

อิทธิพลของการฝึกเนื้อฟันทันทีด้วยสารยึดติดเซลล์โพทซ์ที่มีผลต่อการบ่มตัวของวัสดุพิมพ์ฟัน



นายเอกลักษณ์ หวังหงส์หิรัญ

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย

The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR)
are the thesis authors' files submitted through the University Graduate School.

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาทันตกรรมประดิษฐ์ ภาควิชาทันตกรรมประดิษฐ์

คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2560

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

THE INFLUENCE OF IMMEDIATE DENTIN SEALING WITH SELF-
ETCHING ADHESIVE ON POLYMERIZATION OF DENTAL IMPRESSION MATERIAL

Mr. Akekaluck Hwanghonghirun



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

Department of Prosthodontics

Faculty of Dentistry

Chulalongkorn University

Academic Year 2017

Copyright of Chulalongkorn University

5775834532 : MAJOR PROSTHODONTICS

KEYWORDS: DENTIN SEALING / BONDING AGENT / POLYVINYL SILOXANE

AKEKALUCK HWANGHONGHIRUN: THE INFLUENCE OF IMMEDIATE DENTIN SEALING WITH SELF-ETCHING ADHESIVE ON POLYMERIZATION OF DENTAL IMPRESSION MATERIAL. ADVISOR: ASST. PROF. NIYOM THAMRONGANANSKUL, Ph.D., 86 pp.

Abstract

Objective: The purpose of this study was to determine whether dentin sealing agents had an effect on curing process of polyvinyl siloxane and polyether impression material. Materials and methods: 225 carries free human molar teeth were vertically embedded in plastic tube, leaving clinical crown evenly exposed above the acrylic surface. Occlusal table were removed perpendicular to the long axis and flat surfaces of dentin were exposed with a slow speed diamond saw. The specimens were divided into 4 groups (n=55) according to surface treatments: sealing with self-etching systems Xeno V plus and Single bond universal under oxygen (group1); sealing with self-etching systems under nitrogen (group2); no treatment (group 3); wipe with alcohol after sealing self-etching systems (group 4). After bonding agent applying, the specimens were cured with visible light curing units then polyvinyl siloxane impression material was mixed and applied on dentin surface and left it 6 minutes. The impression materials were examined by the stereo microscopy. Ten specimens from each group were measured using pH meter and the remaining five specimens from each group were analyzed element on dentin surface by EDMX function of scanning electron microscopy. Results: The pH value of adhesives had the same. From stereo microscopy, one hundred percent of impression materials at interface attached to bonding agent in group 1 and group 2 (Xeno V plus) were inhibited curing process. For EDMX analysis, sulfur elements were found on sealed dentin in the Xeno V plus only. Conclusion: The Xeno V plus bonding agent affected the curing process of polyvinyl siloxane impression material.

Department: Prosthodontics

Student's Signature

Field of Study: Prosthodontics

Advisor's Signature

Academic Year: 2017

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลือและการให้คำแนะนำเป็นอย่างดีจาก รองศาสตราจารย์ ทันตแพทย์ ดร. นิยม อารังคือนันต์สกุล ผู้เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณอาจารย์เป็นอย่างยิ่งที่ได้กรุณาจุดประกายความคิดและสละเวลาอันมีค่าในการให้คำปรึกษาอันมีประโยชน์อย่างยิ่งต่องานวิจัย สนับสนุนวัสดุ อุปกรณ์และทำให้ขั้นตอนต่างๆในการดำเนินงานมีความราบรื่น และช่วยแก้ไขข้อบกพร่องในการทำวิทยานิพนธ์จนเป็นที่เรียบร้อย

ขอกราบขอบพระคุณคณะกรรมการทุกท่าน ที่กรุณาให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัย และแก้ไขวิทยานิพนธ์จนสำเร็จลุล่วงด้วยดี

ขอบคุณเจ้าหน้าที่ในศูนย์วิจัยทันตวัสดุทุกท่านที่อำนวยความสะดวกตลอดระยะเวลาการทำงานวิจัย

สุดท้ายผู้วิจัยใคร่ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และทุกคนในครอบครัวของผู้วิจัย รวมทั้งเพื่อนๆทุกคน ที่ได้ให้ความช่วยเหลือ สนับสนุน และเป็นกำลังใจสำคัญตลอดเวลา ขอขอบคุณครูและอาจารย์ทุกท่านที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาจนสามารถสร้างสรรค์วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ทำให้ผู้เขียนสามารถทำวิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี และขอกราบขอบพระคุณผู้มีพระคุณทั้งหมดที่ไม่สามารถกล่าวนามได้ในที่นี้ ข้าพเจ้าจึงขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ ที่นี้ด้วย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฅ
สารบัญรูปภาพ.....	ญ
บทที่ 1 บทนำ	12
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	12
คำถามงานวิจัย	15
สมมุติฐานงานวิจัย	15
วัตถุประสงค์งานวิจัย	15
รูปแบบการวิจัย	16
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	17
ส่วนประกอบของเนื้อหา	17
สารยัตติตทางทันตกรรม.....	20
<u>ระบบโททอลเอทซ์</u>	20
<u>ระบบเซลฟ์เอทซ์</u>	22
วัสดุพิมพ์ฟัน	24
<u>วัสดุพิมพ์ฟันซิลิโคน</u>	25
<u>วัสดุพิมพ์ฟันพอลิอีเทอร์</u>	26
การฉีกเนื้อฟันโดยทันที	27
บทที่ 3 วัสดุและวิธีการเก็บข้อมูล.....	33

การสร้างสภาวะแก๊สไนโตรเจนในตู้ทดสอบ	40
การผิ๊งเนื้อพินโดยทันทีด้วยสารยัดติด	41
การวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)	42
การทดสอบการก่อตัวของวัสดุพิมพ์พินพอลิอีเทอร์และพอลิไวนิลไซลอกเซน	42
การหาราคาตุนบผิวพินที่ทาด้วยสารยัดติดด้วยกล้องอเล็กโตรนส่องกราด	44
บทที่ 4 ผลการศึกษา	45
ผลการทดสอบการของก่อตัวของวัสดุพิมพ์พิน	45
ผลการการวัดค่าความเป็นกรด-ด่างของการผิ๊งเนื้อพินโดยทันทีด้วยสารยัดติดเซลฟ์เอทซ์	59
ผลการตรวจหาราคาตุนบผิวพินหลังจากการผิ๊งเนื้อพินโดยทันทีด้วยสารยัดติดเซลฟ์เอทซ์	59
บทที่ 5 การอภิปรายผลการวิจัย	66
บทที่ 6 สรุปผลการวิจัย ข้อเสนอแนะ	78
สรุปผลการวิจัย	78
ข้อเสนอแนะ	78
รายการอ้างอิง	79
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์	86

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
ตารางที่ 1. แสดงการศึกษานำร่องของค่าความเป็นกรด-ด่างและวัสดุพิมพ์ฟัน	32
ตารางที่ 2. แสดงสารยึดติดเซลฟ์เอทซ์ที่ใช้ในการศึกษา	33
ตารางที่ 3. แสดงกลุ่มการฉีกเนื้อฟันโดยทันทีด้วยสารยึดติดเซลฟ์เอทซ์ที่ทำการศึกษาจำนวนทั้งหมด 225 ซี่	36
ตารางที่ 4. การฉีกเนื้อฟันโดยทันทีด้วยสารยึดติดเซลฟ์เอทซ์ชนิดซีโนไฟฟฟ์พลัสต่อการยับยั้งการก่อตัวของวัสดุพิมพ์ฟันจากจำนวนทั้งหมด 80 ซี่	38
ตารางที่ 5. การฉีกเนื้อฟันโดยทันทีด้วยสารยึดติดเซลฟ์เอทซ์ชนิดซิงเกิลบอนด์ยูนิเวอร์ซอลต่อการยับยั้งการก่อตัวของวัสดุพิมพ์ฟันจากจำนวนทั้งหมด 80 ซี่	39
ตารางที่ 6. การวัดผลของการก่อตัวของวัสดุพิมพ์ฟันชนิดพอลิไวนิลไซลอกเซนกับการฉีกเนื้อฟันโดยทันทีด้วยสารยึดติดเซลฟ์เอทซ์ชนิดซีโนไฟฟฟ์พลัสจากจำนวนทั้งหมด 40 ซี่	46
ตารางที่ 7. การวัดผลของการก่อตัวของวัสดุพิมพ์ฟันพอลิอีเทอร์กับฉีกเนื้อฟันโดยทันทีด้วยสารยึดติดเซลฟ์เอทซ์ชนิดซีโนไฟฟฟ์พลัสจากจำนวนทั้งหมด 40 ซี่	47
ตารางที่ 8. การวัดผลของการก่อตัวของวัสดุพิมพ์ฟันชนิดพอลิไวนิลไซลอกเซนกับการฉีกเนื้อฟันโดยทันทีด้วยสารยึดติดเซลฟ์เอทซ์ชนิดซิงเกิลบอนด์ยูนิเวอร์ซอลจากจำนวนทั้งหมด 40 ซี่	49
ตารางที่ 9. การวัดผลของการก่อตัวของวัสดุพิมพ์ฟันชนิดพอลิอีเทอร์กับการฉีกเนื้อฟันโดยทันทีด้วยสารยึดติดเซลฟ์เอทซ์ชนิดซิงเกิลบอนด์ยูนิเวอร์ซอลจากจำนวนทั้งหมด 40 ซี่	50
ตารางที่ 10. การวัดหาค่าความเป็นกรด-ด่างของสารยึดติด	60
ตารางที่ 11. การตรวจธาตุบนผิวฟันในหนึ่งซี่ที่ทาสารยึดติดเซลฟ์เอทซ์ชนิดซีโนไฟฟฟ์พลัส	61
ตารางที่ 12. การตรวจธาตุบนผิวฟันในหนึ่งซี่ที่ทาสารยึดติดเซลฟ์เอทซ์ชนิดซิงเกิลบอนด์ยูนิเวอร์ซอล	63

สารบัญรูปภาพ

ภาพที่	หน้า
ภาพที่ 1. แสดงการสร้างสภาวะแก๊สไนโตรเจนในตู้ทดสอบ.....	40
ภาพที่ 2. แสดงการวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)	42
ภาพที่ 3. แสดงการทดสอบการก่อตัวของวัสดุพิมพ์ฟันโดยสาลীগ้านเช็ดผิวของวัสดุพิมพ์ฟัน	43
ภาพที่ 4. แสดงภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอกำลังขยาย 40 เท่า แสดงลักษณะผิวฟันที่ถูกฉีกด้วยสารยึดติดเซลล์เอทซ์ที่ไม่เกิดขึ้นเหนียว ๆ ของโอไอเอลอยู่ที่ผิวฟัน (A) และผิวฟันที่ถูกฉีกด้วยสารยึดติดเซลล์เอทซ์ที่เกิดขึ้นเหนียว ๆ ของโอไอเอลอยู่ที่ผิวฟัน (B).....	51
ภาพที่ 5. แสดงภาพถ่ายกล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอกำลังขยาย 10 เท่า แสดงลักษณะการก่อตัวไม่สมบูรณ์ของวัสดุพิมพ์ฟันพอลิไวนิลไซลอกเซนที่ผิวหน้าสัมผัสกับสารยึดติดเซลล์เอทซ์ชนิดซีโนไฟฟฟัลสในสภาวะที่มีไนโตรเจน (A) ลักษณะการก่อตัวไม่สมบูรณ์ที่ผิวหน้าสัมผัสกับสารยึดติดเซลล์เอทซ์ชนิดซีโนไฟฟฟัลสที่มีชั้นโอไอเอล (B) ลักษณะการก่อตัวสมบูรณ์ที่ผิวหน้าไม่ได้สัมผัสกับสารยึดติดใด ๆ (C) ลักษณะการก่อตัวสมบูรณ์ที่ผิวหน้าสัมผัสกับสารยึดติดเซลล์เอทซ์ชนิดซีโนไฟฟฟัลสที่มีการเช็ดด้วยแอลกอฮอล์	53
ภาพที่ 6. แสดงภาพถ่ายกล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอกำลังขยาย 10 เท่า แสดงลักษณะการก่อตัวสมบูรณ์ของวัสดุพิมพ์ฟันพอลิไวนิลไซลอกเซนที่ผิวหน้าสัมผัสกับสารยึดติดเซลล์เอทซ์ชนิดซิงเกิลบอนด์ยูนิเวอร์ซอลในสภาวะที่มีไนโตรเจน (A) ลักษณะการก่อตัวไม่สมบูรณ์ที่ผิวหน้าสัมผัสกับสารยึดติดเซลล์เอทซ์ชนิดซิงเกิลบอนด์ยูนิเวอร์ซอลที่มีชั้นโอไอเอล (B) ลักษณะการก่อตัวสมบูรณ์ที่ผิวหน้าไม่ได้สัมผัสกับสารยึดติดใด ๆ (C) ลักษณะการก่อตัวสมบูรณ์ที่ผิวหน้าสัมผัสกับสารยึดติดเซลล์เอทซ์ชนิดซิงเกิลบอนด์ยูนิเวอร์ซอลที่มีการเช็ดด้วยแอลกอฮอล์	55
ภาพที่ 7. แสดงภาพถ่ายกล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอกำลังขยาย 10 เท่า แสดงลักษณะลักษณะการก่อตัวสมบูรณ์ของวัสดุพิมพ์ฟันพอลิอีเทอร์ที่ผิวหน้าสัมผัสกับสารยึดติดเซลล์เอทซ์ชนิดซีโนไฟฟฟัลสในสภาวะที่มีไนโตรเจน (A) ลักษณะการก่อตัวสมบูรณ์ที่ผิวหน้าสัมผัสกับสารยึดติดเซลล์เอทซ์ชนิดซีโนไฟฟฟัลสที่มีชั้นโอไอเอล (B) ลักษณะการก่อตัวสมบูรณ์ที่ผิวหน้าไม่ได้สัมผัสกับสารยึดติดใด ๆ (C) ลักษณะการก่อตัวสมบูรณ์ที่ผิวหน้าสัมผัสกับสารยึดติดเซลล์เอทซ์ชนิดซีโนไฟฟฟัลสที่มีการเช็ดด้วยแอลกอฮอล์	56

ภาพที่ 8. แสดงภาพถ่ายกล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอกำลังขยาย 10 เท่า แสดงลักษณะการก่อตัวสมบูรณ์ของวัสดุพิมพ์ฟันพอลิเอเทอร์ที่ผิวหน้าสัมผัสกับสารยึดติดเซลฟ์เอทซ์ชนิดซิงเกิลบอนด์ยูนิเวอร์ซอลในสภาวะที่มีไนโตรเจน (A) ลักษณะการก่อตัวสมบูรณ์ที่ผิวหน้าสัมผัสกับสารยึดติดเซลฟ์เอทซ์ชนิดซิงเกิลบอนด์ยูนิเวอร์ซอลที่มีชั้นโอไอเอล (B) ลักษณะการก่อตัวสมบูรณ์ที่ผิวหน้าไม่ได้สัมผัสกับสารยึดติดใด ๆ (C) ลักษณะการก่อตัวสมบูรณ์ที่ผิวหน้าสัมผัสกับสารยึดติดเซลฟ์เอทซ์ชนิดซิงเกิลบอนด์ยูนิเวอร์ซอลที่มีการเช็ดด้วยแอลกอฮอล์58

ภาพที่ 9. แสดงการตรวจด้วยกล้องอิเล็กตรอนส่องกราดฟังก์ชันอีดีเอ็มเอ็กซ์ หาหมู่ธาตุบนผิวฟันหลังฉีกเนื้อฟันด้วยสารยึดติดเซลฟ์เอทซ์ชนิดซีโนไฟฟฟัส พบหมู่ธาตุซิลเฟอร์อยู่ร้อยละ 0.78.....62

ภาพที่ 10. แสดงการตรวจด้วยกล้องอิเล็กตรอนส่องกราดฟังก์ชันอีดีเอ็มเอ็กซ์ หาหมู่ธาตุบนผิวฟันหลังฉีกเนื้อฟันด้วยสารยึดติดเซลฟ์เอทซ์ชนิดซิงเกิลบอนด์ยูนิเวอร์ซอล ไม่พบหมู่ธาตุซิลเฟอร์อยู่ในส่วนประกอบ64

ภาพที่ 11. แสดงการตรวจด้วยกล้องอิเล็กตรอนส่องกราดฟังก์ชันอีดีเอ็มเอ็กซ์ หาหมู่ธาตุบนผิวฟันที่ไม่ได้ฉีกด้วยสารใดๆ ไม่พบหมู่ธาตุซิลเฟอร์อยู่บนผิวฟัน.....65

ภาพที่ 12. แสดงผิวของวัสดุพิมพ์ชนิดพอลิเอเทอร์ ที่เกิดการก่อตัวที่ไม่สมบูรณ์ เมื่อด้านที่สัมผัสกับกรดน้ำสัสมายซู ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำกว่าตั้งแต่ 4 ลงไป.....72

ภาพที่ 13. แสดงผิวของวัสดุพิมพ์ชนิดพอลิไวนิลไซลอคเซน ที่เกิดการก่อตัวที่สมบูรณ์ เมื่อด้านที่สัมผัสกับทุกค่าของความเป็นกรด-ด่างในกรดน้ำสัสมายซู.....74

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การบูรณะด้วยชิ้นงานที่ผลิตจากห้องปฏิบัติการ (indirect restoration) มีขั้นตอนที่ประกอบไปด้วยการกรอเตรียมฟันสำหรับชิ้นงาน และหลังจากการกรอเตรียมฟันจะมีการพิมพ์ปากขั้นสุดท้ายระหว่างรอรอบฟัน หรือสะพานฟัน จำเป็นต้องใส่ครอบฟันหรือสะพานฟันชั่วคราว และเมื่อได้ชิ้นงานมาแล้วก็จะยึดชิ้นงานด้วยเรซินซีเมนต์ซึ่งเป็นขั้นตอนการทำงานโดยทั่วไป และได้มีการแนะนำขั้นตอนที่แตกต่างออกไปที่ถูกนำเสนอตั้งแต่ปี 1992 ที่เรียกว่า “การฉีกเนื้อฟันโดยทันที (immediate dentin sealing)” ที่มีขั้นตอนให้ฉีกเนื้อฟันทันทีด้วยสารยึดติด (dentin bonding agents) หลังจากที่มีการกรอเตรียมเนื้อฟันใหม่ ๆ ก่อนที่จะทำการพิมพ์ปาก⁽¹⁾ ด้วยเหตุผลในขั้นตอนของการกรอเตรียมฟันที่มีการตัดฟันเพื่อเป็นที่อยู่ของชิ้นงาน ซึ่งมีโอกาสอย่างมากที่จะตัดโดนส่วนของเนื้อฟันอย่างที่ไม่หลีกเลี่ยงไม่ได้ ประโยชน์ของการฉีกเนื้อฟันโดยทันทีภายหลังการกรอเตรียมเนื้อฟัน ประการแรกหลังจากการกรอเตรียมฟันจะมีการเผยของเนื้อฟันเกิดขึ้นซึ่งจะเป็นช่องทางให้แบคทีเรียเข้าสู่ท่อเนื้อฟัน (dentinal tubule) ส่งผลต่อการตอบสนองให้เนื้อเยื่อโพรงประสาทฟันจนเกิดกระบวนการอักเสบ ในส่วนของฟันธรรมชาติที่ยังมีชีวิตก็อาจจะเจอปัญหาของอาการเสียวฟันจาก

การเผยของเนื้อฟัน ประการที่สองในการฉีกเนื้อฟันโดยทันที่จะสามารถเพิ่มแรงยึดติดได้ จากการป้องกันไม่ให้เนื้อฟันเกิดการปนเปื้อนของแบคทีเรียระหว่างใส่ครอบฟันและสะพานฟันชั่วคราว⁽¹⁾ สารยึดติดที่ใช้ในการฉีกเนื้อฟันโดยทันที่จะมีการเลือกใช้สารยึดติดอยู่ 2 กลุ่ม ในกลุ่มแรกคือระบบโททอลเอทช์ (total etch) ซึ่งระบบนี้จะมีการกำจัดชั้นสเมียร์ (smear layer) บนผิวฟันออกทั้งหมด ที่มีขั้นตอนในการทำโดยใช้กรดกัดแล้วล้างน้ำออก หลังจากนั้นก็ทำส่วนที่เป็นมอโนเมอร์โดยมอโนเมอร์จะแทรกซึมเข้าไปในส่วนภายในท่อเนื้อฟัน (inter tubular) และบริเวณรอบ ๆ ท่อเนื้อฟัน (intratubular) เกิดการสร้างเรซินแท็ก (resin tag) ในส่วนของท่อเนื้อฟัน ซึ่งให้ค่าแรงยึดที่ดี แต่มีข้อควรระวังในการทำแต่ละขั้นตอนซึ่งต้องการความระมัดระวังเป็นอย่างยิ่ง⁽²⁾ ถ้าหากขั้นตอนในการใช้กรดปรับสภาพชั้นเคลือบฟันไม่เพียงพอ (under-etch) จะส่งผลให้ค่าแรงยึดติดลดลงได้ และถ้าส่วนของเนื้อฟันถูกกรดปรับสภาพยาวนานเกินกว่าระยะเวลาที่กำหนด (over-etch) ก็จะทำให้ค่าแรงยึดติดได้เช่นกัน เพราะการทิ้งกรดไว้นานก็จะก่อให้เกิดผลที่ไม่พึงประสงค์ จากการที่ส่วนของเรซินไม่สามารถแทรกซึมลงไปแทนที่ส่วนที่เกิดการละลายในส่วนที่ลึกที่สุดได้ และก็จะเกิดเป็นช่องว่างขึ้นตรงบริเวณชั้นที่มีเส้นใยคอลลาเจนที่ปราศจากการห่อหุ้มด้วยเรซินของการยึดติดแล้วส่งผลให้เกิดการรั่วซึมระดับจุลภาค (nanoleakage) และหากมีของเหลวเคลื่อนไหวภายในช่องว่างนี้อาจจะทำให้เกิดอาการเสียวฟันได้ภายหลัง (post-operative sensitivity)⁽³⁾ ในกลุ่มที่สองคือระบบเซลฟ์เอทช์ (self-etching) ที่ถูกพัฒนาแก้ไขระบบของโททอลเอทช์ เป็นการลดขั้นตอนการทาสารยึดติดให้มีความง่าย

ขึ้นโดยที่ระบบเซลฟ์เอทซ์ จะมีการละลายแร่ธาตุเนื้อฟัน (demineralized dentin) และเกิดการแทรกตัวของเรซินมอนอเมอร์ (adhesive monomer infiltrate) ไปพร้อม ๆ กัน ผ่านชั้นสเมียร์ ซึ่งจะไม่เกิดช่องว่างจากการทาสารยึดติดในระบบของเซลฟ์เอทซ์และยังลดโอกาสที่ผู้ป่วยจะเกิดอาการเสียวฟันภายหลังได้ โดยสารยึดติดเซลฟ์เอทซ์จะสามารถแบ่งออกเป็นกลุ่ม ๆ ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ที่แตกต่างกัน^(4, 5) และนอกจากนี้ยังพบว่าสารยึดติดในระบบเซลฟ์เอทซ์บางบริษัทยังมีคุณลักษณะเป็นเทอনারีรีดอกซ์ (ternary redox) ที่ผู้ผลิตได้ใส่กรดเกลือของซัลไฟแนต เพื่อช่วยให้มีค่าแรงยึดที่ดีขึ้น⁽⁶⁻⁸⁾ และในภายหลังจากการฉายแสงให้เกิดสายโซ่พอลิเมอร์ (polymer chain) แล้วที่ผิวเนื้อฟันจะพบชั้นของมอนอเมอร์ที่เรียกว่า “ชั้นที่ถูกการยับยั้งโดยออกซิเจน (oxygen inhibited layer ,OIL) หรือเรียกสั้น ๆ ว่าโอไอเอล” โดยชั้นนี้จะเป็นส่วนของมอนอเมอร์ที่หลงเหลืออยู่จากการทำปฏิกิริยากับออกซิเจน ซึ่งเป็นชั้นที่มีลักษณะเหนียว ๆ ติดอยู่บนผิวของเนื้อฟัน และเป็นผลให้ไปยับยั้งการก่อตัวของวัสดุพิมพ์ฟันที่เป็นพอลิไวนิลไซลอคเซนหรือพอลิอีเทอร์ในขั้นตอนการพิมพ์ปากครั้งสุดท้าย ซึ่งได้มีคำอธิบายว่าการที่วัสดุพิมพ์ฟันทั้งพอลิไวนิลไซลอคเซนและพอลิอีเทอร์นั้นถูกยับยั้ง เป็นผลมาจากชั้นที่มีลักษณะเหนียว ๆ ที่ประกอบไปด้วยส่วนของเรซินมอนอเมอร์ที่หลงเหลืออยู่ในสารยึดติด^(9, 10) จึงได้มีวิธีการกำจัดชั้นนี้ออกก่อนในขั้นตอนการพิมพ์ปากครั้งสุดท้าย ซึ่งสามารถทำได้หลายวิธี เช่นการป้องกันการเกิดชั้นนี้จากการปกปิดไม่ให้สัมผัสกับอากาศ (air blocking) โดยการทาว่านกลีเซอริน (glycerin jelly)⁽¹¹⁾ หรือวิธีการเช็ดออกด้วยอะซิโตน (acetone)⁽¹²⁾ หรือวิธีการ

เชื้อออกด้วยแอลกอฮอล์^(13, 14) นอกจากนี้มีการศึกษาก่อนหน้านี้ว่าวัสดุพิมพ์ฟันพอลิไวนิลไซลอกเซนยังสามารถจะถูกยับยั้งการก่อตัวได้จากการสัมผัสสูงมือที่มีหมู่ซัลเฟอร์⁽¹⁵⁾ และในการฉีกเนื้อฟันโดยทันทีที่มีการใช้สารยึดติดเซลฟ์เอทซ์ชนิดที่เป็นระบบเทอนารี่รีดอกซ์เมื่อทาลงบนเนื้อฟัน ก็สามารถพบหมู่ซัลเฟอร์ได้จากการที่บริษัทผู้ผลิตได้ใส่ไว้ในสารยึดติด^(6, 7) หรือความเป็นกรด-ด่างที่หลงเหลืออยู่บนผิวเนื้อฟัน⁽¹⁶⁾ ซึ่งอาจจะไปขัดขวางการก่อตัวของวัสดุพิมพ์ฟัน

คำถามงานวิจัย

วัสดุพิมพ์ฟันทั้งพอลิไวนิลไซลอกเซนและพอลิอีเทอร์ที่ไม่สามารถก่อตัว ภายหลังจากขั้นตอนการฉีกเนื้อฟันโดยทันทีอาจไม่ได้เป็นผลมาจากปัจจัยของชั้นเหนียว ๆ โอไอเอล เพียงปัจจัยเดียวแต่อาจจะ เป็นผลของปัจจัยอื่น ๆ ร่วมด้วยที่ทำให้วัสดุพิมพ์ฟันทั้งสองชนิดเกิดการยับยั้งการก่อตัวเกิดขึ้นได้

สมมุติฐานงานวิจัย

ลักษณะของชั้นเหนียว ๆ ของโอไอเอล ในฟันที่ถูกฉีกเนื้อฟันโดยทันทีด้วยสารยึดติดเป็นเพียงปัจจัยเดียวที่ทำให้เกิดการยับยั้งการก่อตัวของวัสดุพิมพ์ฟันหรือไม่

วัตถุประสงค์งานวิจัย

1. เพื่อศึกษาว่าวัสดุพิมพ์ฟันจะถูกยับยั้งการก่อตัวจากค่าความเป็นกรด-ด่างที่หลงเหลืออยู่ บนผิวเนื้อฟันในการฉีกเนื้อฟันโดยทันทีในภาวะที่มีแก๊สไนโตรเจน

2. เพื่อศึกษาว่าวัสดุพิมพ์ฟันจะถูกยับยั้งการก่อตัวจากธาตุซิลเฟอร์ที่อยู่บนผิวเนื้อฟันในการ
ผลึกเนื้อฟันโดยทันทีในภาวะที่มีแก๊สไนโตรเจน
3. เพื่อศึกษาว่าวัสดุพิมพ์ฟันจะสามารถก่อตัวได้เมื่อใช้ด้วยแอลกอฮอล์บนผิวเนื้อฟันในการ
ผลึกเนื้อฟันโดยทันทีในภาวะที่มีแก๊สไนโตรเจน

รูปแบบการวิจัย

เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (experimental research)



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ฟันเป็นอวัยวะส่วนหนึ่งของร่างกายมนุษย์ที่ใช้ในการบดเคี้ยวอาหาร ช่วยย่อยอาหารให้เล็กลงทำให้ร่างกายดูดซึมอาหารได้เร็วขึ้น โครงสร้างของฟันอาจมีการสูญเสียไปจากได้จากการใช้งานจากกรดของแบคทีเรีย ถ้าโครงสร้างของฟันสูญเสียในระดับเริ่มต้นอาจทำการบูรณะได้โดยการอุดฟันตรงส่วนที่มีการหายไป แต่ถ้ารอยโรคนั้นลุกลามมากขึ้น การบูรณะที่มีการสูญเสียฟันหลายด้านจะทำให้ฟันกลับมาใช้งานได้ดีเป็นไปได้ยาก การบูรณะฟันด้วยการอุดฟันโดยตรงอาจจะมีอายุใช้งานได้ไม่นานและไม่คุ้มค่าในการรักษา จึงต้องอาศัยการบูรณะฟันด้วยตัวขึ้นงานที่มีการกรอเตรียมฟันธรรมชาติเพื่อรองรับชิ้นงานบูรณะ ที่จะต้องเตรียมชิ้นงานบูรณะทำในห้องปฏิบัติการแล้วมายึดติดกับฟันภายหลัง มักจะมีขั้นตอนการพิมพ์ปากให้ได้แบบจำลองที่มีสภาพใกล้เคียงกับสภาพในช่องปากมากที่สุด แบบจำลองยิบซัมที่มีคุณภาพดีขึ้นกับวัสดุพิมพ์ฟันและวัสดุที่ใช้ในการทำแบบจำลอง

ส่วนประกอบของเนื้อฟัน

การบูรณะด้วยชิ้นงานจะเกี่ยวข้องกับโครงสร้างฟัน เนื้อฟันภายนอกจะถูกหุ้มด้วยชั้นของเคลือบฟัน (enamel) ในส่วนของตัวฟันและถูกหุ้มด้วยชั้นของเคลือบรากฟัน (cementum) ในส่วนของตัวรากฟัน และภายในเนื้อฟันจะเป็นส่วนของโพรงประสาทฟัน⁽¹⁷⁾ ชั้นของเนื้อฟันเป็น

ส่วนประกอบหลักของโครงสร้างฟัน ที่เป็นเนื้อเยื่อที่มีความแข็งแรงจากการสะสมแร่ธาตุสามารถถูกกระตุ้นรับประสาทความรู้สึกได้ ภายในเนื้อฟันจะมีท่อเนื้อฟันอยู่ตลอดความหนาของเนื้อฟัน มีเซลล์พิเศษที่ทำหน้าที่เฉพาะ คือ โอดอนโตบลาสต์ (odontoblast) และสารระหว่างเซลล์ (intercellular substance) เนื้อฟันยังประกอบด้วยสารอนินทรีย์ (inorganic substance) ร้อยละ 50 สารอินทรีย์ (organic substance) ร้อยละ 30 และของเหลวร้อยละ 20 โดยปริมาตร⁽¹⁸⁾ โดยสารอนินทรีย์ คือ ฟลิกไฮดรอกซีอะพาไทต์ (hydroxyapatite) เป็นส่วนที่ทำให้เนื้อฟันมีความแข็งแรงมากกว่าส่วนกระดูก โดยฟลิกมีลักษณะแบน ยาว ประมาณ 1 ไมโครเมตร การเรียงตัวของฟลิกค่อนข้างขนานกับเส้นใยคอลลาเจน อินทรีย์สารส่วนใหญ่ ประมาณร้อยละ 90 หรือมากกว่า คือ เส้นใยคอลลาเจน (collagen fibrils) ที่เหลือประมาณร้อยละ 10 หรือน้อยกว่า คือ ส่วนผสมของโปรตีนที่ไม่ใช่คอลลาเจน (noncollagenous protein) ไกลโคโปรตีน (glycoproteins) ฟอสโฟโปรตีน (phosphoproteins) และโปรตีโอไกลแคน (proteoglycan)⁽¹⁹⁾ ท่อเนื้อฟันจะทอดจากด้านใกล้โพรงฟันไปตั้งฉากกับบริเวณรอยต่อเคลือบฟันกับเนื้อฟันซึ่งจะโค้งเป็นรูปตัวเอส บริเวณตัวฟัน และมีลักษณะเป็นเส้นตรงในบริเวณรากฟัน เนื้อฟันจะมีขนาดของท่อเนื้อฟันที่ใหญ่และจำนวนท่อเนื้อฟันอยู่มากเมื่ออยู่ใกล้โพรงประสาท⁽¹⁷⁾ ซึ่งแต่ละท่อเนื้อฟันมีเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยประมาณ 2.5 ไมโครเมตร โดยบริเวณใกล้โพรงประสาทฟันจะมีขนาดใหญ่ประมาณ 3 ไมโครเมตรและค่อย ๆ เล็กลงจนมีขนาด 0.9-1 ไมโครเมตร ในบริเวณรอยต่อระหว่างเคลือบฟันและเนื้อฟัน⁽²⁰⁾ การกรอเตรียม

ฟันธรรมชาติจะทำให้เกิดการเผยท่อนเนื้อฟันจำนวนมาก โดยการกรอเตรียมฟันเพื่อรองรับครอบฟัน
 กราม 1 ซี่ โดยส่วนที่กรอจะอยู่บริเวณรอยต่อชั้นของเนื้อฟันและชั้นของเคลือบฟัน (dentinoenamel
 junction) เมื่อกรอฟันเสร็จจะมีพื้นที่ผิวของเนื้อฟันประมาณ 1 ตารางเซนติเมตร และมีจำนวนท่อ
 เนื้อฟัน 19000-45000 ท่อ/ตารางมิลลิเมตร⁽²⁰⁾ เส้นใยคอลลาเจนแต่ละเส้นมีเส้นผ่านศูนย์กลาง
 ประมาณ 0.05-0.2 ไมโครเมตร หรือ 50-200 นาโนเมตร มีแถบไขว้ (cross band) ห่างกันประมาณ
 640 อังสตรอม (angstrom) รวมตัวกันเป็นมัด และมีช่องว่างระหว่างเส้นใยคอลลาเจนในเนื้อฟัน
 ระหว่างท่อ (intertubular dentin) ห่างกันประมาณ 15-20 นาโนเมตร เป็นที่อยู่ของผลึกไฮดรอก
 ซีอะพาไทต์⁽²¹⁾ การเรียงตัวของเส้นใยคอลลาเจนจะทอดตัวในทิศทางตั้งฉากกับท่อเนื้อฟันโดยเป็น
 ร่วงแหรอบท่อเนื้อฟัน เมื่อเกิดการสะสมแร่ธาตุ เส้นใยคอลลาเจนจะหุ้มด้วยผลึกไฮดรอกซีอะพาไทต์
 โดยเนื้อฟันรอบท่อ (peritubular dentin) จะมีการสะสมแร่ธาตุมากกว่าเนื้อฟันระหว่างท่อ แต่มี
 ปริมาณเส้นใยคอลลาเจนน้อยกว่า⁽¹⁹⁾ ส่วนประกอบของเนื้อฟันแตกต่างกันไปขึ้นกับตำแหน่งของฟัน
 ในฟันซี่เดียวกันก็แตกต่างกันไปตามตำแหน่งในตัวฟัน และความลึกของเนื้อฟัน⁽²²⁾ พบว่าเนื้อฟันบริเวณ
 ใกล้โพรงประสาทฟัน (deep dentin) มีท่อเนื้อฟันขนาดใหญ่และปริมาณน้ำมากกว่า เนื้อฟันบริเวณ
 ใกล้เคลือบฟัน (superficial dentin)⁽²³⁾

สารยึดติดทางทันตกรรม

การบูรณะฟันด้วยชิ้นงานบูรณะจำเป็นต้องอาศัยการยึดติดของเรซินซีเมนต์ระหว่างชิ้นงานบูรณะกับผิวฟัน ต้องอาศัยสารยึดติดมาใช้คู่กับชิ้นงานบูรณะโดยมีขั้นตอนการปรับสภาพฟันด้วยระบบสารยึดติด (adhesive systems) ซึ่งมีหลายระบบ โดยแต่ละระบบที่เลือกใช้จะให้ประสิทธิภาพในการยึดอยู่และมีผลต่อการรั่วซึมระดับจุลภาคแตกต่างกัน ในปัจจุบันมีการแบ่งกันตามขั้นตอนการใช้งานทางคลินิกได้เป็น 2 ระบบ คือ ระบบโททอลเอทช์ (total-etched system) และระบบเซลฟ์เอทช์ (self-etched system)

ระบบโททอลเอทช์

ในระบบโททอลเอทช์จะประกอบด้วยขั้นตอนการปรับสภาพเคลือบฟันและเนื้อฟัน (enamel and dentin condition) ขั้นตอนการเตรียมพื้นผิว (priming) และขั้นตอนการยึดติด (bonding) ระบบนี้ใช้กรดกำจัดชั้นสเมียร์บนผิวฟันออกไปอย่างสมบูรณ์ โดยส่วนใหญ่จะใช้กรดฟอสฟอริก (phosphoric acid) ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 30-40 แล้วทำการล้างกรดออกด้วยน้ำ จากนั้นทาสารยึดติดลงบนผิวฟันที่เตรียมไว้ซึ่งเทคนิคจะแตกต่างกันตามตัวทำลายของสารยึดติดแต่ละชนิดที่ใช้ ได้แก่ เอทานอล (ethanol) อะซิโตน (acetone) และน้ำ ในระบบนี้หากใช้กรดทำหน้าที่กำจัดชั้นของสเมียร์นานเกินไปแล้ว หากเรซินไม่สามารถแทรกซึมไปส่วนของบริเวณที่มีการละลายนั้นก็เกิด

ช่องว่างที่เป็นจุดเปราะบางของการยึดติด นอกจากนี้น้ำภายหลังการละลายด้วยกรดแล้วล้างน้ำออกยัง
 ต้องมีการควบคุมความชื้นให้เหมาะสม ถ้าหากเป่าแห้งเกินไป (over dry) ก็จะทำให้คอลลาเจนยุบตัว
 ลง(collapse) มากเกินไป หรือถ้าหากเปียกชื้นจนเกินไป (over wet) ประสิทธิภาพในการยึดติดก็จะ
 ลดลง

ระบบโททอลเอทซ์หรือใช้กรดกัดทั้งผิวฟันและเนื้อฟัน สามารถแบ่งออกตามขั้นตอนการใช้
 งานได้เป็น 2 แบบ คือ

ระบบโททอลเอทซ์ แบบ 3 ขั้นตอน

ขั้นตอนแรกเป็นการใช้กรดปรับสภาพเคลือบฟัน และเนื้อฟัน จากนั้นล้างกรดออก
 เป่าแบบไม่ต้องแห้งสนิทแต่ยังคงความชื้นไว้ (moist) ทาสารไพรเมอร์ (primer) เป็นขั้นตอน
 ที่สอง เป่าแห้ง และทาสารยึดติดเป็นขั้นตอนขั้นสุดท้าย

ระบบโททอลเอทซ์ 2 ขั้นตอน

ระบบนี้เป็นการรวมสารไพรเมอร์และสารยึดติดไว้ในขวดเดียวกัน โดยขั้นตอนแรก
 ทำการปรับสภาพผิวฟันด้วยกรดเช่นกัน เมื่อล้างกรดแล้วเป่าให้แห้งแบบชื้น ๆ ทาสารยึดติด
 ที่รวมเป็นขวดเดียวกันเป็นขั้นตอนสุดท้าย

ระบบเซลล์เอทซ์

ในการพัฒนาระบบสารยึดติดที่เป็นการรวมขั้นตอนการปรับสภาพผิวพื้นและการเตรียมผิวพื้นเข้าไว้ด้วยกัน ซึ่งมีความพยายามลดขั้นตอนการทำงานของสารยึดติดให้มีการใช้งานที่ง่ายขึ้น ลดความยุ่งยาก และความไวด้านเทคนิคการใช้งาน (technique sensitive) ของระบบโททอลเอทซ์ จึงเกิดสารยึดติดระบบเซลล์เอทซ์ขึ้น สารยึดติดระบบเซลล์เอทซ์เป็นระบบที่ไม่ได้กำจัดชั้นสเมียร์ออกไปอย่างสมบูรณ์ แต่จะรวมส่วนของชั้นสเมียร์เข้าไว้กับส่วนของสารยึดติด ในระบบนี้ได้มีการพัฒนาสารมอนอเมอร์ที่มีฤทธิ์เป็นกรด (acidic monomer) มาใช้ทดแทนกรดฟอสฟอริกในระบบโททอลเอทซ์ ดังนั้นขั้นตอนการล้างกรดออกด้วยน้ำจึงไม่มีความจำเป็น เนื่องจากมอนอเมอร์ที่เป็นกรดจะทำหน้าที่ปรับสภาพผิวพื้น และเกิดการแทรกตัวของเรซินไปพร้อมกัน ทำให้ช่วยลดขั้นตอนและความผิดพลาดจากการยุบตัวของตัวโครงข่ายคอลลาเจน หรือเกิดช่องว่างใต้ชั้นไฮบริด (hybrid layer) มีการจำแนกระบบเซลล์เอทซ์ตามขั้นตอนการใช้งานเป็น 2 ชนิดคือ ระบบเซลล์เอทซ์ 2 ขั้นตอน และระบบเซลล์เอทซ์ 1 ขั้นตอน

ระบบเซลล์เอทซ์แบบ 2 ขั้นตอน

เป็นระบบที่ใช้มอโนเมอร์ที่มีความเป็นกรดรวมกับสารไพรเมอร์ไว้ในขั้นตอนเดียวกับทาที่ผิวฟันโดยไม่ต้องผ่านขั้นตอนการล้างน้ำ และมีขั้นตอนการใช้สารยึดติดเป็นขั้นตอนสุดท้าย

ระบบเซลฟ์เอทช์แบบ 1 ขั้นตอน

เป็นการรวมขั้นตอนการใช้กรดกัด สารไพรเมอร์ และสารยึดติด ไว้ในขั้นตอนเดียว ซึ่งสามารถทำให้เกิดการละลายแร่ธาตุและการเตรียมผิวฟันไปพร้อมกัน นอกจากนี้ยังสามารถแบ่งระบบเซลฟ์เอทช์ตามความรุนแรงของการกัดด้วยมอโนเมอร์ที่มีฤทธิ์เป็นกรด (etching aggressiveness) คือระบบที่ใช้มอโนเมอร์ที่มีฤทธิ์เป็นกรดอ่อน (mild self-etch adhesive) ระบบที่ใช้มอโนเมอร์ที่มีฤทธิ์เป็นกรดเข้มข้นปานกลาง (intermediary strong self-etch adhesive) และระบบที่ใช้มอโนเมอร์ที่มีฤทธิ์เป็นกรดเข้มข้น (strong self-etch adhesive)

ระบบที่ใช้การกัดด้วยกรดอ่อน

ระบบนี้มีค่าความเป็นกรด-ต่างประมาณ 2 มีความสามารถในการละลายแร่ธาตุต่ำ โดยสามารถละลายแร่ธาตุในชั้นเนื้อฟันเพียง 1 ไมโครเมตร การละลายแร่ธาตุบริเวณพื้นผิวจะเกิดเพียงบางส่วนทำให้หลงเหลือส่วนของผลึกไฮดรอกซีอะพาไทต์ ติดอยู่กับส่วนของคอลลาเจน (collagen fibrils) มีการรวมส่วนของชั้นสเมียร์และสเมียร์พลัคเข้าไว้ในชั้นไฮบริด

ระบบที่ใช้การกัดด้วยกรดเข้มข้นปานกลาง

ระบบนี้มีค่าความเป็นกรด-ด่าง ประมาณ 1.5 ซึ่งจัดเป็นกลุ่มกึ่งกลางระหว่างกลุ่มที่มีการใช้มอนอเมอร์ที่มีฤทธิ์เป็นกรดที่รุนแรงกับกลุ่มที่ใช้มอนอเมอร์ที่มีฤทธิ์เป็นกรดอ่อน ดังนั้นจึงมีความสามารถในการกำจัดชั้นสเมียร์ และก้อนสเมียร์ได้บางส่วน โดยจะพบว่ายังมีส่วนของสเมียร์พลัคหลงเหลืออยู่ในกรณีที่ชั้นสเมียร์มีความหนา

ระบบที่ใช้การกัดด้วยกรดเข้มข้น

ระบบนี้มีค่าความเป็นกรด-ด่าง ประมาณ 1 หรือน้อยกว่า 1 มีความสามารถในการละลายแร่ธาตุในชั้นที่สึกได้ ในการใช้งานกับผิวเคลือบฟันและเนื้อฟันให้ผลไม่แตกต่างกับการใช้กรดฟอสฟอริกในระบบโททอลเอทซ์

วัสดุพิมพ์ฟัน

วัสดุพิมพ์ฟันในกลุ่มที่เป็นอีลาสโตเมอร์ จะประกอบไปด้วยกลุ่มของพอลิเมอร์เบสทางเคมีที่เกิดการเชื่อมขวาง (crosslink) วัสดุพิมพ์ฟันที่ดีควรมีสมบัติที่สำคัญคือมีความเที่ยง (accuracy) ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง (dimensional change) ทั้งในขณะกำลังก่อตัวและหลังการก่อตัว ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้แบบยิปซัมจำลองมีสภาพใกล้เคียงกับสภาพในช่องปากมากที่สุด คือขณะพิมพ์วัสดุพิมพ์ฟันควรอยู่ในสภาพนุ่ม และไหลเข้าไปลอกรายละเอียดเล็ก ๆ หรือซอกมุมต่าง ๆ ได้ และควรมีความยืดหยุ่นสามารถพิมพ์บริเวณที่มีส่วนคอดเว้าได้ เมื่อดึงออกจากฟันหรือเหงือกแล้วสามารถ

คืนตัวกลับเข้าสู่รูปร่างเดิมได้ มีความแข็งแรงเพียงพอ ยึดติดกับสภาพพิมพ์ปากได้ดี และเข้ากันได้ดีกับ

วัสดุหล่อแบบ นอกจากนี้ วัสดุพิมพ์ฟันไม่ควรมีอันตรายหรือทำให้เกิดความระคายเคืองต่อเนื้อเยื่อ

ช่องปาก มีระยะเวลาก่อตัวที่เหมาะสม ไม่นานจนเกินไป มีกลิ่นและรสที่ดี และสามารถเก็บไว้ได้นาน

โดยไม่เสื่อมสภาพ

วัสดุพิมพ์ฟันซิลิโคน

วัสดุพิมพ์ฟันซิลิโคนแบ่งออกเป็น 2 ชนิด

1. ซิลิโคนแบบควบแน่น (Condensation silicone)
2. ซิลิโคนแบบเติมหรือพอลิไวน์ลไซลอกเซน (Addition silicone or Polyvinyl siloxane)

ซิลิโคนแบบควบแน่นมีส่วนเบสประกอบไปด้วย ซิลิโคน-เบส-พอลิเมออร์ (Silicone-base polymer) เรียกว่า “พอลิไซลอกเซน (Polysiloxane)” กับ “ผงซิลิกา (Silica)” ส่วนตัวเร่งปฏิกิริยา

(catalyst) ประกอบด้วย ทินออกโตเอต (Tin octoate) และอัลคิล ซิลิเกต (Alkyl silicate) ซิลิโคน

ชนิดนี้หลังจากเกิดปฏิกิริยาสมบูรณ์ มักเกิดส่วนพลอยได้จากปฏิกิริยา (by product) คือ

เอทิลแอลกอฮอล์ (ethyl alcohol) ซึ่งระเหยตัวเร็วมีผลทำให้เกิดการหดตัว (poor dimension

stability) ไม่สามารถทิ้งไว้ได้นานต้องรีบเทแบบยิบซั่ม

ซิลิโคนแบบเติม (Additional silicone) หรือเรียกว่า “พอลิไวนิลไซลอกเซน (polyvinyl siloxane) หรือไวนิลพอลิไซลอกเซน (vinyl polysiloxane base)” ประกอบไปด้วย ซิลิโคน-เบส-พอลิเมอร์ (Silicone-base polymer) เรียกว่า ไดไวนิลพอลิไซลอกเซน (divinylpolysiloxane) กับ พอลิเมทิลไฮโดรไซลอกเซน (polymethylhydrosiloxane) ส่วนตัวเร่งปฏิกิริยา (catalyst) ประกอบไปด้วย เกลือแพลทตินัม (Platinum salt) และ ไดไวนิลพอลิไซลอกเซน (divinylpolysiloxane) ทั้งส่วนเบสและตัวเร่งปฏิกิริยาจะมีซิลิกาเป็นฟิลเลอร์ แต่มีเกลือแพลทตินัมและพอลิเมทิลไฮโดรไซลอกเซนแยกกัน ซิลิโคนชนิดนี้หลังจากเกิดปฏิกิริยาสมบูรณ์ จะเกิดส่วนพลอยได้จากปฏิกิริยา (by product) คือ แก๊สไฮโดรเจน (gas hydrogen) ซึ่งก่อนจะเทแบบยิบซัมควรจะต้องทิ้งไว้ 15 นาทีเพื่อให้แก๊สไฮโดรเจนระเหยออกไป ถ้าเทแบบทันทีจะทำให้รูพรุนบนผิวแบบยิบซัม บริษัทผู้ผลิตจึงได้เติมโลหะแพลลาเดียม (palladium) เพื่อดูดซับแก๊สไฮโดรเจน

วัสดุพิมพ์ฟันพอลิอีเทอร์

พอลิอีเทอร์เป็นอีลาสโตเมอร์ที่นำมาใช้เป็นวัสดุพิมพ์ฟัน โดยมีสมบัติต่างกับอีลาสโตเมอร์อื่น ๆ คือ มีเวลาบ่มตัวเร็ว (snap rapid) เปลี่ยนมิติน้อย ให้แบบที่ได้ใกล้เคียงแบบจริง (precise impression) มีความยืดหยุ่นได้น้อย (stiffness) ทำให้ฉีกขาดง่าย ไม่แนะนำพิมพ์ส่วนที่โค้งหรือเว้ามาก ๆ วัสดุพิมพ์ฟันชอบน้ำ (hydrophilic) เหมาะกับการพิมพ์ที่ควบคุมความชื้นได้ไม่ค่อยดี แต่ดู

น้ำมาก ไม่ควรแช่น้ำเป็นเวลานาน ๆ ทำให้มิติเปลี่ยนไป ฉะนั้นหลังพิมพ์เสร็จไม่ควรแช่น้ำ พ อ

ลิอีเทอร์ที่วางขายมีหลายความหนืดของวัสดุพิมพ์ฟัน (consistency) ซึ่งประกอบด้วยส่วนที่เป็น

หลอดเบส คือ โคลพอลิเมอร์ของเอทิลีนออกไซด์ (ethylene oxide) กับ เทตระไฮดราฟูแรน

(tetrahydrofuran) ในสายพอลิเมอร์ โดยมีเอทิลีน อิมีน (ethylene imine) ต่อท้าย และในส่วนของ

หลอดแคตาลีซิส คือ 2,5-ไดคลอโรเบนซีนซัลโฟเนต (2,5-dichlorobenzene sulfonate) โดยเอทิลีน

เอไมน์ของแต่ละสายพอลิเมอร์ทำปฏิกิริยาแบบแคโทนิคพอลิเมอไรเซชันกับสารเชื่อมไขว้ของซัลโฟนิค

เอสเตอร์ (sulfonic ester) ปลายสายโซ่โมเลกุลถูกเปิดออกแล้วยังคงมีส่วนแคตชันไอออนติดกับสาย

โซ่และทำปฏิกิริยากับโมเลกุลถัดไปจนได้พอลิอีเทอร์แบบตาข่าย นอกจากนี้ยังมีวัสดุอัดแทรกซิลิ

กา (silica filler) และสารให้ความอ่อนนุ่มไกลคอลอีเทอร์ และเอสเตอร์ (glycol ether and ester)

การฉีกเนื้อฟันโดยทันที

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

CHULALONGKORN UNIVERSITY

ปัจจุบันต้องยอมรับว่าผู้ป่วยมีความต้องการชิ้นงานบูรณะเพื่อใช้ในการบดเคี้ยวแล้วยัง

ต้องการสีที่สวยงามคล้ายฟันธรรมชาติ ในส่วนที่มาของการทำหัตถการให้น้อยที่สุดเท่าที่จำเป็นตาม

หลักการ minimally invasive คือการลดการกรอฟันให้น้อยลงเท่าที่จำเป็นในการบูรณะฟัน⁽²⁴⁾ นั่นก็

กล่าวได้ว่าการพัฒนาของสารยึดติดเรซิน (resin adhesive) นั้นมีมากขึ้นด้วยทำให้ได้ค่าแรงยึดติดที่

มากขึ้น ซึ่งในกระบวนการสร้างชั้นไฮบริด (hybridization) นอกเหนือจากแรงยึดทางกลแล้ว

(micromechanical) ก็ยังอาศัยแรงยึดทางเคมี (chemical) จึงทำให้มีการเพิ่มขึ้นของแรงยึดติด (bond strength) โดยจะมีฟังก์ชันมอนอเมอร์ (functional monomer) ทำปฏิกิริยากับฟันที่มีบทบาทอย่างมากในขั้นตอนของการเตรียมผิวฟัน และผู้ป่วยที่เข้ารับการรักษาด้วยการทำชิ้นงานบูรณะที่ผลิตจากห้องปฏิบัติการ (indirect restoration) เช่น ครอบฟัน สะพานฟัน แผ่นปิดฟันหน้า (veneer) เพื่อทดแทนการบูรณะด้วยการอุดฟันในการบดเคี้ยวอาหาร จากเหตุผลเรื่องความแข็งแรงหรือจากเนื้อฟันที่เหลืออยู่ ซึ่งวิธีได้มาของชิ้นงานบูรณะจะมีวิธีทางอ้อมคือ กระบวนการทำชิ้นงานบูรณะจะทำในห้องปฏิบัติการแล้วนำมายึดติดใส่ให้ผู้ป่วยภายหลัง ขั้นตอนการได้ชิ้นงานมักต้องใช้เวลาหลายวัน จึงต้องมีการใส่ครอบฟันหรือสะพานฟันชั่วคราว (provision restoration) ให้กับผู้ป่วยในช่วงระหว่างรอการใส่ครอบฟันและสะพานฟันที่ทำจากห้องปฏิบัติการ (permanent restoration)⁽²⁵⁾ Paul และคณะ ได้กล่าวว่าในทางคลินิกการใส่ครอบฟันชั่วคราวสำหรับใช้ทดแทนการบดเคี้ยวของฟันที่เสียไปหรือกรณีที่ต้องการความสวยงาม ควรให้ความระมัดระวังในส่วนของเนื้อฟันที่จะถูกปนเปื้อนระหว่างการใส่ครอบฟันชั่วคราว ซึ่งจะไปลดประสิทธิภาพของสารยึดติด⁽²⁶⁻²⁸⁾

Ehrenberg และคณะ ได้ศึกษาช่องว่าง (gap) ระหว่างครอบฟันชั่วคราวชนิดอะคริลิกเรซินที่สวมบนแบบถอดโลหะ (metal die) พบว่ามีช่องว่างกว้างตั้งแต่ 43.9-548.9 ไมโครเมตร ซึ่งสามารถเกิดการรั่วซึมได้แม้จะใช้ซีเมนต์ชั่วคราวในการยึดแล้วก็ตาม⁽²⁹⁾ Pashley และคณะ 1992 ก็แนะนำให้ทำการฉีกเนื้อฟันโดยทันทีหลังการกรอเตรียมฟันสำหรับครอบฟันจากที่ครอบฟันชั่วคราวที่อาจจะมีการ

รั้วซีมของแบคทีเรียส่งผลให้เกิดอาการเสียวฟัน⁽¹⁾ และการทำแผ่นปิดฟันหน้าในทางคลินิกผลวิจัยพบว่า การฉีกเนื้อฟันโดยทันตแพทย์นอกจากจะลดอาการเสียวฟันได้แล้วยังป้องกันเชื้อแบคทีเรียเข้าสู่เนื้อฟัน⁽³⁰⁾ ในที่นี้การให้ความสำคัญกับเนื้อฟันที่จะถูกปนเปื้อนก่อนการเตรียมผิวฟันก็จะส่งผลต่อกระบวนการสร้างชั้นไฮบริด จึงได้มีการนำเสนอในการทำฉีกเนื้อฟันหลังจากการกรอฟันใหม่ ๆ ทันที (immediate dentin sealing) ซึ่งจะเป็นการป้องกันไม่ให้เนื้อฟันปนเปื้อนในระหว่างการใส่ครอบฟันชั่วคราว^(1, 31) และในขณะที่ใช้แรงในการอุดฟันด้วยคอมโพสิตหรือการใส่ฟันจะสามารถทำให้เกิดการยุบของคอลลาเจนในเนื้อฟันส่งผลให้ไม่เกิดชั้นไฮบริดได้สมบูรณ์⁽³²⁻³⁴⁾ ในส่วนของโอไอเอลเกิดขึ้นจากการใช้สารยึดติด (dentin bonding) ทาลงบนเนื้อฟันแล้วทำการฉายแสงให้เกิดการบ่มตัวในอากาศ (curing polymerization) โดยเป็นส่วนที่เหลือหลังจากการเกิดสายโซ่โมเลกุลของมอนอเมอร์ (monomer) และโอลิโกเมอร์ (oligomers) เกิดเป็นอนุมูลอิสระที่อยู่ในรูปของเปอร์ออกซีเรดิคัล (peroxy radicals) และผิวชั้นบนจะมีลักษณะเหนียว (sticky superficial layer) มีความหนาเฉลี่ยประมาณ 40 ไมโครเมตร⁽³⁵⁾ สามารถยับยั้งการก่อตัวของวัสดุพิมพ์ฟัน (inhibited impression material)⁽³⁶⁾ ชั้นโอไอเอลกับความสัมพันธ์ต่อแรงยึดติดยังคงไม่แน่ชัดอยู่ มีงานวิจัยที่สนับสนุนว่าชั้นโอไอเอลช่วยเพิ่มแรงยึดติดกับคอมโพสิต^(37, 38) แต่ก็มีงานวิจัยที่ให้ผลว่าไม่มีความแตกต่างกัน^(39, 40) และมีงานวิจัยที่ให้ผลว่าไปลดแรงยึดติด⁽⁴¹⁾ ในส่วนของการป้องกันชั้นโอไอเอลสัมผัสกับวัสดุพิมพ์ฟันสามารถทำได้ โดยการปิดชั้นนี้ด้วยวิธีการปกปิดไม่ให้สัมผัสกับอากาศ โดยให้ทาว่านกลีเซอรินเป็นชั้น

บาง ๆ แล้วทำการฉายแสงเป็นเวลา 20 วินาที^(9, 31) หรือวิธีการเซ็ตออกด้วยอะซิโตน⁽¹²⁾ หรือวิธีการเซ็ตออกด้วยแอลกอฮอล์^(13, 14) และจากการศึกษาการกำจัดชั้นที่ถูกยับยั้งด้วยออกซิเจน ในสภาวะชั้นบรรยากาศก๊าซไนโตรเจนกับวิธีการกำจัดด้วยการเซ็ตออกด้วยแอลกอฮอล์แสดงให้เห็นว่าไม่มีความแตกต่างกันของแรงยึดติดอย่างมีนัยสำคัญ⁽⁴²⁾

การใช้สารยึดติดผนึกเนื้อฟันโดยทันทีที่จะส่งผลต่อการยับยั้งการก่อตัวของวัสดุพิมพ์ฟันซิลิโคน และวัสดุพิมพ์ฟันพอลิอีเทอร์ Magne และ Nielsen ได้ศึกษาการยับยั้งการก่อตัวของวัสดุพิมพ์ฟันกับฟันที่ผ่านการผนึกเนื้อฟันโดยทันที ซึ่งทดสอบผ่านสารยึดติด 2 ชนิด คือ Optibond FL และ SE bond ร่วมกับการกำจัดชั้นโอไอเอล ด้วยวิธีการปกปิดไม่ให้สัมผัสกับอากาศ และการขัดออกด้วย pumice พบว่าเกิดการยับยั้งการก่อตัวของวัสดุพิมพ์ฟันทั้งที่เป็นซิลิโคนและพอลิอีเทอร์ เมื่อทดสอบผ่านสารยึดติดทั้ง 2 ชนิด และแม้กำจัดชั้นโอไอเอลออกไปแล้วก็ยังมีผลยับยั้งการก่อตัวของวัสดุพิมพ์ฟันอยู่⁽⁹⁾ ส่วนงานวิจัยของ Ghiggi และคณะ ได้ศึกษาการทำปฏิกิริยาของเรซินในการผนึกเนื้อฟันโดยทันทีกับวัสดุพิมพ์ฟันซิลิโคนและพอลิอีเทอร์ และมีการกำจัดชั้นโอไอเอลด้วยวิธีที่แตกต่างกัน พบว่าเรซินสามารถทำปฏิกิริยากับวัสดุพิมพ์ฟัน แม้ว่าจะมีการกำจัดชั้นโอไอเอลด้วยวุ้นกลีเซอรินและการเซ็ตออกด้วยแอลกอฮอล์ ก็ไม่สามารถกำจัดส่วนเรซินในสารยึดติดออกไปได้ทั้งหมด ทำให้วัสดุพิมพ์ฟันไม่สามารถเกิดการก่อตัวได้ตามปกติ⁽¹⁰⁾

Yamauchi และคณะ⁽⁶⁾ รายงานว่าอาจจะมึนัยสำคัญที่ทำให้แรงยึดติดมีค่าที่ดีขึ้นระหว่างเนื้อพื้กับระบบสารยึดติดที่ประกอบไปด้วยกรดเรซินมอนอเมอร์ที่ใช้ในระบบของเทอเนอร์อินิเทียเอเตอร์ (ternary initiator system) ซึ่งมีการเติมกรดหรือเกลือของซัลเฟอร์ที่ระบบของเปอร์ออกไซด์เอมีน (peroxide amine system) โดยให้ความเห็นว่ากรดเรซินมอนอเมอร์จะเกิดกระบวนการพอลิเมอไรเซชันที่ลดลง เมื่อแสดงอยู่ในระบบของปฏิกิริยารีดอกซ์เปอร์ออกไซด์เอมีน (peroxide-amine redox) จากการที่เทอเทียรีเอมีน (tertiary amines) ถูกสะเทินโดยกรดเรซินมอนอเมอร์ ซึ่งการสูญเสียความสามารถในการเกิดพอลิเมอไรเซชันนั้นมาจากสารที่ลดลงในปฏิกิริยารีดอกซ์

Munksgaard และคณะ⁽⁴³⁾ แนะนำว่าการที่ระบบสารยึดติดมีการรวมส่วนของสารเติมแต่ง (additional reducing agents) เช่น กรดเกลือของอโรเมติกซัลฟีนิก หรือโพรพานอล (aromatic sulphinic acid salts or propanal) ในสารยึดติดนั้น เป็นผลทำให้ค่าแรงยึดติดและความแนบสนิทดีขึ้น (bond strength and marginal integrity) จากการที่สารนั้นช่วยลดความหนาของชั้นเหนียว ๆ ของโอไอเอเอล

Tay และคณะ⁽¹⁶⁾ รายงานการศึกษางานวิจัยนี้ว่า มีการทำปฏิกิริยาเกิดขึ้นระหว่างส่วนที่หลงเหลือความเป็นกรดไว้ของชั้นเหนียว ๆ ของโอไอเอเอลและคอมโพสิตที่บ่มด้วยตัวเองเมื่อใช้เวลาดูแลแสงในการบ่มตัวของคอมโพสิตที่ยาวนาน ทำให้ทราบว่าหลังจากที่มีการทาสารยึดติดเซลฟ์เอ

พื้ลงบนพื้แล้วที่ผิวของพื้จะยังคงมีสภาพความเป็นกรด จากการมีส่วนที่หลงเหลือความเป็นกรดไว้
ของสารยัดติดเซลล์เอทซ์

จากการศึกษาการก่อตัวของวัสดุพื้พื้พอลิไวนิลไซลอกเซนและพอลิอีเทอร์ในภาคหลุมที่มี
กรดอะซิติกความเข้มข้นร้อยละ 5 ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่าง ต่าง ๆ โดยการไตเตรตด้วยโซเดียมไฮดร
อกไซด์ (NaOH) 6M ดังแสดงไว้ในตารางที่ 1.

ตารางที่ 1. แสดงการศึกษานำร่องของค่าความเป็นกรด-ด่างและวัสดุพื้พื้พื้

ความเป็น กรด-ด่าง	2	3	3.5	4	4.5	5	6	7
วัสดุพื้พื้พื้								
ซิลิโคน	-	-	-	-	-	-	-	-
พอลิอีเทอร์	+	+	+	+	+	-	-	-

จากการศึกษานำร่อง (pilot study) การก่อตัวของวัสดุพื้พื้พอลิไวนิลไซลอกเซนกับสาร
ยัดติดโททอลเอทซ์และเซลล์เอทซ์ที่บ่มตัวด้วยการฉายแสงในสภาวะแก๊สไนโตรเจน พบว่าเมื่อใช้สำลี
ก้านเช็ดผิวของวัสดุพื้พื้พอลิไวนิลไซลอกเซน ไม่พบว่าที่สำลีมีการติดสีของวัสดุพื้พื้พื้ วิธีการนี้
จึงใช้บ่งบอกการก่อตัวของวัสดุพื้พื้พื้ โดยดูการติดสีจากการเช็ดผิววัสดุพื้พื้พื้ด้วยสำลี⁽¹⁵⁾ ข้อสรุป
จากการศึกษานำร่องนี้ ทำให้ทราบว่าอิทธิพลการก่อตัวของวัสดุพื้พื้พอลิไวนิลไซลอกเซนมีปัจจัย
หลัก ๆ มาจากโอไอเอลที่เกิดขึ้น และการฉายแสงในสภาวะแก๊สไนโตรเจนนี้สามารถแยกชั้นโอไอเอลที่
จะเกิดขึ้นออกจากความเป็นกรด-ด่างที่หลงเหลืออยู่บนผิวพื้พื้ได้

บทที่ 3

วัสดุและวิธีการเก็บข้อมูล

ผลิตภัณฑ์สารยึดติดเซลล์โพเอกซ์ ที่ใช้ในการศึกษา ดังแสดงไว้ในตารางที่ 2. โดยแบ่งกลุ่มการ

ทดลองเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ 1. ฟันที่ผ่านการเคลือบด้วยสารยึดติดเซลล์โพเอกซ์ซีโนไฟฟ์พลัส 2. ฟันที่

ผ่านการเคลือบด้วยสารยึดติดเซลล์โพเอกซ์ซิงเกิลบอนด์ยูนิเวอร์ซอล

ตารางที่ 2. แสดงสารยึดติดเซลล์โพเอกซ์ที่ใช้ในการศึกษา

Single-step adhesive systems	manufacturer	Composition	pH
Xeno V plus	Dentsply De Trey, Konstanz, Germany	Bifunctional acrylate, Acryloylamino alkylsulfonic acid, Functionalized phosphoric acid ester, Acidic acrylate, Camphorquinone cointiator, Butylated benzenediol, Water, Tert-butanol, initiator, stabilize	1.5
Adper™ Single Bond Universal	3M ESPE, St. Paul, MN, USA	HEMA, bis-GMA, methacrylated phosphoric ester, 1,6-hexanediol dimethacrylate, methacrylate functionalized polyalkenoic, finely dispersed bonded silica filler, ethanol, water, initiators base on Camphorquinone, stabilizers	2.7

กลุ่มตัวอย่างเป็นฟันกรามมนุษย์ที่ไม่มีพยาธิสภาพถูกถอนด้วยเหตุผลทางคลินิกจำนวน 225 ซี่ เก็บรักษาซี่ฟันตามมาตรฐานไอเอสโอ/ทีเอส 11405 (ISO/TS 11405) การตัดแต่งฟันทำโดยยึดซี่ฟันในแท่นหล่อเรซิน ตัดด้านบดเคี้ยวออกประมาณ 3 มิลลิเมตร ในแนวตั้งฉากกับแนวแกนฟันเพื่อเผยให้เห็นเนื้อฟัน ด้วยเครื่องตัดฟันความเร็วต่ำ (slow speed cutting machine, Isomet 1000[®], Buehler, USA) ที่มีน้ำหล่อตลอดเวลาด้วยความเร็ว 450 รอบต่อนาที แรงกด 150 นิวตัน จากนั้นขัดผิวเนื้อฟันด้วยกระดาษซิลิกอนคาร์ไบด์ (SiC) ระดับความละเอียด 600 กริท (3M Wetordry abrasive sheet, 3M, Minnesota, USA) ภายใต้น้ำหล่อเลี้ยง ด้วยเครื่องขัดอัตโนมัติ (Nano 2000 grinder-polisher with a FEMTO 1000 polishing head, Pace Technologies, Arizona, USA) ด้วยน้ำหนักกด 2 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร โดยกระดาษซิลิกอนคาร์ไบด์จะหมุนด้วยความเร็ว 100 รอบต่อนาที ในทิศทางทวนเข็มนาฬิกา ขณะที่ชิ้นงานจะหมุนตามเข็มนาฬิกา ซึ่งใช้เวลาขัด 2 นาที และกระดาษซิลิกอนคาร์ไบด์จะถูกเปลี่ยนเป็นแผ่นใหม่ทุกครั้งที่เริ่มต้นกระบวนการขัดใหม่ จากนั้นทำความสะอาดผิวเนื้อฟันด้วยการฉีดน้ำและลมพร้อมกัน จากทริปเปิลไซริงจ์ ที่แรงดัน 40-50 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ระยะห่าง 10 มิลลิเมตร สเปรย์นาน 10 วินาที แล้วเก็บซี่ฟันที่ตัดไว้ในภาชนะที่มีฝาปิดมิดชิด และมีความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 100

จากการศึกษาการทำการฉีกเนื้อฟันโดยทันทีด้วยสารยัดติดเซลฟ์เอทซ์ ที่ทำการศึกษาทั้งหมด 225 ซี่ ในส่วนที่เป็นการศึกษาการฉีกเนื้อฟันโดยทันทีด้วยสารยัดติดเซลฟ์เอทซ์ซีโนไฟฟ์พลัส จากจำนวนทั้งหมด 85 ซี่ เป็นฟันที่ใช้ในการศึกษาระหว่างการฉีกเนื้อฟันโดยทันทีด้วยสารยัดติดเซลฟ์เอทซ์ซีโนไฟฟ์พลัสและการก่อตัวของวัสดุพิมพ์ฟัน 60 ซี่ เป็นฟันที่ใช้ในการศึกษาค่าความเป็นกรด-ต่าง 20 ซี่ และเป็นฟันที่ใช้ในการศึกษาหาส่วนประกอบของธาตุที่ฉีกอยู่บนเนื้อฟัน 5 ซี่ ในส่วนที่เป็นฟันที่ใช้ในการศึกษาการฉีกเนื้อฟันโดยทันทีด้วยสารยัดติดเซลฟ์เอทซ์ซิงเกิลบอนด์ยูนิเวอร์ซอล จากจำนวนทั้งหมด 85 ซี่ เป็นฟันที่ใช้ในการศึกษาระหว่างการฉีกเนื้อฟันโดยทันทีด้วยสารยัดติดเซลฟ์เอทซ์ซิงเกิลบอนด์ยูนิเวอร์ซอลและการก่อตัวของวัสดุพิมพ์ฟัน 60 ซี่ เป็นฟันที่ใช้ในการศึกษาค่าความเป็นกรด-ต่าง 20 ซี่ และเป็นฟันที่ใช้ในการศึกษาหาส่วนประกอบของธาตุที่ฉีกอยู่บนเนื้อฟัน 5 ซี่ และในส่วนที่เป็นฟันที่ไม่ได้ถูกฉีกเนื้อฟันโดยทันทีด้วยสารยัดติด จากจำนวนทั้งหมด 55 ซี่ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 3.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

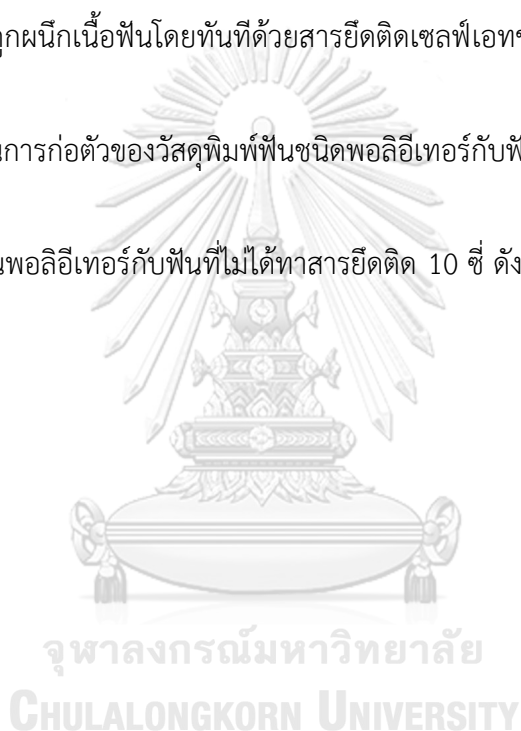
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 3. แสดงกลุ่มการฉีกเนื้อฟันโดยทันทีด้วยสารยึดติดเซลฟ์เอทซ์ที่ทำการศึกษาจำนวน

ทั้งหมด 225 ซี่

กลุ่มการศึกษา (Group of study)	จำนวนฟัน (Tooth)			ทั้งหมด (Total)
	ซิงเกิลบอนด์ยูนิ เวอร์ซอล (Single bond universal)	ซีโนไฟฟ์พลัส (Xeno v plus)	ฟันที่ไม่ได้ ฉีกเนื้อฟัน โดยทันที ด้วยสารยึด ติด (Sound tooth)	
การฉีกเนื้อฟันโดยทันที ด้วยสารยึดติด (Immediate dentin sealing)	60	60	40	160
การวัดความเป็นกรด-ต่าง (pH)	20	20	10	50
การหาธาตุบนผิวฟันที่ทา ด้วยสารยึดติดด้วยกล้อง อิเล็กตรอนส่องกราด (Scanning electro microscopy)	5	5	5	15
ทั้งหมด (Total)	85	85	55	225

จากการศึกษาระหว่างการก่อตัวของวัสดุพิมพ์ฟันพอลิไวนิลไซลอกเซนและฟันที่ถูกฉีกเนื้อฟันโดย
ทันทีด้วยสารยึดติดเซลฟ์เอทซ์ชนิดซีโนไฟฟฟัลส์ จากจำนวนทั้งหมด 40 ซี่ โดยเป็นการก่อตัวของวัสดุ
พิมพ์ฟันชนิดพอลิไวนิลไซลอกเซนกับฟันที่ทำด้วยสารยึดติด 30 ซี่ เป็นการก่อตัวของวัสดุพิมพ์ฟันพ
อลิไวนิลไซลอกเซนกับฟันที่ไม่ได้ทำสารยึดติด 10 ซี่ และการศึกษาระหว่างการก่อตัวของวัสดุพิมพ์ฟัน
พอลิอีเทอร์และฟันที่ถูกฉีกเนื้อฟันโดยทันทีด้วยสารยึดติดเซลฟ์เอทซ์ชนิดซีโนไฟฟฟัลส์ จากจำนวน
ทั้งหมด 40 ซี่ โดยเป็นการก่อตัวของวัสดุพิมพ์ฟันชนิดพอลิอีเทอร์กับฟันที่ทำสารยึดติด 30 ซี่ เป็นการ
ก่อตัวของวัสดุพิมพ์ฟันพอลิอีเทอร์กับฟันที่ไม่ได้ทำสารยึดติด 10 ซี่ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4.



ตารางที่ 4. การฉีกเนื้อฟันโดยทันทีด้วยสารยึดติดเซลฟ์เอทซ์ชนิดซีโนไฟฟ์พลัสต่อการยับยั้งการก่อ

ตัวของวัสดุพิมพ์ฟันจากจำนวนทั้งหมด 80 ซี่

การฉีกเนื้อฟันโดยทันที (Immediate dentin sealing)	จำนวนฟัน (Tooth)		ทั้งหมด (Total)
	ซีโนไฟฟ์พลัส (Xeno v plus)		
	พอลิไวนิลซิลอกเซน (Polyvinyl siloxane)	พอลิอีเทอร์ (Polyether)	
ในชั้นบรรยากาศที่มีออกซิเจน (Oxygen inhibited layer)	10	10	20
ในสถานะแก๊สไนโตรเจน (Nitrogen ambient)	10	10	20
เช็ดด้วยแอลกอฮอล์หลังการฉาย แสงในสถานะแก๊สไนโตรเจน (Wiped by alcohol after curing in nitrogen gas)	10	10	20
ฟันที่ไม่ได้ฉีกเนื้อฟันโดยทันที ด้วยสารยึด ติด (Sound tooth)	10	10	20
ทั้งหมด (Total)	40	40	80

จากการศึกษาระหว่างการก่อตัวของวัสดุพิมพ์ฟันพอลิไวนิลซิลอกเซนและฟันที่ถูกฉีกเนื้อฟันโดยทันทีด้วยสารยึดติดเซลฟ์เอทซ์ชนิดซิงเกิลบอนด์ยูนิเวอร์ซอล จากจำนวนทั้งหมด 40 ซี่ โดยเป็นการก่อตัวของวัสดุพิมพ์ฟันชนิดพอลิไวนิลซิลอกเซนกับฟันที่ทำด้วยสารยึดติด 30 ซี่ เป็นการก่อตัวของวัสดุพิมพ์ฟันพอลิไวนิลซิลอกเซนกับฟันที่ไม่ได้ทำสารยึดติด 10 ซี่ และการศึกษาระหว่างการก่อตัว

ของวัสดุพิมพ์ฟันพอลิอีเทอร์และฟันที่ถูกผนึกเนื้อฟันโดยทันทีด้วยสารยึดติดเซลฟ์เอทซ์ชนิดซิงเกิลบอนด์ยูนิเวอร์ซอล จากจำนวนทั้งหมด 40 ซี่ โดยเป็นการก่อดัวของวัสดุพิมพ์ฟันชนิดพอลิอีเทอร์กับฟันที่ทาสารยึดติด 30 ซี่ เป็นการก่อดัวของวัสดุพิมพ์ฟันพอลิอีเทอร์เช่นกันกับฟันที่ไม่ได้ทาสารยึดติด 10 ซี่ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 5.

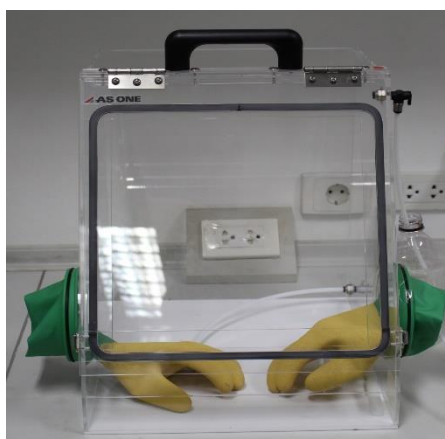
ตารางที่ 5. การผนึกเนื้อฟันโดยทันทีด้วยสารยึดติดเซลฟ์เอทซ์ชนิดซิงเกิลบอนด์ยูนิเวอร์ซอลต่อการ

ยับยั้งการก่อดัวของวัสดุพิมพ์ฟันจากจำนวนทั้งหมด 80 ซี่

การผนึกเนื้อฟันโดยทันที (Immediate dentin sealing)	จำนวนฟัน (Tooth)		ทั้งหมด (Total)
	ซิงเกิลบอนด์ยูนิเวอร์ซอล (Single bond universal)		
	พอลิไวนิลซิลอกเซน (Polyvinyl siloxane)	พอลิอีเทอร์ (Polyether)	
ในชั้นบรรยากาศที่มีออกซิเจน (Oxygen inhibited layer)	10	10	20
ในสถานะแก๊สไนโตรเจน (Nitrogen ambient)	10	10	20
เช็ดด้วยแอลกอฮอล์หลังการฉายแสงในสถานะแก๊สไนโตรเจน (Wiped by alcohol after curing in nitrogen gas)	10	10	20
ฟันที่ไม่ได้ผนึกเนื้อฟันโดยทันทีด้วยสารยึดติด (Sound tooth)	10	10	20
ทั้งหมด (Total)	40	40	80

การสร้างสภาวะแก๊สไนโตรเจนในตู้ทดสอบ

การสร้างสภาวะแก๊สไนโตรเจนในตู้ทดสอบจะทำการปล่อยแก๊สไนโตรเจนจากถังผ่านมายังท่อส่งทอลลูอิน (toluene hose) เข้าสู่ตู้ทดสอบ (glove box compact, AS-ONE, Tokyo, Japan) ดังแสดงไว้ในภาพที่ 1. ที่ถูกควบคุมผ่านมาโนมิเตอร์ (manometer) ที่ติดกับตัวถัง เริ่มต้นปล่อยแก๊สไนโตรเจนเข้าสู่ตู้ทดสอบที่มีออกซิเจนอยู่โดยปล่อยแก๊สไนโตรเจนที่ความดัน 25 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว จากนั้นปล่อยแก๊สไนโตรเจนต่อเนื่องเพื่อไล่ออกซิเจนออกเป็นเวลาหนึ่งชั่วโมงก่อนเริ่มทำการทดสอบ และระหว่างทำการทดสอบการปล่อยแก๊สไนโตรเจนจะยังคงดำเนินต่อไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งสารยึดติดที่ทาลงบนตัวฟันถูกฉายแสงให้เกิดการบ่มตัวเสร็จสิ้น การฉายแสงของสารยึดติดจะมีระยะห่างจากสารยึดติด 1 มิลลิเมตร ในส่วนของการปล่อยแก๊สไนโตรเจนเพื่อไล่ออกซิเจนออกนั้น ช่องที่เปิดให้ออกซิเจนออกจะมีท่อออกจากส่วนบนของตู้ทดสอบผ่านท่อและปลายของท่อจะจุ่มอยู่ในของเหลว หลังจากการฉายแสงของสารยึดติดเสร็จสิ้นก็จะปิดแก๊สไนโตรเจนที่จะเข้ามาสู่ตู้ทดสอบ



ภาพที่ 1. แสดงการสร้างสภาวะแก๊สไนโตรเจนในตู้ทดสอบ

การฉีกเนื้อฟันโดยทันทีด้วยสารยึดติด

ฟันที่ถูกตัดออกแล้วแบ่งฟันออกเป็น 4 กลุ่มคือ 1.การฉีกเนื้อฟันโดยทันทีในสภาวะบรรยากาศปกติที่มีออกซิเจน 2. การฉีกเนื้อฟันโดยทันทีในสภาวะแก๊สไนโตรเจน 3. การใช้แอลกอฮอล์เช็ดที่ผิวหลังการฉีกเนื้อฟันโดยทันทีในสภาวะแก๊สไนโตรเจน 4. ฟันที่ถูกตัดออกที่ไม่ได้มีการฉีกเนื้อฟันโดยทันทีด้วยสารยึดติด โดยใช้ฟันกลุ่มละ 40 ซี่ ในกลุ่มที่ 1-3 ทำการฉีกเนื้อฟันโดยทันทีด้วยสารยึดติด ซึ่งแบ่งออกเป็นกลุ่มแรกสารยึดติด A และกลุ่มที่สองสารยึดติด B แต่ละชนิดของสารยึดติดก็แบ่งออกเป็นกลุ่มละ 20 ซี่ การเคลือบเนื้อฟันด้วยสารยึดติด เริ่มจากเป่าเนื้อฟันให้แห้งด้วยลมที่ปราศจากละอองน้ำมัน หยดส่วนสารยึดติดลงในถาดหลุม ใช้พู่กันชุบและทาบนเนื้อฟัน 2 รอบ รอบแรกให้ทาไปทางเดียวกันจากด้านซ้ายไปทางด้านขวา และเริ่มทาจากด้านบนลงสู่ด้านล่าง 10 ครั้ง รอบที่สองให้ทาไปทางเดียวกันจากด้านขวาไปทางด้านซ้าย และเริ่มทาจากด้านล่างไปสู่ด้านบน 10 ครั้ง ใช้เวลาทา 20 วินาที เป่าลมเบา ๆ ด้วยแรงดัน 40-50 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ระยะห่าง 10 มิลลิเมตร 10 วินาที สังเกตได้จากไม่มีการไหลของสารยึดติดและผิวหน้าของเนื้อฟันมีความมันเงา ฉายแสง 20 วินาทีด้วยเครื่องฉายแสง (Elipar™ S10, 3M ESPE, USA) ซึ่งมีความเข้มแสง 1200 มิลลิวัตต์ต่อตารางเซนติเมตร ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส การใช้แอลกอฮอล์เช็ดบนผิวเนื้อฟัน จะทำโดยนำไม้พันสำลี (cotton pellet) ชุบและเช็ดลงบนเนื้อฟัน 1 รอบ เช็ดออกไปทางเดียวกันเป็นเวลา 10

วินาที แล้วเป่าลมเบา ๆ ด้วยแรงดัน 40-50 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ระยะห่าง 10 มิลลิเมตร 10 วินาที

สังเกตได้จากไม่มีการไหลของสารยึดติดและผิวหน้าของเนื้อพินมีความมันเงา

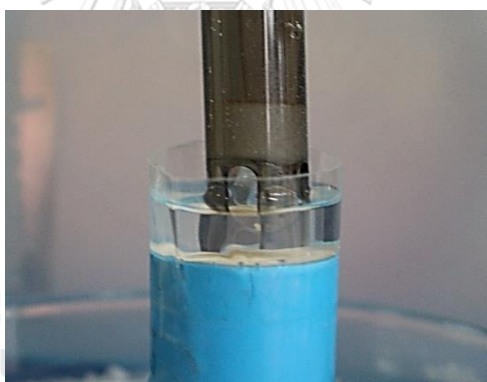
การวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)

จากสารยึดติดที่ใช้แต่ละชนิดแบ่งออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 20 ซี่ และกลุ่มที่ไม่ได้ทำสารยึดติด 10 ซี่ หยด

น้ำกลั่นที่ปราศจากไอออนลงบนผิวของเนื้อพินในรูปทรงที่กำหนดเป็นปริมาตร 2 มิลลิตร ทิ้งไว้ 10

วินาที แล้วอ่านค่าความเป็นกรด-ด่างที่ผิวพินโดยใช้เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH meter) ดัง

แสดงไว้ในภาพที่ 2.



ภาพที่ 2. แสดงการวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)

การทดสอบการก่อดัวของวัสดุพิมพ์ฟันพอลิอีเทอร์และพอลิไวนิลไซลอคเซน

จากการแบ่งกลุ่ม 1 กลุ่มที่ไม่ได้พินเนื้อพินด้วยสารยึดติด และอีก 3 กลุ่มที่ทำการเคลือบสารยึดติด

เป็นกลุ่ม A และกลุ่ม B ก็จะแบ่งการทดสอบวัสดุพิมพ์ฟันออกเป็น 2 กลุ่ม คือ 1. วัสดุพิมพ์ฟันพอลิ

อีเทอร์ 2. วัสดุพิมพ์ฟันพอลิไวนิลไซลอกเซน ฟันที่ถูกฉีกเนื้อฟันโดยทันทีด้วยสารยึดติดทั้งสองชนิดที่จะถูกทดสอบกับวัสดุพิมพ์ฟันก็จะแบ่งออกเป็นกลุ่มละ 10 ซี่ นำวัสดุพิมพ์ฟันพอลิอีเทอร์ที่ผสมสำเร็จจากเครื่องผสมอัตโนมัติ (auto-mix machine dispenser) พิมพ์ลงบนผิวฟันเป็นเวลา 6 นาที แล้วดึงวัสดุพิมพ์ฟันออก และวัสดุพิมพ์ฟันพอลิไวนิลไซลอกเซนก็ทำตามขั้นตอนข้างต้นเช่นกัน จากนั้นนำวัสดุพิมพ์ฟันพอลิอีเทอร์และวัสดุพิมพ์ฟันพอลิไวนิลไซลอกเซนไปส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอ (stereo microscope) และใช้สำลีก้านเช็ดผิวของวัสดุพิมพ์ฟันพอลิอีเทอร์ และผิวของวัสดุพิมพ์ฟันพอลิไวนิลไซลอกเซน สีที่ติดบนสำลีจากการเช็ดผิวของวัสดุพิมพ์ฟันจะเป็นวิธีที่ใช้บ่งบอกการก่อตัวของวัสดุพิมพ์ฟัน เปรียบเทียบกับการใช้สำลีก้านเช็ดผิวของวัสดุพิมพ์ฟันพอลิอีเทอร์และผิวของวัสดุพิมพ์ฟันพอลิไวนิลไซลอกเซนที่พิมพ์ลงผิวฟันที่ไม่ได้ทาสารยึดติด ดังแสดงไว้ในภาพที่ 3.



ภาพที่ 3. แสดงการทดสอบการก่อตัวของวัสดุพิมพ์ฟันโดยสำลีก้านเช็ดผิวของวัสดุพิมพ์ฟัน

การหาราตุบนผิวพื้นที่ทำด้วยสารยึดติดด้วยกล้องอิเล็กตรอนส่องกราด

จากสารยึดติดที่ใช้แต่ละชนิดแบ่งออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 5 ซี่ และกลุ่มที่ไม่ได้ทำสารยึดติด 5 ซี่ นำ

ส่วนบนของพื้นที่ติดกับด้านบดเคี้ยวหลังจากการตัดฟันในแนวตั้งฉากกับแนวแกนฟันมาทำสารยึดติด

ที่ทำการฉายแสงให้เกิดการบ่มตัวในสภาวะที่มีแก๊สไนโตรเจน ผ่านการส่องกราดด้วยไอออนอาร์กอน

(Ar ion beam etching, type EIS-200ER; Elionix Co., Ltd., Tokyo, Japan) ไปยังผิวของสารยึด

ติดที่เคลือบด้วยคาร์บอนในตู้สุญญากาศ (vacuum evaporator, Quick Coater Type SC-701;

Sanyu Denshi Inc., Tokyo, Japan) วิเคราะห์หาราตุกล้องอิเล็กตรอนส่องกราดฟังก์ชันอีดีเอ็มเอ็กซ์

(EDMX) (EDMX function of scanning electron microscopy, SEM; ERA 8800FE; Elionix Co.,

Ltd.)

บทที่ 4

ผลการศึกษา

ผลการทดสอบการงอตัวของวัสดุพิมพ์ฟัน

จากการวัดผลของการงอตัววัสดุพิมพ์ฟันพอลิไวนิลไซลอกเซนกับฉนวนเนื้อฟันโดยทันทีด้วย
สารยัดติดเซลล์เอทซ์ชนิดซีโนไฟฟฟ์พลัส จากจำนวนทั้งหมด 40 ชิ้น โดยเป็นการวัดผลของการงอตัว
วัสดุพิมพ์ฟันพอลิไวนิลไซลอกเซนกับการฉนวนเนื้อฟันโดยทันทีในชั้นบรรยากาศที่มีออกซิเจน 10 ชิ้น
เป็นการวัดผลของการงอตัวของวัสดุพิมพ์ฟันชนิดพอลิไวนิลไซลอกเซนกับการฉนวนเนื้อฟันโดยทันทีใน
แก๊สไนโตรเจน 10 ชิ้น เป็นการวัดผลของการงอตัววัสดุพิมพ์ฟันพอลิไวนิลไซลอกเซนกับการเชื่อมด้วย
แอลกอฮอล์หลังการฉายแสงในสภาวะแก๊สไนโตรเจน 10 ชิ้น และเป็นการวัดผลของการงอตัววัสดุ
พิมพ์ฟันพอลิไวนิลไซลอกเซนกับฟันที่ไม่ได้มีการฉนวนเนื้อฟันโดยทันทีด้วยสารยัดติดเซลล์เอทซ์ 10
ชิ้น ดังแสดงไว้ในตารางที่ 6.

ตารางที่ 6. การวัดผลของการก่อดำของวัสดุพิมพ์ฟันชนิดพอลิไวเนลไซลอกเซนกับการฉีกเนื้อฟันโดย

ทันที่ด้วยสารยึดติดเซลล์เพอซซิดซีโนไฟฟฟ์พลัสจากจำนวนทั้งหมด 40 ชิ้น

การฉีกเนื้อฟันโดยทันที่ (Immediate dentin sealing)	จำนวนวัสดุพิมพ์ฟันพอลิไวเนลไซลอกเซน (Polyvinyl siloxane impression)		ทั้งหมด (Total)
	ซีโนไฟฟฟ์พลัส (Xeno v plus)		
	ลักษณะปกติ (normal)	ลักษณะถูกยับยั้ง การก่อดำ (inhibit)	
ในชั้นบรรยากาศที่มีออกซิเจน (Oxygen inhibited layer)	0	10	10
ในสภาวะแก๊สไนโตรเจน (Nitrogen ambient)	0	10	10
เช็ดด้วยแอลกอฮอล์หลังการฉายแสง ในสภาวะแก๊สไนโตรเจน (Wiped by alcohol after curing in nitrogen gas)	10	0	10
ฟันที่ไม่ได้ฉีกเนื้อฟันโดยทันที่ด้วย สารยึด ติด (Sound tooth)	10	0	10
ทั้งหมด (Total)	20	20	40

จากการวัดผลของการก่อดำวัสดุพิมพ์ฟันพอลิอีเทอร์กับการฉีกเนื้อฟันโดยทันที่ด้วยสารยึดติดเซลล์

เพอซซิดซีโนไฟฟฟ์พลัส จากจำนวนทั้งหมด 40 ชิ้น โดยเป็นการวัดผลของการก่อดำวัสดุพิมพ์ฟันพอลิ

อีเทอร์กับการฉีกเนื้อฟันโดยทันที่ในชั้นบรรยากาศที่มีออกซิเจน 10 ชิ้น เป็นการวัดผลของการก่อดำ

วัสดุพิมพ์ฟันพอลิเอเทอร์กับการฉีกเนื้อฟันโดยทันทีในแก๊สไนโตรเจน 10 ชั้น เป็นการวัดผลของการ

ก่อดัววัสดุพิมพ์ฟันพอลิเอเทอร์กับการเซ็ด้วยแอลกอฮอล์หลังการฉายแสงในสภาวะแก๊สไนโตรเจน

10 ชั้น และเป็นการวัดผลของการก่อดัววัสดุพิมพ์ฟันพอลิเอเทอร์กับฟันที่ไม่ได้มีการฉีกเนื้อฟันโดย

ทันทีด้วยสารยัดติดเซลฟ์เอทซ์ 10 ชั้น ดังแสดงไว้ในตารางที่ 7.

ตารางที่ 7. การวัดผลของการก่อดัววัสดุพิมพ์ฟันพอลิเอเทอร์กับฉีกเนื้อฟันโดยทันทีด้วยสารยัดติด

เซลฟ์เอทซ์ชนิดซีโนไฟฟ์พลัสจากจำนวนทั้งหมด 40 ชั้น

การฉีกเนื้อฟันโดยทันที (Immediate dentin sealing)	จำนวนวัสดุพิมพ์ฟันพอลิเอเทอร์ (Polyether impression)		ทั้งหมด (Total)
	ซีโนไฟฟ์พลัส (Xeno v plus)		
	ลักษณะปกติ (Normal)	ลักษณะถูกยับยั้ง การก่อดัว (Inhibit)	
ในชั้นบรรยากาศที่มีออกซิเจน (Oxygen inhibited layer)	10	0	10
ในสภาวะแก๊สไนโตรเจน (Nitrogen ambient)	10	0	10
เซ็ด้วยแอลกอฮอล์หลังการฉาย แสงในสภาวะแก๊สไนโตรเจน (Wiped by alcohol after curing in nitrogen gas)	10	0	10
ฟันที่ไม่ได้ฉีกเนื้อฟันโดยทันที ด้วยสารยัด ติด (Sound tooth)	10	0	10
ทั้งหมด (Total)	40	0	40

จากการวัดผลของการก่อตัววัสดุพิมพ์ฟันพอลิไวนิลไซลอกเซนกับการฉีกเนื้อฟันโดยทันทีด้วยสารยึดติดเซลฟ์เอทซ์ชนิดซิงเกิลบอนด์ยูนิเวอร์ซอล จากจำนวนทั้งหมด 40 ชิ้น โดยเป็นการวัดผลของการก่อตัวของวัสดุพิมพ์ฟันชนิดพอลิไวนิลไซลอกเซนกับการฉีกเนื้อฟันโดยทันทีในชั้นบรรยากาศที่มีออกซิเจน 10 ชิ้น เป็นการวัดผลของการก่อตัววัสดุพิมพ์ฟันพอลิไวนิลไซลอกเซนกับการฉีกเนื้อฟันโดยทันทีในแก๊สไนโตรเจน 10 ชิ้น เป็นการวัดผลของการก่อตัววัสดุพิมพ์ฟันพอลิไวนิลไซลอกเซนกับการฉีกด้วยแอลกอฮอล์หลังการฉายแสงในสภาวะแก๊สไนโตรเจน 10 ชิ้น และเป็นการวัดผลของการก่อตัววัสดุพิมพ์ฟันพอลิไวนิลไซลอกเซนกับฟันที่ไม่ได้มีการฉีกเนื้อฟันโดยทันทีด้วยสารยึดติดเซลฟ์เอทซ์ 10 ชิ้น ดังแสดงไว้ในตารางที่ 8.

ตารางที่ 8. การวัดผลของการก่อดั้วของวัสดุพิมพ์ฟันชนิดพอลิไวนิลไซลอกเซนกับการฉีกเนื้อฟันโดย

ทันที่ด้วยสารยึดติดเซลฟ์เอทซ์ชนิดซิงเกิลบอนด์ยูนิเวอร์ซอลจากจำนวนทั้งหมด 40 ซึ้น

การฉีกเนื้อฟันโดยทันที่ (Immediate dentin sealing)	จำนวนวัสดุพิมพ์ฟันพอลิไวนิลไซลอกเซน (Polyvinyl siloxane impression)		ทั้งหมด (Total)
	ซิงเกิลบอนด์ยูนิเวอร์ซอล (Single bond universal)		
	ลักษณะปกติ (Normal)	ลักษณะถูกยับยั้งการ ก่อดั้ว (Inhibit)	
ในชั้นบรรยากาศที่มีออกซิเจน (Oxygen inhibited layer)	0	10	10
ในสถานะแก๊สไนโตรเจน (Nitrogen ambient)	10	0	10
เช็ดด้วยแอลกอฮอล์หลังการฉาย แสงในสถานะแก๊สไนโตรเจน (Wiped by alcohol after curing in nitrogen gas)	10	0	10
ฟันที่ไม่ได้ฉีกเนื้อฟันโดยทันที่ ด้วยสารยึด ติด (Sound tooth)	10	0	10
ทั้งหมด (Total)	30	10	40

จากการวัดผลของการก่อดั้ววัสดุพิมพ์ฟันพอลิเอทเธอร์กับการฉีกเนื้อฟันโดยทันที่ด้วยสารยึดติดเซลฟ์

เอทซ์ชนิดซิงเกิลบอนด์ยูนิเวอร์ซอล จากจำนวนทั้งหมด 40 ซึ้น โดยเป็นการวัดผลของการก่อดั้วของ

วัสดุพิมพ์ฟันชนิดพอลิเอทเธอร์กับการฉีกเนื้อฟันโดยทันที่ในชั้นบรรยากาศที่มีออกซิเจน 10 ซึ้น เป็น

การวัดผลของการก่อดั้ววัสดุพิมพ์ฟันพอลิเอทเธอร์กับการฉีกเนื้อฟันโดยทันที่ในแก๊สไนโตรเจน 10 ซึ้น

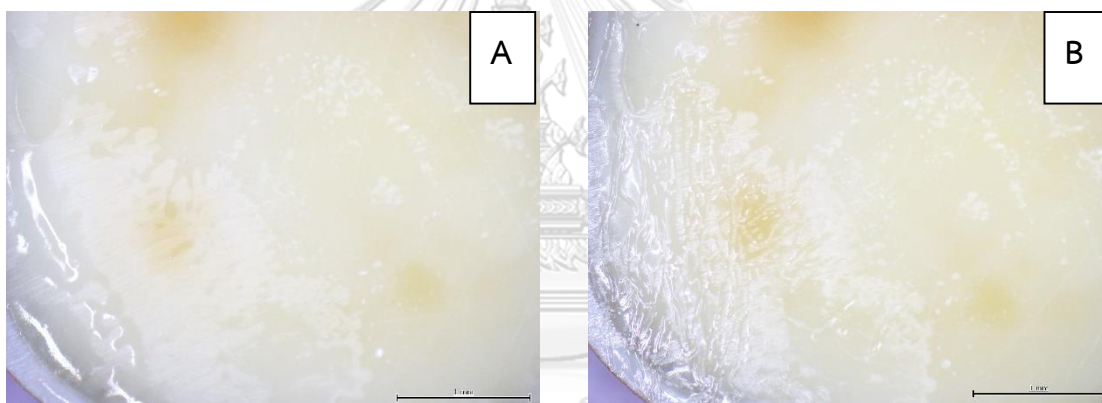
เป็นการวัดผลของการก่อตัววัสดุพิมพ์ฟันพอลิอีเทอร์กับการเซตด้วยแอลกอฮอล์หลังการฉายแสงใน
 สภาวะแก๊สไนโตรเจน 10 ชั้น และเป็นการวัดผลของการก่อตัววัสดุพิมพ์ฟันพอลิอีเทอร์กับฟันที่ไม่ได้
 มีการฉีกเนื้อฟันโดยทันทีด้วยสารยึดติดเซลฟ์เอทซ์ 10 ชั้น ดังแสดงไว้ในตารางที่ 9.

ตารางที่ 9. การวัดผลของการก่อตัวของวัสดุพิมพ์ฟันชนิดพอลิอีเทอร์กับการฉีกเนื้อฟันโดยทันทีด้วย

สารยึดติดเซลฟ์เอทซ์ชนิดซิงเกิลบอนด์ยูนิเวอร์ซอลจากจำนวนทั้งหมด 40 ชั้น

การฉีกเนื้อฟันโดยทันที (Immediate dentin sealing)	จำนวนวัสดุพิมพ์ฟันพอลิอีเทอร์ (Polyether impression)		ทั้งหมด (Total)
	ซิงเกิลบอนด์ยูนิเวอร์ซอล (Single bond universal)		
	ลักษณะปกติ (Normal)	ลักษณะถูกยับยั้ง การก่อตัว (Inhibit)	
ในชั้นบรรยากาศที่มีออกซิเจน (Oxygen inhibited layer)	10	0	10
ในสภาวะแก๊สไนโตรเจน (Nitrogen ambient)	10	0	10
เซตด้วยแอลกอฮอล์หลังการฉาย แสงในสภาวะแก๊สไนโตรเจน (Wiped by alcohol after curing in nitrogen gas)	10	0	10
ฟันที่ไม่ได้ฉีกเนื้อฟันโดยทันที ด้วยสารยึด ติด (Sound tooth)	10	0	10
ทั้งหมด (Total)	40	0	40

ในการทดสอบที่ได้เตรียมแก๊สไนโตรเจนแต่ละครั้งจะทดสอบสารยึดติดเซลล์เอทซ์ทั้งสองชนิด ที่มี การ ทาสารยึดติดเซลล์เอทซ์ที่มีชนิดที่แตกต่างกันเพื่อให้แน่ใจว่าการควบคุมชั้นเหนียว ๆ ของโอไอเอลบน ชั้นงานมีสถานะที่เหมือนกัน จากภาพสแตไดโอรันพบว่ ที่ผิวของฟันที่ทำการฉีกเนื้อฟันโดยทันที ด้วยสารยึดติดเซลล์เอทซ์ชนิดซีโนไฟฟฟลัส และซิงเกิลบอนด์ยูนิเวอร์ซอลไม่พบชั้นที่มีลักษณะเหนียว เกิดขึ้นบนผิวฟัน และเปรียบเทียบชั้นที่มีลักษณะเหนียวที่เกิดขึ้นบนผิวฟันเมื่อทำการฉีกเนื้อฟันโดย ทันทีด้วยสารยึดติดเซลล์เอทซ์ทั้งสองชนิดภายใต้ภาวะที่มีก๊าซออกซิเจน ดังแสดงไว้ในภาพที่ 4.



ภาพที่ 4. แสดงภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอกำลังขยาย 40 เท่า แสดงลักษณะผิวฟันที่

ถูกฉีกด้วยสารยึดติดเซลล์เอทซ์ที่ไม่เกิดชั้นเหนียว ๆ ของโอไอเอลอยู่ที่ผิวฟัน (A) และผิว

ฟันที่ถูกฉีกด้วยสารยึดติดเซลล์เอทซ์ที่เกิดชั้นเหนียว ๆ ของโอไอเอลอยู่ที่ผิวฟัน (B)

ในส่วนการวัดผลของการก่อตัววัสดุพิมพ์ฟันชนิดพอลิไวนิลไซลอกเซนกับการฉีกเนื้อฟันโดยทันที

ด้วยสารยึดติดเซลล์เอทซ์ชนิดซีโนไฟฟฟลัส จากจำนวนทั้งหมด 40 ชิ้น ดังแสดงในตารางที่ 4. จาก

ภาพสแตอริโอ พบลักษณะการยับยั้งการก่อตัวในกลุ่มที่ทำการฉีกเนื้อฟันโดยทันทีด้วยสารยึดติด

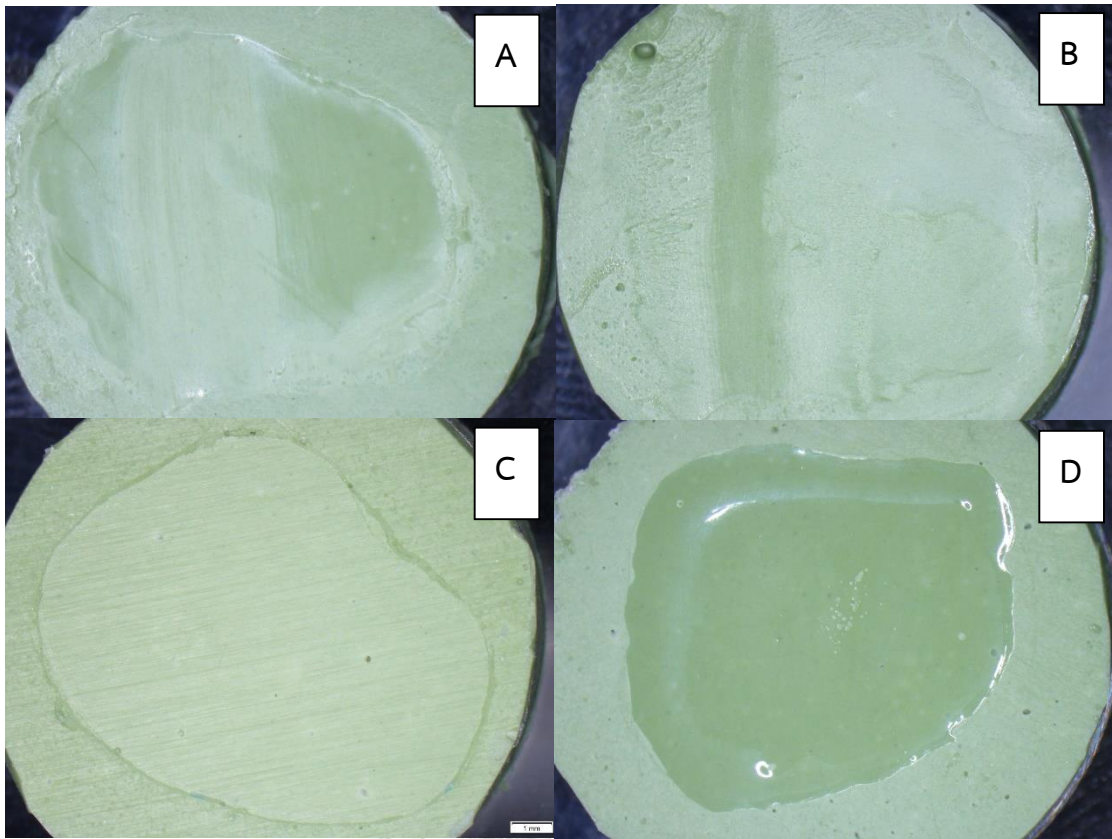
เซลฟ์เอทซ์ชนิดซีโนไฟฟฟ์พลัสในสภาวะที่มีไนโตรเจนถึง 10 ชั้น เมื่อเทียบกับลักษณะที่ก่อตัวได้

ตามปกติ และลักษณะที่ถูกยับยั้งจากชั้นเหนียว ๆ ของโอไอเอล และไม่พบลักษณะการยับยั้งการก่อ

ตัวหลังจากใช้แอลกอฮอล์เช็ดที่ผิวฟันที่ทำการฉีกเนื้อฟันโดยทันทีด้วยสารยึดติดเซลฟ์เอทซ์ชนิดซีโน

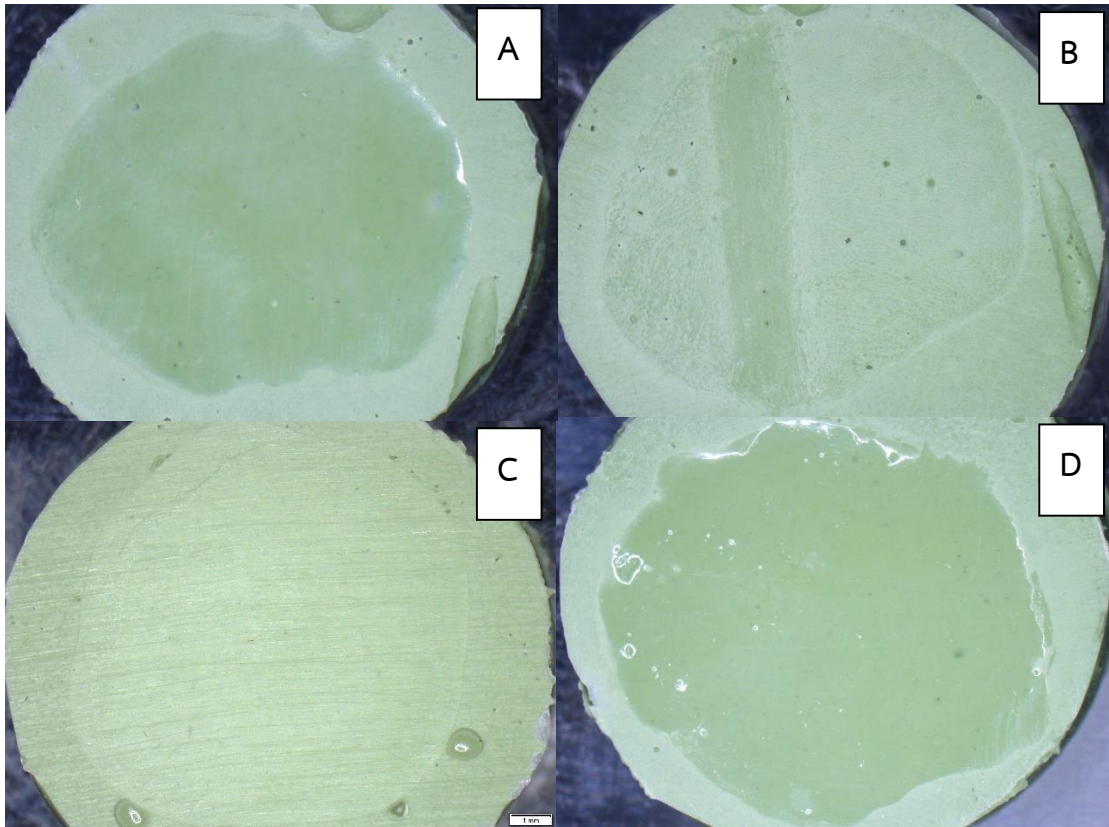
ไฟฟฟ์พลัส ดังแสดงไว้ในภาพที่ 5.



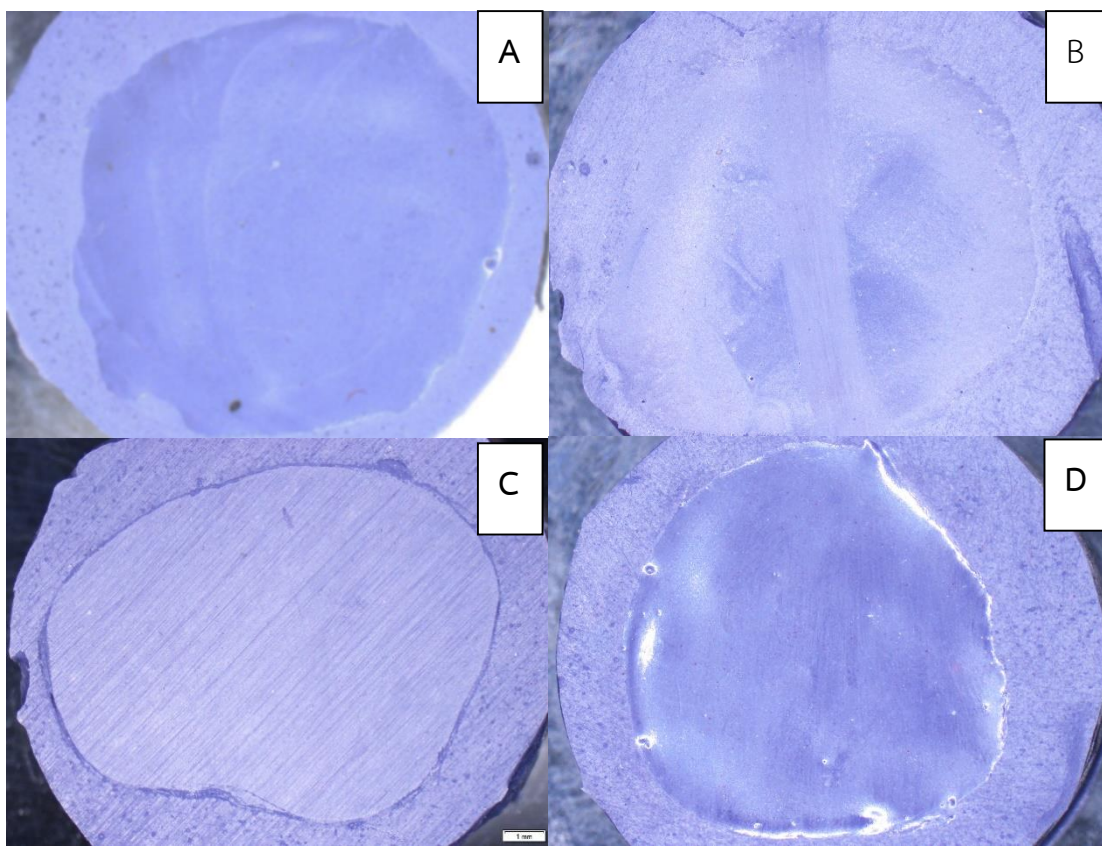


ภาพที่ 5. แสดงภาพถ่ายกล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอกำลังขยาย 10 เท่า แสดงลักษณะการก่อตัวไม่สมบูรณ์ของวัสดุพิมพ์ฟันพอลิไวนิลไซลอกเซนที่ผิวหน้าสัมผัสกับสารยึดติดเซลฟ์เอทซ์ชนิดซีโนไฟฟฟลัสในสถานะที่มีไนโตรเจน (A) ลักษณะการก่อตัวไม่สมบูรณ์ที่ผิวหน้าสัมผัสกับสารยึดติดเซลฟ์เอทซ์ชนิดซีโนไฟฟฟลัสที่มีชั้นโอไอเอล (B) ลักษณะการก่อตัวสมบูรณ์ที่ผิวหน้าไม่ได้สัมผัสกับสารยึดติดใด ๆ (C) ลักษณะการก่อตัวสมบูรณ์ที่ผิวหน้าสัมผัสกับสารยึดติดเซลฟ์เอทซ์ชนิดซีโนไฟฟฟลัสที่มีการเช็ดด้วยแอลกอฮอล์

ในส่วนการวัดผลของการก่อตัววัสดุพิมพ์พินชนิดพอลิไวนิลไซลอกเซนกับการฉีกเนื้อพินโดยทันที ด้วยสารยัดติดเซลล์เอทซ์ชนิดซิงเกิลบอนด์ยูนิเวอร์ซอลจากจำนวนทั้งหมด 40 ชิ้น ดังแสดงในตารางที่ 6. จากภาพสแตเรียโอ ไม่พบลักษณะการยับยั้งการก่อตัวในกลุ่มที่ทำการฉีกเนื้อพินโดยทันทีด้วยสารยัดติดเซลล์เอทซ์ชนิดซิงเกิลบอนด์ยูนิเวอร์ซอลในสถานะที่มีไนโตรเจน รวมถึงไม่พบลักษณะการยับยั้งการก่อตัวหลังจากใช้แอลกอฮอล์เช็ดที่ผิวพินที่ทำการฉีกเนื้อพินโดยทันทีด้วยสารยัดติดเซลล์เอทซ์ชนิดซิงเกิลบอนด์ยูนิเวอร์ซอลด้วยเช่นกัน เมื่อเทียบกับลักษณะที่ก่อตัวได้ตามปกติ และลักษณะที่ถูกยับยั้งจากชั้นเหนียว ๆ ของโอไอเอล ดังแสดงไว้ในภาพที่ 6. ในส่วนการวัดผลของการก่อตัววัสดุพิมพ์พินชนิดพอลิเอทเธอร์กับการฉีกเนื้อพินโดยทันทีด้วยสารยัดติดเซลล์เอทซ์ชนิดซินไฟฟพลัส จากจำนวนทั้งหมด 40 ชิ้น ดังแสดงในตารางที่ 5. จากภาพสแตเรียโอ ไม่พบลักษณะการยับยั้งการก่อตัวในกลุ่มที่ทำการฉีกเนื้อพินโดยทันทีด้วยสารยัดติดเซลล์เอทซ์ชนิดซินไฟฟพลัสในสถานะที่มีไนโตรเจน เมื่อเทียบกับลักษณะที่ก่อตัวได้ตามปกติ และลักษณะที่ไม่ถูกยับยั้งจากชั้นเหนียว ๆ ของโอไอเอล และไม่พบลักษณะการยับยั้งการก่อตัวหลังจากใช้แอลกอฮอล์เช็ดที่ผิวพินที่ทำการฉีกเนื้อพินโดยทันทีด้วยสารยัดติดเซลล์เอทซ์ชนิดซินไฟฟพลัส ดังแสดงไว้ในภาพที่ 7.



ภาพที่ 6. แสดงภาพถ่ายกล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอกำลังขยาย 10 เท่า แสดงลักษณะการก่อตัวสมบูรณ์ของวัสดุพิมพ์ฟันพอลิไวไนลไซลออกเซนที่ผิวหน้าสัมผัสกับสารยึดติดเซลฟ์เอทซ์ชนิดซิงเกิลบอนด์ยูนิเวอร์ซอลในสถานะที่มีไนโตรเจน (A) ลักษณะการก่อตัวไม่สมบูรณ์ที่ผิวหน้าสัมผัสกับสารยึดติดเซลฟ์เอทซ์ชนิดซิงเกิลบอนด์ยูนิเวอร์ซอลที่มีชั้นไอโอเอเอล (B) ลักษณะการก่อตัวสมบูรณ์ที่ผิวหน้าไม่ได้สัมผัสกับสารยึดติดใด ๆ (C) ลักษณะการก่อตัวสมบูรณ์ที่ผิวหน้าสัมผัสกับสารยึดติดเซลฟ์เอทซ์ชนิดซิงเกิลบอนด์ยูนิเวอร์ซอลที่มีการเช็ดด้วยแอลกอฮอล์



ภาพที่ 7. แสดงภาพถ่ายกล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอกำลังขยาย 10 เท่า แสดงลักษณะลักษณะการ

ก่อตัวสมบูรณ์ของวัสดุพิมพ์ฟีนพอลิเอเทอร์ที่ผิวหน้าสัมผัสกับสารยึดติดเซลล์เอทซ์ชนิดซีโน

ไฟฟ้าพลัสในสถานะที่มีไนโตรเจน (A) ลักษณะการก่อตัวสมบูรณ์ที่ผิวหน้าสัมผัสกับสารยึดติด

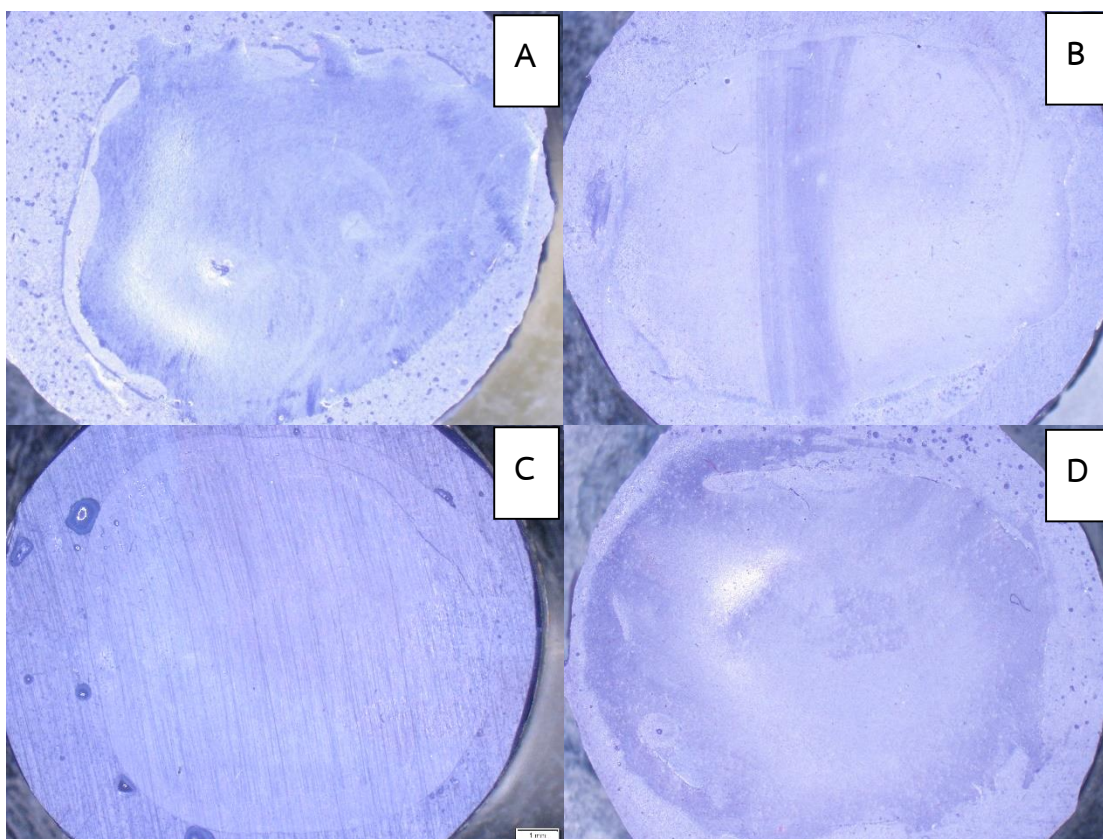
เซลล์เอทซ์ชนิดซีโนไฟฟ้าพลัสที่มีชั้นไอโอเอล (B) ลักษณะการก่อตัวสมบูรณ์ที่ผิวหน้าไม่ได้

สัมผัสกับสารยึดติดใด ๆ (C) ลักษณะการก่อตัวสมบูรณ์ที่ผิวหน้าสัมผัสกับสารยึดติดเซลล์

เอทซ์ชนิดซีโนไฟฟ้าพลัสที่มีการเซ็ดด้วยแอลกอฮอล์

ในส่วนการวัดผลของการก่อตัววัสดุพิมพ์ฟันชนิดพอลิอีเทอร์กับการฉีกเนื้อฟันโดยทันทีด้วยสารยึดติดเซลล์เพอซซิดซิงเกิลบอนด์ยูนิเวอร์ซอล จากจำนวนทั้งหมด 40 ชิ้น ดังแสดงในตารางที่ 7. จากภาพสแตอริโอ ไม่พบลักษณะการยับยั้งการก่อตัวในกลุ่มที่ทำการฉีกเนื้อฟันโดยทันทีด้วยสารยึดติดเซลล์เพอซซิดซิงเกิลบอนด์ยูนิเวอร์ซอลในสถานะที่มีไนโตรเจน รวมถึงไม่พบลักษณะการยับยั้งการก่อตัวหลังจากใช้แอลกอฮอล์เซตที่ผิวฟันที่ทำการฉีกเนื้อฟันโดยทันทีด้วยสารยึดติดเซลล์เพอซซิดซิงเกิลบอนด์ยูนิเวอร์ซอลด้วยเช่นกัน เมื่อเทียบกับลักษณะที่ก่อตัวได้ตามปกติ และลักษณะที่ไม่ถูกยับยั้งจากชั้นเหนียว ๆ ของไอโอเอล ดังแสดงไว้ในภาพที่ 8.





ภาพที่ 8. แสดงภาพถ่ายกล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอกำลังขยาย 10 เท่า แสดงลักษณะการก่อตัว

สมบูรณ์ของวัสดุพิมพ์ฟันพอลิอีเทอร์ที่ผิวหน้าสัมผัสกับสารยึติดิตเซลฟ์เอทซ์ชนิดซิงเกิล

บอนด์ยูนิเวอร์ซอลในสถานะที่มีไนโตรเจน (A) ลักษณะการก่อตัวสมบูรณ์ที่ผิวหน้าสัมผัสกับ

สารยึติดิตเซลฟ์เอทซ์ชนิดซิงเกิลบอนด์ยูนิเวอร์ซอลที่มีชั้นโอไอเอล (B) ลักษณะการก่อตัว

สมบูรณ์ที่ผิวหน้าไม่ได้สัมผัสกับสารยึติดิตใด ๆ (C) ลักษณะการก่อตัวสมบูรณ์ที่ผิวหน้า

สัมผัสกับสารยึติดิตเซลฟ์เอทซ์ชนิดซิงเกิลบอนด์ยูนิเวอร์ซอลที่มีการเช็ดด้วยแอลกอฮอล์

ผลการการวัดค่าความเป็นกรด-ด่างของการผนึ่งเนื้อพืงโดยท้นที่ด้วยสารยัดตีดเซลฟเอทซ์

ในส่วนของกรการวัดค่าความเป็นกรด-ด่างของการผนึ่งเนื้อพืงโดยท้นที่ด้วยสารยัดตีดเซลฟเอทซ์

เอทซ์ท้งสองชนิดที่ตรวจด้วยเครื่องวัดค่ากรด-ด่าง(pH meter) พบว่าค่าความเป็นกรด-ด่างของสารยัดตีดท้งสองชนิดหล้จกทำกรฉายแสงให้เกดการบ่มตัวภายใต้ภาวะที่มีกำ้ออกซิเจนและภาวะที่มีแก๊สไนโตรเจน สารยัดตีดท้งสองชนิดให้ค่าความเป็นกรด-ด่างที่ใกล้เคียงกันใภาวะที่มีกำ้ออกซิเจน ซึ่งค่าความเป็นกรด-ด่างที่วัดได้ยู่ที่ 5.5 โดยเฉลี่ย และสารยัดตีดท้งสองชนิดให้ค่าความเป็นกรด-ด่างที่ใกล้เคียงกันใภาวะที่มีแก๊สไนโตรเจน ซึ่งค่าความเป็นกรด-ด่างที่วัดได้ยู่ที่ 5.5 โดยเฉลี่ยเช่นกัน

กรณึที่หล้จกฉายแสงสารยัดตีดพืงให้เกดการบ่มตัวภาวะที่มีแก๊สไนโตรเจนแล้วใช้แอลกอฮอล์เซ็ดที่ผิวพืง ตรวจวัดค่าความเป็นกรด-ด่างของสารยัดตีดเซลฟเอทซ์ท้งสองชนิด พบว่าค่าความเป็นกรด-ด่างที่วัดได้ของสารยัดตีดท้งสองชนิดมีค่าใกล้เคียงกัน และมีค่าไม่แตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบกับค่าความเป็นกรด-ด่างที่ไม่ได้ใช้แอลกอฮอล์เซ็ดลงบนผิวพืง ซึ่งค่าความเป็นกรด-ด่างที่วัดได้ยู่ที่ 6.3 โดยเฉลี่ย ดังแสดงไว้ในตารางที่ 10.

ผลการตรวจหาธาตุนบนผิวพืงหล้จกการผนึ่งเนื้อพืงโดยท้นที่ด้วยสารยัดตีดเซลฟเอทซ์

ในส่วนของกรการหาธาตุนบนผิวพืงหล้จกการผนึ่งเนื้อพืงโดยท้นที่ด้วยสารยัดตีดเซลฟเอทซ์

ท้งสองชนิดภายใต้ภาวะที่มีแก๊สไนโตรเจนที่ตรวจด้วยกล้องอเล็กตรอนส่องกราดฟ้งก์ซันอีตีเอ็มเอ็ทซ์

จากการตรวจสอบสารยึดติดเซลฟ์เอทซ์ชนิดซีโนไฟฟ์พลัสจำนวน 5 ซี่ พบว่าทุกซี่มีองค์ประกอบของธาตุ

ซิลเฟอร์และตรวจพบกระจายอยู่ทุกตำแหน่งของผิวฟันที่มีการทาสารยึดติดชนิดนี้ ดังแสดงไว้ใน

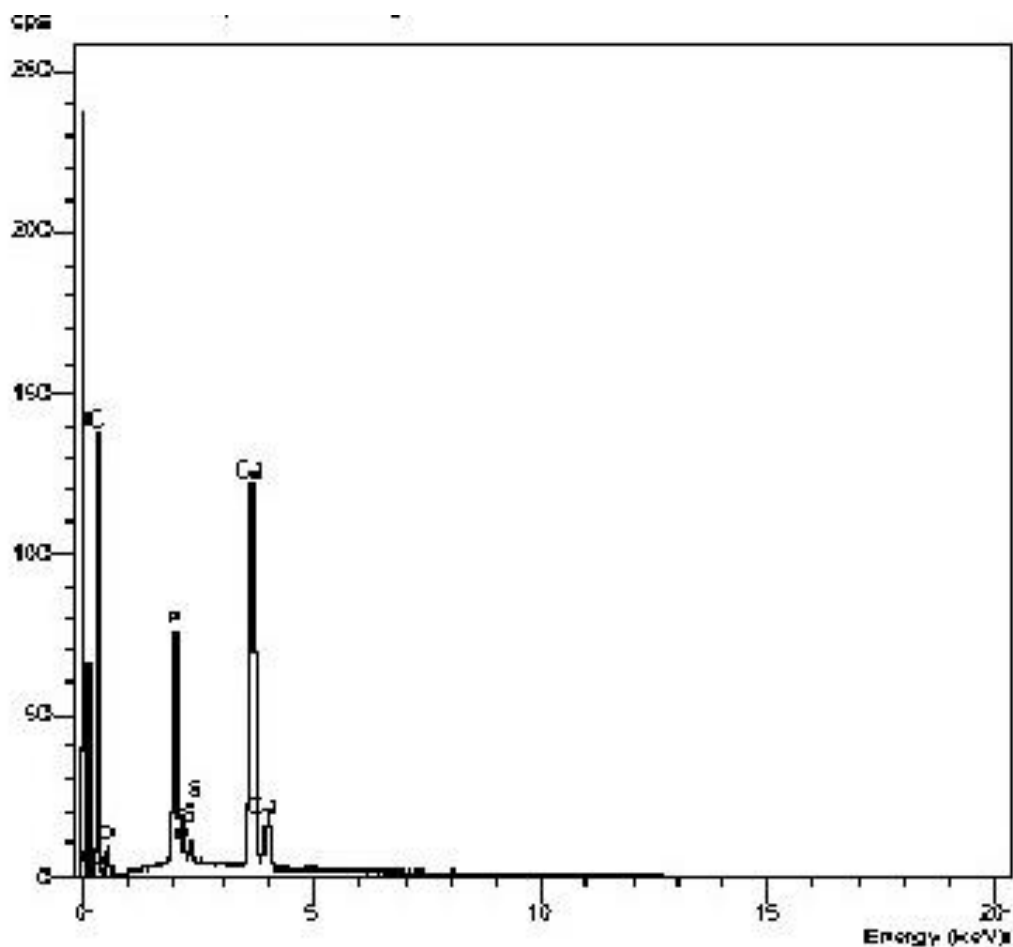
ตารางที่ 11. และดังแสดงไว้ในภาพที่ 9.

ตารางที่ 10. การวัดหาค่าความเป็นกรด-ด่างของสารยึดติด

Ordinal number	pH						
	Tooth	Single-step adhesive systems					
		Adper™ Single Bond Universal			Xeno V plus		
		OIL	Without OIL	alc	OIL	Without OIL	alc
1	6.33	5.67	5.81	6.29	5.71	5.79	6.61
2	6.73	5.54	5.65	6.53	5.67	5.66	6.55
3	6.22	5.75	5.79	6.37	5.56	5.71	6.83
4	6.66	5.42	5.57	6.48	5.81	5.57	6.29
5	6.36	5.37	5.61	5.93	5.77	5.83	6.44
6	6.77	5.26	5.92	6.22	5.63	5.52	6.17
7	6.44	5.76	5.53	6.41	5.33	5.28	5.88
8	6.56	5.19	5.84	6.15	5.44	5.36	5.95
9	6.71	5.87	5.87	6.39	5.52	5.43	6.31
10	6.37	5.58	5.51	6.56	5.25	5.19	6.63
Average	6.515	5.541	5.53	6.333	5.569	5.534	6.366

ตารางที่ 11. การตรวจธาตุบนผิวฟันในหนึ่งซี่ที่ทาสารยึดติดเซลฟ์เอทซ์ชนิดซีโนไฟฟ์พลัส

Element	Percent	Tooth			Xeno V plus		
		Position			Position		
		Left	Middle	Right	Left	Middle	Right
C	Element	31.71	31.72	30.51	51.59	59.65	57.87
	Atom	53.08	52.72	51.67	72.04	77.53	76.06
P	Element	13.59	13.95	14.02	9.62	8.18	8.36
	Atom	8.83	9.17	9.20	5.21	4.12	4.26
O	Element	13.94	13.28	14.23	10.27	9.79	10.63
	Atom	17.52	16.88	18.10	10.76	9.56	10.49
Ca	Element	40.40	41.25	40.83	27.98	21.60	22.36
	Atom	20.27	20.94	20.72	0.54	0.78	0.78
Cl	Element	0.00	0.18	0.18			
	Atom	0.00	0.10	0.10			
Na	Element	0.20	0.21	0.23			
	Atom	0.17	0.19	0.20			
Mg	Element	0.15	0.00	0.00			
	Atom	0.13	0.00	0.00			
S	Element				0.54	0.78	0.78
	Atom				0.28	0.38	0.38
Si	Element						
	Atom						
Al	Element						
	Atom						



ภาพที่ 9. แสดงการตรวจด้วยกล้องอิเล็กตรอนส่องกราดฟังก์ชันอีดีเอ็มเอ็กซ์ หาหมู่ธาตุบนผิวพื้นหลัง

ผืนกเนื้อพื้นด้วยสารยึดติดเซลล์โพทซ์ชนิดซีโนไฟฟ้าพลัส พบหมู่ธาตุซัลเฟอร์อยู่ร้อยละ 0.78

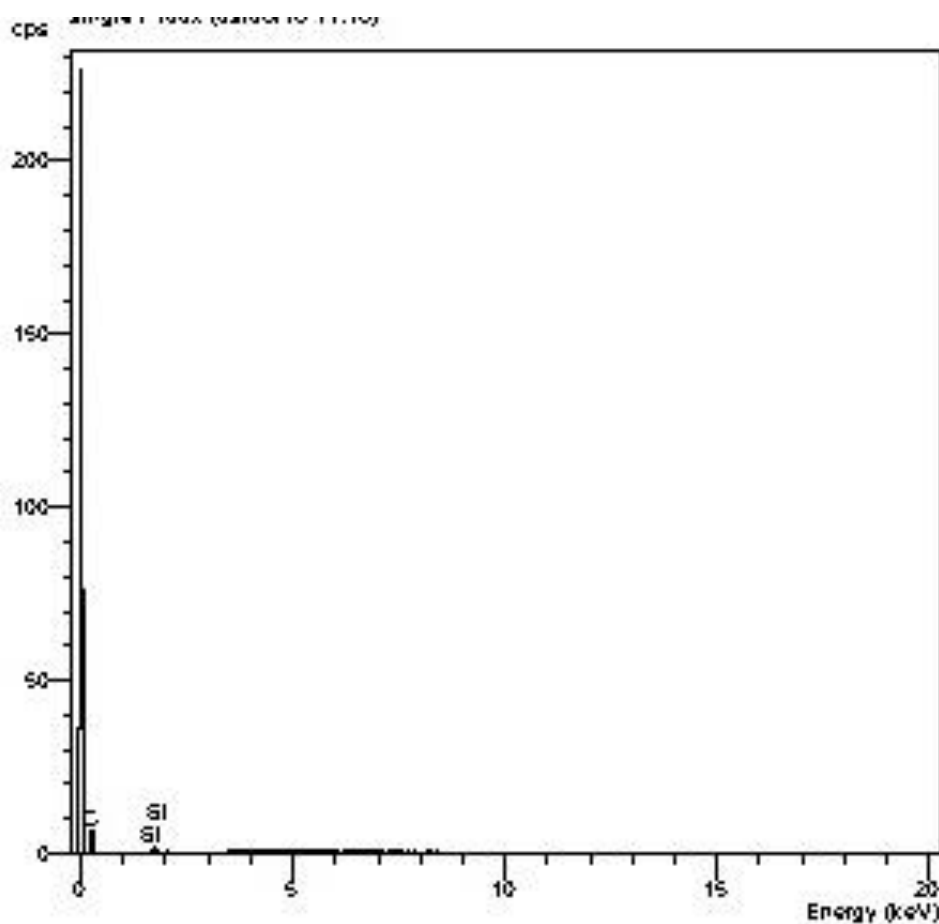
ในขณะที่การตรวจสอบสารยึดติดเซลล์โพทซ์ชนิดซิงเกิลบอนด์ยูนิเวอร์ซอลจำนวน 5 ซี่ ไม่พบว่ามี

องค์ประกอบของธาตุซัลเฟอร์อยู่บนผิวพื้นที่มีการหาสารยึดติดชนิดนี้ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 12. และ

ดังแสดงไว้ในภาพที่ 10.

ตารางที่ 12. การตรวจธาตุบนผิวฟันในหนึ่งซี่ที่ทาสารยึดติดเซลฟ์เอทซ์ชนิดซิงเกิลบอนด์ยูนิเวอร์ซอล

Element	Percent	Tooth			Single bond universal		
		Position			Position		
		Left	Middle	Right	Left	Middle	Right
C	Element	31.71	31.72	30.51	95.94	93.98	98.25
	Atom	53.08	52.72	51.67	98.22	97.33	99.23
P	Element	13.59	13.95	14.02			
	Atom	8.83	9.17	9.20			
O	Element	13.94	13.28	14.23			
	Atom	17.52	16.88	18.10			
Ca	Element	40.40	41.25	40.83			
	Atom	20.27	20.94	20.72			
Cl	Element	0.00	0.18	0.18			
	Atom	0.00	0.10	0.10			
Na	Element	0.20	0.21	0.23			
	Atom	0.17	0.19	0.20			
Mg	Element	0.15	0.00	0.00			
	Atom	0.13	0.00	0.00			
S	Element						
	Atom						
Si	Element				4.06	6.02	1.11
	Atom				1.78	2.67	0.48
Al	Element				0.00	0.00	0.65
	Atom				0.00	0.00	0.29



ภาพที่ 10. แสดงการตรวจด้วยกล้องอิเล็กทรอนิกส์ทรานสดูกราดฟังก์ชันอีดีเอ็มเอ็กซ์ หาหมู่ธาตุบนผิวพื้น

หลังผิวก่อนด้วยสารยึดติดเซลล์โพแทสเซียมไดโครเมตซิลิเกตบอนด์ยูนิเวอร์ซอล ไม่พบหมู่ธาตุ

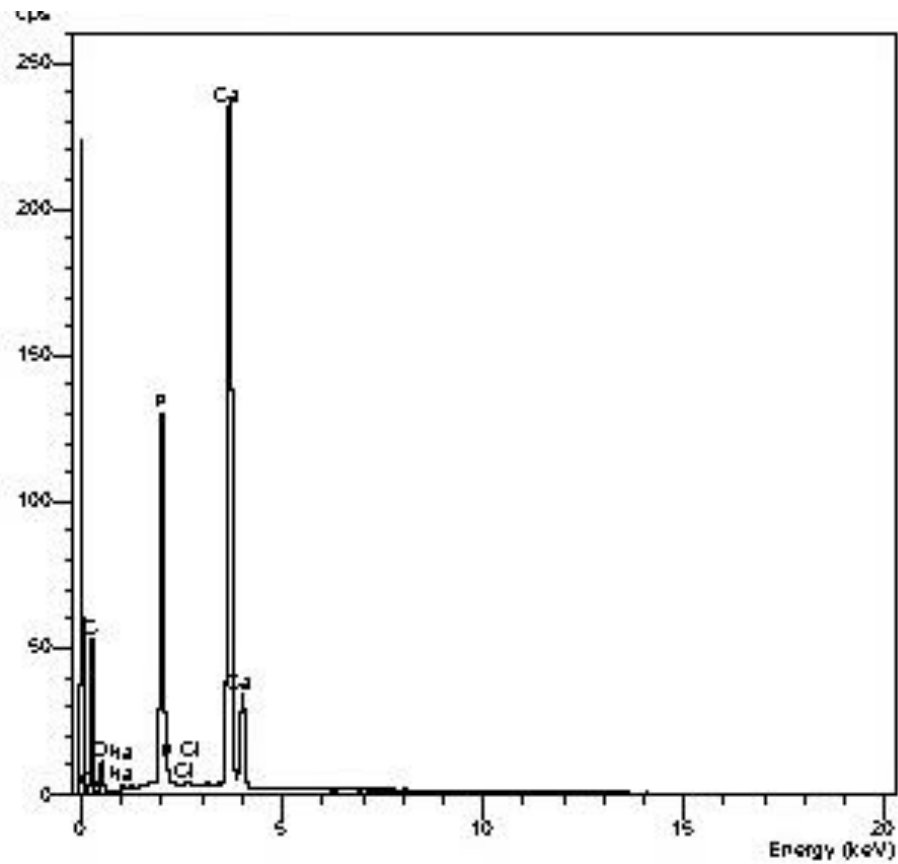
ซิลเฟอรอยู่ในส่วนประกอบ

เมื่อเปรียบเทียบกับผิวพื้นที่ไม่มีการผิวก่อนด้วยสารยึดติดเซลล์โพแทสเซียมจำนวน 5 ซึ่ง

ไม่พบว่ามีองค์ประกอบของธาตุซิลเฟอรอยู่บนผิวพื้นเช่นกัน ดังแสดงไว้ในภาพที่ 11. และเมื่อ

ตรวจสอบสารยึดติดเซลล์โพแทสเซียมไดโครเมตซิลิเกตบอนด์ยูนิเวอร์ซอลไม่พบว่ามีองค์ประกอบของธาตุอื่น ๆ ที่

แตกต่างไปจากสารยึดติดเซลล์โพแทสเซียมไดโครเมตซิลิเกต



ภาพที่ 11. แสดงการตรวจด้วยกล้องอิเล็กตรอนส่องกราดฟังก์ชันอีดีเอ็มเอ็กซ์ หาหมู่ธาตุบนผิวพื้นที่

ไม่ได้บันทึกด้วยสารใดๆ ไม่พบหมู่ธาตุซัลเฟอร์อยู่บนผิวพื้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 5

การอภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาของการผนึกเนื้อฟืนโดยทันทีด้วยสารยึดติด โดยทำการศึกษาสารยึดติดชนิดที่เป็นแบบเซลล์เอทซ์ที่อยู่ในรูปแบบการทำงานเพียงขั้นตอนเดียว ซึ่งสารนี้มีค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ที่ 1.5 และ 2.7 การเลือกหาสารยึดติดชนิดที่เป็นเซลล์เอทซ์ในรูปแบบขั้นตอนการทำงานเพียงขั้นตอนเดียวนี้ มีแนวโน้มที่จะถูกใช้มากขึ้นเนื่องจากการใช้งานที่ง่าย อีกทั้งยังสามารถป้องกันปัญหาที่อาจจะเกิดขึ้นได้หากเลือกใช้สารยึดติดชนิดที่อยู่ในกลุ่มของโททอลเอทซ์จากขั้นตอนการปฏิบัติ^(4, 5) สารยึดติดชนิดเซลล์เอทซ์ที่เลือกใช้จะประกอบไปด้วยส่วนที่มีหน้าที่ในการปรับสภาพผิวฟืนซึ่งจะเป็นมอนอเมอร์ที่มีฤทธิ์เป็นกรด โดยกรดของมอนอเมอร์จะทำหน้าที่ละลายสารอนินทรีย์ที่ผิวเนื้อฟืนพร้อม ๆ แทรกซึมลงไปและ ไหลเข้าท่อเนื้อฟืน⁽⁴⁴⁾ ภายหลังจากการฉายแสงให้เกิดการบ่มตัวของเรซินในชั้นบรรยากาศที่มีออกซิเจนจะปรากฏลักษณะชั้นเหนียว ๆ เกิดขึ้น ให้เห็นบนผิวฟืนที่เรียกว่า “ชั้นที่ถูกการยับยั้งโดยออกซิเจน (oxygen inhibited layer ,OIL)” โดยชั้นนี้เกิดขึ้นมาจากส่วนที่หลงเหลือจากการทำปฏิกิริยาของมอนอเมอร์และโอลิโกเมอร์ ซึ่งมีออกซิเจนไปทำปฏิกิริยาในตำแหน่งที่เป็นพันธะคู่ระหว่างคาร์บอนและคาร์บอน ชัดขวางการเหนียวนำไปให้เกิดเป็นอนุมูลอิสระจากเปอร์ออกไซด์จนเกิดการหน่วงปฏิกิริยาในการเกิดพอลิเมอร์ตรงตำแหน่งพันธะคู่^(35, 36) จากการศึกษาก่อนหน้านี้ของ

Magne และคณะ กับ Ghiggi และคณะ พบว่าในการพ่นเนื้อฟันโดยทันทีด้วยสารยึดติดชนิดที่เป็นโพลีเอทเธอร์และชนิดที่เป็นเซลฟ์เอทเธอร์ภายใต้ภาวะที่มีออกซิเจนจะสามารถยับยั้งการก่อตัวของวัสดุพิมพ์ฟันได้ โดยเกิดผลกระทบต่อการก่อตัวทั้งในวัสดุพิมพ์ฟันชนิดที่เป็นพอลิไวนิลไซลอคเซนและชนิดที่เป็นพอลิอีเทอร์ และในส่วนของงานวิจัยดังกล่าว การทำการพ่นเนื้อฟันโดยทันที ที่มีการฉายแสงของสารยึดติดในชั้นบรรยากาศที่มีออกซิเจน ยังได้มีความพยายามที่จะกำจัดชั้นเหนียว ๆ ของโอไอเอลออกไป ที่เชื่อว่าเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดการยับยั้งการก่อตัวของวัสดุพิมพ์ฟันทั้งสองชนิด โดยก่อนที่จะใช้วัสดุพิมพ์ฟันสร้างรอยพิมพ์ออกมา ได้มีการกำจัดชั้นที่มีลักษณะเหนียว ๆ ที่อยู่บนผิวฟันด้วยการใช้แอลกอฮอล์เช็ดที่ผิวฟันภายหลังจากที่มีการฉายแสงในชั้นบรรยากาศ หรือมีการใช้วุ้นกลีเซอรินปิดบนผิวฟันที่ทาสารยึดติดเอาไว้ก่อนที่จะฉายแสงให้เกิดการบ่มตัวในชั้นบรรยากาศ ซึ่งวิธีการเหล่านี้เป็นที่ยอมรับในทางคลินิกของการกำจัดชั้นเหนียว ๆ ของโอไอเอล⁽¹³⁾ ถึงแม้ว่าจะมีการกำจัดชั้นที่มีลักษณะเหนียว ๆ ตามวิธีดังกล่าวแล้วก็ตาม ผลคือไม่สามารถทำให้วัสดุพิมพ์ฟันทั้งสองชนิดนั้นเกิดการก่อตัวได้ตามปกติ^(9, 10) นอกจากนี้ในส่วนของผู้วิจัยได้ทำการศึกษานำร่อง ให้ผลที่ไม่สอดคล้องกับการศึกษาของ Magne และ Ghiggi ที่พบว่าผลที่เกิดกับวัสดุพิมพ์ฟันที่เป็นชนิดพอลิอีเทอร์ยังสามารถเกิดการก่อตัวได้ตามปกติทั้งที่มีชั้นเหนียว ๆ ของโอไอเอลตามงานวิจัยที่ได้อ้างอิง และพบว่ามีเพียงวัสดุพิมพ์ฟันพอลิไวนิลไซลอคเซนเท่านั้นที่มีลักษณะการยับยั้งการก่อตัวเกิดขึ้นที่ผิววัสดุพิมพ์ฟันเมื่อสัมผัสผิวฟันมีชั้นเหนียว ๆ ของโอไอเอลจากการฉายแสงสารยึดติดในชั้นบรรยากาศ

ที่มีออกซิเจน ในส่วนจากการศึกษาก่อนหน้าของ Sanares ที่รายงานว่าความเป็นกรดของสารยึดติดชนิดที่เป็นระบบขวดเดียวมีผลทำให้แรงยึดลดลง (microtensile bond strength) ในเรซินคอมโพสิตชนิดที่บ่มด้วยตัวเอง (chemically cures composites)⁽⁴⁵⁾ จากงานวิจัยในส่วนนี้ทางผู้วิจัยมองเห็นว่าการเลือกทาสารยึดติดเซลฟ์เอทซ์ก็ย่อมมีกรดมอนอเมอร์หลงเหลืออยู่บนชั้นโอไอเอล ปัจจัยของความเป็นกรดอาจมีผลต่อการก่อตัวของวัสดุพิมพ์ฟัน ที่สอดคล้องกับการศึกษาก่อนหน้านี้ของผู้วิจัยเอง ดังตารางที่ 11. และเมื่อมีการฉีกเนื้อฟันโดยทันตแพทย์ที่มีการเลือกใช้สารยึดติดในระบบที่เป็นเซลฟ์เอทซ์ ที่จัดได้ว่าเป็นสารยึดติดที่มีความเป็นกรด และถ้ายังเลือกใช้สารยึดติดที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างที่ต่ำในการฉีกเนื้อฟันนั้น เมื่อทาสารยึดติดลงบนฟันที่ผิวฟันด้านบนอาจจะมีส่วนของกรดมอนอเมอร์ตกค้างอยู่มาก โดยกรดที่ตกค้างอยู่นั้นสามารถเกิดขึ้นได้หลังจากที่มีการสะเทินปฏิกิริยากับความเป็นต่างของไฮดรอกซีอะพาไทต์ที่อยู่บนผิวฟัน⁽¹⁶⁾ และถ้าค่าความเป็นกรด-ด่างที่ตกค้างอยู่บนผิวฟันนั้นมีค่าที่ต่ำมากพอก็อาจจะเกิดผลกระทบกับวัสดุพิมพ์ฟันได้ และจากการใช้แอลกอฮอล์กำจัดชั้นนี้ออกก็เป็นที่ยสงสัยว่าการใช้แอลกอฮอล์อาจจะไม่สามารถกำจัดออกไปได้ทั้งหมด ยังสามารถเกิดการยับยั้งการก่อตัวของวัสดุพิมพ์ฟันอยู่ถึงแม้ว่าจะไม่พบลักษณะเหนียว ๆ อยู่บนผิวฟันแล้วก็ตาม^(9, 10) ในการใช้แอลกอฮอล์เช็ดที่ผิวฟันจะทำให้การกำจัดชั้นโอไอเอลที่อยู่บนกับกรดที่หลงเหลืออยู่บนผิวฟันออกไปพร้อม ๆ กันวิธีการนี้อาจไม่สามารถบอกได้ว่าการยับยั้งการก่อตัวของ วัสดุพิมพ์ฟันที่ยังคงเกิดขึ้นได้นั้นมาจากส่วนใดระหว่างกรดที่หลงเหลือส่วนที่เป็นโอไอเอลกับความเป็นกรดของมอนอ

เมอร์ นอกจากนี้สิ่งที่ส่งผลให้เกิดการยับยั้งการก่อตัวของวัสดุพิมพ์ฟันที่เกิดขึ้นนั้น ในทางเป็นจริงของการปฏิบัติงานทางคลินิกมีความจำเป็น อย่างที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ที่จะต้องฉายแสงสารยึดติดให้เกิดการบ่มตัวในชั้นบรรยากาศที่เต็มไปด้วยออกซิเจน ทำให้เกิดปัจจัยสำคัญอยู่สองอย่างที่ปนกันคือ ชั้นที่มีลักษณะเหนียว ๆ ของโอไอเอล และค่าความเป็นกรด-ด่าง โดยที่ในการปฏิบัติงานทางคลินิกไม่อาจแยกปัจจัยทั้งสองอย่างนี้ออกจากกันได้

จากการศึกษาก่อนหน้านี้ได้มีการควบคุมชั้นเหนียว ๆ ของโอไอเอลด้วยการฉายแสงสารยึดติดในภาวะที่มีไนโตรเจนอยู่ในตู้ทดสอบ ซึ่งการทำการฉายแสงภายใต้ภาวะไนโตรเจนไม่ส่งผลต่อการยึดติดของวัสดุบูรณะ^(46, 47) และในการศึกษารั้งนี้จึงนำเอาวิธีการนี้มาทำการพ่นเนื้อฟันโดยทันทีด้วยสารยึดติดเซลฟ์เอทซ์ภายใต้ภาวะแก๊สไนโตรเจนในตู้ทดสอบ มาใช้ในการควบคุมลักษณะชั้นเหนียว ๆ ของโอไอเอลไม่ให้ปรากฏอยู่ที่ผิวฟัน ซึ่งสามารถตรวจสอบชั้นนี้เบื้องต้นด้วยภาพถ่ายสเตอริโอโอ จากผลการศึกษาของผู้วิจัยในสารยึดติดเซลฟ์เอทซ์ชนิดซินโฟฟไฟล์ส[®] นั้นบริษัทผู้ผลิตได้ใส่อะคริลอลย์อะมิโน อัลคิลซิลโฟนิคเอาไว้ในสารยึดติด และเมื่อมีการสัมผัสระหว่างวัสดุพิมพ์ฟันพอลิไวนิลไซลอกเซนกับสารยึดติดเซลฟ์เอทซ์ชนิดซินโฟฟไฟล์ส พบว่าวัสดุพิมพ์ฟันถูกยับยั้งการก่อตัวทั้งหมดที่มีการใช้พิมพ์ฟันทดสอบจำนวน 10 ชิ้น และการยับยั้งการก่อตัวของวัสดุพิมพ์ฟันพอลิไวนิลไซลอกเซนที่ปราศจากปัจจัยของชั้นเหนียว ๆ ของโอไอเอลนี้ นับได้ว่าเป็นสิ่งที่น่าสนใจ

อย่างยิ่ง ซึ่งข้อมูลดังกล่าวอาจจะนำเสนอต่อทันตแพทย์ที่มีการฝึกเนื้อฟันโดยทันทีด้วยสารยัดติด

เซลฟ์เอทซีในระหว่างกระบวนการที่ใส่ครอบฟัน

การศึกษานี้ได้ทำการฉายแสงบ่มตัวของสารยัดติดภายใต้ตู้ทดสอบที่มีไนโตรเจน เพื่อแยกชั้น

เหนียว ๆ ของโอไอเอลนี้ออกเพื่อศึกษาหาปัจจัยอื่น ๆ ที่นอกเหนือไปจากปัจจัยของชั้นเหนียว ๆ ของ

โอไอเอลที่อยู่บนผิวฟันหลังจากที่ทำการฉายแสงบ่มตัวของสารยัดติดเซลฟ์เอทซีว่ามีผลทำให้เกิดการ

ยับยั้งการก่อตัวของวัสดุพิมพ์ฟัน และเพื่อให้แน่ใจว่าในการทดสอบที่มีไนโตรเจนนั้นสามารถควบคุม

ชั้นเหนียว ๆ ของโอไอเอลได้เหมือนกัน ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบหาสารยัดติดเซลฟ์เอทซีทั้งสองชนิดที่

มีความเป็นกรด-ด่างจัดอยู่ในกลุ่มเดียวกัน โดยสารยัดติดเซลฟ์เอทซีทั้งสองชนิดจะทดสอบในตู้

ไนโตรเจนพร้อม ๆ กันของแต่ละครั้งที่ทำการทดสอบ และในการตรวจสอบการเกิดการยับยั้งการก่อ

ตัวของวัสดุพิมพ์ฟันของงานวิจัยนี้ ทำโดยหลังจากวัสดุพิมพ์ฟันใช้เวลาในการก่อตัวเสร็จเรียบร้อยแล้ว

ดึงวัสดุพิมพ์ฟันออก นำสำลิก้านเซ็ดลงบนผิวของวัสดุพิมพ์ฟันเพื่อดูสีที่ติดอยู่บนสำลีและตรวจรอยขน

สำลีที่เกิดขึ้นบนวัสดุพิมพ์ฟันจากภาพสเตอริโอ วิธีในการตรวจสอบแบบนี้อธิบายได้ว่าการทดสอบ

ด้วยการเซ็ดที่ผิว เป็นการทดสอบวัสดุพิมพ์ฟันบริเวณที่ผิวของวัสดุพิมพ์ฟันเท่านั้นซึ่งการยับยั้งนั้น

ไม่ได้เกิดทั้งชิ้น และสีที่ติดบนสำลีและรอยขนสำลีที่เกิดขึ้นบนวัสดุพิมพ์ฟันจะเป็นการบ่งบอกได้ว่า

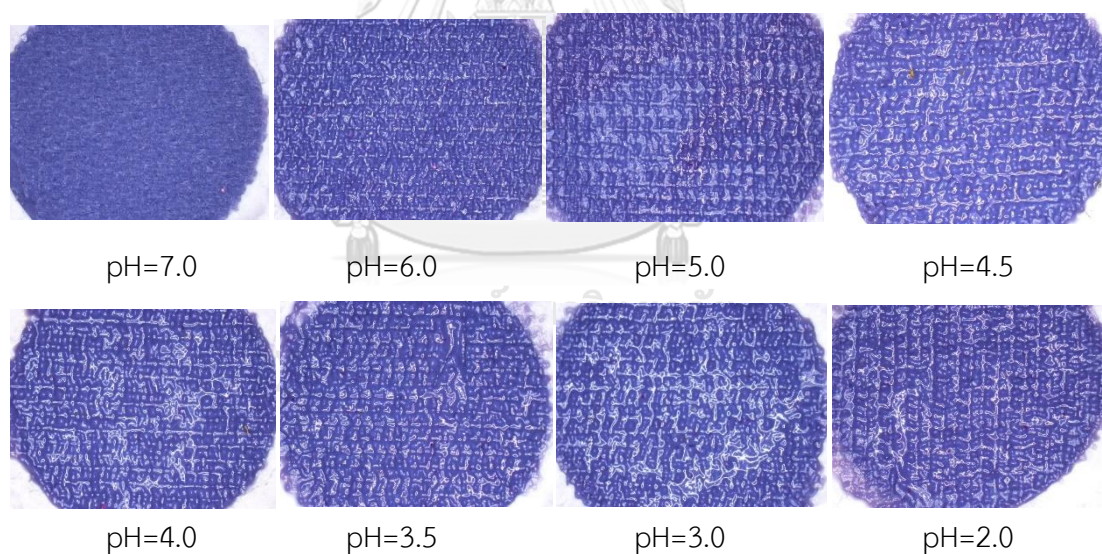
วัสดุพิมพ์ฟันไม่ได้ตั้งชั้นที่มีลักษณะเหนียว ๆ ของโอไอเอลออกมา แต่เกิดการยับยั้งการก่อตัวของวัสดุ

พิมพ์ฟันจริง ๆ

จากผลการศึกษาคาร์บอนิกเนื้อฟันโดยทันทีด้วยสารยึติดิตเซลฟ์เอทซ์ชนิดซิงเกิลบอนด์ยูนิ
เวอร์ซอลในภาวะที่ปราศจากชั้นเหนียว ๆ ของโอไอเอลไม่มีนัยสำคัญการยับยั้งการก่อตัวของวัสดุ
พิมพ์ฟันชนิดพอลิไวนิลไซลอกเซนที่ปรากฏให้เห็นจากภาพสเตอริโอ ในขณะที่การฉีกเนื้อฟันโดย
ทันทีด้วยสารยึติดิตเซลฟ์เอทซ์ชนิดซีโนไฟฟ์พลัสในภาวะที่ปราศจากชั้นเหนียว ๆ ของโอไอเอล
สามารถเกิดการยับยั้งการก่อตัวของวัสดุพิมพ์ฟันชนิดพอลิไวนิลไซลอกเซนที่ผิวของวัสดุพิมพ์ฟัน
ปรากฏให้เห็นจากภาพสเตอริโอ ในการศึกษาการฉีกเนื้อฟันโดยทันทีภายใต้ภาวะที่มีแก๊ส
ไนโตรเจนในตู้ทดสอบโดยจะหาสารยึติดิตเซลฟ์เอทซ์ทั้งสองชนิดลงบนผิวฟันของการทดสอบในแต่ละ
ครั้งเพื่อให้แน่ใจว่าควบคุมการเกิดชั้นเหนียว ๆ ของโอไอเอลได้เหมือนกันของสารยึติดิตเซลฟ์เอทซ์ทั้ง
สองชนิด ซึ่งการเกิดการยับยั้งการก่อตัวของวัสดุพิมพ์ฟันชนิดพอลิไวนิลไซลอกเซน ยืนยันได้ว่าการ
ยับยั้งการก่อตัวของวัสดุพิมพ์ฟันชนิดพอลิไวนิลไซลอกเซนมีสาเหตุจากปัจจัยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง
นอกจากชั้นเหนียว ๆ ของโอไอเอลที่เป็นตัวยับยั้ง จากผลการทดลองปฏิบัติฐานที่ว่าการ
ยับยั้งการก่อตัวของวัสดุพิมพ์ฟันชนิดพอลิไวนิลไซลอกเซนนั้นมาจากสาเหตุของชั้นเหนียว ๆ ของโอ
ไอเอลที่เกิดขึ้นหลังจากการฉายแสงบ่มตัวสารยึติดิตภายใต้ภาวะที่มีออกซิเจนอยู่ การยับยั้งการก่อตัว
ของวัสดุพิมพ์ฟันชนิดพอลิไวนิลไซลอกเซนจะเกิดเฉพาะที่ผิวของวัสดุที่มีการสัมผัสกับสารยึติดิตเซลฟ์
เอทซ์ที่เกิดขึ้นหลังจากการฉายแสงบ่มตัวสารยึติดิตภายใต้ภาวะที่มีไนโตรเจนอยู่ นอกจากนี้ในส่วน
ของสารยึติดิตเซลฟ์เอทซ์ที่ปราศจากชั้นเหนียว ๆ ของโอไอเอลไม่มีนัยสำคัญการยับยั้งการก่อตัวของ

วัสดุพิมพ์ฟันชนิดพอลิเอเทอร์ที่ปรากฏให้เห็นจากภาพสเตอริโอ ในการก่อตัวของวัสดุพิมพ์ฟันชนิดพอลิเอเทอร์ให้ผลที่ไม่แตกต่างกันในการก่อตัวเมื่อวัสดุพิมพ์ฟันสัมผัสกับสารยัดติดเซลฟ์เอทซ์หลังจากที่มีการฉายแสงบ่มตัวทั้ง ๆ ที่มีหรือไม่มีชั้นเหนียว ๆ ของโอไอเอลปรากฏให้เห็นจากภาพสเตอริโอ จากการศึกษาทำการทดลองก่อนหน้าผู้วิจัยได้เตรียมกรดน้ำสัสมายซู ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างตั้งแต่ 2 ถึง 7 ไปทำปฏิกิริยากับวัสดุพิมพ์ฟันพอลิเอเทอร์ พบว่าวัสดุพิมพ์ฟันพอลิเอเทอร์จะสามารถถูกยับยั้งการก่อตัวได้เมื่อสัมผัสกับกรดน้ำสัสมายซู ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำกว่าตั้งแต่ 4 ลงไป ดังแสดงไว้ใน

ภาพที่ 12.

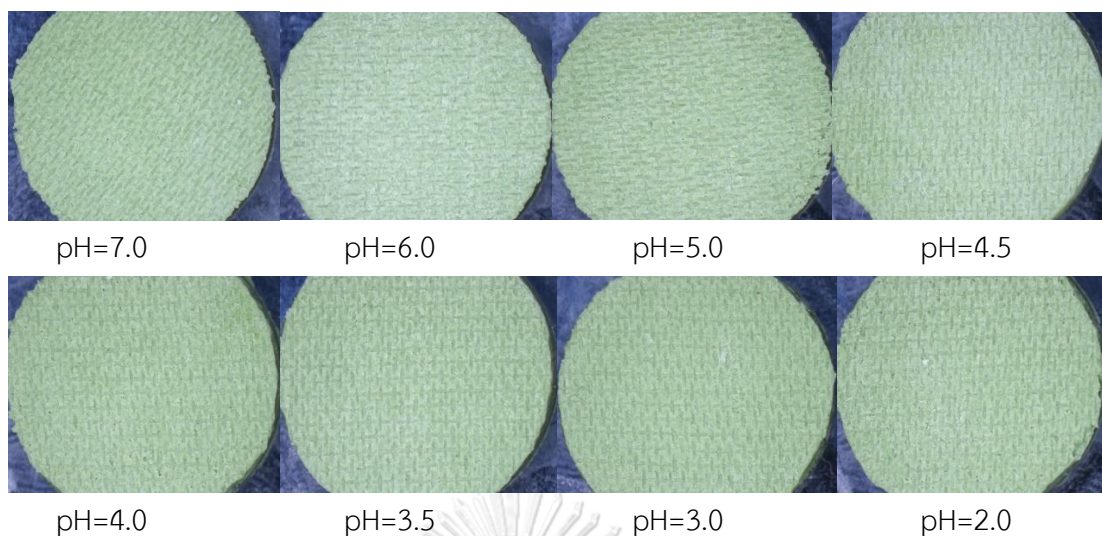


ภาพที่ 12. แสดงผิวของวัสดุพิมพ์ฟันชนิดพอลิเอเทอร์ ที่เกิดการก่อตัวที่ไม่สมบูรณ์ เมื่อด้านที่สัมผัสกับ

กรดน้ำสัสมายซู ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำกว่าตั้งแต่ 4 ลงไป

ในส่วนผลการศึกษาของวัสดุพิมพ์ฟันพอลิเอเทอร์ไม่เกิดปฏิกิริยาการยับยั้งการก่อตัวกับสารยัดติดเซลฟ์เอทซ์หลังจากที่มีการฉายแสงบ่มตัวทั้ง ๆ ที่มีหรือไม่มีชั้นเหนียว ๆ ของโอไอเอลเหมือนที่ปรากฏการยับยั้งการก่อตัวของวัสดุพอลิเอเทอร์กับกรดน้ำส้มสายชู ผู้วิจัยเชื่อว่าการที่ไม่เกิดการยับยั้งการก่อตัวของวัสดุพิมพ์ฟันพอลิเอเทอร์จากความสัมพันธ์ความเป็นกรด-ด่างที่อยู่บนผิวฟันนั้นไม่มีผลพอที่จะทำให้เกิดขึ้นได้จากการผุกร่อนเนื้อฟันโดยทันทีด้วยสารยัดติดเซลฟ์เอทซ์ทั้งชนิดซินไฟฟพลัสและชนิดซิงเกิลบอนด์ยูนิเวอร์ซอล

จากการศึกษาวัสดุพิมพ์ฟันพอลิไวนิลไซลอคเซนมีการเตรียมกรดน้ำส้มสายชูที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างไว้ที่ 2 ถึง 7 ไปทำปฏิกิริยากับวัสดุพิมพ์ฟันพอลิไวนิลไซลอคเซน ซึ่งวัสดุพิมพ์ฟันพอลิไวนิลไซลอคเซนจะไม่ถูกยับยั้งการก่อตัวเมื่อได้สัมผัสกับทุกค่าของความเป็นกรด-ด่างในกรดน้ำส้มสายชู ดังแสดงไว้ในภาพที่ 13.



ภาพที่ 13. แสดงผิวของวัสดุพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ ที่เกิดการก่อตัวที่สมบูรณ์ เมื่อดำน้ำที่

สัมผัสกับทุกค่าของความเป็นกรด-ด่างในกรดน้ำส้มสายชู

ในส่วนของการศึกษาใช้กรดมอนอเมอร์ที่มีฤทธิ์เป็นกรดเข้มข้นปานกลางของสารยึดติดเซลฟ์เอทซ์จัดเป็นสารละลายที่เป็นกรดอ่อนมีค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ที่ 1.5 ซึ่งจะเปลี่ยนเป็นสถานะของแข็งเมื่อฉายแสงให้เกิดการบ่มตัว ด้วยความที่หลังจากฉายแสงให้เกิดการบ่มตัวกลายเป็นสถานะของแข็งแล้วอาจมีข้อจำกัดในการหาค่าความเป็นกรด-ด่าง โดยค่าความเป็นกรด-ด่างที่วัดได้อยู่ในช่วง 5.5-6.3 ในการวัดค่านี้ไม่สามารถวัดได้โดยตรงที่ผิวของสารยึดติด การวัดหาค่าความเป็นกรด-ด่างที่วัดได้จะได้ค่าที่แม่นยำคงวัดได้ยาก ในการวัดค่าความเป็นกรด-ด่างนี้อาจบ่งบอกได้เพียงแนวโน้มที่เชื่อได้ว่าหลังจากการทำสารยึดติดในกลุ่มเซลฟ์เอทซ์แล้ว ที่ผิวพื้นยังคงมีความเป็นกรดอยู่เมื่อเทียบกับการวัดค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำกลั่นที่อยู่บนผิวพื้นก่อนการทำสารยึดติด การวัดค่าความเป็น

กรด-ต่างของงานวิจัยนี้จะใช้เครื่องวัดค่าความเป็นกรด-ต่างที่จุ่มอยู่ในรูปทรงกล่องที่บรรจุน้ำกลั่นปราศจากไอออน 2 มิลลิลิตร ซึ่งอยู่บนชั้นของสารยึดติดที่ฉายแสงแล้ว ค่าความเป็นกรด-ต่างที่วัดได้ไม่แตกต่างกันในภาวะที่มีหรือไม่มีชั้นเหนียว ๆ ของโอไอเอล และสารยึดติดที่ฉายแสงแล้วที่ผ่านการเซ็ดด้วยแอลกอฮอล์ ดังแสดงในตารางที่ 8. ในส่วนของสารยึดติดชนิดซิงเกิลบอนด์ยูนิเวอร์ซอลไม่ส่งผลต่อการก่อตัวของวัสดุพิมพ์ฟันพอลิไวนิลไซลอกเซน ค่าความเป็นกรด-ต่างของสารยึดติดซิงเกิลบอนด์ยูนิเวอร์ซอลนี้จัดอยู่ในกลุ่มที่มีค่าความเป็นกรด-ต่างเดียวกับสารยึดติดซีโนไฟฟ์พลัส แต่สารยึดติดซีโนไฟฟ์พลัสกลับให้ผลยับยั้งการก่อตัวของวัสดุพิมพ์ฟันพอลิไวนิลไซลอกเซน ที่อาจจะเป็นไปได้ว่าการเกิดปฏิกิริยาทางเคมีการก่อตัวของวัสดุพิมพ์ฟันพอลิไวนิลไซลอกเซนไม่น่าจะเกิดขึ้นระหว่างกรดของมอนอเมอร์และสารเร่งปฏิกิริยาของกรดคลอโรแพททินิค ผู้วิจัยเชื่อว่าการยับยั้งการก่อตัวระหว่างวัสดุพิมพ์ฟันพอลิไวนิลไซลอกเซนและสารยึดติดชนิดซีโนไฟฟ์พลัสนั้นไม่ได้เกิดจากกรดที่หลงเหลืออยู่บนผิวฟัน ค่าความเป็นกรด-ต่างของสารยึดติดเซลฟ์เอทซ์อาจถูกสะเทินปฏิกิริยาได้กับไฮดรอกซีอะพาไทต์จากชั้นเนื้อฟันและหลังจากที่มีการฉายแสงให้เกิดการบ่มตัวซึ่งอาจจะทำให้ความเป็นกรดของมอนอเมอร์นั้นลดลงได้^(48, 49) ถึงแม้ว่าการศึกษาของ Tay และคณะ⁽¹⁶⁾ จะพบว่าหลังจากที่มีการทาสารยึดติดเซลฟ์เอทซ์จะยังคงมีค่าความเป็นกรดหลงเหลืออยู่ที่ผิวของฟันก็ตาม

Yamauchi และคณะ⁽⁶⁾ ได้รายงานว่สารยึดติดเซลฟ์เอทซ์ที่เป็นระบบเทอเนอร์รีดอกซ์

อาจจะมึนัยสำคัญที่ทำให้แรงยึดติดมีค่าที่ดีขึ้นระหว่างเนื้อฟันกับระบบสารยึดติด ที่ประกอบไปด้วย

กรดเรซินมอนอเมอร์ที่มีการเติมกรดหรือเกลือของซัลเฟอร์ที่ระบบของเปอร์ออกไซด์เอมีน โดยยังคงกล่าวว่ากรดเรซินมอนอเมอร์จะเกิดกระบวนการพอลิเมอร์ไรเซชันที่ลดลง เมื่อแสดงอยู่ในระบบของปฏิกิริยารีดอกซ์เปอร์ออกไซด์เอมีน จากการศึกษาที่เหอเทียนเอมีนถูกสะเทินโดยกรดเรซินมอนอเมอร์ ซึ่งการสูญเสียความสามารถในการเกิดพอลิเมอร์นั้นมาจากสารที่ลดลงในปฏิกิริยารีดอกซ์ นอกจากนี้ Munksgaard และคณะ⁽⁴³⁾ แนะนำว่าการที่ระบบสารยึดติดมีการรวมส่วนของสารเติมแต่ง เช่น กรดเกลือของอะโรมาติกซัลฟอนิก หรือโพรฟานอลในสารยึดติดนั้น เป็นผลทำให้ค่าแรงยึดติดและความแนบสนิทดีขึ้นจากการที่สารนั้นช่วยลดความหนาของชั้นเหนียว ๆ โอไอเอล

ความหลากหลายในส่วนประกอบที่แตกต่างกันของสารยึดติดเซลล์เอพ็อกซีที่มีกรดเกลือของซัลฟอนิก หรือกรดเกลือของอะโรมาติกซัลฟอนิก เดิมอยู่ในส่วนของกรดมอนอเมอร์ในสารยึดติดเซลล์เอพ็อกซีในระบบที่เป็นเทอนารีดอกซ์ ซึ่งมีอิทธิพลต่อการพัฒนาให้เกิดการบ่มตัว การศึกษานี้ได้ประเมินผลความสัมพันธ์ระหว่างอะคริลอิลยอะมิโน อัลคิลซัลฟอนิก (acryloylamino alkylsulfonic acid) และวัสดุพิมพ์ฟันพอลิไวนิลไซลอกเซน จากข้อมูลทางบริษัทผู้ผลิตในสารยึดติดซีโนไฟฟ์พลัสได้มีส่วนประกอบของอะคริลอิลยอะมิโน อัลคิลซัลฟอนิก ตามที่มีการตรวจวิเคราะห์หาธาตุด้วยกล้องอิเล็กตรอนส่องกราดในหมวดงานอีดีเอ็มเอ็กซ์พบธาตุซัลเฟอร์ที่ผิวของผลึกสารยึดติดชนิดซีโนไฟฟ์พลัสตามข้อมูลของบริษัทผู้ผลิต ซึ่งเป็นไปได้ว่าการยับยั้งการก่อตัวของวัสดุพิมพ์ฟันพอลิไวนิลไซลอกเซนนั้นอาจเกิดมาจากการสะสมธาตุของหมู่ซัลเฟอร์ที่พบบนผิวของสารยึดติดซีโนไฟฟ์พลัส

ตามข้อมูลของบริษัทผู้ผลิต และจากการตรวจวิเคราะห์หาธาตุด้วยกล้องอเล็กทรอนิกส์ในห้องปฏิบัติการใน
หมวดงานอีทีเอ็มเอ็กซ์ก็ไม่พบธาตุของหมู่ซัลเฟอร์ในผลึกของบริษัทผู้ผลิตสารยึดติดชนิดซิงเกิล
บอนด์ยูนิเวอร์ซอล จึงทำให้ไม่เกิดการยับยั้งการก่อตัวของวัสดุพิมพ์ฟันพอลิไวนิลไซลอกเซน



บทที่ 6

สรุปผลการวิจัย ข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

การเลือกใช้สารยึดติดเซลล์เอทซ์เพื่อทำการฉนีกเนื้อฟันโดยทันที่ที่มีการฉายแสงบ่มตัวในสภาวะชั้นบรรยากาศที่มีออกซิเจนมีผลทำให้เกิดการยับยั้งการก่อตัวของวัสดุพิมพ์ฟันพอลิไวนิลไซลอคเซน ปัจจัยส่วนหนึ่งที่เกิดการยับยั้งการก่อตัวเกิดขึ้นมาจากชั้นเหนียว ๆ ของโอไอเอล แต่หากควบคุมปัจจัยเดียวของชั้นเหนียว ๆ ของโอไอเอลด้วยการฉายแสงในสภาวะที่มีแก๊สไนโตรเจนก็ยังมีผลทำให้เกิดการยับยั้งการก่อตัวของวัสดุพิมพ์ฟันพอลิไวนิลไซลอคเซนอยู่ ที่มีสาเหตุมาจากสารยึดติดเซลล์เอทซ์ของบางบริษัทผู้ผลิตมีส่วนประกอบของธาตุซิลเฟออร์

ข้อเสนอแนะ

การศึกษานี้ได้วัดค่าความเป็นกรด-ด่างโดยอ้อม บนฟันที่ถูกฉนีกเนื้อฟันโดยทันที่ด้วยสารยึดติดเซลล์เอทซ์ทั้งสองชนิด ผ่านตัวกลางที่เป็นของเหลวคือน้ำกลั่นที่ปราศจากไอออน ซึ่งควรศึกษาวัดค่าความเป็นกรด-ด่างโดยตรงบนฟันที่ถูกฉนีกเนื้อฟันโดยทันที่ด้วยสารยึดติดเซลล์เอทซ์เพื่อให้ค่าที่ถูกต้องจากความเป็นกรดที่เหลืออยู่บนผิวฟัน และการศึกษานี้จะเป็นข้อมูลที่น่าสนใจเพื่อให้ผู้ใช้งานในทางคลินิกระวังการยับยั้งการก่อตัวของวัสดุพิมพ์ฟันพอลิไวนิลไซลอคเซนเมื่อฟันนั้นถูกฉนีกเนื้อฟันด้วยสารยึดติดที่มีส่วนประกอบของธาตุซิลเฟออร์

รายการอ้างอิง

1. Pashley EL, Comer RW, Simpson MD, Horner JA, Pashley DH, Caughman WF.
Dentin permeability: sealing the dentin in crown preparations. Oper Dent.
1992;17:13-20.
2. Van Meerbeek B, Van Landuyt K, De Munck J, Hashimoto M, Peumans M,
Lambrechts P, et al. Technique-sensitivity of contemporary adhesives. Dent Mater
J. 2005;24:1-13.
3. Pashley DH, Tay FR, Breschi L, Tjaderhane L, Carvalho RM, Carrilho M, et al. State
of the art etch-and-rinse adhesives. Dental mater. 2011;27:1-16.
4. Grégoire G, Millas A. Microscopic evaluation of dentin interface obtained with 10
contemporary self-etching systems: Correlation with their pH2005. 481-91 p.
5. Van Meerbeek B, De Munck J, Yoshida Y, Inoue S, Vargas M, Vijay P, et al.
Buonocore memorial lecture. Adhesion to enamel and dentin: current status and
future challenges. Oper Dent. 2003;28(3):215-35.
6. Yamauchi J, Yamada K, Shibatani K. Adhesive compositions for the hard tissues of
the human body. United States Patents Number 4, 182,035; 1980.
7. Blackwell GB, Huang CT. Biologically compatible adhesive containing a
phosphorus adhesion promoter and a sulfinic accelerator. United States Patents
Number 4, 657, 941; 1987.

8. Nyunt MM, Imai Y. Adhesion to Dentin with Resin Using Sulfinic Acid Initiator System. *Dent Mat J.* 1996;15:175-82.
9. Magne P, Nielsen B. Interactions between impression materials and immediate dentin sealing. *J Prosthet Dent.* 2009;102:298-305.
10. Ghiggi PC, Steiger AK, Marcondes ML, Mota EG, Burnett LHJ, Spohr AM. Does immediate dentin sealing influence the polymerization of impression materials? *Eur J Dent.* 2014;8:366-72.
11. Magne P, Kim TH, Cascione D, Donovan TE. Immediate dentin sealing improves bond strength of indirect restorations. *J Prosthet Dent.* 2005;94:511-9.
12. Eliades GC, Caputo AA. The strength of layering technique in visible light-cured composites. *J Prosthet Dent.* 1989;61:31-8.
13. Udo T, Nikaido T, Ikeda M, Weerasinghe DS, Harada N, Foxton RM, et al. Enhancement of Adhesion between Resin Coating Materials and Resin Cements. *Dent Mat J.* 2007;26:519-25.
14. Nakano M, Takada T, Nikaido T, Tagami J. Effect of Impression Materials on Adhesion of Resin Cement to Resin-coated Dentin. *Adhe Dent.* 1999;17:198-204.
15. 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;19:628-33.
16. Tay FR, King NM, Suh BI, Pashley DH. Effect of delayed activation of light-cured resin composites on bonding of all-in-one adhesives. *J Adhe Dent.* 2001;3:207-25.

17. Ross MH, Kaye GI, Pawlina W. Histology : a text and atlas with cell and molecular biology. 4th ed: Philadelphia, Pa. : Lippincott Williams & Wilkins; 2003. 450 p.
18. Marshall Jr. GW. Dentin: microstructure and characterization. Quintessence International. 1993;24:606-17.
19. Roth G, Clames R. Dental mineralized tissue. Oral biology.2000. 173-88 p.
20. Garberoglio R, Brannstrom M. Scanning electron microscopic investigation of human dentinal tubules. Arch Oral Bio. 1976;21(6):355-62.
21. Van Meerbeek B, Dhem A, Goret-Nicaise M, Braem M, Lambrechts P, VanHerle G. Comparative SEM and TEM examination of the ultrastructure of the resin-dentin interdiffusion zone. J Dent Res. 1993;72:495-501.
22. Panighi M, G'Sell C. Effect of the tooth microstructure on the shear bond strength of a dental composite. J Biomed Mater Res. 1993;27:975-81.
23. Nakabayashi N, Pashley DH. Hybridization of Dental Hard Tissues: Quintessence Publishing Company; 1998.
24. Tyas MJ, Anusavice KJ, Frencken JE, Mount GJ. Minimal intervention dentistry — a review*. Int Dent J. 2000;50:1-12.
25. Shillingburg HT, Hobo S, Whitsett LD, Jacobi R, SE. B. Fundamentals of Fixed Prosthodontics. 3rd ed: Quintessence Publishing Company; 1997. 225 p.
26. Paul SJ, SchÄRer P. Effect of provisional cements on the bond strength of various adhesive bonding systems on dentine. J Oral Rehabi. 1997;24:8-14.

27. Bertschinger C, Paul SJ, Luthy H, Scharer P. Dual application of dentin bonding agents: effect on bond strength. *Am J Dent.* 1996;9:115-9.
28. Paul SJ, Scharer P. The dual bonding technique: a modified method to improve adhesive luting procedures. *Int J Perio & Restor Dent.* 1997;17:536-45.
29. Ehrenberg DS, Weiner S. Changes in marginal gap size of provisional resin crowns after occlusal loading and thermal cycling. *J Prosthet Dent.* 2000;84:139-48.
30. Cagidiaco MC, Ferrari M, Garberoglio R, Davidson CL. Dentin contamination protection after mechanical preparation for veneering. *Am J Dent.* 1996;9:57-60.
31. Magne P. Immediate Dentin Sealing: A Fundamental Procedure for Indirect Bonded Restorations. *J Esthet Restor Dent.* 2005;17:144-54.
32. Dietschi D, Magne P, Holz J. Bonded to tooth ceramic restorations: in vitro evaluation of the efficiency and failure mode of two modern adhesives. *Schweiz Monatsschr Zahnmed.* 1995;105:299-305.
33. Magne P, Douglas WH. Porcelain veneers: dentin bonding optimization and biomimetic recovery of the crown. *Int J Prosth.* 1999;12:111-21.
34. Dietschi D, Herzfeld D. In vitro evaluation of marginal and internal adaptation of class II resin composite restorations after thermal and occlusal stressing. *Eur J Oral Sci.* 1998;106:1033-42.
35. Gauthier MA, Stangel I, Ellis TH, Zhu XX. Oxygen inhibition in dental resins. *J Dent Res.* 2005;84:725-9.

36. Lee TY, Guymon CA, Jönsson ES, Hoyle CE. The effect of monomer structure on oxygen inhibition of (meth)acrylates photopolymerization. *Polymer*. 2004;45:6155-62.
37. Truffier-Boutry D, Place E, Devaux J, Leloup G. Interfacial layer characterization in dental composite. *J Oral Rehabil*. 2003;30:74-7.
38. El-Askary FS, Fawzy AS, Abd Elmohsen HM. Tensile bond strength of immediately repaired anterior microfine hybrid restorative composite using nontrimmed hourglass specimens. *J Adhe Dent*. 2009;11:41-7.
39. Papacchini F, Dall'Oca S, Chieffi N, Goracci C, Sadek FT, Suh BI, et al. Composite-to-composite microtensile bond strength in the repair of a microfilled hybrid resin: effect of surface treatment and oxygen inhibition. *J Adhe Dent*. 2007;9:25-31.
40. Shawkat ES, Shortall AC, Addison O, Palin WM. Oxygen inhibition and incremental layer bond strengths of resin composites. *Dental mater*. 2009;25:1338-46.
41. Li J. Effects of surface properties on bond strength between layers of newly cured dental composites. *J Oral Rehabil*. 1997;24:358-60.
42. Endo T, Finger WJ, Hoffmann M, Kanehira M, Komatsu M. The role of oxygen inhibition of a self-etch adhesive on self-cure resin composite bonding. *Am J Dent*. 2007;20:157-60.
43. Munksgaard EC, Irie M, Asmussen E. Dentin-Polymer Bond Promoted by Gluma and Various Resins. *J Dent Res*. 1985;64:1409-11.

44. Yoshioka M, Yoshida Y, Inoue S, Lambrechts P, Vanherle G, Nomura Y, et al. Adhesion/decalcification mechanisms of acid interactions with human hard tissues. *J Biomed Mater Res*. 2002;59:56-62.
45. Sanares AME, Itthagaran A, King NM, Tay FR, Pashley DH. Adverse surface interactions between one-bottle light-cured adhesives and chemical-cured composites. *Dental mater*. 2001;17:542-56.
46. Endo T, Osada T, Finger WJ, Hoffmann M, Kanehira M, Komatsu M. Effect of oxygen inhibition of self-etching adhesives on enamel-dentin polymer bond. *J Adhe Dent*. 2007;9:33-8.
47. Dall'Oca S, Papacchini F, Goracci C, Cury AH, Suh BI, Tay FR, et al. Effect of oxygen inhibition on composite repair strength over time. *J Biomed Mater Res Part B, Applied biomaterials*. 2007;81:493-8.
48. Maeda T, Yamaguchi K, Takamizawa T, Rikuta A, Tsubota K, Ando S, et al. pH changes of self-etching primers mixed with powdered dentine. *J Dent*. 2008;36:606-10.
49. Camps J, Pashley DH. Buffering Action of Human Dentin In Vitro. *J Adhe Dent*. 2000;2:39-50.



ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายเอกลักษณ์ หวังหงส์หิรัญ เกิดเมื่อวันที่ 25 กุมภาพันธ์ 2530 จังหวัดระนอง สัญชาติไทย สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนพิชัยรัตนาคาร จังหวัดระนอง สำเร็จการศึกษาในระดับปริญญาตรี ทันตแพทยศาสตรบัณฑิต พ.ศ. 2554 จากคณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เข้ารับราชการในตำแหน่งทันตแพทย์ปฏิบัติการ ที่โรงพยาบาลกระบี่ จังหวัดระนอง ระหว่าง พ.ศ. 2554-2555 เป็นระยะเวลา 1 ปี และย้ายเข้ารับราชการในตำแหน่งทันตแพทย์ปฏิบัติการ ที่โรงพยาบาลระนอง จังหวัดระนอง ตั้งแต่ พ.ศ. 2555-2557 และได้ลาราชการมาศึกษาต่อในหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาทันตกรรมประดิษฐ์ คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปีการศึกษา 2557





จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY