่อไปได้เรื่อยๆ ดังภาพประกอบ 5 และด้วยโครงสร้างทางเคมีที่เหมือนกันทำให้พอลิอีเทอร์ที่มีความชื้นที่แตกต่างกันสามารถเชื่อมติดกันได้⁽²⁸⁾



ภาพประกอบ 5 แสดงการเกิดปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไรเซชันแบบไอออนบวกของพอลิอีเทอร์

2.3 พอลิไวนิลไซลอคเซนอีเทอร์

พอลิไวนิลไซลอคเซนอีเทอร์เป็นวัสดุอีลาสโตเมอร์ตัวใหม่ที่ถูกพัฒนาขึ้นมีการแนะนำขึ้นในปี 2009 โดยรวมเอาข้อดีของพอลิไวนิลไซลอคเซนและพอลิอีเทอร์เข้าด้วยกัน คือมีการคืนกลับของวัสดุที่ดี สามารถดึงออกจากช่องปากได้ง่าย ในขณะเดียวกันมีความชอบน้ำ สามารถไหลแผ่ลงไปในร่องเหงือกที่แคบได้ดีโดยยังคงเสถียรภาพทางมิติไม่ฉีกขาดง่าย โดยวัสดุพิมพ์ปากชนิดนี้ใช้งานง่าย ก่อตัวเร็ว ไม่มีกลิ่น ไม่มีรส สามารถเทแบบจำลองฟันได้ทันทีหรือเทที่แลบได้โดยให้ความถูกต้องที่เท่ากัน⁽³⁷⁾

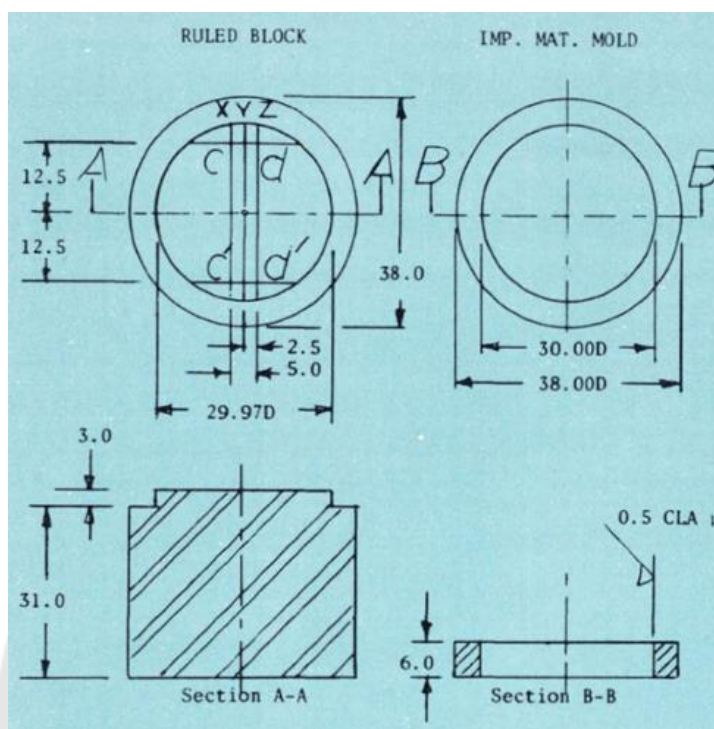
สำหรับโครงสร้างของพอลิไวนิลไซลอคเซนอีเทอร์ประกอบขึ้นจากโคพอลิเมอร์ของ α, ω -ไดไวนิลพอลิเมทิลไซลอคเซน (α, ω -divinyl polydimethylsiloxane) และ α, ω -ไดไวนิลพอลิอีเทอร์ (α, ω -divinyl polyether) เชื่อมโยงกับออกาโนไฮโดรเจนพอลิไซลอคเซน (Organohydrogen polysiloxane) ดังภาพประกอบ 6 โดยในพอลิไวนิลไซลอคเซนอีเทอร์ที่ห่อไอเด็นเทียมมีการพัฒนาความสามารถในการเปียกพื้นผิวและการไหลแผ่ โดยได้มีการเติมสารลดแรงตึงผิวที่มีชื่อว่า Surface Tension Eraser Surfactant (STES) และ Wetting Conditioner Surfactant (WCS) เข้าไปด้วย โดยตัววัสดุมีค่ามุมสัมผัส (Contact angle) ขณะวัสดุยังไม่ก่อตัวที่ต่ำ แสดงถึงความชอบน้ำที่จะทำการเปียกพื้นผิวฟันและเนื้อเยื่อเหงือกได้ และในสภาวะที่วัสดุก่อตัวสมบูรณ์แล้ว แสดงถึงความชอบน้ำที่ช่วยในการเทแบบจำลองฟันได้ดี⁽³⁸⁾

3.2 การประเมินด้วยสายตา (Visual scale)

เป็นวิธีที่ถูกพัฒนาต่อเนื่องมาจากการวิจัยวิจัยก่อนหน้า^(43, 44) โดยใช้ไม้พันสำลี (Cotton swab) ลากผ่านบนวัสดุพิมพ์ปากที่ได้รับการปนเปื้อนจากสารห้ามเลือดที่ใช้ในการแยกเหงือกและทำการประเมินให้คะแนน พิจารณาว่าเกิดการยับยั้งปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไรเซชันหรือไม่ โดยเครื่องหมาย - แทนปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไรเซชันเกิดได้สมบูรณ์ไม่มีการยับยั้งปฏิกิริยา ส่วนเครื่องหมายบวกแทนสถานะที่เกิดการยับยั้งปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไรเซชัน ซึ่ง + แสดงลักษณะสารที่มีลักษณะมันไม่มีสีถูกกำจัดออกได้เมื่อใช้ไม้พันสำลิลากผ่าน ++ แสดงลักษณะสารที่มีลักษณะมันมีสีสามารถติดไม้พันสำลีขึ้นมาได้เมื่อทำการลากผ่าน และ +++ แสดงลักษณะวัสดุพิมพ์ปากที่ไม่เกิดปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไรเซชันติดอยู่บนพื้นผิวชิ้นงานและสามารถติดขึ้นมากับไม้พันสำลีได้

3.3 การประเมินตามข้อกำหนดสมาคมทันตแพทย์อเมริกาหมายเลข 19

วิธีการประเมินนี้เป็นมาตรฐานตามข้อกำหนดสมาคมทันตแพทย์อเมริกาหมายเลข 19 ในการประเมินวัสดุพิมพ์ปากอีลาสโตเมอร์ (American Dental Association Specification No. 19 for Non-Aqueous, Elastomeric Dental Impression Materials) โดยการประเมินความสามารถในการลอกรายละเอียด (Surface detail reproduction) ร่วมกับการพิจารณาเสถียรภาพเชิงมิติ (Dimensional accuracy) เป็นวิธีที่ได้รับความนิยมในการประเมินคุณภาพของวัสดุในหลากหลายการศึกษาทั้งในการประเมินการพิมพ์วัสดุพิมพ์ปากในสถานะที่พื้นผิวมีความชื้นต่างกัน^(45, 46) หรือการประเมินวัสดุพิมพ์ปากหลังได้รับการแช่ในน้ำยาฆ่าเชื้อ⁽⁴⁷⁻⁴⁹⁾ และในการได้รับการปนเปื้อนจากสารห้ามเลือดที่ใช้ในการแยกเหงือกเองก็มีหลายการศึกษาที่ใช้วิธีประเมินนี้^(6-8, 50) โดยจะใช้บล็อกที่มีร่อง (Ruled block : part A-A) และเบ้าหล่อสำหรับวัสดุพิมพ์ปาก (Impression material mold : B-B) ทั้งสองชิ้นทำขึ้นจากสแตนเลสสตีล โดยมีรายละเอียด ดังภาพประกอบ 7 ในขั้นตอนการทดสอบจะวางเบ้าหล่อสำหรับวัสดุพิมพ์ปากลงบนบล็อกที่มีร่องแล้วจึงผสมวัสดุพิมพ์ปากใส่เข้าไปในเบ้าหล่อ และปิดทับด้วยแผ่นโลหะแบนกดทับให้เบ้าหล่ออยู่กับที่ เมื่อครบระยะเวลาสั้นที่สุดสำหรับให้วัสดุก่อตัวในปากตามที่บริษัทผู้ผลิตแนะนำ ทิ้งให้วัสดุพิมพ์ปากก่อตัวต่ออีก 3 นาที ทำการแกะวัสดุพิมพ์ปากออกจากเบ้าหล่อ โดยเมื่อวัสดุพิมพ์ปากปรากฏเส้นที่ต่อเนื่องของรอยพิมพ์ตลอดความยาว 25 มิลลิเมตรของระยะระหว่างเส้นที่ตัดกัน อย่างน้อย 2 ใน 3 เส้น จะถูกประเมินว่าสามารถลอกรายละเอียดได้ดี (Satisfactory) และควรทำการประเมินทันทีหลังแยกจากเบ้าหล่อ⁽²⁾



ภาพประกอบ 7 แสดงขนาดของบล็อกและเบ้าหล่อตามข้อกำหนดสมาคมทันตแพทย์อเมริกา หมายเลข 19 ในการประเมินวัสดุพิมพ์ปากอีลาสโตเมอร์

ที่ ม ๑ : Revised American Dental Association Specification no. 19 for Non-aqueous, Elastomeric Dental Impression Materials. J Am Dent Assoc. 1977;94(4):733-41.⁽²⁾

ส่วนการประเมินเสถียรภาพเชิงมิติของวัสดุพิมพ์ปากจะทำการวัดในชิ้นงานเดียวกันกับการลอกรายละเอียด โดยทำการวัดระยะระหว่างเส้น cd และ c'd' ในบล็อกที่มีร่องและบันทึกเป็นค่า A ปล่อยวัสดุทิ้งไว้ 24 ชั่วโมงหลังเตรียมชิ้นงาน จากนั้นทำการวัดระยะที่เกิดขึ้นบนวัสดุพิมพ์ปากระหว่างเส้น cd และ c'd' และบันทึกเป็นค่า B ทั้งหมดทำภายใต้กล้องจุลทรรศน์สำหรับวัดขนาด (Measuring microscope) ที่ความละเอียด 0.005 มิลลิเมตร โดยจะคำนวณเสถียรภาพเชิงมิติของวัสดุดังสูตรนี้

$$\text{Dimensional change \%} = (A-B) / A \times 100$$

โดยค่าเฉลี่ยที่ได้จากการวัดสามครั้งจะถูกนำมาคำนวณ และเสถียรภาพเชิงมิติของวัสดุพิมพ์ปากไม่ควรมีค่ามากกว่าร้อยละ 0.5

4. ผลของสารห้ามเลือดที่มีต่อวัสดุพิมพ์ปากอีลาสโตเมอร์

4.1 พอลิไวนิลไซลอคเซน

วัสดุพิมพ์ปากพอลิไวนิลไซลอคเซนเมื่อถูกปนเปื้อนด้วยสารห้ามเลือดที่ใช้ในการแยกเหงือกที่มีอะลูมิเนียมคลอไรด์, เพอร์ริกซัลเฟต หรือเพอร์ริกซัลเฟตเป็นองค์ประกอบพบว่าส่งผลยับยั้งความสามารถในการลอกรายละเอียดของวัสดุ^(6-8, 50) อย่างไรก็ตามไม่ส่งผลต่อการคงเสถียรภาพเชิงมิติ⁽⁶⁻⁸⁾ ในบางการศึกษาพบให้ผลตรงกันข้ามคือสารห้ามเลือดที่ใช้ในการแยกเหงือกที่มีอะลูมิเนียมคลอไรด์, อะลูมิเนียมซัลเฟต หรือเพอร์ริกซัลเฟตเป็นองค์ประกอบไม่ทำให้ความสามารถในการลอกรายละเอียดของวัสดุเปลี่ยนแปลง⁽⁹⁻¹¹⁾

สำหรับสารห้ามเลือดที่ใช้ในการแยกเหงือกประเภทรีแทรคชันเพสต์ในกลุ่มของเอ็กซ์พาสิตที่มี 15% อะลูมิเนียมคลอไรด์แม้จะทำการล้างน้ำหลังมีการปนเปื้อนแล้วพบว่ายังสามารถยับยั้งปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไรเซชันของวัสดุพิมพ์ปากพอลิไวนิลไซลอคเซนได้ถึงร้อยละ 85⁽⁵¹⁾ ในอีกการศึกษาที่ทำการทดลองในลักษณะเดียวกันกลับพบมีการยับยั้งปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไรเซชันเพียงร้อยละ 30 ส่วนในกลุ่มของวัสดุรีแทรคชันแคปซูล (Retraction capsule, 3M, ESPE, Seefeld, Germany) ที่มี 15% อะลูมิเนียมคลอไรด์และดรายซีที่มี 20% อะลูมิเนียมคลอไรด์พบมีการยับยั้งปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไรเซชันร้อยละ 15 และ 30 ตามลำดับ⁽⁵²⁾

ดังนั้นแล้วยังไม่มีข้อสรุปที่ชัดเจนว่าสารห้ามเลือดที่ใช้ในการแยกเหงือกมีผลต่อปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไรเซชันของวัสดุพิมพ์ปากพอลิไวนิลไซลอคเซนหรือไม่ และสารห้ามเลือดที่ใช้ในการแยกเหงือกประเภทรีแทรคชันเพสต์ยังมีการศึกษาค่อนข้างน้อยและให้ผลไม่ตรงกันเมื่อสัมผัสกับวัสดุพิมพ์ปากพอลิไวนิลไซลอคเซน

4.2 พอลิอีเทอร์

สารห้ามเลือดที่ใช้ในการแยกเหงือกที่มี 20% อะลูมิเนียมคลอไรด์ และ 25% อะลูมิเนียมคลอไรด์พบว่าสามารถยับยั้งปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไรเซชันของพอลิอีเทอร์ชนิดเหลว (Light body) ได้ โดยทำให้มีระยะเวลาก่อตัว (Setting time) ที่นานขึ้น⁽⁴²⁾ และกลุ่มที่มี 25% อะลูมิเนียมคลอไรด์, 12.7% เพอร์ริกซัลเฟต และ 12.7% เพอร์ริกซัลเฟตยังพบว่าทำให้ความสามารถในการลอกรายละเอียดของพอลิอีเทอร์ชนิดเหลวปานกลาง (Medium body) ลดลง ดังนั้นแล้วควรหลีกเลี่ยงการสัมผัสโดยตรงระหว่างวัสดุพิมพ์ปากพอลิอีเทอร์กับสารห้ามเลือดที่ใช้ในการแยกเหงือก⁽⁴²⁾ แม้ว่าอะลูมิเนียมคลอไรด์จะดูเหมือนมีผลกับปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไรเซชันของพอลิอีเทอร์ ในอีกการศึกษากลับพบว่าสารห้ามเลือดที่ใช้ในการแยกเหงือกที่มี 25% อะลูมิเนียมคลอไรด์ ไม่ได้ส่งผลต่อความถูกต้องแม่นยำ (Accuracy) ของรอยพิมพ์ ในขณะที่กลุ่มที่มี 20% เพอร์ริกซัลเฟต, 15.5% เพอร์ริกซัลเฟต, 12.7% สารละลายธาตุเหล็กที่มีเพอร์ริกซัลเฟต

และเฟอร์ริกซัลเฟตเป็นองค์ประกอบ (Iron ion solution containing ferric subsulfate and iron sulfate) พบลักษณะของแผ่นฟิล์มบางที่ไม่ต่อเนื่องบนพื้นผิว (Thin, discontinuous film coating) อีกทั้งยังมีร่องรอยของสารห้ามเลือดปรากฏอยู่ แม้จะทำการล้างน้ำเป่าลมแล้ว อย่างไรก็ตามไม่ได้ส่งผลกระทบในทางคลินิก⁽⁵³⁾

สำหรับสารห้ามเลือดที่ใช้ในการแยกเหงือกประเภทรีแทรคชันเพสต์ ในกลุ่มของเอ็กซ์พาสิลที่มี 15% อะลูมิเนียมคลอไรด์แม้จะทำการล้างน้ำแล้วยังพบการยับยั้งปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไรเซชัน^(51, 52) ในขณะที่กลุ่มของดรายซีที่มี 20% อะลูมิเนียมคลอไรด์และรีแทรคชัน-แคปซูลที่มี 15% อะลูมิเนียมคลอไรด์ เมื่อทำการล้างน้ำแล้วไม่พบการยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไรเซชัน⁽⁵²⁾

ดังนั้นแล้วยังไม่มีข้อสรุปที่แน่ชัดต่อปฏิกิริยาระหว่างสารห้ามเลือดที่ใช้ในการแยกเหงือกต่อวัสดุพิมพ์ปากพอลิอีเทอร์ อีกทั้งในกลุ่มสารห้ามเลือดที่ใช้ในการแยกเหงือกประเภทรีแทรคชันเพสต์ ยังมีการศึกษาที่ค่อนข้างน้อยว่าแท้จริงแล้วมีผลต่อปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไรเซชันของวัสดุพิมพ์ปากพอลิอีเทอร์หรือไม่

4.3 พอลิไวนิลไซลอคเซนอีเทอร์

มีเพียงการศึกษาของ Nowakowska และ Raszewski ในปี 2011 ที่ทำการศึกษาในสารห้ามเลือดที่ใช้ในการแยกเหงือกหลายชนิด ได้แก่ 10%, 20%, 25% อะลูมิเนียมคลอไรด์, 25% อะลูมิเนียมซัลเฟต และ 15.5% เฟอร์ริกซัลเฟตที่สัมผัสกับวัสดุพิมพ์ปากพอลิไวนิล-ไซลอคเซนอีเทอร์ พบว่ามีเพียง 20% อะลูมิเนียมคลอไรด์กลุ่มเดียวที่พบการยับยั้งปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไรเซชันของวัสดุพิมพ์ปากพอลิไวนิลไซลอคเซนอีเทอร์⁽⁴⁰⁾

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง
2. ขั้นตอนการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล
3. การวิเคราะห์ข้อมูล

การออกแบบงานวิจัย

การวิจัยเชิงทดลองในห้องปฏิบัติการ (Laboratory experimental research)

การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในงานวิจัย

วัสดุพิมพ์ปากพอลิไวนิลไซลอคเซน พอลิอีเทอร์ และพอลิไวนิลไซลอคเซนอีเทอร์ที่ได้จากการขึ้นรูปบนเบ้าหล่อสแตนเลสสตีล

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัย

กำหนดกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัยทั้งหมด 240 ชิ้น แบ่งเป็น 3 กลุ่มหลักตามแต่ละวัสดุพิมพ์ปากอีลาสโตเมอร์ กลุ่มละ 80 ชิ้น ดังนี้

1. วัสดุพิมพ์ปากพอลิไวนิลไซลอคเซน
2. วัสดุพิมพ์ปากพอลิอีเทอร์
3. วัสดุพิมพ์ปากพอลิไวนิลไซลอคเซนอีเทอร์

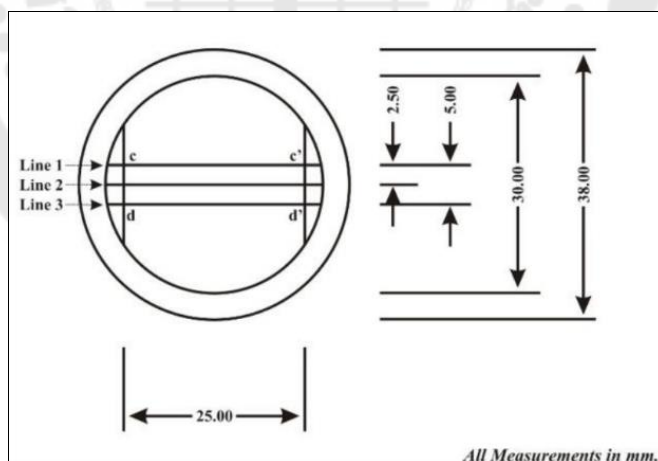
จากนั้นแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 4 กลุ่มย่อยตามแต่ละการปนเปื้อนที่ได้รับที่แตกต่างกัน กลุ่มละ 20 ชิ้น ดังนี้

1. ไม่ได้รับการปนเปื้อนจากสารห้ามเลือดที่ใช้ในการแยกเหงือก
2. เบ้าหล่อสแตนเลสสตีลได้รับการปนเปื้อนด้วยเรสทริปติน
3. เบ้าหล่อสแตนเลสสตีลได้รับการปนเปื้อนด้วยดรายซี
4. เบ้าหล่อสแตนเลสสตีลได้รับการปนเปื้อนด้วยเอ็กซ์พาสิล

ขั้นตอนการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

ขั้นตอนการทดลอง

1. เตรียมเบ้าหล่อสแตนเลสสตีลโดยกลึงโลหะทั้งหมด 5 ชุด ตามข้อกำหนดของสมาคมทันตแพทย์อเมริกาหมายเลข 19 ในการประเมินวัสดุพิมพ์ปากอีลาสโตเมอร์ ประกอบด้วย ชิ้นงาน 2 ชิ้น คือ บล็อกที่มีร่องและส่วนเบ้าหล่อสำหรับวัสดุพิมพ์ปาก โดยบล็อกที่มีร่องมีเส้นผ่านศูนย์กลางวงนอก 38 มิลลิเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางวงใน 30 มิลลิเมตร และมีความสูงของส่วนเบ้าหล่อ 3 มิลลิเมตร ความสูงของบล็อกที่มีเส้นทั้งชิ้นสูง 50 มิลลิเมตร โดยในส่วนของบล็อกที่มีร่องจะมีเส้นแนวนอน 3 เส้น และเส้นแนวตั้ง 2 เส้น ที่จะปรากฏบนผิวของวัสดุพิมพ์ปาก โดยร่องบนพื้นผิวสแตนเลสสตีลทำขึ้นโดยใช้ไฟเบอร์เลเซอร์ (Fiber laser) ได้เป็นเส้นที่มีขนาด 0.020 มิลลิเมตร เส้นแนวนอนจะกำหนดเป็นเบอร์ 1, 2 และ 3 ส่วนเส้นแนวตั้งจะกำหนดเป็น C1 และ C2 ระยะระหว่างเส้นแนวนอนแต่ละเส้นมีระยะ 2.5 มิลลิเมตร ระยะระหว่างเส้นแนวตั้ง มีระยะ 25 มิลลิเมตร ส่วนเบ้าหล่อสำหรับวัสดุพิมพ์ปาก มีลักษณะเป็นวงแหวนที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางวงนอก 38 มิลลิเมตร เส้นผ่าศูนย์กลางวงใน 30 มิลลิเมตร และมีความสูง 6 มิลลิเมตร เมื่อสวมทับบนบล็อกที่มีร่องจะทำให้พื้นที่สำหรับวัสดุพิมพ์ปากหนา 3 มิลลิเมตร ดังภาพประกอบ 8 และ 9



ภาพประกอบ 8 แสดงสัดส่วนขนาดของบล็อกและขนาดของร่องที่ปรากฏบนบล็อก

ที่มา : Vaishnav K, Patel P, Shah D, Maheta S. Effect of 3 Different Medicament on Dimensional Stability and Surface Detail Reproduction Of Polyvinyl Siloxane Impression Material. NJIRM. 2012;4(4):124-30.⁽⁶⁾



ภาพประกอบ 9 แสดงเบ้าหล่อสแตนเลสสตีลที่ใช้ในการศึกษาวัสดุพิมพ์ปากอีลาสโตเมอร์ตามข้อกำหนดสมาคมทันตแพทย์อเมริกาหมายเลข 19 ในการประเมินวัสดุพิมพ์ปากอีลาสโตเมอร์

2. ก่อนทำการทดลองในแต่ละกลุ่ม ทำความสะอาดเบ้าหล่อสแตนเลสสตีลด้วยแอลกอฮอล์และล้างด้วยน้ำกลั่นในเครื่องอัลตราโซนิก (Sororex digitex, Banderin, Berlin, Germany) เพื่อกำจัดสารตกค้างจากสารห้ามเลือดหรือจากวัสดุพิมพ์ปาก จากนั้นเป่าลมให้แห้งก่อนนำไปทดสอบ ในระหว่างทำการศึกษามิได้ถุงมือลาเท็กซ์ เพื่อป้องกันการเกิดการยับยั้งปฏิกิริยาต่อวัสดุพิมพ์ปากที่อาจเกิดขึ้น

3. ทำการทาหรือฉีดสารห้ามเลือดที่ใช้ในการแยกเหงือกตามแต่ละกลุ่มทดลองลงบนบริเวณร่องบนพื้นผิวของบล็อกสแตนเลสสตีล โดยเรสทริปทินใช้หลอดหยดของบริษัทผู้ผลิตหยดสารจำนวน 3 หยดร่วมกับไมโครบริชทาให้สารไหลแผ่ตามร่อง, ดรายซีฉีดสารประมาณ 0.0625 มิลลิลิตร (1 หลอดมี 0.5 มิลลิลิตร ฉีดได้ 8 รอยพิมพ์) และเอ็กซ์พาซิลใช้ร่วมกับปืนฉีดวัสดุของบริษัทผู้ผลิต (Expasyl applicator gun) ฉีดสารประมาณ 0.125 กรัม (1 หลอดมี 1 กรัม ฉีดได้ 8 รอยพิมพ์) ทิ้งให้แต่ละวัสดุอยู่บนพื้นผิวบล็อกที่มีร่อง 3 นาที โดยระยะเวลาที่ 3 นาทีเป็นระยะเวลาทำงานที่น้อยที่สุดของเรสทริปทินตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิตและระยะเวลาดังกล่าวไม่ห่างจากคำแนะนำในการใช้งานของดรายซีและเอ็กซ์พาซิลมากเกินไป เมื่อครบเวลาจึงทำการล้างน้ำเป็นเวลา 1 นาที จากนั้นเป่าลมให้แห้ง

ตาราง 1 แสดงสารห้ามเลือดที่ใช้ในการแยกเหงือกที่ใช้ในการศึกษา

Gingival hemostatic retracting agents	Manufacturer	Type of materials	Compositions	Batch #
Racestyptine (25% Aluminium chloride)	Septodont, Saint-Maur-des-Fosses, France	Solution	Aluminium chloride hexahydrate, oxyquinol, hydroalcoholic	B25894AB
Dryz [®] (20% Aluminium chloride)	Parkell, Edgewood, USA	Paste	Aluminium chloride hexahydrate, filler, cellulose gum	19176
Expasyl [™] (15% Aluminium chloride)	Acteon, Bordeaux, France	Paste	Aluminium chloride hexahydrate, Kaolin, patent blue V, excipients	8874

4. ผสมวัสดุพิมพ์ปากแต่ละชนิดโดยใช้ปืนผสมวัสดุ (Automix cartridge) ร่วมกับหลอดผสม (Mixing tip) และปลายหลอดสำหรับฉีดในช่องปาก (Intraoral tip) ทำการฉีดวัสดุส่วนแรกทิ้งก่อน จากนั้นฉีดวัสดุพิมพ์ปากลงบนพื้นผิวบล็อกที่มีร่อง โดยเริ่มฉีดไล่จากซ้ายไปขวาของมุมหนึ่งของเบ้าหล่อไล่ไปจนวัสดุเต็ม โดยขณะฉีดให้ปลายหลอดสำหรับฉีดในช่องปากจมอยู่ในวัสดุพิมพ์ปากตลอดเวลาเพื่อป้องกันการเกิดฟองอากาศ การฉีดให้เต็มเบ้าหล่อเกินขึ้นมาเล็กน้อยและปิดทับด้วยแผ่นพอลิเอทิลีน (Polyethylene sheet) ตามด้วยแผ่นโลหะเรียบน้ำหนัก 400 กรัม รววัสดุพิมพ์ปากก่อตัวตามระยะเวลาที่แต่ละบริษัทผู้ผลิตกำหนด ดังตารางที่ 2 โดยทำการทดลองที่อุณหภูมิห้อง และปล่อยให้วัสดุก่อตัวต่ออีก 3 นาทีหลังครบเวลาก่อตัวในช่องปากตามข้อกำหนดสมาคมทันตแพทย์อเมริกาหมายเลข 19 ในการประเมินวัสดุพิมพ์ปากอีลาสโตเมอร์ จากนั้นจึงแยกชิ้นงานออกจากเบ้าหล่อสแตนเลสสตีล และทำการเขียนชื่อกลุ่มทดลองไว้ด้านเรียบของวัสดุพิมพ์ปาก

ตาราง 2 แสดงระยะเวลาทำงานและระยะเวลาก่อตัวในช่องปากของวัสดุพิมพ์ปากที่ใช้ในการศึกษา

Product	Manufacturer	Type of materials	Batch #	Working time (min.)	Intraoral setting time (min.)
Silagum-Light	DMG, Hamburg, Germany	Polyvinyl siloxane	226580	≤ 2.15	≥ 3.30
Impregum™					
Garant™ L	3M ESPE, MN, USA	Polyether	7478882	2.00	3.30
Duosoft™					
Identium® Light	Kettenbach dental, Kettenbach, Germany	Polyvinylsiloxanether	200281	2.00	3.30

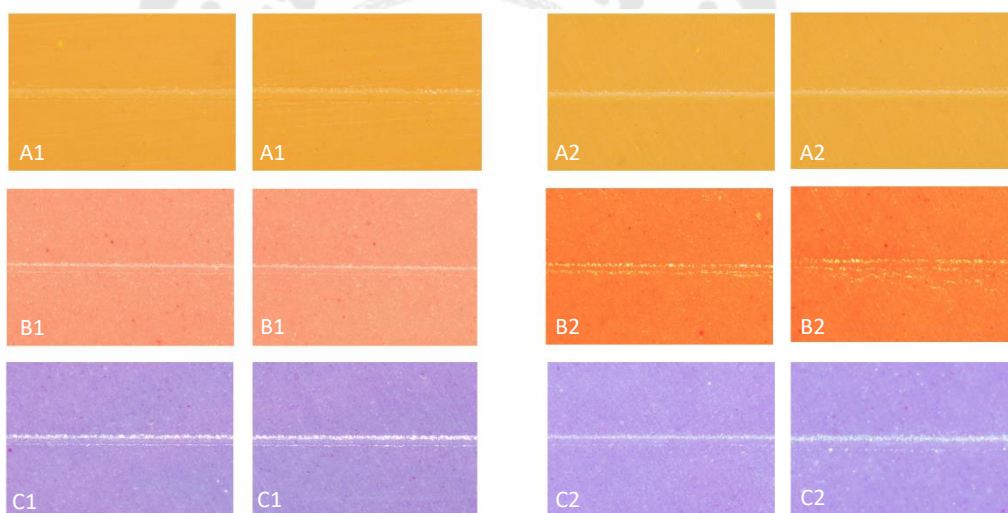
5. ประเมินความสามารถในการลอกรายละเอียดของวัสดุพิมพ์ปากแต่ละชนิด ภายหลังจากเตรียมต้นที่ โดยพิจารณาภายใต้กล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอ (Stereomicroscope, CX31, Olympus, Japan) ที่กำลังขยาย 4 เท่า หากบนผิวของวัสดุพิมพ์ปากปรากฏเส้นแนวนอนที่ต่อเนื่องจากจุดตัดเส้นแนวตั้งไปจนถึงจุดตัดกับเส้นแนวตั้งอีกจุด ตลอดความยาว 25 มิลลิเมตร อย่างน้อย 2 ใน 3 เส้น จะประเมินว่าวัสดุสามารถลอกเลียนรายละเอียดได้ดี ลักษณะพื้นผิวนอกเหนือจากนี้ จะได้รับการประเมินว่าลอกเลียนรายละเอียดได้ไม่ดี ทำการเก็บชิ้นงานในกล่องปิด



ภาพประกอบ 10 แสดงภาพชิ้นงานวัสดุพิมพ์ปากอีลาสโตเมอร์ในการศึกษา



ภาพประกอบ 11 แสดงภาพกล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอ



ภาพประกอบ 12 แสดงภาพลักษณะการลอกรายละเอียดของวัสดุพิมพ์ปากอีลาสโตเมอร์ (A) พอลิไวนิลไซลอคเซน; (B) พอลิอีเทอร์; (C) พอลิไวนิลไซลอคเซนอีเทอร์; (1) ลอกรายละเอียดได้ดี; (2) ลอกรายละเอียดได้ไม่ดี.

6. ประเมินเสถียรภาพเชิงมิติของวัสดุ โดยวัดระยะระหว่างเส้น C1 และ C2 ในบล็อกที่มีร่องและบันทึกเป็นค่า A ปล่อยวัสดุทิ้งไว้ 24 ชั่วโมงหลังเตรียมชิ้นงาน จากนั้นทำการวัดระยะที่เกิดขึ้นบนวัสดุพิมพ์ปากระยะระหว่างเส้น C1 และ C2 และบันทึกเป็นค่า B โดยจะทำการวัดทั้งหมด 3 ครั้ง และนำมาหาค่าเฉลี่ย โดยจะทำการวัดด้วยเครื่องมือวัดวัสดุ (Measuring

microscope, MM-11, Nikon, Tokyo, Japan) ที่ความละเอียด 0.005 มิลลิเมตร และคำนวณเสถียรภาพเชิงมิติของวัสดุดังสูตรนี้

$$\text{Dimensional change \%} = (A-B) / A \times 100$$



ภาพประกอบ 13 แสดงภาพเครื่องวัดมิติวัสดุ

7. ทำชิ้นงานวัสดุพิมพ์ปากอีลาสโตเมอร์ตามแต่ละกลุ่มทดลองให้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 มิลลิเมตร และหนา 3 มิลลิเมตร ตามขนาดความสูงของเบ้าหล่อ กลุ่มละ 1 ชิ้น จากนั้นนำไปตรวจลักษณะพื้นผิวของวัสดุพิมพ์ปากด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning Electron Microscope, JSM-6510LV Auto Fine Coaters JFC-1600, JEOL, Japan) ที่กำลังขยาย 2,000 เท่า โดยทำการวัดที่ระยะเวลา 24 ชั่วโมง



ภาพประกอบ 14 แสดงภาพกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด

การวิเคราะห์ข้อมูล

เมื่อเสร็จสิ้นการทดสอบ นำค่าการลอกเลียนรายละเอียดของวัสดุพิมพ์ปากแต่ละชนิดที่ได้คะแนน ลอกเลียนรายละเอียดได้ดี หรือลอกเลียนรายละเอียดได้ไม่ดี ของทั้ง 3 วัสดุพิมพ์ปาก มาทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการทดสอบของฟิชเชอร์ (The Fisher's exact test) กำหนดระดับนัยสำคัญที่ $\alpha = 0.05$

ส่วนข้อมูลร้อยละของเสถียรภาพเชิงมิติที่เปลี่ยนแปลงไปของวัสดุ นำข้อมูลของแต่ละกลุ่มการศึกษามาหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทำการวิเคราะห์ข้อมูลทุกกลุ่มโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง (Two-way Analysis of Variance) และวิเคราะห์ทดสอบเปรียบเทียบแบบจับคู่ด้วยการทดสอบทูกีย์ (Tukey Honest Significant Different Test) โดยกำหนดระดับนัยสำคัญที่ $\alpha = 0.05$

บทที่ 4

ผลการดำเนินงานวิจัย

การทดสอบการลอกทรายละเอียดและเสถียรภาพเชิงมิติของวัสดุพิมพ์ปากอีลาสโตเมอร์ 3 ชนิดเมื่อทำการพิมพ์บนเบ้าหล่อสแตนเลสสตีลที่ได้รับการปนเปื้อนด้วยสารห้ามเลือดที่ใช้ในการแยกเหงือก 3 ชนิด มีกลุ่มตัวอย่างคือวัสดุพิมพ์ปากอีลาสโตเมอร์ 3 ชนิด ได้แก่ พอลิไวนิลไซลอคเซน, พอลิอีเทอร์ และพอลิไวนิลไซลอคเซนอีเทอร์ ชนิดละ 80 ชิ้น จากนั้นแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 4 กลุ่มย่อย กลุ่มละ 20 ชิ้น โดยมีกลุ่มควบคุมคือกลุ่มที่ไม่ได้รับการปนเปื้อนจากสารห้ามเลือดที่ใช้ในการแยกเหงือก และกลุ่มทดลองคือกลุ่มที่ได้รับการปนเปื้อนบนเบ้าหล่อสแตนเลสสตีลด้วยเรสทริปทิน ดรายซี และเอ็กซ์ฟาซิล ทำการประเมินความสามารถในการลอกทรายละเอียดและเสถียรภาพเชิงมิติของวัสดุพิมพ์ปากตามข้อกำหนดสมาคมทันตแพทย์อเมริกาหมายเลข 19 โดยมีรายละเอียดของผลการศึกษาจากกลุ่มตัวอย่างที่ทำขึ้นในห้องปฏิบัติการทั้งหมด 240 ชิ้น ได้รับการนำเสนอในหัวข้อต่อไปนี้

1. ผลวิเคราะห์สถิติเชิงพรรณนา
2. ผลการทดสอบสมมติฐานทางสถิติ
3. ผลการตรวจลักษณะพื้นผิวของวัสดุพิมพ์ปากอีลาสโตเมอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ชนิดส่องกราด

1. ผลการวิเคราะห์สถิติเชิงพรรณนา

1.1 ผลการวิเคราะห์ตารางแจกแจงความถี่ของการลอกทรายละเอียดของวัสดุพิมพ์ปากอีลาสโตเมอร์

จากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 240 ชิ้น แต่ละวัสดุพิมพ์ปากอีลาสโตเมอร์มีจำนวนกลุ่มตัวอย่างจำนวน 80 ชิ้น และแต่ละสารห้ามเลือดที่ใช้ในการแยกเหงือกมีจำนวนกลุ่มตัวอย่างชนิดละ 60 ชิ้น ในแต่ละวัสดุพิมพ์ปากอีลาสโตเมอร์เมื่อนำมาจับคู่กับสารห้ามเลือดที่ใช้ในการแยกเหงือกจะมีกลุ่มตัวอย่างกลุ่มละ 20 ชิ้น ผลการลอกทรายละเอียดโดยรวมและจำแนกตามตัวแปรอิสระได้มีการนำเสนอในตารางที่ 3 ดังนี้

ตาราง 3 ตารางแจกแจงความถี่แสดงผลการลอกรายละเอียดของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 240 ชิ้น และจำแนกตัวแปรอิสระ

Independent variable		Surface detail reproduction [n(%)]	
		Satisfactory	Unsatisfactory
Total		165 (68.75%)	75 (31.25%)
Elastomeric impression materials	PVS	66 (82.50%)	14 (17.50%)
	PE	31 (38.75%)	49 (61.25%)
	PVSE	68 (85.00%)	12 (15.00%)
Gingival hemostatic retracting agents	Control	60 (100.00%)	0 (0.00%)
	Racestyptine	39 (65.00%)	21 (35.00%)
	Dryz [®]	35 (58.33%)	25 (41.67%)
	Expasyl [™]	31 (51.67%)	29 (48.33%)

จากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 240 ชิ้น วัสดุพิมพ์ปากอีลาสโตเมอร์มีผลการลอกรายละเอียดได้ดีจำนวน 165 ชิ้น คิดเป็นร้อยละ 68.75 เมื่อจำแนกตามประเภทของวัสดุพิมพ์ปากอีลาสโตเมอร์ พบว่าพอลิไวนิลไซลอคเซนอีเทอร์ให้ผลการลอกรายละเอียดได้ดีสูงที่สุดเท่ากับ 68 ชิ้น คิดเป็นร้อยละ 85.00 ตามมาด้วยพอลิไวนิลไซลอคเซนมีจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ได้ผลการลอกรายละเอียดได้ดีจำนวน 66 ชิ้น คิดเป็นร้อยละ 82.50 ส่วนวัสดุพิมพ์ปากพอลิอีเทอร์ให้ผลการลอกรายละเอียดได้น้อยที่สุดเท่ากับ 31 ชิ้น คิดเป็นร้อยละ 38.75

ในขณะที่หากพิจารณาผลการลอกรายละเอียดที่เกิดจากสารห้ามเลือดที่ใช้ในการแยกเหงือกแต่ละชนิด พบว่ากลุ่มควบคุมที่ไม่ได้รับการปนเปื้อนจากสารห้ามเลือดที่ใช้ในการแยกเหงือกจำนวน 60 ชิ้นให้ผลการลอกรายละเอียดได้ดีคิดเป็นร้อยละ 100.00 ในขณะที่เรสทริปตินมีผลการลอกรายละเอียดได้ดีรองลงมาคือ จำนวน 39 ชิ้น คิดเป็นร้อยละ 65.00 ตามมาด้วยดรายซิมี่ให้ผลการลอกรายละเอียดได้ดีจำนวน 35 ชิ้น คิดเป็นร้อยละ 58.33 และเอ็กซ์พาสิลให้ผลลอกรายละเอียดได้ดีจำนวนน้อยที่สุด 31 ชิ้น คิดเป็นร้อยละ 51.67

จากตารางแจกแจงความถี่และค่าร้อยละที่กล่าวมาข้างต้น พบว่าในแต่ละวัสดุพิมพ์ปากอีลาสโตเมอร์และแต่ละชนิดของสารห้ามเลือดที่ใช้ในการแยกเหงือกมีผลการลอกรายละเอียดแตกต่างกันโดยเฉพาะผลของวัสดุพิมพ์ปากอีลาสโตเมอร์ ความแตกต่าง

ที่แสดงอาจเกิดมาจากความสัมพันธ์ระหว่างทั้ง 2 ตัวแปร ซึ่งจะได้มีการทดสอบสมมติฐานทางสถิติจำแนกตามชนิดของวัสดุพิมพ์ปากเป็นลำดับถัดไป

1.2 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเสถียรภาพเชิงมิติของวัสดุพิมพ์ปากอีลาสโตเมอร์

ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเสถียรภาพเชิงมิติจากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 240 ชิ้น มีค่าเท่ากับร้อยละ 0.0108 (± 0.0449) อย่างไรก็ตามค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีความแตกต่างกันไปเมื่อมีการจำแนกตามการวัดผลตามตัวแปรอิสระทั้ง 2 ตัวของงานวิจัย ซึ่งผลการวิเคราะห์สถิติเชิงพรรณนาได้ถูกนำเสนอต่อไปนี้

ตาราง 4 ตารางแสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเสถียรภาพเชิงมิติจำแนกตามชนิดวัสดุพิมพ์ปากอีลาสโตเมอร์

Dimensional accuracy (%)		
PVS	PE	PVSE
0.0361 $\pm$ 0.0224	-0.0401 $\pm$ 0.0291	0.0363 $\pm$ 0.0286

จากตารางที่ 4 พบว่า วัสดุพิมพ์ปากพอลิไวนิลไซลอคเซนและพอลิไวนิลไซลอคเซน-อีเทอร์มีค่าเสถียรภาพเชิงมิติเป็นค่าบวก และวัสดุพิมพ์ปากพอลิอีเทอร์มีค่าเสถียรภาพเชิงมิติเป็นค่าลบ โดยพบว่าวัสดุพิมพ์ปากพอลิอีเทอร์มีค่าเฉลี่ยของเสถียรภาพเชิงมิติที่เปลี่ยนแปลงไปมากที่สุดเท่ากับ -0.0401 (± 0.0291) รองลงมาคือวัสดุพิมพ์ปากพอลิไวนิลไซลอคเซนอีเทอร์มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.0363 (± 0.0286) และวัสดุพิมพ์ปากพอลิไวนิลไซลอคเซนมีเสถียรภาพเชิงมิติที่เปลี่ยนแปลงไปน้อยที่สุดคือ 0.0361 (± 0.0224) โดยค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันนี้อาจจะเป็นอิทธิพลมาจากความแตกต่างของวัสดุพิมพ์ปาก หรืออาจจะเป็นอิทธิพลร่วมที่เกิดจากสารห้ามเลือดที่ใช้ในการแยกเหงือกด้วยเช่นกัน ซึ่งผลการทดสอบทางสถิติเพื่อทดสอบว่าความแตกต่างที่แสดงในส่วนนี้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหรือไม่จะได้ถูกนำเสนอในส่วนที่ 2 ของบทนี้

ตาราง 5 ตารางแสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเสถียรภาพเชิงมิติจำแนกตามชนิดสารห้ามเลือดที่ใช้ในการแยกเหงือก

Gingival hemostatic retracting agents			
Control	Racestyptine	Dryz [®]	Expasyl [™]
0.0115 ± 0.0373	0.0090 ± 0.0452	0.0131 ± 0.0459	0.0095 ± 0.0511

จากตารางที่ 5 เมื่อพิจารณาแยกตามการปนเปื้อนด้วยสารห้ามเลือดที่ใช้ในการแยกเหงือก พบว่ากลุ่มที่ได้รับการปนเปื้อนด้วยทรายซีมีเสถียรภาพเชิงมิติเปลี่ยนแปลงไปมากที่สุดคือ 0.0131 (± 0.0459) รองลงมาคือกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ย 0.0115 (± 0.0373) และเอ็กซ์พาสิลมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.0095 (± 0.0511) ในขณะที่เรสทริปทีนมีค่าเฉลี่ยเสถียรภาพเชิงมิติที่เปลี่ยนแปลงไปน้อยที่สุด คือ 0.0090 (± 0.0452) เมื่อสังเกตจะพบว่าไม่มีค่าเฉลี่ยของสารห้ามเลือดที่ใช้ในการแยกเหงือกกลุ่มใดเลยที่ติดลบ แต่ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในทุกกลุ่มสูงกว่าค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่คำนวณได้ของวัสดุพิมพ์ปาก ซึ่งค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันนี้รวมถึงค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่สูงกว่านี้อาจจะเป็นอิทธิพลมาจากความแตกต่างของสารห้ามเลือดที่ใช้ในการแยกเหงือกเอง หรืออาจจะเป็นอิทธิพลร่วมที่เกิดจากวัสดุพิมพ์ปาก

2. ผลการทดสอบสมมติฐานทางสถิติ

2.1 ผลการทดสอบสมมติฐานเพื่อศึกษาความแตกต่างของผลการลอกรายละเอียดระหว่างสารห้ามเลือดที่ใช้ในการแยกเหงือกในแต่ละชนิดของวัสดุพิมพ์ปาก

สถิติที่ใช้การในการทดสอบสมมติฐานความแตกต่างของผลการลอกรายละเอียดระหว่างสารห้ามเลือดที่ใช้ในการแยกเหงือกแต่ละชนิดคือการทดสอบของฟิชเชอร์ (Fisher's exact test) โดยทำการทดสอบแยกตามวัสดุพิมพ์ปากแต่ละชนิด ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 สมมติฐานในการทดสอบคือ

H_0 : การลอกรายละเอียดของวัสดุพิมพ์ปากอีลาสโตเมอร์ทั้ง 3 ชนิด เมื่อสัมผัสกับสารห้ามเลือดที่ใช้ในการแยกเหงือกแต่ละชนิดไม่แตกต่างกัน

H_1 : การลอกรายละเอียดของวัสดุพิมพ์ปากอีลาสโตเมอร์ทั้ง 3 ชนิด เมื่อสัมผัสกับสารห้ามเลือดที่ใช้ในการแยกเหงือกแต่ละชนิดแตกต่างกัน

ตาราง 6 ตารางผลการทดสอบสถิติการทดสอบของฟิชเชอร์ของผลการลอกรายละเอียดระหว่างสารห้ามเลือดที่ใช้ในการแยกเหงือกแต่ละชนิดจำแนกตามวัสดุพิมพ์ปาก

Elastomeric impression materials	Fisher' s Exact test	p-value
PVS	17.558	0.000*
PE	46.467	0.000*
PVSE	6.177	0.120

ผลการทดสอบในตารางที่ 6 พบว่าวัสดุพิมพ์ปากพอลิไวนิลไซลอคเซนและพอลิอีเทอร์มีค่า p-value เท่ากับ 0.001 และ 0.000 ตามลำดับ ซึ่งมีค่าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 เพราะฉะนั้นสามารถปฏิเสธสมมติฐานว่างได้ หรือกล่าวคือการลอกรายละเอียดของวัสดุพิมพ์ปากพอลิไวนิลไซลอคเซนและพอลิอีเทอร์เมื่อสัมผัสกับสารห้ามเลือดที่ใช้ในการแยกเหงือกแต่ละชนิดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่ค่า p-value ของวัสดุพิมพ์ปากพอลิไวนิลไซลอคเซนอีเทอร์เท่ากับ 0.139 ซึ่งมากกว่าค่าระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 ดังนั้นจึงไม่สามารถสรุปได้ว่าการลอกรายละเอียดของวัสดุพิมพ์ปากพอลิไวนิลไซลอคเซนอีเทอร์เมื่อสัมผัสกับสารห้ามเลือดที่ใช้ในการแยกเหงือกแต่ละชนิดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตาราง 7 ตารางแสดงผลการลอกรายละเอียดของสารห้ามเลือดที่ใช้ในการแยกเหงือกแต่ละชนิด
จำแนกตามชนิดของวัสดุพิมพ์ปาก

Elastomeric impression materials	Gingival hemostatic retracting agents	Surface detail reproduction [n(%)]	
		Satisfactory	Unsatisfactory
PVS	Control	20 (100%)	0 (0%)
	Racestyptine	20 (100%)	0 (0%)
	Dryz [®]	13 (65%)	7 (35%)
	Expasyl [™]	13 (65%)	7 (35%)
PE	Control	20 (100%)	0 (0%)
	Racestyptine	4 (20%)	16 (80%)
	Dryz [®]	5 (25%)	15 (75%)
	Expasyl [™]	2 (10%)	18 (90%)
PVSE	Control	20 (100%)	0 (0%)
	Racestyptine	15 (75%)	5 (25%)
	Dryz [®]	17 (85%)	3 (15%)
	Expasyl [™]	16 (80%)	4 (20%)

จากตารางที่ 7 เมื่อพิจารณาความถี่และค่าร้อยละคู่กับผลการทดสอบของพีชเชอร์
ในตารางที่ 6 สามารถสรุปได้ว่า

วัสดุพิมพ์ปากพอลิไวนิลไซลอคเซน

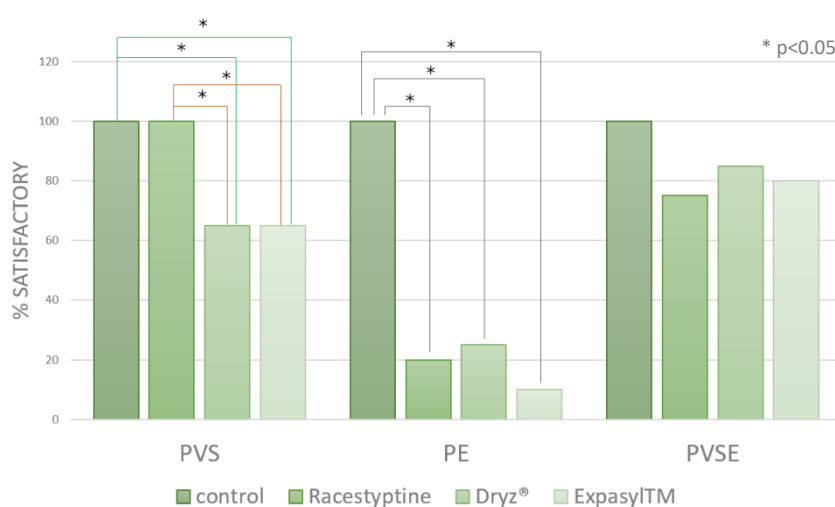
ในกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ได้รับการปนเปื้อนด้วยเรสทริปทีนให้ผลการ
ลอกรายละเอียดได้ดีทั้งหมด 20 ชิ้น หรือคิดเป็นร้อยละ 100 ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ
กับกลุ่มที่ได้รับการปนเปื้อนด้วยดรายซีและเอ็กซ์ฟาซิล ซึ่งมีกลุ่มตัวอย่างจำนวน 13 ชิ้นที่ให้
ผลการลอกรายละเอียดได้ดีคิดเป็นร้อยละ 65

วัสดุพิมพ์ปากพอลิอีเทอร์

ในกลุ่มควบคุมให้ผลการลอกรายละเอียดได้ดีทั้งหมด 20 ชิ้น หรือคิดเป็นร้อยละ
100 ในขณะที่สารห้ามเลือดชนิดเรสทริปทีน, ดรายซี และเอ็กซ์ฟาซิล มีกลุ่มตัวอย่างที่ให้ผลการ
ลอกรายละเอียดได้ดีเพียง 4, 5 และ 2 ชิ้น คิดเป็นร้อยละ 20, 25 และ 10 ตามลำดับ ซึ่งผลการ
ลอกรายละเอียดได้ดีที่ได้ระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองที่ได้รับการปนเปื้อนด้วยสารห้าม
เลือดที่ใช้ในการแยกเหงือกมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

วัสดุพิมพ์ปากพอลิไวนิลไซลอคเซนอีเทอร์

ในกลุ่มควบคุมให้ผลการลอกรายละเอียดได้ดีทั้งหมด 20 ชิ้น หรือคิดเป็นร้อยละ 100 ในขณะที่สารห้ามเลือดชนิดเรสทริปทีน, ทรายซี และเอ็กซ์ฟาซิล มีกลุ่มตัวอย่างที่ให้ผลการลอกรายละเอียดได้ดีใกล้เคียงกันและน้อยกว่ากลุ่มควบคุมเล็กน้อย จำนวน 15, 17 และ 16 ชิ้น คิดเป็นร้อยละ 75, 85 และ 80 ตามลำดับ ซึ่งผลที่แตกต่างกันนี้ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ



ภาพประกอบ 15 กราฟแสดงผลการลอกรายละเอียดได้ดี ในแต่ละกลุ่มวัสดุพิมพ์ปาก

กล่าวโดยสรุปคือ ผลการลอกรายละเอียดในแต่ละสารห้ามเลือดที่ใช้ในการแยกเหงือกแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติสำหรับวัสดุพิมพ์ปากพอลิไวนิลไซลอคเซนอีเทอร์ แต่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติสำหรับวัสดุพิมพ์ปากพอลิไวนิลไซลอคเซนอีเทอร์ ดังแสดงในภาพประกอบ 15

2.2 ผลการทดสอบสมมติฐานเพื่อศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างวัสดุพิมพ์ปากและสารห้ามเลือดที่ใช้ในการแยกเหงือกต่อเสถียรภาพเชิงมิติ

สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐานปฏิสัมพันธ์ต่อเสถียรภาพเชิงมิติระหว่างวัสดุพิมพ์ปากและสารห้ามเลือดที่ใช้ในการแยกเหงือกแต่ละชนิดคือ การวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง (Two-Way ANOVA) โดยทำการทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 สมมติฐานในการทดสอบคือ

H_0 : วัสดุพิมพ์ปากอีลาสโตเมอร์และสารห้ามเลือดที่ใช้ในการแยกเหงือกแต่ละชนิด
ไม่มีปฏิสัมพันธ์กันต่อเสถียรภาพเชิงมิติ

H_1 : วัสดุพิมพ์ปากอีลาสโตเมอร์และสารห้ามเลือดที่ใช้ในการแยกเหงือกแต่ละชนิดมี
ปฏิสัมพันธ์กันต่อเสถียรภาพเชิงมิติ

ตาราง 8 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทางของวัสดุพิมพ์ปาก
อีลาสโตเมอร์และสารห้ามเลือดที่ใช้ในการแยกเหงือก

Independent variable	F	Sig. (p-value)	Partial Eta Squared
Elastomeric impression materials	231.147	0.000*	0.670
Gingival hemostatic retracting agents	0.323	0.809	0.004
Elastomeric impression materials X Gingival hemostatic retracting agents	4.369	0.000*	0.103

จากตารางที่ 8 พบว่าค่า p-value ของปฏิสัมพันธ์ระหว่างวัสดุพิมพ์ปากอีลาสโตเมอร์และสารห้ามเลือดที่ใช้ในการแยกเหงือกมีค่า p-value เท่ากับ 0.000 ซึ่งน้อยกว่าที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เพราะฉะนั้นจึงสามารถปฏิเสธสมมติฐานว่างได้ หรือกล่าวคือ ปฏิสัมพันธ์ระหว่างวัสดุพิมพ์ปากอีลาสโตเมอร์และสารห้ามเลือดที่ใช้ในการแยกเหงือกมีผลต่อเสถียรภาพเชิงมิติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้พบว่าค่า p-value ของวัสดุพิมพ์ปากอีลาสโตเมอร์เท่ากับ 0.000 ซึ่งน้อยกว่าค่าระดับนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนชนิดของสารห้ามเลือดที่ใช้ในการแยกเหงือกนั้นมีค่า p-value เท่ากับ 0.809 ซึ่งมากกว่าค่าระดับนัยสำคัญทางสถิติ แสดงถึงปัจจัยชนิดของสารห้ามเลือดที่ใช้ในการแยกเหงือกนั้นไม่พบว่าส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของเสถียรภาพเชิงมิติอย่างมีนัยสำคัญ อีกทั้งค่า Partial Eta Squared ของวัสดุพิมพ์ปากเท่ากับ 0.670 สูงกว่าค่า Partial Eta Squared ของสารห้ามเลือดที่ใช้ในการแยกเหงือกที่มีค่าเพียง 0.004 หรือกล่าวคือ ชนิดของวัสดุพิมพ์ปากเป็นปัจจัยหลัก (Main Effect) ที่ส่งผลต่อความแตกต่างของเสถียรภาพเชิงมิติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยจะได้ทำการวิเคราะห์แยกย่อยในส่วน of วัสดุพิมพ์ปากอีลาสโตเมอร์และปฏิสัมพันธ์ระหว่างวัสดุพิมพ์ปากอีลาสโตเมอร์และสารห้ามเลือดที่ใช้ในการแยกเหงือกต่อไป

สำหรับส่วนแรก คือปัจจัยจากชนิดของวัสดุพิมพ์ปากอีลาสโตเมอร์ สถิติที่ใช้การในการทดสอบสมมติฐานความแตกต่างของค่าเสถียรภาพเชิงมิติระหว่างวัสดุพิมพ์ปากแต่ละชนิด

โดยไม่คำนึงถึงชนิดสารห้ามเลือด คือการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA) โดยทำการทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 สมมติฐานในการทดสอบคือ

H_0 : ค่าเฉลี่ยสภาพเชิงมิติระหว่างวัสดุพิมพ์ปากแต่ละชนิดไม่แตกต่างกัน

H_1 : ค่าเฉลี่ยสภาพเชิงมิติระหว่างวัสดุพิมพ์ปากอย่างน้อย 1 คู่แตกต่างกัน

ตาราง 9 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยสภาพเชิงมิติระหว่างวัสดุพิมพ์ปากอีลาสโตเมอร์แต่ละชนิด

Independent variable	F	Sig. (p-value)	Levene Statistics (p-value)
Elastomeric impression materials	214.676	0.000*	0.138

จากตารางที่ 9 ค่าสถิติ F เท่ากับ 214.676 และค่า p-value เท่ากับ 0.000 ซึ่งน้อยกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05 จึงสามารถสรุปได้ว่า มีอย่างน้อย 1 คู่ของวัสดุพิมพ์ปากที่มีค่าเฉลี่ยสภาพเชิงมิติแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตาราง 10 ตารางแสดงค่าผลต่างของค่าเฉลี่ยสภาพเชิงมิติระหว่างวัสดุพิมพ์ปากแต่ละชนิด

Elastomeric impression materials	Elastomeric impression materials	
	PE	PVSE
PVS	0.076*	-0.000
PE		-0.076*

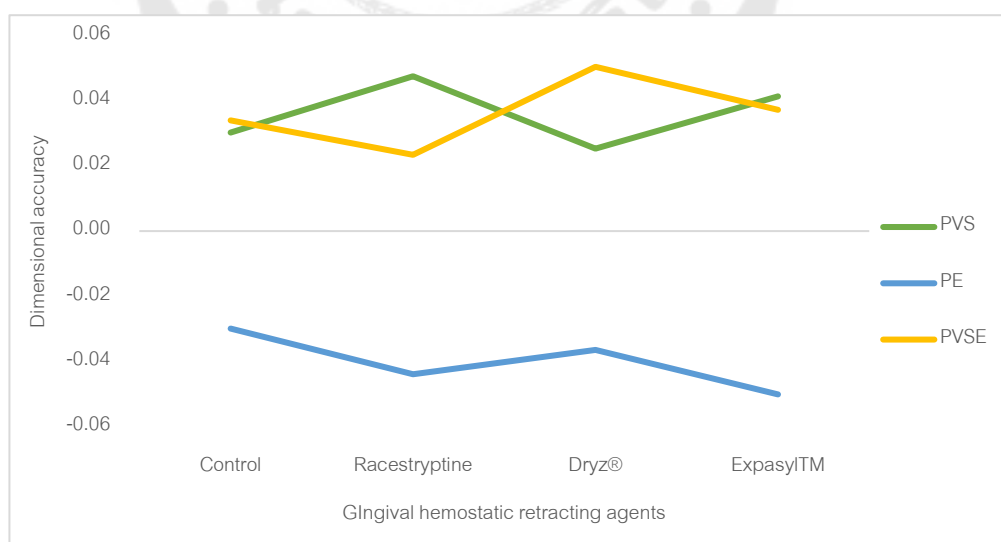
จากตารางที่ 10 แสดงค่าผลต่างของค่าเฉลี่ย (Mean difference) ของสภาพเชิงมิติจากการทดสอบเปรียบเทียบความแตกต่างจับคู่แบบทูกี พบว่าวัสดุพิมพ์ปากพอลิอีเทอร์มีค่าเฉลี่ยสภาพเชิงมิติแตกต่างจากวัสดุพิมพ์ปากชนิดอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตาราง 11 ตารางแสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเสถียรภาพเชิงมิติจำแนกตามชนิดวัสดุพิมพ์ปาก

Elastomeric impression materials	Dimensional accuracy
PVS	0.0361 ± 0.0224^B
PE	-0.0401 ± 0.0291^A
PVSE	0.0363 ± 0.0286^B

อักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์ใหญ่ที่ต่างกันแสดงความแตกต่างของเสถียรภาพเชิงมิติของวัสดุพิมพ์ปากอีลาสโตเมอร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยในตารางที่ 11 แล้วพบว่าวัสดุพิมพ์ปากพอลิไวนิล-ไซลอคเซนมีค่าเสถียรภาพเชิงมิติที่เปลี่ยนไปน้อยที่สุดเท่ากับ $0.0361 (\pm 0.0224)$ ตามมาด้วยวัสดุพิมพ์ปากพอลิไวนิลไซลอคเซนอีเทอร์มีค่าเสถียรภาพเชิงมิติเท่ากับ $0.0363 (\pm 0.0286)$ ซึ่งทั้ง 2 วัสดุพิมพ์ปากนี้มีค่าเสถียรภาพเชิงมิติที่แทบไม่แตกต่างกันเลย สอดคล้องกับผลการทดสอบสมมติฐานข้อที่ 1 ส่วนวัสดุพิมพ์ปากพอลิอีเทอร์มีค่าแตกต่างจากพอลิไวนิลไซลอคเซนและพอลิไวนิลไซลอคเซนอีเทอร์อย่างชัดเจน โดยค่าเสถียรภาพเชิงมิติที่เปลี่ยนแปลงไปมากที่สุดเท่ากับ $-0.0401 (\pm 0.0291)$ และเป็นวัสดุพิมพ์ปากเดียวที่มีค่าเฉลี่ยติดลบ



ภาพประกอบ 16 แสดงกราฟค่าเฉลี่ยเสถียรภาพเชิงมิติจำแนกตามวัสดุพิมพ์ปากอีลาสโตเมอร์และสารห้ามเลือดที่ใช้ในการแยกเหงือก

จากกราฟค่าเฉลี่ยเสถียรภาพเชิงมิติจำแนกตามวัสดุพิมพ์ปากอีลาสโตเมอร์และสารห้ามเลือดที่ใช้ในการแยกเหงือก ในภาพประกอบ 16 แสดงให้เห็นว่า วัสดุพิมพ์ปากพอลิอีเทอร์มีค่าเสถียรภาพเชิงมิติแตกต่างจากวัสดุพิมพ์ปากชนิดพอลิไวนิลไซลอคเซนและพอลิไวนิลไซลอคเซนอีเทอร์อย่างชัดเจนในทุกชนิดของสารห้ามเลือดที่ใช้ในการแยกเหงือก โดยวัสดุพิมพ์ปากพอลิอีเทอร์เป็นวัสดุพิมพ์ปากชนิดเดียวที่มีค่าเฉลี่ยเสถียรภาพเชิงมิติเป็นค่าลบ

สำหรับส่วนที่สอง ในการวิเคราะห์แยกย่อยในส่วนปฏิสัมพันธ์ระหว่างชนิดของวัสดุพิมพ์ปากอีลาสโตเมอร์และสารห้ามเลือดที่ใช้ในการแยกเหงือก ที่มีค่าระดับนัยสำคัญที่น้อยกว่า 0.05 จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง โดยในส่วนนี้ทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-Way ANOVA) โดยมีชนิดของวัสดุพิมพ์ปากเป็นปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อเสถียรภาพเชิงมิติ โดยดูความแตกต่างในแต่ละสารห้ามเลือดที่ใช้ในการแยกเหงือก และการทดสอบเปรียบเทียบความแตกต่างแบบจับคู่ (Multiple Comparison) แบบทูกียต่อไป

โดยมีสมมติฐานในการทดสอบ คือ

H_0 : เสถียรภาพเชิงมิติไม่แตกต่างกันในแต่ละสารห้ามเลือดที่ใช้ในการแยกเหงือกภายใต้วัสดุพิมพ์ปากชนิดเดียวกัน

H_1 : เสถียรภาพเชิงมิติแตกต่างกันในแต่ละสารห้ามเลือดที่ใช้ในการแยกเหงือกอย่างน้อย 1 คู่ชนิดของสาร ภายใต้วัสดุพิมพ์ปากชนิดเดียวกัน

ตาราง 12 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวจำแนกตามวัสดุพิมพ์ปากอีลาสโตเมอร์โดยมีสารห้ามเลือดที่ใช้ในการแยกเหงือกเป็นตัวแปรอิสระ

Elastomeric impression materials	F	Sig. (p-value)	Partial Eta Squared
PVS	4.623	0.005*	0.154
PE	1.909	0.135	0.070
PVSE	3.283	0.025*	0.115

ผลการทดสอบความแปรปรวนทางเดียวในตารางที่ 9 พบว่าในกลุ่มวัสดุพิมพ์ปากพอลิไวนิลไซลอคเซนและพอลิไวนิลไซลอคเซนอีเทอร์มีค่า p-value เท่ากับ 0.005 และ 0.025 ตามลำดับ ซึ่งน้อยกว่าค่าระดับนัยสำคัญ 0.05 เพราะฉะนั้นสามารถปฏิเสธสมมติฐานว่างได้ กล่าวคือวัสดุพิมพ์ปากพอลิไวนิลไซลอคเซนและพอลิไวนิลไซลอคเซนอีเทอร์มีค่าเฉลี่ยเสถียรภาพ

เชิงมิติแตกต่างกันระหว่างสารห้ามเลือดที่ใช้ในการแยกเหงือกแต่ละชนิดอย่างน้อย 1 คู่ชนิดของสาร ส่วนวัสดุพิมพ์ปากพอลิอีเทอร์มีค่า p-value เท่ากับ 0.135 ซึ่งมากกว่าค่าระดับนัยสำคัญ 0.05 เพราะฉะนั้นไม่สามารถปฏิเสธสมมติฐานว่างได้ กล่าวคือวัสดุพิมพ์ปากพอลิอีเทอร์มีค่าเฉลี่ยเสถียรภาพเชิงมิติไม่แตกต่างกันระหว่างสารห้ามเลือดที่ใช้ในการแยกเหงือกแต่ละชนิด

เนื่องจากวัสดุพิมพ์ปากพอลิไวนิลไซลอคเซน และวัสดุพิมพ์ปากพอลิไวนิล-ไซลอคเซนอีเทอร์มีผลการทดสอบความแปรปรวนทางเดียวว่า ค่าเฉลี่ยเสถียรภาพเชิงมิติแตกต่างกันระหว่างสารห้ามเลือดแต่ละชนิดอย่างน้อย 1 คู่ชนิดของสาร จึงทำการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแบบจับคู่ โดยมีผลการทดสอบดังต่อไปนี้

ตาราง 13 ตารางแสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเสถียรภาพเชิงมิติจำแนกตามวัสดุพิมพ์ปากและสารห้ามเลือดที่ใช้ในการแยกเหงือก

Elastomeric impression materials	Ginival hemostatic retracting agents			
	Control	Racetyptine	Dryz [®]	Expasy TM
PVS	0.0302 ± 0.0202	0.0475 ± 0.0253 ^A	0.0253 ± 0.0159 ^A	0.0413 ± 0.0217
PE	-0.0299 ± 0.0239	-0.0439 ± 0.0258	-0.0365 ± 0.0335	-0.0501 ± 0.0301
PVSE	0.0340 ± 0.0254	0.0234 ± 0.0178 ^B	0.0504 ± 0.0309 ^B	0.0372 ± 0.0332

อักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์ใหญ่ที่เหมือนกันแสดงความแตกต่างของเสถียรภาพเชิงมิติของวัสดุพิมพ์ปากอีลาสโตเมอร์ชนิดเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ผลจากตารางที่ 13 สามารถสรุปผลการทดสอบสมมติฐานแบบจับคู่ของวัสดุพิมพ์ปากพอลิไวนิลไซลอคเซนและพอลิไวนิลไซลอคเซนอีเทอร์ได้ว่า

วัสดุพิมพ์ปากพอลิไวนิลไซลอคเซนมีค่าเฉลี่ยเสถียรภาพเชิงมิติระหว่างสารห้ามเลือดชนิดเรสทริปทีนและดรายซี แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยสารห้ามเลือดชนิดเรสทริปทีนมีค่าเฉลี่ยเสถียรภาพเชิงมิติสูงกว่าสารห้ามเลือดชนิดดรายซี

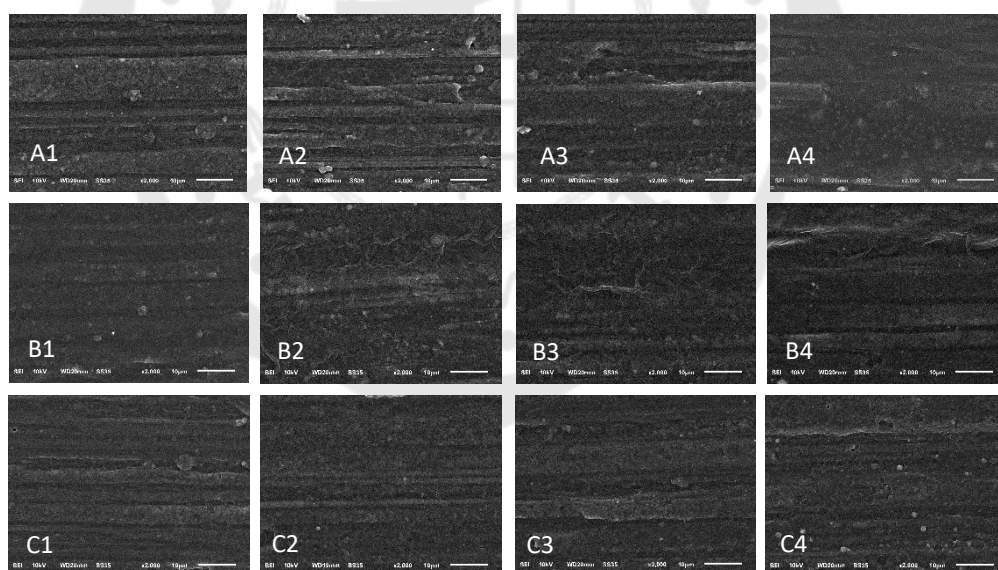
วัสดุพิมพ์ปากพอลิไวนิลไซลอคเซนอีเทอร์มีค่าเฉลี่ยเสถียรภาพเชิงมิติระหว่างสารห้ามเลือดชนิดเรสทริปทีนและดรายซี แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยสารห้ามเลือดชนิดเรสทริปทีนมีค่าเฉลี่ยเสถียรภาพเชิงมิติต่ำกว่าสารห้ามเลือดชนิดดรายซี

กล่าวโดยสรุปคือวัสดุพิมพ์ปากอีลาสโตเมอร์และสารห้ามเลือดที่ใช้ในการแยกเหงือกมีปฏิสัมพันธ์กันและมีผลต่อเสถียรภาพเชิงมิติ โดยมีวัสดุพิมพ์ปากเป็นปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อความแตกต่างของเสถียรภาพเชิงมิติ

3. ผลการตรวจลักษณะพื้นผิวของวัสดุพิมพ์ปากอีลาสโตเมอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ชนิดส่องกราด

ลักษณะพื้นผิวของวัสดุพิมพ์ปากอีลาสโตเมอร์ทั้ง 3 ชนิด ได้ถูกตรวจสอบด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด ที่กำลังขยาย 2,000 เท่า ให้ผลดังนี้ (ภาพประกอบ 15)

วัสดุพิมพ์ปากพอลิไวนิลไซลอคเซนกลุ่มที่ได้รับการปนเปื้อนด้วยทรายสีและเอ็กส์ฟาซิล มีลักษณะพื้นผิวของวัสดุที่มีโครงร่างของพอลิเมอร์ที่ไม่ชัดเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ปนเปื้อนด้วยเรสทริปทีน และในกลุ่มเอ็กส์ฟาซิลยังเห็นคราบคงค้างของสารห้ามเลือดที่ใช้ในการแยกเหงือกบนพื้นผิวของรอยพิมพ์ ในขณะที่ในวัสดุพิมพ์ปากพอลิอีเทอร์ในกลุ่มที่ปนเปื้อนสารห้ามเลือดที่ใช้ในการแยกเหงือกทุกชนิดพบลักษณะรอยย่นบนพื้นผิวของวัสดุแตกต่างจากกลุ่มควบคุม ส่วนวัสดุพิมพ์ปากพอลิไวนิลไซลอคเซนในกลุ่มที่ได้รับการปนเปื้อนจากสารห้ามเลือดทั้งหมดมีพื้นผิวของโคพอลิเมอร์มีลักษณะที่แสดงไม่เป็นโครงร่างที่ชัดเจนต่างจากกลุ่มควบคุมเล็กน้อย



ภาพประกอบ 17 แสดงภาพลักษณะพื้นผิวของวัสดุพิมพ์ปากอีลาสโตเมอร์ทั้ง 3 ชนิด หลังได้รับการปนเปื้อนด้วยสารห้ามเลือดที่ใช้ในการแยกเหงือก จากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด (A) พอลิไวนิลไซลอคเซน; (B) พอลิอีเทอร์; (C) พอลิไวนิลไซลอคเซนอีเทอร์;

(1) กลุ่มควบคุม; (2) เรสทริปทีน; (3) ทรายสี; (4) เอ็กส์ฟาซิล.

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ในการวิจัยเรื่องผลของสารห้ามเลือดที่ใช้ในการแยกเหงือกที่มีต่อการลดการอักเสบเฉียบของวัสดุพิมพ์ปากอีลาสโตเมอร์ 3 ชนิด ทางผู้วิจัยได้นำข้อมูลผลของการวิจัยที่ได้มาประเมินและทำการวิเคราะห์ผลทางสถิติ จึงได้มีข้อสรุปในการดำเนินงานโดยแบ่งหัวข้อในการสรุปผลได้ดังต่อไปนี้

1. สรุปผลการวิจัย
2. อภิปรายผลการวิจัย
3. ข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาการลดการอักเสบเฉียบของของวัสดุพิมพ์ปากอีลาสโตเมอร์ทั้ง 3 ชนิด เมื่อได้รับการปนเปื้อนจากสารห้ามเลือดที่ใช้ในการแยกเหงือก พบว่าในกลุ่มของวัสดุพิมพ์ปากพอลิไวนิลไซลอคเซนในกลุ่มควบคุมและกลุ่มเรสทริปทีนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกลุ่มดรายซีและเอ็กซ์พาสิล โดยกลุ่มควบคุมและเรสทริปทีนไม่ส่งผลกระทบต่อผลของการลดการอักเสบเฉียบของพอลิไวนิลไซลอคเซน ส่วนกลุ่มดรายซีและเอ็กซ์พาสิลพบการลดการอักเสบเฉียบได้ไม่ดีร้อยละ 35 ในส่วนของวัสดุพิมพ์ปากพอลิอีเทอร์พบว่าสารห้ามเลือดที่ใช้ในการแยกเหงือกทั้ง 3 ชนิดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับกลุ่มควบคุม โดยพบการลดการอักเสบเฉียบได้ไม่ดีในเรสทริปทีนดรายซี และเอ็กซ์พาสิล ร้อยละ 80 75 และ 90 ตามลำดับ ส่วนวัสดุพิมพ์ปากพอลิไวนิล-ไซลอคเซนอีเทอร์ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่มสารห้ามเลือดในการแยกเหงือกที่ต่างชนิดกัน

สำหรับเสถียรภาพเชิงมิติของวัสดุพิมพ์ปาก เมื่อทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางพบว่าสารห้ามเลือดที่ใช้ในการแยกเหงือกไม่ส่งผลต่อการเสถียรภาพเชิงมิติของวัสดุพิมพ์ปากอย่างมีนัยสำคัญ แต่ชนิดของวัสดุพิมพ์ปาก และปฏิสัมพันธ์ระหว่างวัสดุพิมพ์ปากกับสารห้ามเลือดมีผลต่อเสถียรภาพเชิงมิติที่เปลี่ยนแปลงไปอย่างมีนัยสำคัญ

ในส่วนของชนิดของวัสดุพิมพ์ปากที่ส่งผลต่อค่าเสถียรภาพเชิงมิติ พบว่าค่าเสถียรภาพเชิงมิติของพอลิอีเทอร์มีค่าเป็นลบ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญจากวัสดุพิมพ์ปากอีกสองชนิดที่มีค่าเป็นบวก นอกจากนี้ยังพบว่าพอลิไวนิลไซลอคเซนมีการเปลี่ยนแปลงของเสถียรภาพเชิงมิติที่น้อยที่สุด รองลงมาคือพอลิไวนิลไซลอคเซนอีเทอร์และพอลิอีเทอร์ สำหรับปฏิสัมพันธ์ระหว่างวัสดุ

พิมพ์ปากและสารห้ามเลือด โดยเป็นการพิจารณาถึงการที่เมื่อมีวัสดุพิมพ์ปากเป็นตัวแปรร่วมด้วย จะส่งผลให้เมื่อได้รับการปนเปื้อนด้วยสารห้ามเลือดบางตัว จะส่งผลให้ค่าเสถียรภาพเชิงมิติ บางคู่เกิดความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญขึ้น ในส่วนนี้ทำการวิเคราะห์โดยมีชนิดของวัสดุพิมพ์ปาก เป็นปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อเสถียรภาพเชิงมิติ โดยดูความแตกต่างในแต่ละสารห้ามเลือดด้วยการ วิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว พบว่าในกลุ่มของพอลิไวนิลไซลอคเซนและพอลิไวนิล- ไซลอคเซนอีเทอร์มีค่าเสถียรภาพเชิงมิติที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จึงทำการวิเคราะห์ แบบจับคู่ทู่ก็ยต่อไป โดยพบว่าในวัสดุพิมพ์ปากพอลิไวนิลไซลอคเซน ในกลุ่มของเรสทริปทีน มีค่าเฉลี่ยเสถียรภาพเชิงมิติสูงกว่ารายชื่อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนในวัสดุพิมพ์ปากพอลิ- ไวนิลไซลอคเซนอีเทอร์ พบว่าเรสทริปทีนมีค่าเฉลี่ยเสถียรภาพเชิงมิติต่ำกว่ารายชื่อย่างมี นัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตามเสถียรภาพเชิงมิติในทุกวัสดุพิมพ์ปากมีค่าร้อยละของ การเปลี่ยนแปลงที่น้อยกว่า 0.5 ซึ่งเป็นค่าตามที่สมาคมทันตแพทย์อเมริกาหมายเลข 19 กำหนด

ดังนั้นจากการศึกษาวิจัยในครั้งนี้จึงปฏิเสธสมมติฐานในข้อแรก เนื่องจากสารห้ามเลือด ที่ใช้ในการแยกเหงือกส่งผลต่อการลดรายละเอียดของวัสดุพิมพ์ปากอีลาสโตเมอร์แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญ ส่วนเสถียรภาพเชิงมิติ พบว่าสารห้ามเลือดที่ใช้ในการแยกเหงือกไม่มีผลทำให้ ค่าเสถียรภาพเชิงมิติแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่ชนิดของวัสดุพิมพ์ปากนั้นส่งผลต่อ เสถียรภาพภาพเชิงมิติอย่างมีนัยสำคัญ จึงปฏิเสธสมมติฐานในข้อสองบางส่วน โดยสามารถสรุป ได้ว่าในกรณีที่มีการใช้สารห้ามเลือดที่ใช้ในการแยกเหงือกที่มีอะลูมิเนียมคลอไรด์เป็น องค์ประกอบก่อนทำการพิมพ์ปากด้วยวัสดุพิมพ์ปากอีลาสโตเมอร์ทั้ง 3 ชนิด ควรมีขั้นตอน การล้างทำความสะอาดให้สารห้ามเลือดออกไปได้มากที่สุดโดยเฉพาะในกลุ่มวัสดุพิมพ์ปาก พอลิอีเทอร์และพอลิไวนิลไซลอคเซน เพื่อป้องกันการมีสารตกค้างและอาจส่งผลกระทบต่อ คุณภาพของรอยพิมพ์ต่อไปได้

อภิปรายผลการวิจัย

เป็นที่ทราบกันดีว่าผลของซิลเฟอรที่เป็นส่วนประกอบหนึ่งของถุงมือยางและแผ่นยาง กันน้ำลายมีผลยับยั้งปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชันของวัสดุพิมพ์ปากพอลิไวนิลไซลอคเซน⁽²⁹⁻³¹⁾ โดยอนุพันธ์ของซิลเฟอรที่เป็นสารลดแรงตึงผิวและตัวเร่งปฏิกิริยานั้นส่งผลต่อกรดคลอโรฟลา- ทินิกที่อยู่ในกะตะลิสต์ของวัสดุพิมพ์ปากพอลิไวนิลไซลอคเซน ทำให้เกิดวัสดุพิมพ์ปากก่อตัว สมบูรณ์ได้ช้าลงหรือไม่ก่อตัวเลย นอกจากนี้สารประกอบซิลเฟอรที่ใช้ในสารห้ามเลือดที่ใช้ในการ แยกเหงือก ซึ่งคือ เฟอริกซิลเฟตและเฟอริกซัลเฟต พบว่าส่งผลต่อวัสดุพิมพ์ปากพอลิไวนิล-

ไซลอกเซนเช่นเดียวกัน โดยพบว่าวัสดุพิมพ์ปากที่ได้รับการปนเปื้อนจากสารกลุ่มนี้จะทำให้ความสามารถในการลอกทรายละเอียดลดลง^(6-8, 50)

อะลูมิเนียมคลอไรด์เป็นอีกหนึ่งสารห้ามเลือดที่ใช้ในการแยกเหงือกที่นิยมใช้อย่างแพร่หลายในปัจจุบัน⁽²³⁾ โดยทำให้เกิดการห้ามเลือดผ่านการตกตะกอนโปรตีน การบีบหลอดเลือด และทำให้เนื้อเยื่อเกิดการหดตัวและมีการดึงของเหลวออกจากเนื้อเยื่อ⁽¹⁹⁾ แม้ว่าไม่มีซัลเฟอร์เป็นองค์ประกอบ แต่มีการศึกษาที่พบว่าสารห้ามเลือดที่ใช้ในการแยกเหงือกกลุ่มนี้ส่งผลต่อวัสดุพิมพ์ปากพอลิไวนิลไซลอกเซน^(6-8, 50) และพอลิอีเทอร์⁽⁷⁾ โดยทำให้วัสดุลอกทรายละเอียดได้ไม่ดีเมื่อพิจารณาตามข้อกำหนดของสมาคมทันตแพทย์อเมริกาหมายเลข 19 อย่างไรก็ตามยังมีการศึกษาที่ไม่ตรงกัน⁽⁹⁻¹¹⁾ ซึ่งข้อสรุปถึงผลของสารกลุ่มนี้ต่อวัสดุพิมพ์ปากอีลาสโตเมอร์ยังไม่แน่ชัดและยังมีการศึกษาที่ค่อนข้างน้อยที่เปรียบเทียบเฉพาะในกลุ่มของสารห้ามเลือดในการแยกเหงือกที่มีอะลูมิเนียมคลอไรด์เป็นองค์ประกอบ

จากการศึกษาผลการลอกทรายละเอียดของพอลิไวนิลไซลอกเซนในการศึกษานี้ พบว่าในกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ได้รับการปนเปื้อนด้วยเรสทริปตินให้ผลการลอกทรายละเอียดได้ดีทั้งหมดซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับกลุ่มที่ได้รับการปนเปื้อนด้วยดรายซีและเอ็กซ์ฟาซิล โดยเรสทริปตินที่เป็นสารละลายซึ่งไม่มีผลต่อการลอกทรายละเอียดของพอลิไวนิลไซลอกเซนนั้นให้ผลการศึกษาเช่นเดียวกับ Sabio และคณะในปี 2008⁽¹¹⁾ ซึ่งไม่พบการยับยั้งปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไรเซชันของฮีโมสตอป (Hemostop) ซึ่งเป็นสารละลาย 25% อะลูมิเนียมคลอไรด์ แต่ให้ผลในทางตรงกันข้ามกับการศึกษาของ O' Mahony และคณะในปี 2000⁽⁸⁾ ที่ทำการศึกษาฮีโมเดนท (Hemodent) ซึ่งเป็นสารละลาย 21.3% อะลูมิเนียมคลอไรด์ และ Vaishnav และคณะในปี 2012⁽⁶⁾ ที่ทำการศึกษาจินจิเอด (Gingi-Aid) ซึ่งเป็นสารละลาย 21.3% อะลูมิเนียมคลอไรด์ พบว่าสารห้ามเลือดที่ใช้ในการแยกเหงือกทั้งสองชนิดให้ผลการลอกทรายละเอียดได้ไม่ดีในวัสดุพิมพ์ปากพอลิไวนิลไซลอกเซนทุกชิ้นงาน อย่างไรก็ตามการศึกษานี้ทั้งสองนี้ไม่ได้ทำการล้างน้ำตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต ด้วยต้องการจำลองสถานะที่แย่ที่สุดที่อาจเกิดขึ้นหากทันตแพทย์ไม่ได้ล้างสารห้ามเลือดที่ใช้ในการแยกเหงือกก่อนทำการพิมพ์ปาก ส่วนดรายซีและเอ็กซ์ฟาซิลนั้นยังมีการศึกษาที่ค่อนข้างน้อย โดยในการศึกษานี้พบว่าดรายซีให้ผลการลอกทรายละเอียดได้ไม่ดีร้อยละ 35 ใกล้เคียงกับอีกการศึกษาที่ดูการยับยั้งปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไรเซชันด้วยการดูลักษณะสารที่ติดขึ้นมากบนก้านพันสำลี⁽⁵²⁾ โดยในวัสดุพิมพ์ปากพอลิไวนิลไซลอกเซนยี่ห้อพานาซิล (Panasil) พบการยับยั้งปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไรเซชันร้อยละ 30 ส่วนในวัสดุพิมพ์ปากพอลิไวนิลไซลอกเซนยี่ห้อเอ็กซ์เพรส (Express) ไม่พบการยับยั้งปฏิกิริยาเลย ส่วนเอ็กซ์ฟาซิลซึ่งพบว่าให้

การลอกทรายละเอียดได้ไม่ดีร้อยละ 35 ให้ผลใกล้เคียงกับพอลิไวนิลไซลอคเซนยี่ห้อพานาซิลและเอ็กซ์เพรสที่พบการยับยั้งปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไรเซชันร้อยละ 30⁽⁵²⁾ แตกต่างจากพอลิไวนิลไซลอคเซนยี่ห้อเวอร์ชวล (Virtual) ที่พบการยับยั้งปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไรเซชันถึงร้อยละ 85⁽⁵¹⁾ ทั้งนี้อาจมีเรื่องความแตกต่างของผลิตภัณฑ์ (Material Dependent) เข้ามาเกี่ยวข้องด้วย

การที่กลุ่มวัสดุพิมพ์ปากพอลิไวนิลไซลอคเซนที่ได้รับการปนเปื้อนด้วยทรายละเอียดและเอ็กซ์เพรสแตกต่างกันมีนัยสำคัญจากกลุ่มที่ได้รับการปนเปื้อนด้วยเรสทริปติน อาจเนื่องมาจากลักษณะรูปแบบของสารที่แตกต่างกัน โดยเรสทริปตินมีลักษณะเป็นสารละลาย ในขณะที่ทรายละเอียดและเอ็กซ์เพรสมีลักษณะเป็นรีแทรกชันเพสต์ โดยทรายละเอียดประกอบด้วยเซลลูโลสแกม (Cellulose gum) ซึ่งเป็นสารประเภทเดียวกันกับที่มีในยาสีฟันซึ่งเป็นสารยึดเกาะ (Binding agent) โดยเป็นสารคอลลอยด์ที่ชอบน้ำ (Hydrophilic colloid) ที่ช่วยป้องกันไม่ให้อายุการใช้งานของแข็งและของเหลวแยกชั้นกัน⁽⁵⁴⁾ ส่วนในเอ็กซ์เพรสมีองค์ประกอบของเกาลินซึ่งเป็นสารที่มีลักษณะคล้ายดินเหนียวและมีเนื้อที่ค่อนข้างแน่น (Clay-like and dense substance) โดยลักษณะของทรายละเอียดและเอ็กซ์เพรสที่มีความข้นหนืดที่มากกว่าอาจมีผลต่อการคงตัวของวัสดุหลังการล้างน้ำมากกว่าเรสทริปติน

จากผลการศึกษาที่พบว่าทรายละเอียดและเอ็กซ์เพรสแม้ทำการล้างน้ำยังส่งผลกระทบต่อ การลอกทรายละเอียดของพอลิไวนิลไซลอคเซน ร่วมกับการศึกษาก่อนหน้าที่พบว่าเมื่อมีการปนเปื้อนด้วยสารห้ามเลือดที่ใช้ในการแยกเหงือกที่มีอะลูมิเนียมคลอไรด์เป็นองค์ประกอบและไม่ได้รับการล้างน้ำส่งผลกระทบต่อ การลอกทรายละเอียดร้อยละ 100⁽⁶⁻⁸⁾ นั้น อาจเป็นผลมาจากการที่เมื่ออะลูมิเนียมคลอไรด์ถูกไฮโดรไลซิสแล้วจะได้กรดไฮโดรคลอริก⁽¹⁷⁾ โดยกรดไฮโดรคลอริกนี้สามารถทำลายพันธะ (Cleave) ระหว่างหมู่เมทิล (Methyl group : CH₃) และซิลิกอน (Silicon : Si) ได้⁽⁵⁵⁾ ซึ่งเป็นโครงสร้างหนึ่งในวัสดุพิมพ์ปากพอลิไวนิลไซลอคเซน โดยหากยังมีส่วนของหมู่เมทิลมากก็ยิ่งเกิดการแตกของพันธะ (Cleavage of R-Si) ที่มาก⁽⁵⁵⁾ ด้วยเหตุนี้เองจึงอาจเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้วัสดุพิมพ์ปากพอลิไวนิลไซลอคเซนลอกทรายละเอียดได้ไม่ดี

สำหรับการลอกทรายละเอียดของวัสดุพิมพ์ปากพอลิอีเทอร์ พบว่ากลุ่มสารห้ามเลือดที่ใช้ในการแยกเหงือกทั้งหมดให้ผลการลอกทรายละเอียดได้ไม่ดีแตกต่างกันมีนัยสำคัญทางสถิติ จากกลุ่มควบคุมทั้งหมด สอดคล้องกับหลายการศึกษาก่อนหน้า^(7, 11, 51, 52) ที่พบการยับยั้งปฏิกิริยาการก่อตัวค่อนข้างสูงและส่งผลให้วัสดุลอกทรายละเอียดได้ไม่ดี เว้นในกลุ่มของทรายในการศึกษาของ Vohra F และคณะในปี 2020⁽⁵²⁾ ที่ส่งผลให้วัสดุพิมพ์ปากพอลิอีเทรียี่ห้อโมโน (Mono) ลอกทรายละเอียดได้ไม่ดีในระดับค่อนข้างต่ำ (ร้อยละ 20) ความแตกต่างนี้เป็นผลจากชนิดของ

ผลิตภัณฑ์ร่วมด้วย ซึ่งโดยรวมการที่อะลูมิเนียมคลอไรด์ส่งผลต่อวัสดุพิมพ์ปากพอลิเอเทอร์นั้น อาจมาจากการที่โครงสร้างของพอลิเอเทอร์เป็นโคพอลิเมอร์ของเตตระไฮโดรฟูแรนและเอทิลีน ออกไซด์⁽⁵⁶⁾ ซึ่งสามารถเกิดการแตกของพันธะได้ เมื่อมีสารที่มีความเป็นกรดแก่ (Strong acid)⁽⁵⁷⁾ เข้าทำปฏิกิริยา ซึ่งอะลูมิเนียมคลอไรด์เองเมื่อถูกไฮโดรไลซิสแล้วจะได้กรดไฮโดรคลอริก⁽¹⁷⁾ ซึ่งมีความเป็นกรดแก่ที่สามารถแตกตัวได้ร้อยละ 100 จึงอาจเป็นสาเหตุให้การลอกรายละเอียดของพอลิเอเทอร์บนพื้นผิวที่ได้รับการปนเปื้อนด้วยสารห้ามเลือดที่ใช้ในการแยกเหงือกที่มีอะลูมิเนียมคลอไรด์เป็นองค์ประกอบนั้นทำได้ไม่ดี

การศึกษาผลของสารห้ามเลือดที่ใช้ในการแยกเหงือกที่มีอะลูมิเนียมเป็นองค์ประกอบต่อวัสดุพิมพ์ปากพอลิไวนิลไซลอคเซนอีเทอร์มีค่อนข้างจำกัด โดยมีการศึกษาที่พบว่าอัลสติน (Alustin) ซึ่งเป็นสารละลาย 20% อะลูมิเนียมคลอไรด์ส่งผลให้วัสดุมีระยะเวลาในการก่อตัวที่นานขึ้น ตรงข้ามกับจินจิวัลลิด (Gingiva Liquid) ซึ่งเป็นสารละลาย 10% อะลูมิเนียมคลอไรด์ และเรสทริปทีนซึ่งเป็นสารละลาย 25% อะลูมิเนียมคลอไรด์ ที่พบการบวมระยะเวลาก่อตัวเพียงเล็กน้อย⁽⁴⁰⁾ อย่างไรก็ตามในการศึกษานี้พบว่าสารห้ามเลือดที่ใช้ในการการแยกเหงือกส่งผลต่อการลอกรายละเอียดของวัสดุพิมพ์ปากพอลิไวนิลไซลอคเซนอีเทอร์ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากกลุ่มควบคุม แม้ว่าโครงสร้างของวัสดุที่ถูกพัฒนาขึ้นจะเป็นการรวมโครงสร้างของพอลิไวนิลไซลอคเซนและพอลิเอเทอร์ แต่จากผลการศึกษาพบว่าให้ผลที่ต่างจากวัสดุพิมพ์ปากพอลิเอเทอร์ค่อนข้างชัดเจน มีการศึกษาที่พบว่าไอน์เด็นเทียมมีค่ามุมสัมผัสที่น้อยกว่าวัสดุพิมพ์ปากพอลิไวนิลไซลอคเซนและพอลิเอเทอร์⁽⁵⁶⁾ บ่งบอกถึงการมีคุณสมบัติไฮโดรฟิลิกและมีความสามารถในการไหลแผ่ได้ดี ซึ่งอาจมาจากการที่ไอน์เด็นเทียมมีองค์ประกอบของสารลดแรงตึงผิว Tension I (Surface tension eraser surfactant) และ Tension II (Wetting conditioner surfactant) ร่วมด้วย⁽³⁸⁾ จึงอาจเป็นสาเหตุให้วัสดุพิมพ์ปากพอลิไวนิลไซลอคเซนอีเทอร์สามารถลอกรายละเอียดได้ค่อนข้างดี

สำหรับการพิจารณาพื้นผิวของวัสดุพิมพ์ปากอีลาสโตเมอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ชนิดส่องกราดนั้นยังมีการศึกษาที่ค่อนข้างจำกัด โดยในการศึกษานี้พบว่าในกลุ่มวัสดุพิมพ์ปากพอลิเอเทอร์ที่ได้รับการปนเปื้อนด้วยสารห้ามเลือดที่ใช้ในการแยกเหงือกเกิดลักษณะพื้นผิวที่เป็นริ้วหรือมีรอยย่น มีลักษณะคล้ายกับในการศึกษาของ Poulis และคณะในปี 2016⁽⁵⁸⁾ ที่พื้นผิวของพอลิเอเทอร์ พอลิไวนิลไซลอคเซน และพอลิไวนิลไซลอคเซนอีเทอร์มีลักษณะรอยย่นเป็นคลื่น (Wavy-wrinkle surface) หลังได้รับการแช่น้ำยาฆ่าเชื้อ 0.3% เบนซัลโคเนียมคลอไรด์ (Benzalconium chloride) เป็นเวลา 2 นาที อย่างไรก็ตามการอธิบายลักษณะรอยย่นบนพื้นผิว

ของวัสดุพิมพ์ปากมีการกล่าวถึงอย่างชัดเจนเฉพาะในวัสดุพิมพ์ปากพอลิไวนิลไซลอคเซนที่เมื่อสัมผัสกับสารละลายกรดซัลฟิวริกและสารละลายกรดไนตริกแล้วเกิดปฏิกิริยาออกซิเดทีฟ ทำให้ที่พื้นผิวของวัสดุเกิดกลุ่มของไฮเลน (Silanol group) เชื่อมเป็นร่างแหของพอลิเมอร์ที่มีความแข็งแรงและไม่ยืดหยุ่นต่างจากส่วนที่ไม่ถูกออกซิเดทีฟ เป็นผลให้ค่ามอดูลัสของยัง (Young's modulus) ระหว่างชั้นมีค่าต่างกัน เกิดเป็นความเค้นแรงอัด (Compressive stress) ในวัสดุและถูกปล่อยออกมาในรูปของรอยย่นบนพื้นผิว^(59, 60) อย่างไรก็ตามในการศึกษานี้กรดไฮโดรคลอริกที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสของอะลูมิเนียมคลอไรด์อาจส่งผลกระทบต่อพื้นผิวของวัสดุพิมพ์ปากพอลิอีเทอร์ในลักษณะที่คล้ายคลึงกัน

ผลของเสถียรภาพเชิงมิติพบว่าในวัสดุพิมพ์ปากพอลิไวนิลไซลอคเซนที่สัมผัสกับเรสทริปทีนมีค่าร้อยละที่เปลี่ยนแปลงไปมากกว่าทรายซีมีค่าร้อยละที่เปลี่ยนแปลงไปมากกว่าวัสดุพิมพ์ปากพอลิไวนิลไซลอคเซนอีเทอร์ที่สัมผัสกับทรายซีมีค่าร้อยละที่เปลี่ยนแปลงไปมากกว่าเรสทริปทีนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตามค่าความแตกต่างที่เกิดขึ้นของกลุ่มย่อยนี้ไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุมในแต่ละวัสดุพิมพ์ปาก โดยจากการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางนั้นพบว่าชนิดสารห้ามเลือดที่ใช้ในการแยกเหงือกไม่ส่งผลต่อค่าเสถียรภาพเชิงมิติ ส่วนชนิดของวัสดุพิมพ์ปากนั้นเป็นปัจจัยหลักที่ส่งผลหลักต่อเสถียรภาพเชิงมิติของวัสดุอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ซึ่งพบว่าพอลิอีเทอร์มีค่าเสถียรภาพเชิงมิติเป็นค่าลบต่างจากพอลิไวนิลไซลอคเซนและพอลิไวนิลไซลอคเซนอีเทอร์อย่างมีนัยสำคัญ โดยพอลิอีเทอร์มีค่าร้อยละของเสถียรภาพเชิงมิติเปลี่ยนแปลงไปมากที่สุด และพอลิไวนิลไซลอคเซนมีค่าร้อยละของเสถียรภาพเชิงมิติเปลี่ยนแปลงไปน้อยที่สุด อย่างไรก็ตามค่าเสถียรภาพเชิงมิติทั้งหมดมีค่าอยู่ในเกณฑ์ตามข้อกำหนดของสมาคมทันตแพทย์อเมริกันหมายเลข 19 ระบุไว้สำหรับวัสดุพิมพ์ปากกลุ่มความหนืดต่ำ คือมีค่าเสถียรภาพเชิงมิติเปลี่ยนแปลงไปไม่เกินร้อยละ 0.5 ที่ระยะเวลา 24 ชั่วโมง⁽²⁾ และตรงตามมาตรฐานของวัสดุพิมพ์ปากชนิดยืดหยุ่น (ISO 4823)⁽⁶¹⁾ ที่มีการเปลี่ยนแปลงไม่เกินร้อยละ 1.5 ที่ระยะเวลา 24 ชั่วโมง ซึ่งสอดคล้องกับหลายการศึกษาที่ผ่านมา⁽⁶⁻⁸⁾

ในวัสดุพิมพ์ปากพอลิไวนิลไซลอคเซนพบการหดตัวเช่นเดียวกับวัสดุพิมพ์ปากพอลิไวนิลไซลอคเซนอีเทอร์ โดยลักษณะการหดตัวมักเกิดขึ้นระหว่างปฏิกิริยาก่อตัวที่มีการเชื่อมโยงและ การจัดเรียงตัวของพันธะภายในโครงร่างของพอลิเมอร์⁽²⁶⁾ โดยมีการศึกษาที่พบการหดตัวของวัสดุพิมพ์ปากพอลิไวนิลไซลอคเซนหลังได้รับการป่นเปื้อนด้วยอะลูมิเนียมคลอไรด์เช่นเดียวกัน^(7, 8) สำหรับวัสดุพิมพ์ปากพอลิอีเทอร์พบการขยายตัวของวัสดุ ตรงข้ามกับในการศึกษาของ Raipure และ Kharsan ในปี 2014 ที่พบว่าพอลิอีเทอร์มีการหดตัวหลังได้รับ

การปนเปื้อนด้วยอะลูมิเนียมคลอไรด์ หากแต่ในการศึกษาดังกล่าวทำการวัดค่าเสถียรภาพเชิงมิติที่ระยะเวลา 1 ชั่วโมง ต่างจากในการศึกษานี้ที่ทำการวัดที่ระยะเวลา 24 ชั่วโมงหลังการสร้างชิ้นงาน ด้วยระยะเวลาที่แตกต่างกันอาจส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของเสถียรภาพเชิงมิติโดยรวมของวัสดุที่แตกต่างกันได้ ซึ่งโดยทั่วไปในวัสดุพิมพ์ปากพอลิอีเทอร์นั้นสามารถดูดน้ำและมีการขยายตัวของวัสดุได้⁽⁶²⁾ แม้ว่าการศึกษานี้จะทำการเก็บชิ้นงานในกล่องปิด แต่ยังพบการขยายตัวเล็กน้อยของวัสดุอาจด้วยตัวชิ้นงานยังมีการดูดซับความชื้นจากสภาพแวดล้อม โดยมีการศึกษาที่พบว่าอิมพิกมสามารถเกิดการหดตัวได้ แม้ทำการพิมพ์ในสภาวะที่แห้งและชื้น โดยวัดการเปลี่ยนแปลงที่ 24 ชั่วโมง⁽⁴⁶⁾

การวัดความสามารถในการลอกรายละเอียดและเสถียรภาพเชิงมิติในการศึกษานี้อ้างอิงตามข้อกำหนดของสมาคมทันตแพทย์อเมริกาหมายเลข 19 ซึ่งเป็นการประเมินคุณภาพความสามารถในการลอกรายละเอียดและเสถียรภาพเชิงมิติของรอยพิมพ์ ต่างจากการประเมินด้วยสายตา^(51, 52) ที่ใช้เพียงไม้พินลำลึกลงผ่านบนวัสดุพิมพ์ปากและพิจารณาว่าพื้นผิวรอยพิมพ์เกิดการยับยั้งปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไรเซชันหรือไม่ ซึ่งไม่สามารถบอกคุณภาพของชิ้นงานและอาจประเมินแยกคะแนนแต่ละระดับได้ยาก และในการศึกษานี้ได้จำลองรูปแบบการปนเปื้อนสารห้ามเลือดที่ใช้ในการแยกเหงือกแล้วทำการล้างน้ำออก แล้วจึงสร้างรอยพิมพ์ ซึ่งเป็นการจำลองลักษณะการใช้งานจริงของวัสดุให้มากที่สุด ต่างจากวิธีการประเมินระยะเวลาการเกิดพอลิเมอร์ไรเซชันเทียบกับค่ามาตรฐาน⁽⁴⁰⁻⁴²⁾ ที่ใส่สารห้ามเลือดลงไปโดยตรงขณะวัสดุก่อตัว นอกจากนี้ได้พยายามควบคุมปัจจัยเรื่องระยะเวลาในการที่สารห้ามเลือดในการแยกเหงือกแต่ละชนิดสัมผัสกับเบ้าหล่อสแตนเลสสตีล และขั้นตอนในการล้างน้ำเป่าลมให้เหมือนกันในทุกกลุ่มทดลอง โดยแตกต่างจากการศึกษาก่อนหน้า⁽⁶⁻⁸⁾ ที่ปล่อยให้สารห้ามเลือดที่ใช้ในการแยกเหงือกแห้งเอง ไม่มีขั้นตอนการทำความสะอาดใดๆ เพื่อเป็นการจำลองสภาวะที่แย่ที่สุดที่อาจเกิดขึ้นได้คือทันตแพทย์ไม่ได้ล้างสารห้ามเลือดก่อนการพิมพ์ปาก อย่างไรก็ตามในเรื่องของปริมาณของสารห้ามเลือดที่ใช้ในการแยกเหงือกยังมีข้อจำกัดที่อาจควบคุมปริมาณที่เท่ากันได้ยาก เนื่องจากสารอยู่ในรูปแบบที่ต่างกันและมีความชื้นหนืดที่ไม่เหมือนกัน ซึ่งปริมาณของสารห้ามเลือดที่ใช้ในการแยกเหงือกที่ต่างกันอาจทำให้อะลูมิเนียมคลอไรด์ส่งผลต่อวัสดุพิมพ์ปากอีลาสโตเมอร์แต่ละชนิดในระดับที่ต่างกันได้ สำหรับการผสมวัสดุพิมพ์ปากอีลาสโตเมอร์ในการศึกษานี้ใช้ปิ่นผสมวัสดุ ร่วมกับหลอดผสมและปลายหลอดสำหรับฉีดในช่องปากร่วมด้วยเพื่อช่วยให้เกิดการผสมที่ดีให้เนื้อวัสดุเป็นเนื้อเดียวกัน ลดการการฟองอากาศ

ดังนั้นแล้วจากการศึกษานี้พบว่าสารห้ามเลือดที่ใช้ในการแยกเหงือกที่มีอะลูมิเนียม-คลอไรด์เป็นองค์ประกอบนั้น ส่งผลต่อความสามารถในการลอกกรายละเอียดของวัสดุพิมพ์ปากพอลิอีเทอร์มากที่สุด รองลงมาคือวัสดุพิมพ์ปากพอลิไวนิลไซลอคเซนที่ได้รับการบดเปื้อนด้วยทรายสีและเรสทริปทีน และวัสดุพิมพ์ปากพอลิไวนิลไซลอคเซนอีเทอร์ถูกรบกวนการลอกกรายละเอียดน้อยที่สุด ฉะนั้นหากมีการใช้สารห้ามเลือดที่ใช้ในการแยกเหงือกก่อนการพิมพ์ปาก จำเป็นต้องมีการล้างทำความสะอาดให้มากที่สุด อย่างไรก็ตามในแง่ของเสถียรภาพเชิงมิติพบว่าสารห้ามเลือดที่ใช้ในการแยกเหงือกไม่ส่งผลให้วัสดุมีการเปลี่ยนแปลงไปเกินค่ากำหนดของสมาคมทันตแพทยอเมริกาหมายเลข 19

ข้อเสนอแนะ

การศึกษานี้เป็นการศึกษาวิจัยเชิงทดลองในห้องปฏิบัติการซึ่งอาจจำลองสภาวะแวดล้อมในการใช้งานจริงในช่องปากได้ไม่สมบูรณ์ในการศึกษานี้ใช้ใบหล่อสแตนเลสตีลซึ่งต่างจากพื้นผิวของฟันธรรมชาติที่ได้รับการกรอแต่ง และไม่มีปัจจัยในเรื่องของเลือด น้ำลาย น้ำเหลืองเหงือกมารบกวน รวมถึงไม่มีการจำลองลักษณะของร่องเหงือกที่อาจมีผลต่อปริมาณของสารห้ามเลือดที่ใช้ในการแยกเหงือกที่อาจคงค้างและสะสมบริเวณนี้ ดังนั้นสำหรับการศึกษาในอนาคตอาจทำการศึกษาทดลองในฟันธรรมชาติในพื้นที่ที่ได้รับการกรอแต่ง และมีการจำลองลักษณะของร่องเหงือกไปด้วย โดยอาจจำลองลักษณะร่องเหงือกขนาดกว้าง 0.2 มิลลิเมตร ซึ่งเป็นความกว้างน้อยสุดที่จะไม่ทำให้วัสดุพิมพ์ปากฉีกขาด⁽⁶³⁾ รวมถึงศึกษาถึงผลของสารห้ามเลือดที่ใช้ในการแยกเหงือกต่อคุณสมบัติด้านอื่นๆวัสดุพิมพ์ปาก เพื่อให้ทันตแพทย์สามารถเลือกใช้และให้การรักษาได้อย่างเหมาะสมตามแต่ละสถานการณ์ทางคลินิกต่อไป



ตาราง 14 แสดงผลการศึกษาดัวยสถิติเชิงพรรณนาของค่าเฉลี่ยของเสถียรภาพเชิงมิติของวัสดุ
พิมพ์ปากพอลิไวนิลไซลอคเซน ในกลุ่มตัวอย่าง 80 ชิ้น

สารห้ามเลือด ที่ใช้ในการ แยกเหงือก	เสถียรภาพเชิงมิติ (ร้อยละ)				จำนวน	Mean	SD
Control	0.0202	0.0182	0.0241	0.0310	20	0.0302	0.0202
	0.0484	0.0000	0.0601	0.0544			
	0.0565	0.0186	0.0451	0.0726			
	0.0161	0.0405	0.0175	0.0080			
	0.0322	0.0121	0.0200	0.0080			
Racestypine	0.0602	0.0725	0.0124	0.0285	20	0.0475	0.0253
	0.0888	0.0646	0.0685	0.0403			
	0.0767	0.0282	0.0121	0.0322			
	0.0321	0.0323	0.0000	0.0623			
	0.0605	0.0323	0.0726	0.0722			
Dryz [®]	0.0202	0.0081	0.0320	0.0486	20	0.0253	0.0159
	0.0363	0.0565	0.0201	0.0000			
	0.0161	0.0305	0.0182	0.0000			
	0.0363	0.0161	0.0203	0.0400			
	0.0242	0.0401	0.0388	0.0403			
Expasyl [™]	0.0363	0.0565	0.0546	0.0422	20	0.0413	0.0217
	0.0121	0.0565	0.0421	0.0161			
	0.0564	0.0040	0.0449	0.0403			
	0.0565	0.0201	0.0162	0.0927			
	0.0443	0.0443	0.0206	0.0685			

ตาราง 15 แสดงผลการศึกษาดัวยสถิติเชิงพรรณนาของค่าเฉลี่ยของเสถียรภาพเชิงมิติของวัสดุพิมพ์ปากพอลิอีเทอร์ในกลุ่มตัวอย่าง 80 ชิ้น

สารห้ามเลือด ที่ใช้ในการ แยกเหงือก	เสถียรภาพเชิงมิติ (ร้อยละ)				จำนวน	Mean	SD
Control	-0.0726	0.0000	-0.0888	0.0000	20	-0.0299	0.0239
	-0.0242	-0.0403	0.0000	-0.0242			
	-0.0403	-0.0283	-0.0323	-0.0403			
	-0.0363	-0.0444	0.0000	-0.0121			
	-0.0525	-0.0081	-0.0242	-0.0282			
Racestypine	-0.0686	-0.0686	-0.0727	-0.0564	20	-0.0439	0.0258
	-0.0202	-0.0645	-0.0201	-0.0443			
	-0.0242	-0.0444	-0.0443	-0.0282			
	-0.0148	-0.0929	-0.0044	-0.0766			
	-0.0283	0.0000	-0.0565	-0.0484			
Dryz [®]	-0.1128	-0.0282	-0.0201	-0.0080	20	-0.0365	0.0335
	0.0000	-0.0161	-0.0282	-0.0161			
	-0.0443	-0.0282	-0.0645	-0.0201			
	-0.0604	-0.0161	-0.1008	-0.0161			
	-0.0968	-0.0363	0.0000	-0.0161			
Expasyl [™]	-0.0242	-0.0888	-0.0241	-0.1048	20	-0.0501	0.0301
	-0.0565	-0.0848	-0.0322	-0.0081			
	-0.0603	-0.0429	-0.0443	-0.0363			
	-0.0444	-0.0441	-0.0323	-0.1210			
	-0.0646	-0.0327	-0.0485	-0.0080			

ตาราง 16 แสดงผลการศึกษาดัวยสถิติเชิงพรรณนาของค่าเฉลี่ยของเสถียรภาพเชิงมิติของวัสดุพิมพ์ปากพอลิไวนิลไซลอคเซนอีเทอร์ในกลุ่มตัวอย่าง 80 ชิ้น

สารห้ามเลือด ที่ใช้ในการ แยกเหงือก	เสถียรภาพเชิงมิติ (ร้อยละ)				จำนวน	Mean	SD
Control	0.0000	0.0161	0.0040	0.0766	20	0.0340	0.0254
	0.0766	0.0080	0.0442	0.0161			
	0.0685	0.0685	0.0483	0.0484			
	0.0443	0.0282	0.0164	0.0323			
	0.0483	0.0080	0.0241	0.0040			
Racestypine	0.0403	0.0522	0.0403	0.0000	20	0.0234	0.0178
	0.0322	0.0564	0.0000	0.0121			
	0.0380	0.0120	0.0362	0.0161			
	0.0152	0.0484	0.0040	0.0120			
	0.0128	0.0161	0.0161	0.0080			
Dryz [®]	0.0760	0.0332	0.0081	0.0242	20	0.0504	0.0309
	0.0846	0.1128	0.0846	0.0080			
	0.1007	0.0403	0.0605	0.0484			
	0.0282	0.0201	0.0201	0.0332			
	0.0766	0.0686	0.0483	0.0322			
Expasyl [™]	0.0443	0.0927	0.0152	0.0121	20	0.0372	0.0332
	0.0564	0.0363	0.0354	0.0202			
	0.1008	0.0161	0.0121	0.0121			
	0.0121	0.0201	0.0202	0.0161			
	0.1250	0.0211	0.0201	0.0565			

ตาราง 17 แสดงการทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนโดยใช้การทดสอบของเลวีเน (Levene's test)

Levene statistic	Df1	Df2	Sig.
1.808	11	228	0.054

ตาราง 18 แสดงผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของข้อมูลด้วยสถิติความแปรปรวนสองทาง (Two-way ANOVA)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Corrected Model	.328 ^a	11	0.030	44.498	0.000	0.682
Intercept	0.028	1	0.028	41.330	0.000	0.153
Impression	0.310	2	0.155	231.147	0.000	0.670
Agent	0.001	3	0.000	0.323	0.809	0.004
Impression * Agent	0.018	6	0.003	4.369	0.000	0.103
Error	0.153	228	0.001			
Total	0.509	240				
Corrected Total	0.481	239				

ตาราง 19 แสดงการวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างกลุ่มข้อมูลด้วยสถิติทดสอบทูกีย์ (Tukey Honest Significant Different Test) เมื่อเปรียบเทียบระหว่างชนิดของสารห้ามเลือดที่ใช้ในการแยกเหงือก

Impression material	Gingival hemostatic retracting agents		Mean Difference	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
PVS	Control	Racestyptine	-0.017285	0.0066506	0.054	-0.034755	0.000185
		Dryz [®]	0.004845	0.0066506	0.885	-0.012625	0.022315
		Expasyl [™]	-0.011080	0.0066506	0.349	-0.028550	0.006390
	Racestyptine	Control	0.017285	0.0066506	0.054	-0.000185	0.034755
		Dryz [®]	.022130	0.0066506	0.007	0.004660	0.039600
		Expasyl [™]	0.006205	0.0066506	0.787	-0.011265	0.023675
	Dryz [®]	Control	-0.004845	0.0066506	0.885	-0.022315	0.012625
		Racestyptine	-.022130	0.0066506	0.007	-0.039600	-0.004660
		Expasyl [™]	-0.015925	0.0066506	0.087	-0.033395	0.001545
	Expasyl [™]	Control	0.011080	0.0066506	0.349	-0.006390	0.028550
		Racestyptine	-0.006205	0.0066506	0.787	-0.023675	0.011265
		Dryz [®]	0.015925	0.0066506	0.087	-0.001545	0.033395
PE	Control	Racestyptine	0.014065	0.0090345	0.409	-0.009667	0.037797
		Dryz [®]	0.006605	0.0090345	0.884	-0.017127	0.030337
		Expasyl [™]	0.020290	0.0090345	0.120	-0.003442	0.044022
	Racestyptine	Control	-0.014065	0.0090345	0.409	-0.037797	0.009667
		Dryz [®]	-0.007460	0.0090345	0.842	-0.031192	0.016272
		Expasyl [™]	0.006225	0.0090345	0.901	-0.017507	0.029957
	Dryz [®]	Control	-0.006605	0.0090345	0.884	-0.030337	0.017127
		Racestyptine	0.007460	0.0090345	0.842	-0.016272	0.031192
		Expasyl [™]	0.013685	0.0090345	0.434	-0.010047	0.037417
	Expasyl [™]	Control	-0.020290	0.0090345	0.120	-0.044022	0.003442
		Racestyptine	-0.006225	0.0090345	0.901	-0.029957	0.017507
		Dryz [®]	-0.013685	0.0090345	0.434	-0.037417	0.010047

ตาราง 19 (ต่อ)

Impression material	Gingival hemostatic retracting agents		Mean Difference	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
PVSE	Control	Racestyptine	0.010625	0.0086872	0.614	-0.012194	0.033444
		Dryz [®]	-0.016390	0.0086872	0.242	-0.039209	0.006429
		Expasyl TM	-0.003195	0.0086872	0.983	-0.026014	0.019624
	Racestyptine	Control	-0.010625	0.0086872	0.614	-0.033444	0.012194
		Dryz [®]	-.027015	0.0086872	0.014*	-0.049834	-0.004196
		Expasyl TM	-0.013820	0.0086872	0.390	-0.036639	0.008999
	Dryz [®]	Control	0.016390	0.0086872	0.242	-0.006429	0.039209
		Racestyptine	.027015	0.0086872	0.014*	0.004196	0.049834
		Expasyl TM	0.013195	0.0086872	0.431	-0.009624	0.036014
	Expasyl TM	Control	0.003195	0.0086872	0.983	-0.019624	0.026014
		Racestyptine	0.013820	0.0086872	0.390	-0.008999	0.036639
		Dryz [®]	-0.013195	0.0086872	0.431	-0.036014	0.009624

ตาราง 20 แสดงการวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างกลุ่มข้อมูลด้วยสถิติทดสอบทุกี่
เมื่อเปรียบเทียบเสถียรภาพเชิงมิติระหว่างชนิดของวัสดุพิมพ์ปากอีลาสโตเมอร์

Elastomeric impression materials		Mean Difference	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
PVS	PE	.0761550	0.0042501	0.000*	0.066131	0.086179
	PVSE	-0.0002250	0.0042501	0.998	-0.010249	0.009799
PE	PVS	-.0761550	0.0042501	0.000*	-0.086179	-0.066131
	PVSE	-.0763800	0.0042501	0.000*	-0.086404	-0.066356
PVSE	PVS	0.0002250	0.0042501	0.998	-0.009799	0.010249
	PE	.0763800	0.0042501	0.000*	0.066356	0.086404

บรรณานุกรม

1. Donovan TE, Gandara BK, Nemetz H. Review and survey of medicaments used with gingival retraction cords. J Prosthet Dent. 1985;53(4):525-31.
2. Revised American Dental Association Specification no. 19 for Non-aqueous, Elastomeric Dental Impression Materials. J Am Dent Assoc. 1977;94(4):733-41.
3. Land MF, Rosenstiel SF, Sandrik JL. Disturbance of the dentinal smear layer by acidic hemostatic agents. J Prosthet Dent. 1994;72(1):4-7.
4. Maischberger C, Stawarczyk B, von Hajmasy A, Liebermann A. Hemostatic gingival retraction agents and their impact on prosthodontic treatment steps: A narrative review. Quintessence Int. 2018;49(9):719-32.
5. Donovan TE, Chee WW. A review of contemporary impression materials and techniques. Dent Clin North Am. 2004;48(2):vi-vii, 445-70.
6. Vaishnav K, Patel P, Shah D, Maheta S. Effect of 3 Different Medicament on Dimensional Stability and Surface Detail Reproduction Of Polyvinyl Siloxane Impression Material. NJIRM. 2012;4(4):124-30.
7. Raipure P, Kharsan V. Comparative Evaluation of Dimensional Accuracy and Surface Detail Reproduction of Elastomeric Impression Material when Treated with Three Retraction Cord Medicaments : An In Vitro Study. Int J Dent Med Res. 2014 1(2):12-20.
8. O'Mahony A, Spencer P, Williams K, Corcoran J. Effect of 3 medicaments on the dimensional accuracy and surface detail reproduction of polyvinyl siloxane impressions. Quintessence Int. 2000;31(3):201-6.
9. de Camargo LM, Chee WW, Donovan TE. Inhibition of polymerization of polyvinyl siloxanes by medicaments used on gingival retraction cords. J Prosthet Dent. 1993;70(2):114-7.
10. Machado CE, Guedes CG. Effects of sulfur-based hemostatic agents and gingival retraction cords handled with latex gloves on the polymerization of polyvinyl siloxane impression materials. J Appl Oral Sci. 2011;19(6):628-33.
11. Sabio S, Franciscone PA, Mondelli J. Effect of conventional and experimental

gingival retraction solutions on the tensile strength and inhibition of polymerization of four types of impression materials. *J Appl Oral Sci.* 2008;16(4):280-5.

12. Huang C, Somar M, Li K, Mohadeb JVN. Efficiency of Cordless Versus Cord Techniques of Gingival Retraction: A Systematic Review. *J Prosthodont.* 2017;26(3):177-85.

13. Bhuwadeshwer Pandey MS, Chandna Nair, Farah Ahmed, Zainab Khan. Gingival Retraction Methods for Fabrication of Fixed Partial Denture: Literature Review. *Journal of Dental Sciences and Oral Rehabilitation* 2016;7:105-9.

14. Bennani V, Inger M, Aarts JM. Comparison of pressure generated by cordless gingival displacement materials. *J Prosthet Dent.* 2014;112(2):163-7.

15. Bowles WH, Tardy SJ, Vahadi A. Evaluation of new gingival retraction agents. *J Dent Res.* 1991;70(11):1447-9.

16. Tarighi P, Khoroushi M. A review on common chemical hemostatic agents in restorative dentistry. *Dent Res J (Isfahan).* 2014;11(4):423-8.

17. Kunio NR, Schreiber MA. Topical Hemostatic Agents. *Consultative Hemostasis and Thrombosis: Third Edition.* 2013:538-45.

18. M BKG. Hemostatics, astringents and gingival retraction cords In: Ciancio SG, ed. *ADA Guide to Dental Therapeutics 2nd* 2000:104-18.

19. Burrell KH, Glick M. Hemostatics, astringents and gingival retraction cords. In: Ciancio SG, ed. . *ADA guide to dental therapeutics 2nd ed* Chicago: American Dental Association. 2000:104-18.

20. Council on Dental Therapeutics of the American Dental Association. Hemostatics and astringents. In: *Accepted dental therapeutics.* 40th ed. Chicago. American Dental Association. 1984:334-41.

21. Conrad HJ, Holtan JR. Internalized discoloration of dentin under porcelain crowns: a clinical report. *J Prosthet Dent.* 2009;101(3):153-7.

22. Nowakowska D, Saczko J, Kulbacka J, Choromanska A. Dynamic oxidoreductive potential of astringent retraction agents. *Folia Biol (Praha).* 2010;56(6):263-8.

23. Bernades Kde O, Hilgert LA, Ribeiro AP, Garcia FC, Pereira PN. The influence of

hemostatic agents on dentin and enamel surfaces and dental bonding: a systematic review. *J Am Dent Assoc.* 2014;145(11):1120-8.

24. Land MF, Couri CC, Johnston WM. Smear layer instability caused by hemostatic agents. *J Prosthet Dent.* 1996;76(5):477-82.

25. Kuphasuk W, Harnirattisai C, Senawongse P, Tagami J. Bond strengths of two adhesive systems to dentin contaminated with a hemostatic agent. *Oper Dent.* 2007;32(4):399-405.

26. Sakaguchi RL, Powers JM. *Craig's restorative dental materials*. Philadelphia: Mosby Elsevier; 2012. 293 p.

27. Chee WW, Donovan TE. Polyvinyl siloxane impression materials: a review of properties and techniques. *J Prosthet Dent.* 1992;68(5):728-32.

28. Replicating Materials: Impression and casting. In: Sakaguchi R, Ferracane J, Powers J, editors. *Craig's RESTORATIVE DENTAL MATERIALS*. 14th ed. St. Louis, Missouri: Elsevier; 2019. p. 229-99.

29. Reitz CD, Clark NP. The setting of vinyl polysiloxane and condensation silicone putties when mixed with gloved hands. *J Am Dent Assoc.* 1988;116(3):371-5.

30. Cook WD, Thomasz F. Rubber gloves and addition silicone materials. Current note no. 64. *Aust Dent J.* 1986;31(2):140.

31. Noonan JE, Goldfogel MH, Lambert RL. Inhibited set of the surface of addition silicones in contact with rubber dam. *Oper Dent.* 1985;10(2):46-8.

32. Kimoto K, Tanaka K, Toyoda M, Ochiai KT. Indirect latex glove contamination and its inhibitory effect on vinyl polysiloxane polymerization. *J Prosthet Dent.* 2005;93(5):433-8.

33. Donovan TE, Sulaiman TA, Oliveira GMS, Bayne SC, Thompson JY. *Dental Biomaterials. Sturdevant's Art and Science of Operative Dentistry*. 7th ed. St. Louis, Missouri: Elsevier; 2019. p. 453-510.

34. Mandikos MN. Polyvinyl siloxane impression materials: An update on clinical use. *Australian Dental Journal.* 1998;43(6):428-34.

35. Ud Din S, Parker S, Braden M, Tomlins P, Patel M. Experimental hydrophilic vinyl polysiloxane (VPS) impression materials incorporating a novel surfactant compared with

commercial VPS. Dent Mater. 2017;33(8):e301-e9.

36. Shen C. Impression Materials. In: Anusavice KJ, editor. Philips' Science of Dental Materials. 11th ed. St. Louis, Missouri: Elsevier; 2003. p. 205-54.

37. Shetty RM, Bhandari GR, Mehta D. Vinyl polysiloxane ether: A breakthrough in elastomeric impression material. World Journal of Dentistry. 2014;5:134-7.

38. Identium® Light [Internet]. Kettenbach. 2018. Available from: <https://occludeuk.com/wp-content/uploads/2018/06/Product-Guidelines-Identium-Light.pdf>.

39. Stober T, Johnson GH, Schmitter M. Accuracy of the newly formulated vinyl siloxanether elastomeric impression material. J Prosthet Dent. 2010;103(4):228-39.

40. Nowakowska D, Raszewski Z. Effect of gingival margin retraction agents on the polymerization time of the vinylsiloxanether impression elastomer in rheometer study. J Stoma. 2011;64(11):887-94.

41. Nowakowska D, Raszewski Z, Saczko J, Kulbacka J, Wieckiewicz W. Polymerization time compatibility index of polyvinyl siloxane impression materials with conventional and experimental gingival margin displacement agents. J Prosthet Dent. 2014;112(2):168-75.

42. Nowakowska D, Raszewski Z, Zietek M, Saczko J, Kulbacka J, Wieckiewicz W. The Setting Time of Polyether Impression Materials after Contact with Conventional and Experimental Gingival Margin Displacement Agents. J Prosthodont. 2018;27(2):182-8.

43. Al-Sowaygh ZH. The effect of various interim fixed prosthodontic materials on the polymerization of elastomeric impression materials. J Prosthet Dent. 2014;112(2):176-81.

44. Jones RH, Cook GS, Moon MG. Effect of provisional luting agents on polyvinyl siloxane impression material. J Prosthet Dent. 1996;75(4):360-3.

45. Petrie CS, Walker MP, O'Mahony A M, Spencer P. Dimensional accuracy and surface detail reproduction of two hydrophilic vinyl polysiloxane impression materials tested under dry, moist, and wet conditions. J Prosthet Dent. 2003;90(4):365-72.

46. Walker MP, Petrie CS, Haj-Ali R, Spencer P, Dumas C, Williams K. Moisture effect on polyether and polyvinylsiloxane dimensional accuracy and detail reproduction. J

Prosthodont. 2005;14(3):158-63.

47. Nassar U, Chow AK. Surface Detail Reproduction and Effect of Disinfectant and Long-Term Storage on the Dimensional Stability of a Novel Vinyl Polyether Silicone Impression Material. *J Prosthodont*. 2015;24(6):494-8.
48. Khatri M, Mantri SS, Deogade SC, Bhasin A, Mantri S, Khatri N, et al. Effect of Chemical Disinfection on Surface Detail Reproduction and Dimensional Stability of a New Vinyl Polyether Silicone Elastomeric Impression Material. *Contemp Clin Dent*. 2020;11(1):10-4.
49. Nassar U, Flores-Mir C, Heo G, Torrealba Y. The effect of prolonged storage and disinfection on the dimensional stability of 5 vinyl polyether silicone impression materials. *J Adv Prosthodont*. 2017;9(3):182-7.
50. Singh R, Singh J, Gambhir RS, Singh R, Nanda S. Comparison of the effect of different medicaments on surface reproduction of two commercially available Polyvinyl Siloxane impression materials - An Invitro Study. *J Clin Exp Dent*. 2013;5(3):e138-43.
51. Abduljabbar TS, Al Amri MD, Al Rifaiy MQ, Al-Sowygh ZH, Vohra FA, Balous MA, et al. Effects of Gingival Retraction Paste and Subsequent Cleaning with Hydrogen Peroxide on the Polymerization of Three Elastomeric Impression Materials: An In Vitro Study. *J Prosthodont*. 2019;28(6):709-14.
52. Vohra F, Altokhais F, Thafrah AB, Alsaif K, Alyahya A, Alsahhaf A, et al. Effect of contemporary retraction agents and cleaning with hydrogen peroxide on the polymerization of elastomeric impression materials. *J Appl Biomater Funct Mater*. 2020;18:1-8.
53. Maischberger C, Liebermann A, Stawarczyk B. The Effect of Hemostatic Agents on the Retention Strength of Zirconia Crowns Luted to Dentin Abutments. *Materials (Basel)*. 2019;12(6).
54. Reynolds EC. Contents of toothpaste - safety implications. *Aust Prescr*. 1994;17:49-51.
55. Stark FO, Falender JR, Wright AP. Silicones. *Comprehensive Organometallic Chemistry* 1982. p. 305-63.

56. Menees TS, Radhakrishnan R, Ramp LC, Burgess JO, Lawson NC. Contact angle of unset elastomeric impression materials. *J Prosthet Dent*. 2015;114(4):536-42.
57. McMurry JE. *Fundamentals of organic chemistry*. 7th ed 2010. p. 256-93.
58. Poulis N, Prombonas A, Yannikakis S, Karampotsos T, Katsarou MS, Drakoulis N. Preliminary SEM Observations on the Surface of Elastomeric Impression Materials after Immersion or Ozone Disinfection. *J Clin Diagn Res*. 2016;10(12):ZC01-ZC5.
59. Watanabe M, Mizukami K. Well-Ordered Wrinkling Patterns on Chemically Oxidized Poly(dimethylsiloxane) Surfaces. *Macromolecules*. 2012;45:7128-34.
60. Shih T-K, Ho J-R, Chen C-F, Whang W-T, Chen C-C. Topographic control on silicone surface using chemical oxidization method. *Appl Surf Sci*. 2007;253:9381-86.
61. Dentistry - Elastomeric impression materials ISO 4823 International standard. 2015:1-39.
62. Rosenstiel SF, Land MF, Fujimoto J. Tissue management and impression making. *Contemporary fixed prosthodontics*. 5th ed. St. Louis, Missouri: Elsevier; 2016. p. 367-400.
63. Laufer BZ, Baharav H, Ganor Y, Cardash HS. The effect of marginal thickness on the distortion of different impression materials. *J Prosthet Dent*. 1996;76(5):466-71.

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	ณัฐธิดา โชควัฒนพรชัย
วัน เดือน ปี เกิด	9 เมษายน 2535
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานคร
วุฒิการศึกษา	พ.ศ.2559 ทันตแพทยศาสตรบัณฑิต จากมหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านเลขที่ 908/1 หมู่ 15 ตำบลบ่อแฮ้ว อำเภอเมือง จังหวัดลำปาง 52100

