



วิทยาสาร ทันตแพทยศาสตร์

มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ปีที่ 27 ฉบับที่ 1 มกราคม - เมษายน 2567



FACULTY OF DENTISTRY
KHON KAEN UNIVERSITY

KDJ
KHON KAEN UNIVERSITY
— DENTAL JOURNAL —

KHON KAEN UNIVERSITY DENTAL JOURNAL

Vol.27 No.1 Jan-Apr 2024

E-ISSN : 2730-1699

ปีที่ 27 ฉบับที่ 1

(มกราคม - เมษายน 2567)



CONTACT

PHONE:

0 4320 2405 #45106

WEBSITE:

<https://he01.tci-thaijo.org/index.php/KDJ/index>

EMAIL:

larunt@kku.ac.th

♦ บทวิทยาการ

บทความวิจัย

- ผลจากการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 ต่อนิสิตทันตแพทย์ มหาวิทยาลัยนเรศวร 1
ธนิดา โพธิ์ดี ชัยณัฐนาช ชัยมี รินรดา พุฒลา อาทิตยา รอดเจริญ
- การศึกษาความสัมพันธ์ของกระดูกขากรรไกรบนและล่างในผู้ป่วยปากแหว่ง เพดานโหว่ข้างเดียวและสองข้างที่มารับการผ่าตัดปลูกกระดูกเข้าฟัน : การศึกษาย้อนหลัง 12
กนกลักษณ์ ตระการผล อมรรรัตน์ มโนสุตประสิทธิ์ รัชฎา ฉายจิต เสาวลักษณ์ ลิ้มมณฑล
- การทำนายนการเปลี่ยนแปลงช่องทางเดินหายใจส่วนคอหอย ในผู้ป่วยที่มีความผิดปกติของกระดูกขากรรไกรชนิดที่ 3 ที่ได้รับการทำศัลยกรรมจัดกระดูกขากรรไกรแบบบีเอสเอสอาร์โอถอยหลัง 24
วิภาส ตั้งจรรยาธรรม สุภาพร คงสมบูรณ์ วิลาวัลย์ วีระอาชากุล นิพนธ์ คล้ายอ่อน
- ผลของสารเคลือบฟันผิววัสดุทำครอบฟันชั่วคราวและชนิดเครื่องดัดต่อเสถียรภาพผิววัสดุทำครอบฟันชั่วคราว 35
ธนิศา ศิริทัต วิชญ กาญจนะวลิต นพวรรณ นาควิโรจน์
- การเปรียบเทียบค่าความแข็งแรงกดออกกระดูกของซิลเลอร์ชนิดเอเอชพลัส เอ็นโดซีควนซ์บีซี และเอ็มทีเอฟิลเอเพ็กในท้องปฏิบัติการและการวิเคราะห์ด้วยระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ 45
ประภัสสรา ทนอินทรอาจ Nguyen Thanh Quang ณัฐธิวัฒน์ พลดี อังสนา ใจแน่น
- การวัดประสิทธิภาพการปิดสีของเรซินคอมโพสิตด้วยตามนุษย์เทียบกับเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ 58
ภขรัตน์ นันทเสน มรกต เปี่ยมใจ
- อุบัติการณ์และปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเกิดโรคปอดอักเสบที่เกิดขึ้นภายหลังการทำศัลยกรรมช่องปากและกระดูกขากรรไกร 69
*จิตบุณย์ นฤมิตร ชีรภัทร์ สุวรรณกุล กันตพล ลาภวราภักษ์
วิลาวัลย์ วีระอาชากุล มิก วรรณสารเมธา นิพนธ์ คล้ายอ่อน*
- ผลกระทบของอนุภาคตัวเติมอินทรีย์ต่อค่าความแข็งผิวระดับจุลภาคของวัสดุบูรณะเรซินคอมโพสิต 79
นิโลบล วงศ์สายดา มรกต เปี่ยมใจ
- การปนเปื้อนจุลินทรีย์ในอากาศ ในคลินิกทันตกรรมที่มีระบบปรับอากาศที่แตกต่างกัน 87
วทัญญู ขอดแก้ว สมเกียรติ เหลืองไพรินทร์ อังคณา คลังทอง
- ความต้านทานการแตกหักของการบูรณะฟันแบบทันเนลที่เสริมฟันหลายระดับความสูง 97
พริณดา เอื้อปัญญะสินธุ์ ศิริวิมล ศรีสวัสดิ์



CONTACT

PHONE:

0 4320 2405 #45106

WEBSITE:

<https://he01.tci-thaijo.org/index.php/KDJ/index>

EMAIL:

larunt@kku.ac.th

CONTENT

◆ ORIGINAL ARTICLES

Research

- The Effect of COVID-19 Pandemic Among Dental Students, Naresuan University 1
Pothidee T, Chaimee C, Phutla R, Rodchalean A
- A Study of The Relationship of Maxilla and Mandible in Unilateral and Bilateral Cleft Lip and Cleft Palate Patients Undergoing Alveolar Cleft Bone Graft Surgery: A Retrospective Study 12
Trakarnphol K, Manosudprasit A, Chaichit R, Limmonthol S
- Prediction of the Pharyngeal Airway Space Change after Bilateral Sagittal Split Ramus Osteotomy (BSSRO) Setback in Patients with Skeletal Class III Deformity 24
Tangjunyatham W, Kongsomboon S, Weraarchakul W, Klai-on N
- Effect of Surface Sealant Coating and Beverages on Color Stability of Provisional Restorative Material 35
Sirithap T, Kanchanavasita W, Nagaviroj N
- The Comparison of The Micro Push-Out Bond Strength of AH Plus, Endosequence BC, and MTA Fillapex Sealers: A Laboratory and Finite Element Analysis Study 45
Tanintaraarj P, Nguyen TQ, Pholdee N, Jainaen A
- Masking Efficiency Measurement of Resin Composite Using Human Eyes Compared with A Spectrophotometer 58
Nantasen K, Piemjai M
- Incidence and Risk Factors for Postoperative Pneumonia (POP) after Major Oral and Maxillofacial Surgery 69
Naruemit J, Suwannakul T, Lapwararak K, Weraarchakul W, Wannasammetha M, Klai-on N
- Effect of Organic Fillers on The Surface Microhardness of Restorative Resin Composites 79
Wongsaita N, Piemjai M
- Microbial Air Contamination in Dental Clinics with Different Ventilation Systems 87
Khodkaew W, Luengpailin S, Klungthong A
- Fracture Resistance of Tunnel-Restored Teeth at Different Marginal Ridge Heights 97
Aurpanchasin P, Srisawasdi S

ผลจากการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 ต่อนิสิต ทันตแพทย์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ธนิศา โพธิ์ศิริ* ชัญญานุช ชัยมี** รินรดา พุฒลา** อาทิตยา รอดเจริญ**

บทคัดย่อ

การศึกษานี้เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลที่เกิดจากสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 ต่อนิสิตทันตแพทย์ มหาวิทยาลัยนเรศวร เก็บข้อมูลโดยการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างและการสนทนากลุ่ม จากนิสิตทันตแพทย์ ชั้นปีที่ 1-6 ปีการศึกษา 2564 รวม 48 คน ระยะเวลาในการเก็บข้อมูล 9 เดือน ตั้งแต่เดือนสิงหาคม 2564 ถึง เมษายน 2565 ผลจากการศึกษาพบว่านิสิตทันตแพทย์ได้รับผลกระทบ 5 ด้าน ได้แก่ ด้านการเรียน ด้านสุขภาพ ด้านเศรษฐกิจ ด้านสังคม และด้านอื่น ๆ โดยในด้านการเรียน มีการเปลี่ยนแปลงรูปแบบไปเป็นแบบออนไลน์ทำให้นิสิตสะดวกมากขึ้น แต่เนื้อหาบางวิชาเข้าใจยาก บางครั้งมีสิ่งรบกวนสมาธิในการเรียน อุปกรณ์และสัญญาณอินเทอร์เน็ตไม่เสถียร และการสอบวัดผลมีความยุ่งยากหรือมีการสั่งงานมากขึ้น ส่วนการฝึกปฏิบัติงานคลินิกพบว่าผู้ป่วยเข้ารับบริการน้อยลง ส่งผลต่อการเก็บงานให้ได้ปริมาณครบตามเกณฑ์วัดผล ด้านสุขภาพ ส่งผลต่อจิตใจ ความเครียด และความวิตกกังวลของนิสิต รวมถึงความเสี่ยงในการติดเชื้อและมีอาการเจ็บป่วย ด้านเศรษฐกิจ พบว่าครอบครัวของนิสิตบางส่วนมีรายได้ลดลง แต่รายจ่ายในการดำเนินชีวิตและการเรียนมีเพิ่มขึ้น ด้านสังคม ส่วนใหญ่ได้รับผลกระทบเรื่องการมีปฏิสัมพันธ์ที่เปลี่ยนแปลงไป การติดต่อหรือเดินทางกลับภูมิลำเนาไม่สะดวก อย่างไรก็ตามในสถานการณ์นี้ยังสร้างโอกาสให้นิสิตได้มีเวลาว่างมากขึ้น สามารถทำกิจกรรมอื่น ๆ เพื่อเพิ่มทักษะและรายได้

คำชี้แจง: ผลกระทบจากโควิด-19/ โควิด-19/ นิสิตทันตแพทย์/ การเรียนออนไลน์

Received: Mar 23, 2023

Revised: Sep 11, 2023

Accepted: Nov 02, 2023

บทนำ

การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัส SARS-CoV-2 ซึ่งเป็นสาเหตุของโรคโควิด-19 (COVID-19) เริ่มขึ้นในเดือนธันวาคม 2562 และแพร่ระบาดไปยังประเทศต่างๆ ทั่วโลก เป็นระยะเวลานาน องค์การอนามัยโลกได้ประกาศให้โรคติดเชื้อนี้เป็นภาวะฉุกเฉินทางสาธารณสุขระดับนานาชาติ เมื่อ 30 มกราคม 2563¹ การแพร่ระบาดของเชื้อเกิดขึ้นผ่านทางอากาศจากการพูดคุย ไอ จามแล้วสูดเอาละอองขนาดเล็กที่มีเชื้อไวรัสเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจ เชื้อจะสามารถแพร่ได้ง่ายเมื่ออยู่ในสถานที่ที่อากาศไม่ถ่ายเท ผู้ป่วยจะมีอาการไข้ ปวดศีรษะ ไอ จาม เจ็บคอ มีน้ำมูก คลื่นไส้ อาเจียน อ่อนเพลีย เหนื่อย หอบ หายใจลำบาก ปวดเมื่อยตามตัว สูญเสียความสามารถในการดมกลิ่นและรับรส บางรายอาจมีภาวะปอดอักเสบร่วมด้วย หากอาการรุนแรงอาจทำให้เสียชีวิตได้^{1, 2, 3}

เนื่องจากเป็นโรคอุบัติใหม่ รัฐบาลและภาคส่วนต่างๆ จึงมีมาตรการหลายระดับตามความรุนแรงของโรคในแต่ละช่วงเวลา เบื้องต้นมีการขอความร่วมมือประชาชนปฏิบัติตามเพื่อป้องกันและควบคุมการแพร่ระบาดของโรค เช่น การล้างมือ การสวมหน้ากากอนามัย การตรวจวัด

อุณหภูมิ การเว้นระยะห่างทางสังคม หลีกเลี่ยงการเข้าไปในพื้นที่แออัด ส่วนในช่วงเวลาที่มีการแพร่ระบาดหนักมีการกำหนดมาตรการเข้มงวด เช่น มาตรการให้ทำงานที่บ้าน การงดเดินทางออกนอกพื้นที่จังหวัด การงดเดินทางไปต่างประเทศ การปิดสถานศึกษาและสถานที่เสี่ยง การห้ามรวมตัวทำกิจกรรมต่างๆ ไปจนถึงงดการจัดงานรื่นเริง มีการเลื่อนวันหยุดตามประเพณี^{1, 2, 4, 5}

สำหรับการเรียนการสอนในระดับมหาวิทยาลัย พบว่ามีมาตรการที่ออกโดยกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม เพื่อให้เป็นแนวปฏิบัติ เช่น ขยายระยะเวลาการเปิดภาคการศึกษา ผ่อนผันการใช้อาคารสถานที่ภายใต้มาตรการป้องกันการแพร่ระบาดของโรคที่ศูนย์บริหารสถานการณ์แพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (ศบค.) กำหนด ได้แก่ มาตรการคัดกรองเบื้องต้น มาตรการด้านสุขลักษณะสถานที่และสิ่งอำนวยความสะดวก มาตรการด้านการดูแลติดตามผู้ที่มีความเสี่ยงจากการติดเชื้อ การพิจารณาให้จัดการเรียนการสอนแบบปกติและแบบออนไลน์ผสมผสาน งดการเรียนการสอนบางรายวิชา ให้

* ภาควิชาทันตกรรมป้องกัน คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก

** นิสิตทันตแพทย์ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก

จัดการเรียนวิชาภาคสนามและการฝึกงานให้เหมาะสม หลีกเลี่ยงการรวมกลุ่มหรือจัดกิจกรรมที่ทำให้เสี่ยงต่อการแพร่ระบาดของโรค^{6,7} โดยมาตรการต่างๆ มีการเปลี่ยนแปลงไปตามระดับความรุนแรงของการแพร่กระจายโรคในแต่ละช่วงเวลา

คณะทันตแพทยศาสตร์ ได้รับผลกระทบจากสถานการณ์ เนื่องจากมีการจัดการเรียนการสอนทั้งรูปแบบ การบรรยาย ฝึกปฏิบัติการ และฝึกปฏิบัติงานในคลินิก โดย นิสิตคณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จะเริ่มฝึก ปฏิบัติงานคลินิกในชั้นปีที่ 4 ภาคเรียนปลาย ไปถึงชั้นปีที่ 6 แต่ละคลินิกจะมีการกำหนดปริมาณงานขั้นต่ำที่นิสิตต้องทำให้ครบเป็นเกณฑ์ประเมินผลการศึกษา เมื่อเริ่มเปิดเทอมแต่ละคลินิกจะแจ้งรายชื่อผู้ป่วยที่เข้าคิวรอรับบริการให้กับนิสิต เพื่อติดต่อรับเป็นผู้ป่วยของตนเอง หากติดต่อไม่ได้หรือมีการ ปฏิเสธการรักษาจะแจ้งรายชื่อผู้ป่วยให้ใหม่ตามคิว

เมื่อเกิดการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 รูปแบบ การเรียนบรรยายถูกเปลี่ยนเป็นแบบออนไลน์หรือผสมผสาน ส่วนการฝึกปฏิบัติงานคลินิกได้รับผลกระทบเนื่องจากงาน หัตถการมักก่อให้เกิดละอองฝอย ทำให้มีการกระจายของน้ำ และสารคัดหลั่งจากช่องปากและคอหอย จึงมีความเสี่ยงที่จะ ทำให้เกิดการแพร่กระจายโรคได้หากไม่มีการคัดกรองผู้ป่วย หรือการป้องกันในระดับที่สูงขึ้น^{8,9} ทั้งบุคลากรทางการแพทย์ และผู้ป่วยจึงหลีกเลี่ยงการบริการหากไม่มีความจำเป็นหรือ อาการเร่งด่วน พบบริการทางทันตกรรมมีจำนวนลดลง ในช่วงการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19¹⁰

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลที่เกิดจาก สถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 ต่อนิสิตระดับ ปริญญาตรี คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ปี การศึกษา 2564 ว่าได้รับผลในด้านใดบ้าง อย่างไร

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษานี้เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ ผู้ให้ข้อมูลเป็น นิสิตระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 - 6 คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ปีการศึกษา 2564 อย่างน้อยชั้นปีละ 5 คน คัดเลือกผู้ให้ข้อมูลแบบเฉพาะเจาะจง โดยให้มีความ

หลากหลาย เช่น ชั้นปี อายุ เพศ ผลการเรียน อาชีพของ ผู้ปกครอง และประสบการณ์เกี่ยวกับโรคโควิด-19 เก็บข้อมูล จนกว่าจะอิ่มตัว

การเก็บข้อมูลมีทั้งจากการพบกันโดยตรงผ่านการ สัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างและการสนทนากลุ่ม และการ สัมภาษณ์ผ่านโปรแกรมออนไลน์ โดยมีแนวคำถามในเรื่อง ข้อมูลส่วนบุคคล และผลที่ได้รับจากสถานการณ์การแพร่ ระบาดของโรคโควิด-19 ในด้านต่างๆ จากนั้นนำข้อมูลมา วิเคราะห์ แยกประเด็น มีการตรวจสอบข้อมูลแบบสามเส้า (Triangulation) โดยใช้หลายเทคนิคการเก็บข้อมูล จากผู้ สัมภาษณ์หลายคน และผู้ให้ข้อมูลหลายคน ใช้เวลาในการ เก็บข้อมูลทั้งสิ้น 9 เดือน ตั้งแต่เดือน สิงหาคม 2564 – เมษายน 2565 โครงการวิจัยผ่านการพิจารณาโดยคณะกรรมการ จริยธรรมการวิจัยในมนุษย์มหาวิทยาลัยนเรศวร (COA No. 336/2021 RIB No. P10127/64)

ผล

ในภาคเรียนต้น ปีการศึกษา 2564 สถานการณ์การ แพร่ระบาดของโรคโควิดยังคงมีความรุนแรง (ระลอกที่ 3) มหาวิทยาลัยทั่วประเทศถูกสั่งปิด ห้ามใช้อาคารเรียน และห้าม รวมกลุ่มทำกิจกรรมเด็ดขาด มหาวิทยาลัยนเรศวร กำหนดให้ ทุกคณะจัดการเรียนการสอนในระบบออนไลน์ ตั้งแต่เดือน มิถุนายนถึงเดือนพฤศจิกายน 2564 นิสิตเกือบทั้งหมดเรียน ออนไลน์อยู่ที่บ้าน ส่วนคณะทันตแพทยศาสตร์มีการเรียน ออนไลน์และฝึกปฏิบัติงานที่คณะ (Onsite) ควบคู่กัน

ผู้ให้ข้อมูลเป็นนิสิตทันตแพทย์ ชั้นปีที่ 1-6 รวม ทั้งสิ้น 48 คน เป็นหญิง 35 คน ผลการเรียนส่วนใหญ่มีเกรด เฉลี่ยสะสมตั้งแต่ 3.00 ขึ้นไป พบเป็นนิสิตที่ต้องกักตัว เนื่องจากมีความเสี่ยงต่อการติดเชื้อโควิด 5 คน และมีนิสิตที่ ติดเชื้อโควิด (ผล ATK เป็นบวก) 1 คน (ตารางที่ 1) อายุของ ผู้ให้ข้อมูลตั้งแต่ 17 - 25 ปี อาชีพของผู้ปกครองมีทั้งรับ ราชการ รับจ้าง ค้าขาย ประกอบธุรกิจ และเกษตรกรรม จำแนกผลกระทบที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์การแพร่ระบาดของ โรคโควิด-19 ได้เป็น 5 ด้าน ได้แก่ ด้านการเรียน ด้าน สุขภาพ ด้านเศรษฐกิจ ด้านสังคม และด้านอื่นๆ

ตารางที่ 1 ลักษณะของผู้ให้ข้อมูล

Table 1 The characteristics of key informants

ลักษณะ	จำนวน (ร้อยละ)
เพศ	
ชาย	13 (27.1)
หญิง	35 (72.9)
ชั้นปีที่กำลังศึกษา	
ปี 1	12 (25.0)
ปี 2	5 (10.4)
ปี 3	5 (10.4)
ปี 4	9 (18.8)
ปี 5	8 (16.7)
ปี 6	9 (18.8)
ผลการศึกษา (เกรดเฉลี่ยสะสม)	
2.50 - 2.99	5 (10.4)
3.00 - 3.49	21 (43.8)
3.50 ขึ้นไป	22 (45.8)
ประสบการณ์เกี่ยวกับโควิด-19	
ไม่มีความเสี่ยง	42 (87.5)
มีความเสี่ยง/ต้องกักตัว	5 (10.4)
ผลตรวจ ATK เป็นบวก	1 (2.1)

1. ผลกระทบทางการเรียน แบ่งเป็นด้านการเรียนออนไลน์และการสอบออนไลน์ การฝึกปฏิบัติการและการฝึกปฏิบัติงานคลินิก

1.1 การเรียนผ่านระบบออนไลน์และการสอบออนไลน์

มหาวิทยาลัยใช้โปรแกรมไมโครซอฟท์ทีมส์ (Microsoft teams) นิสิตชั้นปีที่ 1-6 ส่วนใหญ่แสดงความคิดเห็นว่าชอบมากกว่าเรียนในห้อง และชอบแบบที่มีการบันทึกวิดีโอการสอนให้มากกว่าแบบสอนสดเพราะสามารถย้อนกลับมาดูเนื้อหาเพื่อทบทวนและทำความเข้าใจซ้ำได้ นอกจากนี้การเรียนออนไลน์ยังทำให้เกิดความสะดวก ลดเวลาในการเตรียมตัวออกไปเรียน และเวลาในการเดินทาง ขณะที่นิสิตชั้นคลินิกยังให้ข้อมูลว่าการเรียนแบบออนไลน์คู่ไปกับการลงปฏิบัติงานคลินิกทำให้สามารถจัดเตรียมยูนิต (ชุดเก้าอี้ทำฟัน) ก่อนเริ่มปฏิบัติงานได้อย่างรวดเร็ว เพราะไม่ต้องเสียเวลาเดินจากห้องบรรยายมาที่คลินิก “ชอบเรียนออนไลน์มากกว่า เพราะว่ามันสะดวก มาเรียนออนไลน์แล้วมันต้องเสียเวลาเตรียมตัวออกจากบ้าน บางที่ถ้าออนไลน์เนี่ย คืบขึ้นมา ลูกจากเตียงก็เรียนได้เลย แล้วเรียนออนไลน์มีเทปให้กลับมาดูซ้ำได้” (นิสิตหญิง ปี 1) และ “ถ้าเราต้องเตรียมของคลินิก มาเรียนออนไลน์ที่คลินิกตอนเช้ามันจะเร็วกว่าตอนที่เรียนห้อง มันจะมาเตรียมของไม่ทัน” (นิสิตหญิง ปี 5)

ร่วมกันค่อนข้างยาก “มีการทำงานกลุ่ม แล้วเราก็อปี 1 ไม่รู้จักใครเลย มันก็ยากที่จะสื่อสารกันให้เข้าใจด้วย แล้วเวลาประชุมงานกลุ่ม ถ้าเราใช้เวลาคุยกันเกิน 1 ชั่วโมง มันก็จะลำบากทำงานได้ไม่มีประสิทธิภาพ” (นิสิตหญิง ปี 1)

1.2 การฝึกปฏิบัติการและการฝึกปฏิบัติงานทางคลินิก

การฝึกปฏิบัติการเริ่มในเดือนมิถุนายน 2564 ร่วมกับการใช้มาตรการ DMHTT เพื่อป้องกันการแพร่ระบาดของโรค ควบคู่ไปกับการเรียนบรรยายออนไลน์ นิสิตชั้นปีที่ 3-4 เดินทางกลับมาอยู่หอพัก นิสิตส่วนใหญ่มีปัญหาไม่มากกับมาตรการที่กำหนด “ต้องใส่แมสก์สองชั้น ต้องนั่งห่างกัน 2 เมตร งดรวมกลุ่ม แต่บางทีมันก็ต้องมานั่งลำบากเพราะต้องมานั่งขอชิงค์น้ำแล้วมันไม่มีคอมไฟ ต้องพกคอมไฟมาเอง” (นิสิตชาย ปี 2)

ขณะที่นิสิตชั้นปีที่ 5 และ 6 ที่ลงฝึกปฏิบัติงานคลินิกในภาคเรียนต้น ได้รับผลกระทบมากกว่าเพราะต้องทำงานให้บริการกับผู้ป่วยจริง แม้ว่าจะมีการปรับลดปริมาณงานชิ้นต่ำลงโดยศูนย์ประเมินและรับรองความรู้ความสามารถในการประกอบวิชาชีพทันตกรรม (ศ.ป.ท.) แต่นิสิตให้ข้อมูลว่าการเก็บงานให้ได้ตามเกณฑ์ชิ้นต่ำในสถานการณ์นี้ทำได้ยากเนื่องจากปัจจัยหลายด้าน ได้แก่ ผู้ป่วยมารับบริการลดลง จำนวนคลินิกที่เปิดให้บริการน้อยลง และมาตรการในการคัดกรองผู้ป่วยที่เข้มงวด ซึ่งหากนิสิตไม่สามารถทำงานได้ครบตามเกณฑ์ที่กำหนดจะส่งผลถึงเกรดและการจบการศึกษา

สำหรับปัจจัยผู้ป่วยมารับบริการลดลง เกิดจากผู้ป่วยมีความกังวลต่อสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคและความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นจากการรักษา อีกทั้งผู้ป่วยส่วนใหญ่เป็นนิสิตที่ศึกษาในคณะอื่น ๆ เมื่อมีการปรับรูปแบบการเรียนเป็นออนไลน์จึงเดินทางกลับภูมิลำเนาส่งผลให้เข้ารับบริการตามนัดหมายได้ยาก ทำให้มีจำนวนผู้ป่วยที่รอจ่ายในคิวลดลงและหมดในบางสาขา “คนไข้ไม่ค่อยเยอะมาก อย่างช่วงที่เรียนออนไลน์คนไข้ก็เลือกที่จะกลับไปเรียนที่บ้าน แล้วคนไข้ส่วนใหญ่ของเราที่เป็นนิสิต พอคนไข้กลับบ้านหมด ก็ไม่มีคนไข้” (นิสิตหญิง ปี 5) “คลินิกเอ็นโด (รักษารากฟัน) ไม่มีคนไข้ในคิวเหลือแล้ว มีคนรอคิวอีกประมาณเกินครึ่งรุ่น ออกกุชั่น (ทันตกรรมบดเคี้ยว) ก็หมด เปอริโอ เอสที (โรคปริทันต์) ก็หมด ปริมาณคนไข้ใหม่ ๆ ก็หมด อาร์ทีดี (ฟันปลอมบางส่วนถอดได้) ก็หมด ซีดี (ฟันปลอมทั้งปาก) ก็หมด ...” (นิสิตชาย ปี 5)

ปัจจัยที่ส่งผลลำดับต่อมา คือ จำนวนคลินิกที่เปิดให้ลงฝึกปฏิบัติงานคลินิกลดลง ซึ่งเหตุการณ์เกิดขึ้นในช่วงแรกของภาคการศึกษาต้นที่มาตรการป้องกันยังเข้มงวดเพื่อควบคุมและจำกัดความเสี่ยงในการทำงาน คลินิกจึงเปิดให้นิสิตนัดผู้ป่วยมาลงฝึกปฏิบัติงานจำนวนน้อยลงเพื่อเว้นระยะห่าง ส่งผลให้นิสิตที่นำผู้ป่วยเข้ามารับการรักษาต้องตกลงกับเพื่อนในชั้นปี บางครั้งมีความต้องการใช้มากกว่าจำนวนที่เปิดให้ปฏิบัติงาน

ปัจจัยมาตรการและความเข้มงวดในการตรวจคัดกรองผู้ป่วยที่มารับบริการ ซึ่งถูกกำหนดมาจากมาตรการของจังหวัด มหาวิทยาลัย และคณะ มีผลต่อการอนุญาตหรือไม่อนุญาตให้ทำการรักษาผู้ป่วยรายใด ซึ่งหากมาตรการที่ใช้มีความเข้มงวดสูง (สถานการณ์รุนแรง) ส่งผลให้ผู้ป่วยผ่านเกณฑ์เข้ารับบริการได้ยาก เช่น ช่วงเดือนมิถุนายน-กรกฎาคม 2564 กำหนดให้ผู้มารับบริการต้องเป็นผู้ที่พักอาศัยอยู่ในจังหวัดพิษณุโลกเท่านั้น หากมาจากที่อื่นจะต้องมาพักตัวก่อน 14 วัน หรือต้องเดินทางมาจากจังหวัดที่ไม่มีการระบาดของโรคด้วยรถยนต์ส่วนตัวโดยไม่มีการแวะพักจึงจะสามารถเข้ารับการรักษาได้ จึงมีผู้ป่วยที่ผ่านเกณฑ์น้อย “ตั้งแต่ช่วงแรกๆ ที่มีการระบาด จะมีผลกระทบในเรื่องคนไข้จากพื้นที่สีแดงมาทำไม่ได้ ทำให้เคสที่เป็นเคสต่อเนื่องทำไม่ได้ ยิ่งพอเป็นพื้นที่สีแดงเกือบจะทั้งประเทศการเก็บเคสก็ยากขึ้น แต่มีปริมาณงานที่ต้องทำเท่าเดิม” (นิสิตชาย ปี 6)

เดือนสิงหาคม 2564 มีการผ่อนปรนการให้บริการแก่ผู้ป่วยที่อยู่นอกจังหวัดพิษณุโลกแต่ต้องมีผลตรวจแบบ RT-PCR หรือ ATK พร้อมใบรับรองผลการแพทย์จึงจะสามารถเข้ารับบริการได้ ซึ่งในขณะนั้นการตรวจยังมีค่าใช้จ่ายสูง จึงยังมีผู้ป่วยมารับบริการน้อยเช่นกัน “นโยบายที่ให้คนไข้ตรวจ RT-PCR มีค่าใช้จ่ายสูง ... แม้ภายหลังที่อนุญาตให้ใช้ผลตรวจ ATK แต่ก็ยังต้องไปตรวจที่โรงพยาบาลเพื่อให้มีใบรับรองก็ยังมีค่าใช้จ่ายอยู่ดี คนไข้ไม่ใช่นายาเรา เขาก็ไม่มา” (นิสิตหญิง ปี 6)

หลังจากนั้น มาตรการในการคัดกรองผู้ป่วยเริ่มผ่อนปรน เพียงแค่ผู้ป่วยมีประวัติรับวัคซีนครบ 2 เข็ม มาอย่างน้อย 1 เดือน หรือมีผลตรวจ ATK เป็นลบ (ตรวจเองได้) ก็สามารถเข้ารับบริการได้ ทำให้ผู้ป่วยเริ่มกลับมา อย่างไรก็ตามมาตรการนี้ยังส่งผลต่อการเข้ารับการรักษาอยู่บ้างเพราะพบมีผู้ป่วยที่กลัวการตรวจ ATK เพราะไม่อยากถูกแยงจมูก จึงยังมีผู้ป่วยที่ปฏิเสธการรักษา “มีคนไข้เยอะนะที่ปฏิเสธการรักษาเพราะไม่อยากตรวจ ไม่อยากถูกแยงจมูก โดยเฉพาะ

กลุ่มผู้สูงอายุ หรือคนที่ต้องทำงานๆ เช่น งานพรอส (ฟันปลอม) หรือเอ็นโด (รักษารากฟัน) บางทีมาวันจันทร์ แล้วพอวันศุกร์ก็ต้องมาอีก คนไข้ก็จะบ่น บางเคสแม้เราจะจ่ายให้แค่คนไข้ก็ปฏิเสธเพราะกลัว” (นิสิตชาย ปี 6)

สำหรับผู้ป่วยมีผล ATK เป็นบวก จะต้องเข้าสู่กระบวนการรักษาโรคและเมื่อหายแล้วต้องรอให้ครบ 30 วัน จึงจะกลับเข้ามาใช้บริการได้ส่งผลต่องานที่ต้องทำการรักษาอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะในช่วงปลายปีการศึกษาทำให้นิสิตต้องหาผู้ป่วยรายใหม่มาทำ “งานพรอสของหนู เคสเก่ามาทำต่อไม่ได้ก็ต้องหาเคสใหม่มาทำ ตอนนี้งานถึงจะนัดคนไข้มาตรวจ (เมษายน 65) ก็ลุ้นว่าถ้าคนไข้ไม่ติดโควิดเสียก่อนก็น่าจะทำทัน แต่ถ้าคนไข้ติดโควิดขึ้นมาหนูก็น่าจะง้อไม่ทัน” (นิสิตหญิง ปี 6)

สถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลงและยากต่อการคาดหมายเหล่านี้จึงส่งผลให้นิสิตบริหารจัดการตนเองและผู้ป่วยเพื่อฝึกปฏิบัติการและเก็บงานคลินิกให้ได้ครบตามเกณฑ์ขั้นต่ำที่กำหนดได้ยากขึ้น

2. ผลกระทบด้านสุขภาพ แบ่งออกเป็น 2 ด้าน ได้แก่
ผลกระทบต่อสุขภาพร่างกาย และสุขภาพจิตใจ

2.1 ผลกระทบด้านร่างกาย

ผลกระทบด้านร่างกายเกิดจากการใส่อุปกรณ์ในการป้องกันโรคที่มีรูปแบบที่แตกต่างไปจากเดิม ไปจนกระทั่งผลกระทบจากความเสี่ยงของการติดเชื้อ การได้รับเชื้อ และการป่วย (มีผลตรวจเป็นบวก)

ผลกระทบจากการสวมหน้ากากอนามัยเป็นสิ่งที่นิสิตกล่าวถึงมาก เพราะทำให้รู้สึกอึดอัด ไม่สบายตัว บางรายเกิดผื่นและอาการแพ้จากการต้องสวมหน้ากาก “เวลาใส่แมสก็รู้สึกรู้ว่าหมีผลจากการที่มันเกี่ยวตลอดเวลา แม้ว่า เป็นเรื่องเล็กน้อย แต่ก็รู้สึกรู้ว่าทำไมเราต้องใส่แมสทุกวัน” (นิสิตหญิง ปี 5) “แพ้แมสหนักมาก ผิวน้ำจากเดิมที่แห้งอยู่แล้ว ตอนนี้งานก็แห้งหนัก จากที่ปรู้อยู่แล้วก็ปรู่มากกว่าเดิม ทุกวันนี้ก็ต้องเปลี่ยนแมสก็ กลายเป็นว่าชีวิตจะต้องไปหาเครื่องสำอางต่างๆ มาดูแลหน้า” (นิสิตชาย ปี 5)

การติดเชื้อหรือเป็นกลุ่มเสี่ยงเป็นสิ่งที่นิสิตต้องเผชิญแม้จะมีมาตรการต่างๆ ในการป้องกัน ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์-มีนาคม 2565 พบมีนิสิตทั้งชั้นพรีคลินิกและชั้นคลินิกเป็นกลุ่มเสี่ยงต้องกักตัว เนื่องจากมีการสัมผัสใกล้ชิดกับผู้ป่วย/บุคคลที่มีผล ATK เป็นบวก และพบมีผู้ให้ข้อมูลที่ผล ATK เป็นบวก 1 คน “คนไข้ที่มาผ่าฟันคุด วันที่ผ่าหน้าองตรวจผลเป็นลบ แล้วพอตอนเย็นของอีกวันน้องก็ไลน์มาบอก

ว่าตรวจ ATK แล้วขึ้น 2 ชีตจางๆ ทำให้เรากลายเป็นกลุ่มเสี่ยงไปด้วย ต้องกักตัว 7 วัน งคทำคลินิกอีก” (นิสิตหญิง ปี 6) “เขาไปกินข้าว ตั้งสรรค์กันทั้งอาทิตย์เลย แล้ววันนึงก็มาประกาศในไลน์ชั้นปีว่าติดโควิดนะ เพื่อนในโต๊ะก็เสี่ยงกันหมด” (นิสิตหญิง ปี 1)

นิสิตที่มีการสัมผัสหรือใกล้ชิดผู้ที่มีผลบวก ทางคณะมีมาตรการป้องกันโดยกำหนดให้กลุ่มเสี่ยงสูงต้องกักตัวสังเกตอาการ 10 วัน และต้องรายงานผลตรวจ ATK ผ่านช่องทางไลน์ของคณะ นิสิตส่วนใหญ่จะกักตัวอยู่ที่หอพัก ส่วนนิสิตที่มีผลตรวจเป็นบวกต้องกักตัวและเข้าสู่กระบวนการรักษา จากการสัมภาษณ์นิสิตที่มีผลบวกพบว่ามีอาการไอแห้ง จาม เป็นไข้ เจ็บคอ และเวียนศีรษะ ทำให้ต้องพักรักษาตัว และหลังกักตัวยังมีอาการไอแห้งต่อประมาณ 2 สัปดาห์ “เริ่มมีอาการวันศุกร์ ไอแห้งเล็กน้อย วันเสาร์เลยตรวจผลเป็นลบ พอวันอาทิตย์อาการหนักขึ้น วันจันทร์ตรวจซ้ำก็พบเชื้อ มีอาการไอแห้ง ไอมากตลอดเวลา มีไข้ในตอนแรก ไม่มีเสมหะ ไม่เจ็บคอ มีอาการอื่นๆ เล็กน้อย” (นิสิตหญิง ปี 5)

2.2 ผลกระทบด้านจิตใจ

ผลด้านจิตใจมีหลายระดับ ตั้งแต่ระดับน้อย เช่น รู้สึกเบื่อ หดหู่ต่อสภาวะเดิมๆ ที่ไม่สามารถทำกิจกรรมได้ตามปกติเพราะมาตรการป้องกัน เช่น การปิดสถานที่ท่องเที่ยว การจำกัดเวลาหรือจำนวนคน ทำให้นิสิตต้องอยู่แต่ในสถานที่เดิม ไม่สามารถออกไปพบปะสังสรรค์กับบุคคลอื่น “ช่วงแรกที่เปลี่ยนเป็นเรียนออนไลน์ก็รู้สึกดีเพราะไม่ต้องตื่นเข้าไปเรียน แต่พอเวลาผ่านไปนานๆ อยู่คนเดียววนๆ ก็อยากกลับไปเรียนที่ห้องมากกว่า” (นิสิตหญิง ปี 4) “บางที่การออกไปข้างนอกมันได้รับสิ่งแวดล้อมใหม่ๆ แต่พออยู่ในบ้านมันอยู่ในสิ่งแวดล้อมเดิม มันก็หดหู่” (นิสิตหญิง ปี 1)

นิสิตบางคนมีความวิตกกังวลและความเครียดเนื่องจากกลัวว่าตนเองจะได้รับเชื้อและเจ็บป่วย “แรกๆ ที่มึนคิดกันเยอะก็กลัวและวิตกกังวล ไม่ออกไปไหน ต้องสั่งของมากินที่หอ ออกไปข้างนอกก็กลัว” (นิสิตชาย ปี 6) “เรื่องของเจลแอลกอฮอล์ เราจะแน่ใจได้ยังไงว่าเจลมันจะ 70% ไปตลอด ก็เลยยังรู้สึกตัวเองยังได้รับความเสี่ยงอยู่ตลอดเวลา” (นิสิตหญิง ปี 5) และยิ่งหากเป็นนิสิตที่ต้องลงฝึกปฏิบัติงานคลินิกจะรู้สึกวิตกกังวลมากกว่า เพราะมีความเสี่ยงสูงจากการทำหัตถการ โดยเฉพาะช่วงต้นปีการศึกษาที่ยังได้รับวัคซีนไม่ครอบคลุม นิสิตจะมีความกังวลสูง “ถ้าเรามาทำคลินิกแล้วเราติดขึ้นมาจะทำยังไง ก็ไม่มีอะไรรับรองว่าจะมีใครมาดูแลเรา ...

คือมันก็อยากจะทำงาน แต่ถ้าหนูติดโควิดล่ะจะอย่างไร (น้ำเสียงสะอื้น) (นิสิตหญิง ปี 5)

นอกจากนี้ ผลกระทบด้านจิตใจยังมาจากความกังวลในเรื่องการเรียน โดยเฉพาะกลุ่มนิสิตที่ต้องฝึกปฏิบัติงานคลินิกให้ได้ตามเกณฑ์ปริมาณงานขั้นต่ำของแต่ละวิชา ความไม่แน่นอนของสถานการณ์ที่เกิดขึ้นมาถึงมาตรการต่างๆ เป็นเรื่องนี้นิสิตต้องลุ้นและเผชิญโดยไม่สามารถควบคุมหรือจัดการได้เอง “คนไข้ที่ติดเป็นคนไข้พรอส มาตรการคือถ้าเป็นโควิดหลังจากหายแล้ว 1 เดือนถึงจะมาทำต่อได้ ก็กังวลว่าจะทำไม่ทัน คนไข้กลับไปรักษาตัวที่บ้านเราเองต้องกักตัวไปส่งงานไม่ได้ ต้องหาคนไข้ใหม่” (นิสิตหญิง ปี 4) “เสียใจและร้องไห้ ทำไม่ต้องเกิดขึ้นกับตัวเอง (มีผลตรวจเป็นบวก) แรกๆ กังวลเรื่องที่ต้องกักตัว ไม่ได้ไปทำงานคลินิก กลัวเรียนและทำงานตามเพื่อนไม่ทัน ต้องเลื่อนนัดคนไข้.. หลังๆ เราก็รู้สึกเบื่อกๆ เหนื่อยๆ ซึมๆ” (นิสิตหญิง ปี 5)

3. ผลกระทบด้านเศรษฐกิจ

พบว่าผลกระทบหลายระดับ จากปัจจัย 2 ประการ ได้แก่ (1) ทางบ้านหรือครอบครัวมีรายได้ลดลง และ (2) นิสิตมีรายจ่ายที่เพิ่มมากขึ้น

ครอบครัวของนิสิตที่ได้รับผลกระทบทางด้านเศรษฐกิจเป็นครอบครัวที่ประกอบอาชีพค้าขายหรือทำธุรกิจและเกษตรกรรม ทำให้รายได้ที่ได้รับเกิดความไม่แน่นอน ซึ่งเป็นผลมาจากประชาชนมีความตื่นตัวและหลีกเลี่ยงพฤติกรรมเสี่ยง รวมถึงจากมาตรการของรัฐ เช่น การกำหนดระยะเวลาการเปิดบริการ การจำกัดการเดินทาง การไม่อนุญาตให้นั่งรับประทานอาหารภายในร้าน เป็นต้น “แม่ผมทำร้านเย็บผ้า ก็รับลูกค้าได้น้อยลง ต้องแอบเปิดร้าน (ช่วงลือคดวุ่น) เพราะมันอยู่ไม่ได้ รายได้ลดลงมาก เพราะรับได้แค่คนสองคน ผมไม่ค่อยได้รับผลกระทบมาก แต่ก็ก๊วยยย บ้าง” (นิสิตชาย ปี 2) “บ้านหนูทำสวน พวกมะม่วง สวนยาง สวนลำไย ผลผลิตก็ออกมาเยอะเหมือนเดิม แต่ขายไม่ได้ ไม่มีคนมาซื้อ” (นิสิตหญิง ปี 1) “ที่บ้านพ่อทำงานคนเดียว (ขายพระเครื่อง) รายได้ลดลงซักหนึ่งในสี่ พ่อก็บ่นว่าอยากให้ช่วยประหยัด เช่น เรื่องค่าน้ำค่าไฟ อาจจะลดค่าขนมด้วย” (นิสิตหญิง ปี 1)

ขณะที่ครอบครัวมีรายได้ลดลง แต่รายจ่ายของนิสิตกลับเพิ่มขึ้นจากทั้งส่วนของการดำรงชีวิตประจำวัน และรายจ่ายจากการเรียน เช่น ค่าอุปกรณ์ป้องกันการติดเชื้อ ค่าอาหาร ค่าเดินทาง ค่าน้ำ และค่าไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้น “จ่ายค่าไฟเพิ่มขึ้น เพราะอยู่หอมากขึ้น ค่าทอมที่บอกว่าจะลดก็ยังไม่ได้คืน” (นิสิตหญิง ปี 6) “เวลากินข้าวเราก็ไม่อยากออกไปแต่ถ้า

เราจะสั่งอาหารผ่านแอปต่างๆ ก็จะมีขั้นต่ำ 50 บาท ซึ่งก็แพงขึ้นไปอีก แทนที่เราจะลงไปกินข้าวเอง 35 บาท” (นิสิตหญิง ปี 5) “ค่าใช้จ่ายในการกลับบ้านเพิ่มมากขึ้น จากปกติประมาณสี่พัน แต่ค่าตัวเดี๋ยวนี้แปดพัน” (นิสิตหญิง ปี 4)

ค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนของนิสิตชั้นคลินิกเป็นเรื่องอุปกรณ์ในการป้องกันการแพร่กระจายเชื้อส่วนตัว เช่น หน้ากากอนามัยทางการแพทย์ หน้ากาก N-95 รวมถึงชุดอุปกรณ์ป้องกันการแพร่กระจายเชือบุคคล (PPE) ซึ่งในช่วงต้นปีการศึกษานิสิตจะต้องจัดหาอุปกรณ์และจ่ายเงินด้วยตนเอง “ค่าใช้จ่ายเพิ่มสูงมากขึ้น ค่า PPE N-95 leg cover (ถุงหุ้มขา) เพราะนิสิตต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่ายในส่วนนี้” (นิสิตชาย ปี 6) “รู้สึกว่าการที่เราต้องใส่แมสก์ทุกวันทำไมต้องเสียค่าแมสก์ ตอนแรกก็ได้แค่ surgical mask กล่องละไม่กี่บาท แต่ตอนนี้ก็ต้องอัพเกรดมาเป็น N95 ราคามันก็เพิ่มขึ้น” (นิสิตหญิง ปี 5) นอกจากนี้ บางครั้งยังต้องจ่ายค่าอุปกรณ์การป้องกันการแพร่กระจายเชื้อ หรือค่าชุดตรวจ ATK ให้ผู้ป่วยด้วย เพราะกลัวว่าจะไม่มาทำการรักษา โดยเฉพาะกลุ่มผู้สูงอายุและผู้ป่วยเคสต่อเนื่อง “คนไข้บางคน เช่น ผู้สูงอายุพอบอกให้ตรวจเขาก็จะบอกว่าทำไม่เป็นบ้าง ที่บ้านไม่มีบ้าง เราก็ต้องซื้อให้และตรวจให้ก่อนเข้ามา เดือนที่ผ่านมามันซื้อไปทั้งหมด 5 อัน ก็ตก 300 บาท มันก็เยอะเหมือนกัน” (นิสิตหญิง ปี 6)

4. ผลกระทบด้านสังคม

จากมาตรการเว้นระยะห่างทางสังคมทำให้กิจกรรมที่เคยดำเนินตามปกติของนิสิตมีรูปแบบเปลี่ยนแปลงไป นิสิตชั้นปี 1 เป็นชั้นที่ได้รับผลกระทบมากเนื่องจากเป็นจุดเปลี่ยนสถานะจากนักเรียน การได้รู้จักหรือสร้างความคุ้นเคยกับเพื่อน รุ่นพี่ และสิ่งแวดล้อมเป็นเรื่องสำคัญ แต่สถานการณ์ส่งผลให้กิจกรรมที่เคยจัดเพื่อกระชับความสัมพันธ์หายไป มีเพียงกิจกรรมออนไลน์บางส่วนที่ทำได้ และในช่วงภาคการศึกษาต้น นิสิตปี 1 มีการเรียนออนไลน์มาตลอด จึงต้องเรียนและทำงานกลุ่มร่วมกันโดยไม่เคยพบหน้าหรือรู้จักกันมาก่อน “ถ้าไม่มีโควิดมันคงมีอะไรให้ทำมากกว่านี้ เช่น รับน้องจริงๆ ที่ไม่ใช่รับน้องออนไลน์ และงานที่พี่มาแนะนำว่าปี 1-6 ทำอะไรบ้าง อันนั้นก็พลาด” และ “บางคนเราก็ทำไม่ได้ เพราะไม่ได้เปิดแมสก์คุยกัน หน้าตาเป็นอย่างไรเห็นกันจากรูป บางคนก็รูปไม่ตรงปก” (นิสิตหญิง ปี 1)

สำหรับผลกระทบของนิสิตชั้นปีอื่นๆ ส่วนใหญ่เป็นเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างเพื่อน และญาติพี่น้องที่เปลี่ยนแปลงรูปแบบไป มาตรการในบางช่วงเวลามีการควบคุมการเดินทาง

ข้ามจังหวัด บางช่วงเวลากำหนดเรื่องการปิดเปิดสถานที่ท่องเที่ยวหรือที่พักผ่อนหย่อนใจ จึงส่งผลกระทบต่อกิจกรรมด้านสังคมของนิสิตทำให้ไม่สามารถทำได้ตามปกติ นิสิตส่วนใหญ่ไม่สามารถเดินทางกลับไปเยี่ยมครอบครัวได้ “ที่บ้านมีคนแก่ ต้องระวังมากขึ้น เลยไม่ค่อยได้กลับบ้านด้วย เพราะกังวลเรื่องจะแพร่ไปติด” (นิสิตชาย ปี 1) “เค้าเป็นคนคิดบ้านมาก กลับบ้านทุกอาทิตย์ แต่ไม่ได้กลับบ้านมาหลายอาทิตย์แล้ว ต้องปรับตัว ไม่เจอพ่อแม่ รู้สึกเหมือนต้องออกจากบ้านมาแล้ว” (นิสิตหญิง ปี 5)

5. ผลกระทบด้านอื่นๆ

นอกจากผลในด้านลบ พบว่าสถานการณ์โควิดส่งผลกระทบต่อตนเอง เช่น การฝึกใช้ภาษาอังกฤษโดยการสนทนากับเจ้าของภาษาผ่านทางเว็บไซต์ การเรียนคอร์สออนไลน์ต่างๆ ได้แก่ การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ การเล่นเกมออนไลน์จนการฝึกกีตาร์ จนสามารถแกะเพลงได้ การเล่นเกมออนไลน์จนได้เพื่อนใหม่ การสอนพิเศษ การฝึกทักษะทำอาหารจนนำไปสู่การหารายได้เล็กๆ น้อยๆ “ฝึกทำขนม เริ่มจากที่บ้านมีเครื่องดีใช้แรกๆ ก็ใช้หม้ออบลมร้อนที่มี แต่พอกลับมาอามีเวลาว่างมากขึ้นก็เลยเริ่มฝึกทำหลายอย่าง เรียนจากยูทูบข้างซื้อหนังสืออ่านบ้าง แรกๆ ก็ทำให้เพื่อนๆ ชิม พอเพื่อนบอกว่ารสชาติใช้ได้ก็เลยทำขาย” (นิสิตชาย ปี 6) “หนูสอนอังกฤษกะ สอนที่บ้านผ่านแอป (Application) กลุ่มที่เรียนก็จะป็นน้อง ม.ปลายเตรียมสอบเข้ามหาลัย สอนประมาณ 2-3 ชม.ต่อสัปดาห์กะ ค่าสอนประมาณ 150-200 บาทต่อชั่วโมง ... สอนมาประมาณ 4-5 คนแล้วกะ” (นิสิตหญิง ปี 1) การพัฒนาทักษะต่างๆ ในช่วงเวลาว่าง จึงเป็นการใช้เวลาให้เกิดประโยชน์ ช่วยผ่อนคลายความเครียดและสร้างรายได้ให้กับนิสิต

บทวิจารณ์

ผลจากสถานการณ์โควิดที่มีต่อนิสิตทันตแพทย์ด้านหลักเป็นผลที่เกิดกับด้านการเรียน แม้นิสิตส่วนใหญ่จะสามารถปรับตัวได้เป็นอย่างดี เนื่องจากมีรูปแบบการเรียนที่สะดวกสบายมากกว่า เช่น ดูบทเรียนย้อนหลัง ลดเวลาในการเตรียมตัวออกไปเรียน หรือมีเวลาอยู่กับครอบครัวมากขึ้น อย่างไรก็ตามพบข้อจำกัดในเรื่องของจำนวนอุปกรณ์ที่ใช้ในการเรียน ระบบสัญญาณอินเทอร์เน็ต รูปแบบการเรียนไม่เหมาะสมกับเนื้อหาบางรายวิชา เช่น วิชาฝึกปฏิบัติการ ตลอดจนสภาพแวดล้อมที่บ้านอาจจะไม่เอื้ออำนวยต่อการเรียนรู้ สอดคล้องกับการศึกษาในนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพ

ครู และบัณฑิตจบใหม่ สาขาภาษาอังกฤษ คณะครุศาสตร์¹¹ ขณะที่นักศึกษาทันตแพทย์ระดับปริญญาตรี ประเทศอินเดีย และจอร์แดน เห็นว่าการเรียนแบบออนไลน์ทำให้ขาดแรงจูงใจในการเรียนและติดตามเนื้อหา ขาดในการทำความเข้าใจ และเห็นว่าการเรียนในชั้นเรียนสร้างความสะดวกสบายมากกว่า^{12,13}

ด้านการฝึกปฏิบัติงานคลินิกพบว่าได้รับผลกระทบมาก สอดคล้องกับการศึกษาในประเทศจอร์แดน ที่พบว่าการฝึกด้านคลินิกเป็นรูปแบบของการเรียนที่ได้รับผลกระทบมากที่สุดในช่วงที่ต้องกักตัว¹³ ดังนั้น แม้ว่าตัวนิสิตจะวิตกกังวลต่อการได้รับเชื่อจากการทำหัตถการ แต่เงื่อนไขปริมาณงานขั้นต่ำที่ต้องทำให้ถึงเกณฑ์ทำให้นิสิตต้องปฏิบัติงานภายใต้ข้อจำกัดที่มีปริมาณผู้ป่วยลดลง บางช่วงมีการจำกัดจำนวนผู้ป่วยที่มารับบริการ และมีมาตรการที่เข้มงวดในการตรวจคัดกรองเพื่อเข้ารับบริการ สถานการณ์ที่ยากต่อการควบคุมและจัดการเช่นนี้ส่งผลต่อการฝึกศึกษา อีกทั้งยังทำให้เกิดความเครียด ความวิตกกังวลว่าจะทำงานได้ครบตามเกณฑ์และจบการศึกษาได้ทันเวลาหรือไม่ สอดคล้องกับการศึกษาในสหรัฐอเมริกาที่นักศึกษาเกือบครึ่งหนึ่ง (ร้อยละ 42.8) มีความกังวลในเรื่องการจบการศึกษาให้ตรงตามเวลา¹⁴ ขณะที่การศึกษาในประเทศฝรั่งเศส ช่วงล็อกดาวน์ครั้งแรก ปี 2563 โรงเรียนทันตแพทย์มีการยกเลิกการสอนและการฝึกปฏิบัติงานเป็นเวลา 4 เดือน ส่งผลให้นักศึกษาทั้งระดับปริญญาตรีและหลังปริญญาไม่สามารถสำเร็จการศึกษาในระยะเวลาที่กำหนด¹⁵

ด้านสุขภาพพบนิสิตมีความเสี่ยงในการติดเชื้อโควิดทั้งในการดำเนินชีวิตประจำวันและการลงฝึกปฏิบัติงานคลินิก มีนิสิตบางส่วนที่เป็นกลุ่มเสี่ยงต้องกักตัว และบางส่วนที่ติดเชื้อโควิดและต้องหยุดพักการฝึกปฏิบัติงาน ด้านสุขภาพจิตใจพบอาการเบื่อ อาการกังวลและเครียดต่อเรื่องการใช้ชีวิตปกติและเรื่องการเรียน สอดคล้องกับผลการศึกษาที่พบว่าการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 ส่งผลต่อสุขภาพร่างกาย จิตใจ สังคม การใช้ชีวิต และพฤติกรรมของนักศึกษาในระดับมหาวิทยาลัยอย่างแพร่หลาย โดยเฉพาะผลต่อจิตใจที่พบว่านักศึกษามีความเครียด วิตกกังวล และซึมเศร้า เนื่องจากต้องแยกตัวตัวเอง โดดเดี่ยว และมีความกังวลว่าตนเองจะได้รับเชื้อโควิด¹⁶ การศึกษาในอินเดียพบว่านักศึกษาชายจะมีอาการซึมเศร้า เหงา และวิตกกังวลมากกว่านักศึกษาหญิง¹² การศึกษาในสหรัฐอเมริกา และไทเป พบว่านักศึกษาทันตแพทย์มีความวิตกกังวลว่าตนเองจะติดเชื้อโควิด และวิตกกังวลต่อความต่อเนื่องยาวนานของสถานการณ์ รวมถึงสถานการณ์ที่มีความไม่แน่นอน^{14,17} สอดคล้องกับการศึกษาที่

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยพบว่าสถานการณ์โควิดส่งผลกระทบต่อความเครียดของนิสิตระดับปริญญาตรี คณะทันตแพทยศาสตร์ โดยพบว่านิสิตที่ปฏิบัติงานคลินิกมีความเครียดเนื่องจากสาเหตุเรื่องความกังวลในการเก็บปริมาณงานขึ้นต่ำให้ครบมากที่สุด¹⁸ ในประเทศโปแลนด์ พบว่านักศึกษาทันตแพทย์มากกว่าครึ่งหนึ่ง (ร้อยละ 67.7) รู้สึกเครียดในระดับสูง โดยสัมพันธ์กับปัจจัยความตึงเครียด (Tension) การขาดความสามารถในการควบคุมตนเอง (Lack of self-control) และ การขาดความยืดหยุ่นในการใช้ชีวิต (Lack of resilience) มากที่สุดตามลำดับ¹⁹ นอกจากนี้ยังมีการศึกษาที่แสดงให้เห็นว่ายังผู้เรียนให้ความสำคัญกับความก้าวหน้าทางวิชาการ (Academic progress and dental education) เช่น การจบการศึกษาตรงตามเวลา จะเป็นปัจจัยที่สัมพันธ์กับความเครียดที่เพิ่มขึ้น²⁰

นิสิตบางส่วนได้รับผลกระทบด้านเศรษฐกิจเนื่องจากครอบครัวมีรายได้ลดลง แต่มีรายจ่ายเพิ่มมากขึ้นในการใช้ชีวิตประจำวันและการศึกษา สอดคล้องกับการศึกษาในสหรัฐอเมริกา และไทเปที่พบว่านักศึกษาส่วนใหญ่มีความกังวลเกี่ยวกับสถานะทางการเงินที่อาจมีผลต่อการศึกษา^{14,17}

สถานการณ์ของโรคอุบัติใหม่นี้ นับเป็นบทเรียนที่สำคัญต่อการศึกษาด้านทันตแพทยศาสตร์ เนื่องจากวิกฤตรูปแบบนี้ส่งผลกระทบต่อการเรียนการสอนและต่อตัวนิสิต เนื่องจากเป็นสถานการณ์ใหม่ เกิดขึ้นอย่างรวดเร็วและเป็นระยะเวลานาน คาดเดาเหตุการณ์และสิ่งที่จะเกิดขึ้นได้ยาก ประกอบกับรูปแบบของการเรียนด้านทันตแพทยศาสตร์ที่ต้องฝึกปฏิบัติงานจริง ไม่สามารถเรียนแบบออนไลน์ได้ทั้งหมดเหมือนคณะอื่น ทำให้มีช่วงเวลาที่ต้องงดการฝึกปฏิบัติทั้งในห้องปฏิบัติการและในคลินิกซึ่งเป็นข้อจำกัดของรูปแบบการศึกษาที่อาจส่งผลให้นิสิตขาดทักษะที่จำเป็นในการรักษาผู้ป่วย การปฏิบัติงานให้ถึงเกณฑ์ขึ้นต่ำทำได้ยาก ดังนั้น สถานบันการศึกษาและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น ศ.ป.ท. หรือทันตแพทยสภา จะต้องมีความพร้อมในการให้การช่วยเหลือ สนับสนุน หรือสร้างความเชื่อมั่นให้กับนิสิตว่าจะช่วยให้ทุกคนสามารถผ่านสถานการณ์ไปได้ด้วยดี ด้านการออกกระเปียบ มาตรการ และแนวปฏิบัติต่างๆ จะต้องรวดเร็วทันต่อเหตุการณ์ และเกิดประโยชน์ต่อนิสิตมากที่สุด

เนื่องจากการศึกษานี้เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ เก็บข้อมูลในกลุ่มตัวอย่างขนาดเล็กจึงมีข้อดีที่ทำให้เห็นรายละเอียดต่างๆ ที่เกิดขึ้น ทำให้เข้าใจข้อมูลได้อย่างลึกซึ้งและรอบด้าน เห็นความหลากหลายที่เกิดขึ้นจากประเด็นการวิจัย มีความยืดหยุ่นเปิดโอกาสให้ผู้วิจัยสามารถปรับเทคนิค

การเก็บข้อมูลได้อย่างเหมาะสม อย่างไรก็ตามการวิจัยเชิงคุณภาพจะมีข้อจำกัดในเรื่องจำนวนผู้ให้ข้อมูลที่มีน้อยและลักษณะของข้อมูลที่ได้จากผู้ให้ข้อมูลแต่ละคนอาจมีรายละเอียดหรือความลึกซึ้งที่แตกต่างกัน ทำให้ผลการศึกษาที่ได้ไม่อาจแสดงข้อมูลในเชิงตัวเลข หรือสัดส่วนได้ทั้งหมด อีกทั้งข้อมูลที่ได้อาจการวิจัยยังไม่สามารถใช้เป็นตัวแทนหรือสะท้อนข้อมูลที่เกิดขึ้นกับนิสิตทันตแพทย์ได้ทั้งหมด แต่อย่างไรก็ตามการศึกษานี้ได้สะท้อนให้เห็นภาพปรากฏการณ์และรายละเอียดที่เกิดขึ้นทั้งด้านโอกาสและผลเสียที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์โควิด

บทสรุป

สถานการณ์ของโรคโควิด-19 ส่งผลกระทบต่อนิสิตทันตแพทย์ในหลายด้าน ทั้งด้านการเรียน ด้านสุขภาพ ด้านเศรษฐกิจ และด้านสังคม จำเป็นที่หน่วยงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้องจะต้องเข้ามาช่วยเหลือ และสนับสนุนเพื่อให้นิสิตสามารถผ่านวิกฤตไปได้ด้วยดี ลดความเครียดและความวิตกกังวล อย่างไรก็ตามสถานการณ์ยังมีผลในด้านบวกที่ทำให้นิสิตมีเวลาว่างในการทำกิจกรรมอื่นๆ ที่นอกเหนือจากด้านการเรียนด้วย เช่น การทำอาหาร การสอนพิเศษ ส่งเสริมให้มีรายได้เพิ่มมากขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ที่สนับสนุนทุนในการวิจัย และขอบคุณผู้ให้ข้อมูลทุกท่านที่สละเวลาและให้ข้อมูลอันเป็นประโยชน์ต่องานวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

1. Arunsurat I, Sribenjalux W, Meesing A. Coronavirus Disease 2019 (COVID-19): What We Know. KKUJM 2020;6(1):1-9.
2. Manmana S, Iamsirithaworn S, Uttayamakul S. Coronavirus Disease-19 (COVID-19). J Bamrasnaradura Infect Dis Inst 2020;14(2):124-33.
3. Department of disease control. Information for self-care prevention from Coronavirus 2019 (COVID-19). [updated 2020 Jan 28; cited 2022 May 9]. Available from: https://ddc.moph.go.th/viralpneumonia/int_protection.php

4. Department of disease control. Practice Guidelines for prevention of coronavirus disease (COVID-19) for general public and risk groups. [updated 2021 Jan 3; cited 2022 May 9]. Available from: https://ddc.moph.go.th/viralpneumonia/file/int_protection/int_protection_030164.pdf
5. The Secretariat of the Cabinet. The conclusion of 1st board of directors for covid-19 situation administration meeting (1/2020) and the urgent measures for prevention of coronavirus (COVID-19) pandemic crisis from the ministry of public health. [updated 2020 Mar 18; cited 2022 May 9]. Available from: https://ddc.moph.go.th/viralpneumonia/file/im_commands/im_commands06.pdf
6. Ministry of higher education, Science, Research and Innovation. 6th Announcement guidelines for relief measures of coronavirus (COVID-19) Disease: practices of the higher education and the other in the ministry to prevent the spreading of coronavirus. 14 Jun 2020. Available from: https://www.mhesi.go.th/index.php/content_page/item/3033-2019-covid-19-1-6.html
7. Ministry of higher education, Science, Research and Innovation. 8th Announcement: Vigilant measures against the spread of Coronavirus (COVID-19). 21 Dec 2020. Available from: https://www.mhesi.go.th/index.php/content_page/item/3033-2019-covid-19-1-6.html
8. Department of Medical Services. Dental practice guidelines in the context of covid-19. 2021. [cited 2022 Jun 11]. Available from: <http://dmsic.moph.go.th/index/detail/8808>
9. Cook TM. Personal protective equipment during the coronavirus disease (COVID) 2019 pandemic—a narrative review. *Anaesthesia* 2020;75(7):920–927. doi: 10.1111/anae.15071.
10. Sabukaew S. Dental services in Surin hospital during the COVID-19 pandemic. *Th Dent PH J* 2022;27:77-87.
11. Promkhot P, Thatsana P, Limsiri N. Conditions and problems of online learning and teaching during the COVID-19 epidemic of student teachers in bachelor's degree and new graduates majoring in english, faculty of education. *Journal of Curriculum and Instruction Sakon Nakhon Rajabhat University* 2021;13(37):33-9.
12. Shrivastava KJ, Nahar R, Parlani S, Murthy VJ. A cross-sectional virtual survey to evaluate the outcome of online dental education system among undergraduate dental students across India amid COVID-19 pandemic. *Eur J Dent Educ* 2022;26:123–30. doi:10.1111/eje.12679.
13. Hattar S, AlHadidi A, Sawair FA, Alraheam IA, El-Ma'aita A, Wahab FK. Impact of COVID-19 pandemic on dental education: online experience and practice expectations among dental students at the University of Jordan. *BMC Medical Education* 2021;21(151): doi.org/10.1186/s12909-021-02584-0.
14. Hung M, Licari FW, Hon ES, Lauren E, Su S, Birmingham WC, et al. In an era of uncertainty: Impact of COVID-19 on dental education. *J Dent Educ* 2021;85:148-56. doi: 10.1002/jdd.12404.
15. Gaudin A, Arbab-Chirani R, Perez F. Effect of COVID-19 on dental education and practice in france. *Front Dent Med* 2020;1:1-4. doi: 10.3389/fdmed.2020.00005.
16. Ihm L, Zhang H, van Vijfeijken A, Waugh MG. Impacts of the Covid-19 pandemic on the health of university students. *Int J Health Plann Manage* 2021;36(3):618–27. doi:10.1002/hpm.3.
17. Cheng HC, Lu SL, Yen YC, Siewchaisakul P, Yen AMF, and Chen SLS. Dental education changed by COVID-19: Student's perceptions and attitudes. *BMC Medical Education* 2021;21(364). doi.org/10.1186/s12909-021-02806-5.
18. Subbalekha K, Yuera M, Chanpeng R, Suwannarat W, Pisarnurakit PP. Stress and burnout of undergraduate dental students in chulalongkorn university during COVID-19 pandemic. *J Dent Assoc Thai* 2022;72(2): 380-392.

19. Doniec R, Wojcik S, Valverde R, Piaseczna N, Siecinski S, Duraj K, et.al. Extreme situation experienced by dental students of the medical university of silesia due to the SARS-CoV-2 epidemic during the first lockdown. Healthcare (Basel) 2021;9(11):1513. doi.org/10.3390/healthcare9111513.
20. Klaassen H, Ashida S, Comnick CL, Xie XJ, Smith BM, Tabrizi M, et al. COVID-19 pandemic and its impact on dental students: A multi-institutional survey. J Dent Educ 2021;85(7):1280-86. doi: 10.1002/jdd.12597.

ผู้รับผิดชอบบทความ

ธนิดา โพธิ์ดี

ภาควิชาทันตกรรมป้องกัน

คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก 65000

โทรศัพท์ : 089 777 7489

จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ : thanidap@nu.ac.th

The Effect of COVID-19 Pandemic Among Dental Students, Naresuan University

Pothidee T* Chaimee C** Phutla R** Rodchalean A**

Abstract

This qualitative study aimed to evaluate the effect of the COVID-19 pandemic among undergraduate dental students at Naresuan University, Thailand. Semi-structured interviews and focus group discussions were conducted between August 2021 to April 2022. A total of 48 dental students (Year 1-6 of the academic year 2021) were included in the study. The study showed that the COVID-19 pandemic affected dental students in five aspects: education, health, economic, social, and others. Firstly, for the educational aspect, changing types of teaching from onsite to online classes allowed students more flexibility and convenience. However, some subjects were difficult to understand from online learning. In addition, the students could be easily distracted by unstable devices and internet connection. The exam was much harder and there were a lot more assignments. Furthermore, a decrease in the number of patients during COVID-19 affected with the students' clinical practice requirements. Secondly, the spread of the COVID-19 affected the students' health, both physically and mentally, such as stress, anxiety, and the risk of getting infected by the disease. For the economic aspect, many students' families had lower incomes while there were increasing expenses for both daily use and education. In term of the social aspect, most of the students were challenged by the change in social interactions, connections, and travel restrictions caused by preventive measures. However, this situation created opportunities for students to do other activities to increase their skills and income during their free time.

Keywords: Effect of COVID-19/ COVID-19/ Dental Student/ Online Learning

Corresponding Author

Thanida Pothidee

Department of Preventive Dentistry,

Faculty of Dentistry, Naresuan University,

Amphur Muang, Phitsanulok, 65000.

Tel. : +66 89 777 7489

Email : thanidap@nu.ac.th

* Department of Preventive Dentistry, Faculty of Dentistry, Naresuan University, Amphur Muang, Phitsanulok.

**Dental Student, Faculty of Dentistry, Naresuan University, Amphur Muang, Phitsanulok.

การศึกษาความสัมพันธ์ของกระดูกขากรรไกรบนและล่างในผู้ป่วยปากแหว่งเพดานโหว่ข้างเดียวและสองข้าง ที่มารับการผ่าตัดปลูกกระดูกเข้าฟัน : การศึกษาย้อนหลัง

กนกลักษณ์ ละครการผล* อมรรัตน์ นโนสุตประสิทธิ์** รัชฎา ฉายจิต*** เสาวลักษณ์ ลิ้มมณฑล****

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของกระดูกขากรรไกรบนและล่างในผู้ป่วยปากแหว่งเพดานโหว่ข้างเดียวและสองข้าง หลังปลูกกระดูกเข้าฟันแบบทุติยภูมิ และศึกษาผลของการปลูกกระดูกเข้าฟันแบบทุติยภูมิต่อการเจริญเติบโตของกระดูกขากรรไกรบนและล่าง โดยทำการศึกษาแบบย้อนหลังในผู้ป่วยปากแหว่งเพดานโหว่ที่มารับการปลูกกระดูกเข้าฟันแบบทุติยภูมิ ที่คลินิกศัลยกรรมช่องปากและแม็กซิลโลเฟเชียล คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ระหว่างเดือนมกราคม พ.ศ. 2553 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2563 และศึกษาจากภาพรังสีวัดศีรษะด้านข้าง โดยวัดค่านุมและระยะแบบดิจิทัล ค่าที่วัดแสดงถึงความสัมพันธ์ในแนวหน้าหลังและแนวตั้งและการเจริญเติบโตของกระดูกขากรรไกรบนและล่าง ผลการศึกษาพบมีผู้ผ่านเกณฑ์คัดเข้า 21 ราย เป็นผู้ป่วยปากแหว่งเพดานโหว่ข้างเดียว 18 ราย และสองข้าง 3 ราย ในกลุ่มผู้ป่วยปากแหว่งเพดานโหว่ข้างเดียวใช้สถิติมาร์จินอลโซ โมจินตีวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงความสัมพันธ์ของกระดูกขากรรไกรหลังปลูกกระดูกเข้าฟันแบบทุติยภูมิ ไม่พบการเปลี่ยนแปลงหลังผ่าตัดอย่างมีนัยสำคัญ ($p=0.317$) และใช้สถิติทดสอบทีแบบจับคู่ศึกษาการเจริญเติบโตของกระดูกขากรรไกรพบว่ายังคงมีการเจริญเติบโตอยู่ ในกลุ่มผู้ป่วยปากแหว่งเพดานโหว่สองข้างใช้สถิติพรรณนาอธิบายการเปลี่ยนแปลงความสัมพันธ์และการเจริญเติบโตของกระดูกขากรรไกรหลังปลูกกระดูกเข้าฟันแบบทุติยภูมิ โดยพบการเปลี่ยนแปลงความสัมพันธ์ในแนวตั้งและมีการเจริญเติบโตของกระดูกขากรรไกรอยู่ สรุปจากการศึกษานี้ หลังปลูกกระดูกเข้าฟันแบบทุติยภูมิไม่พบการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญของความสัมพันธ์ของกระดูกขากรรไกรบนและล่างในผู้ป่วยปากแหว่งเพดานโหว่ข้างเดียว ส่วนผู้ป่วยปากแหว่งเพดานโหว่สองข้างมีการเปลี่ยนแปลงความสัมพันธ์ในแนวตั้ง และกระดูกขากรรไกรบนและล่างยังมีการเจริญเติบโตทั้งสองกลุ่ม

คำิขรหัทศ: ปากแหว่งและเพดานโหว่/ การปลูกกระดูกเข้าฟัน/ ความผิดปกติของกระดูกขากรรไกร

Received: Mar 06, 2023

Revised: Nov 05, 2023

Accepted: Nov 13, 2023

บทนำ

การผ่าตัดปลูกกระดูกเข้าฟันในผู้ป่วยปากแหว่งเพดานโหว่มักนิยมทำในช่วงอายุ 6-12 ปี หรือในช่วงชุดฟันผสม (Mixed dentition) ซึ่งอยู่ในช่วงของการปลูกกระดูกเข้าฟันแบบทุติยภูมิ (Secondary alveolar bone graft) โดยการปลูกกระดูกเข้าฟันแบบทุติยภูมิแบ่งเป็นสองช่วง ได้แก่ ช่วงฟันชุดผสมระยะแรก (Early mixed dentition) อยู่ในช่วงอายุ 6-8 ปีหลังฟันตัดซี่กลางบน (Maxillary central incisor) ขึ้น และในช่วงฟันชุดผสมตอนปลาย อยู่ในช่วงอายุ 9-12 ปีหรือช่วงที่มีการสร้างของรากฟันเขี้ยวบน (Maxillary canine) แล้วประมาณ 1/2 - 2/3 ของความยาวรากฟันเนื่องจากเชื่อว่าการปลูกกระดูกเข้าฟันในช่วงเวลานี้ส่งผลเสียต่อการเจริญเติบโต

ของกระดูกขากรรไกรบน (Maxillary growth) น้อยกว่าการปลูกกระดูกเข้าฟันแบบปฐมภูมิ (Primary alveolar bone graft) ซึ่งทำในช่วงอายุน้อยกว่า 2 ปี และยังช่วยเสริมสร้างกระดูกเข้าฟันรองรับฟันแท้ที่จะขึ้นมาในช่องปากซึ่งมักเป็นฟันเขี้ยวบน และฟันตัดข้างบน (Maxillary lateral incisor) ส่งเสริมกระดูกและอวัยวะปริทันต์ให้แก่ฟันข้างเคียงร่องโหว่ สร้างความต่อเนื่องของกระดูกเข้าฟันบน และปิดการติดต่อระหว่างช่องปากและจมูก (Oro-nasal communication)¹⁻³

โดยผู้ป่วยปากแหว่งเพดานโหว่มักจะได้รับการผ่าตัดซ่อมแซมริมฝีปากและเพดานมาก่อนแล้วในวัยเด็ก ซึ่งมีความเชื่อว่าการผ่าตัดดังกล่าวทำให้เกิดแผลเป็นคั้งบริเวณ

* ทันตแพทย์ประจำบ้าน สาขาวิชาศัลยกรรมช่องปากและแม็กซิลโลเฟเชียล คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น

** แผนกวิชาทันตกรรมจัดฟัน สาขาวิชาทันตกรรมป้องกัน คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น

*** แผนกวิชาทันตสาธารณสุข สาขาวิชาทันตกรรมป้องกัน คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น

**** สาขาวิชาศัลยกรรมช่องปากและแม็กซิลโลเฟเชียล คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น

กระดูกขากรรไกรบน กระดูกขากรรไกรบนจึงถูกจำกัดการเจริญเติบโต ส่งผลให้กระดูกขากรรไกรบนและใบหน้าที่ส่วนกลางมีการเจริญเติบโตน้อยลงและมีขนาดเล็กกว่าปกติ ส่วนกระดูกขากรรไกรล่างยังคงเจริญเติบโตได้ตามปกติเพียงแต่อยู่ก่อนไปทางด้านหลังกว่าปกติเล็กน้อย เนื่องจากต้องเจริญเติบโตตามกระดูกขากรรไกรบนที่ผิดปกติ^{4,8}

สำหรับผลของการปลูกกระดูกเบ้าฟันแบบทุติยภูมิต่อการเจริญเติบโตของกระดูกขากรรไกรนั้น Seo และคณะ⁹ ได้ทำการศึกษการเจริญเติบโตของกระดูกใบหน้าที่ก่อนทำการปลูกกระดูกเบ้าฟันในผู้ป่วยปากแหว่ง ปากแหว่งเพดานโหว่ข้างเดียว และเพดานโหว่ ที่มีอายุเฉลี่ยประมาณ 10 ปี โดยพบว่าผู้ป่วยทั้งสามกลุ่มมีแนวโน้มที่จะมีความสัมพันธ์แนวหน้าหลังของกระดูกขากรรไกรเป็นโครงสร้างกระดูกแบบที่ 3 (Skeletal class III) และในแนวดิ่งเป็นใบหน้าที่แบบถ่าง (Hyperdivergent pattern) และในกลุ่มปากแหว่งเพดานโหว่ข้างเดียวและกลุ่มเพดานโหว่ พบว่าตำแหน่งของกระดูกขากรรไกรบนเมื่อเทียบกับฐานกะโหลกนั้นอยู่หลังกว่ากลุ่มปากแหว่งเพียงอย่างเดียว เนื่องจากแผลเป็นบริเวณเพดานจะหดรั้งมากและส่งผลต่อการเจริญเติบโตของกระดูกขากรรไกรบนมากกว่า ส่วนกระดูกขากรรไกรล่างจะมีการเจริญเติบโตที่ปกติ แต่รูปร่างและขนาดนั้นจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับประเภทของความผิดปกติที่ผู้ป่วยเป็น กล่าวคือในผู้ป่วยปากแหว่งเพียงอย่างเดียวจะมีลักษณะรูปร่างความยาวและตำแหน่งของกระดูกขากรรไกรล่างที่ใกล้เคียงกับคนปกติ แต่ในผู้ป่วยปากแหว่งเพดานโหว่จะมีการหมุนของขากรรไกรในทิศตามเข็มนาฬิกาไปตามลักษณะของขากรรไกรบนที่เล็กกว่า ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Naqvi และคณะ¹⁰ และ Han และคณะ¹¹

Seo และคณะ¹² ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของกระดูกขากรรไกรบนในผู้ป่วยปากแหว่งเพดานโหว่ข้างเดียวและสองข้างหลังปลูกกระดูกเบ้าฟันแบบทุติยภูมิช่วงอายุ 9 ปี พบว่าหลังผ่าตัดผู้ป่วยปากแหว่งเพดานโหว่ทั้งสองกลุ่มมีแนวโน้มความสัมพันธ์ของโครงสร้างกระดูกขากรรไกรบนและล่างในแนวหน้าหลังเป็นโครงสร้างกระดูกแบบที่ 3 แต่จะพบในผู้ป่วยปากแหว่งเพดานโหว่สองข้างมากกว่าและรุนแรงกว่าผู้ป่วยปากแหว่งเพดานโหว่ข้างเดียวอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งเป็นผลจากการที่ผู้ป่วยปากแหว่งเพดานโหว่สองข้างมีแผลเป็นที่เกิดจากการผ่าตัดซ่อมแซมริมฝีปากและเพดานรวมทั้งจากการผ่าตัดปลูกกระดูกเบ้าฟันมากกว่า แต่ในแนวดิ่งพบว่ามีลักษณะใบหน้าที่เป็นแบบถ่างไม่

แตกต่างกัน ส่วนกระดูกขากรรไกรล่างจะมีการเจริญเติบโตได้ปกติทั้งสองกลุ่ม

ในขณะเดียวกัน Ross³ ซึ่งทำการศึกษาการปลูกกระดูกเบ้าฟันต่อการเจริญเติบโตของกระดูกขากรรไกรบนในผู้ป่วยปากแหว่งเพดานโหว่ข้างเดียว พบว่าการปลูกกระดูกเบ้าฟันก่อนอายุ 9 ปี จะส่งผลทำให้การเจริญเติบโตของกระดูกขากรรไกรบนบกพร่องไป และแนะนำให้ทำหลังจากอายุ 9 ปีเป็นต้นไปจะส่งผลต่อการเจริญเติบโตของกระดูกขากรรไกรเพียงเล็กน้อย สอดคล้องกับงานวิจัยของ Levitt และคณะ¹³ ที่ได้กล่าวว่าการเจริญเติบโตของกระดูกขากรรไกรบนใกล้จะเสร็จสมบูรณ์ในช่วงชุดฟันผสม ดังนั้นการปลูกกระดูกเบ้าฟันในช่วงชุดฟันผสมจะมีโอกาสส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของกระดูกขากรรไกรบนได้น้อยมาก และการที่ผู้ป่วยปากแหว่งเพดานโหว่มีความสัมพันธ์แนวหน้าหลังของกระดูกขากรรไกรเป็นโครงสร้างกระดูกแบบที่ 3 นั้นเป็นเพราะความผิดปกติที่มีมาแต่กำเนิด (Original deformity) ร่วมกับผลจากการผ่าตัดซ่อมปากแหว่งเพดานโหว่ในวัยเด็กอีกด้วย

เนื่องจากผู้ป่วยปากแหว่งเพดานโหว่มีแนวโน้มที่จะมีการเจริญเติบโตของกระดูกขากรรไกรที่แตกต่างจากปกติ ผู้ป่วยส่วนใหญ่จึงได้รับการถ่ายภาพรังสีวัดศีรษะด้านข้าง (Lateral cephalometric radiograph) ในช่วงอายุต่างๆ เพื่อติดตามและวิเคราะห์การเจริญเติบโตของใบหน้าที่รวมทั้งกระดูกขากรรไกรบนและล่าง ซึ่งปัจจุบันได้มีการพัฒนารูปแบบจากการวัดค่ามุมและระยะต่างๆบนภาพรังสีด้วยมือ (Manual measurement) มาเป็นการวัดแบบดิจิทัล (Digital measurement) โดยจากการศึกษาของ Swennen และคณะ¹⁴ ได้รายงานว่าการวิเคราะห์ค่ามุมและระยะจากภาพรังสีวัดศีรษะด้านข้างโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปที่เป็นการวัดแบบดิจิทัลมีความน่าเชื่อถือและมีข้อดีเหนือกว่าในเรื่องของความคมชัด ความแม่นยำในการวัด และประหยัดเวลา

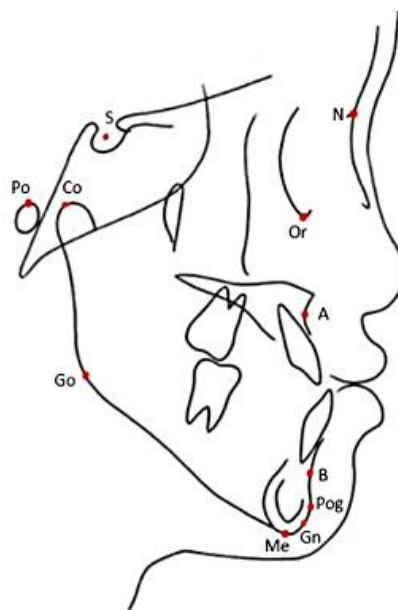
เนื่องจากการศึกษาความสัมพันธ์ของกระดูกขากรรไกรบนและล่างและการเจริญเติบโตของกระดูกขากรรไกรบนและล่างในผู้ป่วยปากแหว่งเพดานโหว่ข้างเดียวและสองข้างหลังได้รับการปลูกกระดูกเบ้าฟันแบบทุติยภูมิยังมีน้อย และยังเป็นที่ยกเถียงกันว่าการปลูกกระดูกเบ้าฟันแบบทุติยภูมิมีผลต่อความสัมพันธ์ของกระดูกขากรรไกรและการเจริญเติบโตของกระดูกขากรรไกรหรือไม่ จึงเป็นที่มาของการทำการศึกษาข้อมูลแบบย้อนหลัง (Retrospective study) ในผู้ป่วยปากแหว่งเพดานโหว่ข้างเดียวและสองข้างที่มารับ

การผ่าตัดปลูกกระดูกเบ้าฟันแบบทุดิขภูมิที่คลินิกศัลยศาสตร์ช่องปากและแม็กซิลโลเฟเชียล คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น โดยจะทำการศึกษการเปลี่ยนแปลงความสัมพันธ์ในแนวหน้าหลังและแนวตั้งของกระดูกขากรรไกรบนและล่างในผู้ป่วยปากแหว่งเพดานโหว่ข้างเดียวและสองข้างหลังปลูกกระดูกเบ้าฟันแบบทุดิขภูมิ และศึกษาผลของการปลูกกระดูกเบ้าฟันแบบทุดิขภูมิต่อการเจริญเติบโตของกระดูกขากรรไกรบนและล่างในผู้ป่วยทั้งสองกลุ่ม จากภาพรังสีวัดศีรษะด้านข้างซึ่งทำการวัดแบบดิจิทัลโดยใช้โปรแกรมคอลลฟิน (Dolphin® program) โดยตั้งสมมติฐานว่าการปลูกกระดูกเบ้าฟันแบบทุดิขภูมิไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความสัมพันธ์ของโครงสร้างกระดูกขากรรไกรและไม่รบกวนการเจริญเติบโตของกระดูกขากรรไกรบนและล่าง

วัสดุอุปกรณ์ และวิธีการ

ทำการศึกษาแบบเก็บข้อมูลย้อนหลังโดยเก็บข้อมูลผู้ป่วยที่ได้รับการปลูกกระดูกเบ้าฟันแบบทุดิขภูมิที่คลินิกศัลยศาสตร์ช่องปากและแม็กซิลโลเฟเชียล คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2553 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2563 โดยมีเกณฑ์ในการคัดเข้า คือ 1) ผู้ป่วยปากแหว่งเพดานโหว่ข้างเดียวและสองข้างแบบสมบูรณ์ที่มีอายุอยู่ในช่วง 7-12 ปีขณะมารับการรักษา

ผ่าตัดปลูกกระดูกเบ้าฟันแบบทุดิขภูมิ 2) มีประวัติได้รับการผ่าตัดซ่อมแซมริมฝีปากและเพดานเพียงอย่างละครั้ง 3) ไม่มีกลุ่มอาการอื่นๆ (Non-syndromic cleft) ร่วมด้วย 4) มีภาพรังสีวัดศีรษะด้านข้างก่อนและหลังได้รับการปลูกกระดูกเบ้าฟันไม่เกิน 1 ปี และหากผู้ป่วยได้รับการรักษาด้วยเครื่องดัดแปลงการเจริญเติบโตบริเวณกระดูกขากรรไกรและใบหน้า (Growth modification device) จะถูกคัดออก หลังจากทำการคัดเลือกผู้ผ่านเกณฑ์การคัดเข้าแล้ว นำภาพรังสีวัดศีรษะด้านข้างทั้งหมดเข้าสู่โปรแกรมคอลลฟินเพื่อทำการกำหนดระยะอ้างอิงในทุกๆภาพรังสีให้เท่ากันที่ระยะ 10 มิลลิเมตร และทำการกำหนดจุดอ้างอิง (Cephalometric landmarks) ทั้งหมด 11 จุด ได้แก่ A-point (A), B-Point (B), Nasion (N), Sella (S), Condylion (Co), Porion (Po), Gnathion (Gn), Gonion (Go), Menton (Me), Pogonion (Pog), Orbitale (Or) (รูปที่ 1) จากนั้นนำจุดมาสร้างมาตรวัด (Parameters) ได้ทั้งหมด 8 ค่า ได้แก่ SNA, NA-Or, O-NA, SNB, Co-Gn, SN-GoGn, FMA และ ANB (ตารางที่ 1) โดยจะดูความสัมพันธ์ของกระดูกขากรรไกรบนและล่างในแนวตั้ง (Vertical relationship) จากค่า SN-GoGn และ FMA¹⁵ และดูความสัมพันธ์แนวหน้าหลัง (Sagittal relationship) จากค่า ANB¹⁶ นอกจากนี้ทำการวัดค่าที่แสดงถึงการเจริญเติบโตของกระดูกขากรรไกรบนจากค่า SNA, NA-Or, SN-Or^{17,18} และกระดูกขากรรไกรล่างจากค่า SNB, Co-Gn^{16,17}



รูปที่ 1 จุดอ้างอิงบนภาพรังสีวัดศีรษะด้านข้าง
Figure 1 Cephalometric landmarks

ตารางที่ 1 คำนิยามของมาตรวัด

Table 1 Definition of all parameters

Parameters		Definition
Maxillary growth	SNA (Degree, °)	Angle between the anterior cranial base (SN) and the NA line
	NA-Or (Millimeter, mm.)	Perpendicular distance from the orbitale (Or) to the NA line
	SN-Or (Degree, °)	Angle between the anterior cranial base and the orbitale point
Mandibular growth	SNB (Degree, °)	Angle between the anterior cranial base and the NB line
	Co-Gn (Millimeter, mm.)	Distance from condylion (Co) to gnathion (Gn)
Vertical relationship	SN-GoGN (Degree, °)	Angle between the anterior cranial base and the mandibular plane
	FMA/FH-MP (Degree, °)	Angle between the FH plane and the mandibular plane
Sagittal relationship	ANB (Degree, °)	Angle between the NA and NB line

จากนั้นผู้วิจัยจะทำการเลือกภาพรังสีวัดศีรษะด้านข้างมาทั้งหมดร้อยละ 10 ของจำนวนกลุ่มตัวอย่าง ทำการกำหนดจุดอ้างอิง 11 จุดและมาตรวัด 8 ค่าโดยผู้วิจัยและอาจารย์ทันตแพทย์สาขาวิชาทันตกรรมจัดฟัน เพื่อประเมินความน่าเชื่อถือระหว่างผู้วิจัยและผู้เชี่ยวชาญ (Inter-examiner reliability) คำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในกลุ่ม (Intraclass correlation coefficient: ICC) ได้เท่ากับ 0.89-0.98 จากนั้นทดสอบความถูกต้องและความน่าเชื่อถือในการกำหนดจุดอ้างอิงและมาตรวัดของผู้วิจัย (Intra-examiner validity) โดยเว้นระยะเวลา 2 สัปดาห์ จึงทำการกำหนดจุดและวัดค่าจากภาพรังสีกลุ่มเดิมซ้ำ ได้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในกลุ่มเท่ากับ 0.87-0.96 ซึ่งถือว่ามีความน่าเชื่อถือในระดับที่ยอมรับได้

การวิเคราะห์ข้อมูลใช้สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive statistic) กับข้อมูลอายุของผู้ป่วยที่ได้รับการปลูกกระดูกเบ้าฟันแบบทุดิยภูมิ ระยะเวลาการถ่ายภาพรังสีวัดศีรษะด้านข้างก่อนและหลังปลูกกระดูกเบ้าฟันแบบทุดิยภูมิ โดยแสดงเป็นค่าเฉลี่ย (Means) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) ส่วนเพศจะถูกแจกแจงในรูปแบบของความถี่ และใช้สถิติพรรณนาในการอธิบายการเปลี่ยนแปลงความสัมพันธ์ของกระดูกขากรรไกรบนและล่างและการเจริญเติบโตของกระดูกขากรรไกรบนและล่างหลังปลูกกระดูกเบ้าฟันแบบทุดิยภูมิในผู้ป่วยปากแหว่งเพดานโหว่สองข้าง นอกจากนี้จะใช้สถิติอนุมาน (Inferential statistic) เพื่อวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงความสัมพันธ์ของกระดูกขากรรไกรบนและล่างในผู้ป่วยปากแหว่งเพดานโหว่ข้างเดียวหลังปลูกกระดูกเบ้าฟันแบบทุดิยภูมิ โดยใช้สถิติมาร์จินอลโฮโมจีเนียตี (Marginal Homogeneity Test) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ $p < 0.05$ และ

วิเคราะห์การเจริญเติบโตของกระดูกขากรรไกรบนและล่างโดยใช้สถิติทดสอบทีแบบจับคู่ (Paired T-Test) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ $p < 0.05$ และวิเคราะห์ผลข้อมูลด้วยโปรแกรม IBM SPSS รุ่นที่ 23

งานวิจัยนี้ผ่านการรับรองจากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ เลขที่โครงการ HE632288 ลำดับที่ 3.4.01:05/2564 และได้รับการอนุญาตจากผู้อำนวยการโรงพยาบาลทันตกรรม ในการสืบค้นบันทึกการรักษาย้อนหลังในเวชระเบียนผู้ป่วยและการสืบค้นภาพรังสีในระบบโรงพยาบาล

ผล

ผู้ป่วยทั้งหมดที่ได้รับการปลูกกระดูกเบ้าฟันแบบทุดิยภูมิ ที่คลินิกศัลยศาสตร์ช่องปากและแม็กซิลโลเฟเชียล คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ตามช่วงเวลาที่กำหนดมีทั้งหมด 240 ราย แต่กลุ่มตัวอย่างที่ตรงตามเกณฑ์คัดเข้ามีทั้งหมด 21 ราย ผู้ป่วยที่ถูกคัดออก 219 รายเนื่องจาก 1) อายุที่ได้รับการปลูกกระดูกเบ้าฟันไม่ตรงตามช่วงอายุที่กำหนด 2) ไม่มีภาพรังสีวัดศีรษะด้านข้างหลังได้รับการปลูกกระดูกเบ้าฟันแบบทุดิยภูมิ 3) ระยะเวลาของภาพรังสีวัดศีรษะด้านข้างก่อนและหลังปลูกกระดูกเบ้าฟันแบบทุดิยภูมิไม่ตรงตามที่กำหนด 4) ได้รับการผ่าตัดซ่อมแซมริมฝีปากและเพดานหลายครั้งในวัยเด็ก โดยผู้ป่วยทั้ง 21 ราย สามารถแบ่งเป็นผู้ป่วยปากแหว่งเพดานโหว่ข้างเดียว 18 ราย เพศชาย 11 ราย เพศหญิง 7 ราย อายุที่ได้รับการปลูกกระดูกเบ้าฟันแบบทุดิยภูมิเฉลี่ย 10.56 ± 0.98 ปี ระยะเวลาการถ่ายภาพรังสีวัดศีรษะด้านข้างก่อนและหลังปลูกกระดูกเบ้าฟันเฉลี่ยอยู่ที่ 7.39 ± 4.27 เดือน และ 7.72 ± 4.18 เดือนตามลำดับ และผู้ป่วย

ปากแหว่งเพดานโหว่สองข้าง 3 ราย แบ่งเป็นเพศชาย 2 ราย เพศหญิง 1 ราย อายุที่ได้รับการปลูกกระดูกเข้าฟันแบบทูติย ภูมิเฉลี่ย 11.00 ± 1.00 ปี ระยะเวลาการถ่ายภาพรังสีวัดศีรษะ ด้านข้างก่อนและหลังปลูกกระดูกเข้าฟันเฉลี่ยอยู่ที่ 10.00 ± 2.64 เดือน และ 7.67 ± 1.15 เดือน ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

ความสัมพันธ์แนวหน้าหลังของกระดูกขากรรไกร ในผู้ป่วยปากแหว่งเพดานโหว่ข้างเดียว จำนวน 18 ราย

ก่อนทำการปลูกกระดูกเข้าฟันแบบทูติย ภูมิ ความสัมพันธ์แนวหน้าหลังของกระดูกขากรรไกรในผู้ป่วย ปากแหว่งเพดานโหว่ข้างเดียว แบ่งเป็นความสัมพันธ์ โครงสร้างกระดูกแบบที่หนึ่ง (Skeletal Class I) 5 ราย (ร้อยละ 27.77) โครงสร้างกระดูกแบบที่สอง (Skeletal Class II) 10

ราย (ร้อยละ 55.56) และ โครงสร้างกระดูกแบบที่สาม 3 ราย (ร้อยละ 16.67) หลังจากทำการปลูกกระดูกเข้าฟันแบบทูติย ภูมิ พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงของความสัมพันธ์แนวหน้าหลัง ภายในกลุ่ม โดยความสัมพันธ์โครงสร้างกระดูกแบบที่หนึ่ง เพิ่มขึ้นเป็น 6 ราย (ร้อยละ 33.33) โครงสร้างกระดูกแบบที่สองลดลงหนึ่งรายเป็น 9 ราย (ร้อยละ 50.00) และ โครงสร้างกระดูกแบบที่สามมี 3 รายเท่าเดิม (ร้อยละ 16.67) จากสถิติ ทดสอบมาร์จินอล โฮโมจีนิตี ไม่พบความแตกต่างอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติของความสัมพันธ์แนวหน้าหลังของกระดูก ขากรรไกรในผู้ป่วยปากแหว่งเพดานโหว่ข้างเดียวหลังได้รับ การปลูกกระดูกเข้าฟันแบบทูติย ภูมิ $p=0.317$ (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 2 ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มผู้ป่วยปากแหว่งเพดานโหว่

Table 2 Demographic data of cleft lip and cleft palate patient

Demographic data	UCLCP (n=18)	BCLCP (n=3)
Gender	11 males, 7 females	2 males, 1 female
Mean age (Years)	10.56 ± 0.98	11.00 ± 1.00
Pre-op radiograph (Months)	7.39 ± 4.27	10.00 ± 2.64
Post-op radiograph (Months)	7.72 ± 4.18	7.67 ± 1.15

UCLCP indicates unilateral cleft lip and cleft palate, BCLCP indicates bilateral cleft lip and cleft palate

Mean age indicates the age which the patients were performed secondary alveolar bone graft

ตารางที่ 3 ความสัมพันธ์แนวหน้าหลังของกระดูกขากรรไกรในผู้ป่วยปากแหว่งเพดานโหว่ข้างเดียว จำนวน 18 ราย

Table 3 The sagittal skeletal relationship of 18 UCLCP patients

T ₁ ABG	T ₂ ABG			
	Sagittal relationship (Skeletal class)	I	II	III
	I	5 (27.77%)	0	0
	II	1 (5.56%)	9 (50.00%)	0
	III	0	0	3 (16.67%)
	P-value*	P = 0.317		

* Marginal homogeneity test was performed, significant at $p < 0.05$

UCLCP indicates unilateral cleft lip and cleft palate

T₁ABG indicates before secondary alveolar bone graft was performed, T₂ABG indicates after secondary alveolar bone graft was performed

ความสัมพันธ์แนวหน้าหลังของกระดูกขากรรไกรในผู้ป่วยปากแหว่งเพดานโหว่สองข้าง จำนวน 3 ราย

ก่อนทำการปลูกกระดูกเข้าฟันแบบทุติยภูมิ ความสัมพันธ์แนวหน้าหลังของกระดูกขากรรไกรในผู้ป่วยปากแหว่งเพดานโหว่สองข้าง แบ่งเป็นความสัมพันธ์โครงสร้างกระดูกแบบที่หนึ่ง แบบที่สองและแบบที่สามอย่างละ 1 ราย (ร้อยละ 33.33) หลังจากทำการปลูกกระดูกเข้าฟันแบบทุติยภูมิ ไม่พบการเปลี่ยนแปลงของความสัมพันธ์แนวหน้าหลังภายในกลุ่ม โดยความสัมพันธ์โครงสร้างกระดูกแบบที่หนึ่ง แบบที่สองและแบบที่สามยังคงมีอย่างละ 1 รายเท่าเดิม (ร้อยละ 33.3) (ตารางที่ 4)

ความสัมพันธ์แนวตั้งของกระดูกขากรรไกรในผู้ป่วยปากแหว่งเพดานโหว่ข้างเดียว จำนวน 18 ราย

ก่อนทำการปลูกกระดูกเข้าฟันแบบทุติยภูมิ ความสัมพันธ์แนวตั้งของกระดูกขากรรไกรในผู้ป่วยปาก

แหว่งเพดานโหว่ข้างเดียว แบ่งเป็นลักษณะไบหน้าปกติ (Normodivergent) 14 ราย (ร้อยละ 77.77) ไบหน้าหุบ (Hypodivergent) 3 ราย (ร้อยละ 16.67) และไบหน้าถ่าง (Hyperdivergent) 1 ราย (ร้อยละ 5.56) หลังจากทำการปลูกกระดูกเข้าฟันแบบทุติยภูมิ มีการเปลี่ยนแปลงของความสัมพันธ์แนวตั้งภายในกลุ่ม โดยไบหน้าหุบลดลง 1 รายเหลือ 2 ราย (ร้อยละ 11.11) ส่วนไบหน้าถ่างเพิ่มขึ้น 1 รายรวมเป็น 2 ราย (ร้อยละ 11.11) และไบหน้าปกติ 14 รายเท่าเดิม (ร้อยละ 77.77) จากสถิติทดสอบมาร์จินอล โฮโมจีนิตี ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของความสัมพันธ์แนวหน้าหลังของกระดูกขากรรไกรในผู้ป่วยปากแหว่งเพดานโหว่ข้างเดียวหลังได้รับการปลูกกระดูกเข้าฟันแบบทุติยภูมิ $p=0.317$ (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 4 ความสัมพันธ์แนวหน้าหลังของกระดูกขากรรไกรในผู้ป่วยปากแหว่งเพดานโหว่สองข้าง จำนวน 3 ราย

Table 4 The sagittal relationship of 3 BCLCP patients

	T ₁ ABG	T ₂ ABG
Skeletal Class I	1 (33.33%)	1 (33.33%)
Skeletal Class II	1 (33.33%)	1 (33.33%)
Skeletal Class III	1 (33.33%)	1 (33.33%)

Descriptive statistic was performed

BCLCP indicates bilateral cleft lip and cleft palate

T₁ABG indicates before secondary alveolar bone graft was performed, T₂ABG indicates after secondary alveolar bone graft was performed

ตารางที่ 5 ความสัมพันธ์แนวตั้งของกระดูกขากรรไกรในผู้ป่วยปากแหว่งเพดานโหว่ข้างเดียว จำนวน 18 ราย

Table 5 The vertical relationship of 18 UCLCP patients

		T ₂ ABG		
T ₁ ABG	Vertical relationship	Normodivergent	Hypodivergent	Hyperdivergent
	Normodivergent	14 (77.77 %)	0	0
	Hypodivergent	0	2 (11.11 %)	1 (5.56%)
	Hyperdivergent	0	0	1 (5.56%)
	P-value*	P = 0.317		

* Marginal homogeneity test was performed, significant at $p<0.05$

UCLCP indicates unilateral cleft lip and cleft palate

T₁ABG indicates before secondary alveolar bone graft was performed, T₂ABG time after secondary alveolar bone graft was performed

ความสัมพันธ์แนวตั้งของกระดูกขากรรไกรในผู้ป่วยปากแหว่งเพดานโหว่สองข้าง จำนวน 3 ราย

ก่อนทำการปลูกกระดูกเข้าฟันแบบทิวติภูมิ ความสัมพันธ์แนวตั้งของกระดูกขากรรไกรในผู้ป่วยปากแหว่งเพดานโหว่สองข้างแบ่งเป็นลักษณะใบหน้าปกติ ใบหน้าหลุม และใบหน้าถ่างอย่างละ 1 ราย (ร้อยละ 33.33) หลังจากทำการปลูกกระดูกเข้าฟันแบบทิวติภูมิ พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงลักษณะความสัมพันธ์แนวตั้งภายในกลุ่ม โดยผู้ป่วยที่มีใบหน้าหลุมมีการเปลี่ยนแปลงไปเป็นใบหน้าถ่างทำให้ใบหน้าหลุมลดลง 1 ราย และใบหน้าถ่างเพิ่มขึ้น 1 ราย รวมเป็น 2 ราย (ร้อยละ 66.67) ส่วนใบหน้าปกติมี 1 รายเท่าเดิม (ร้อยละ 33.33) (ตารางที่ 6)

การเจริญเติบโตของกระดูกขากรรไกรบนและล่างในผู้ป่วยปากแหว่งเพดานโหว่ทั้ง 21 ราย

ผู้ป่วยปากแหว่งเพดานโหว่ข้างเดียวมีการเจริญเติบโตของกระดูกขากรรไกรบนมากขึ้นจากค่า SNA (ก่อนผ่าตัด $81.75 \pm 6.44^\circ$ หลังผ่าตัด $82.91 \pm 7.81^\circ$) SN-Or (ก่อนผ่าตัด $57.81 \pm 6.37^\circ$ หลังผ่าตัด $59.35 \pm 6.51^\circ$) ที่มีค่าเพิ่มขึ้น ในขณะที่

เดียวกันค่า NA-Or มีค่าลดลงเล็กน้อย (ก่อนผ่าตัด 9.89 ± 3.08 มม. หลังผ่าตัด 9.32 ± 3.66 มม.) ส่วนกระดูกขากรรไกรล่างมีการเจริญเติบโตที่มากขึ้นเช่นเดียวกันจากค่า SNB (ก่อนผ่าตัด $81.94 \pm 5.07^\circ$ หลังผ่าตัด $84.06 \pm 5.85^\circ$) และค่า Co-Gn (ก่อนผ่าตัด 100.59 ± 7.71 มม. หลังผ่าตัด 106.51 ± 7.49 มม.) ที่เพิ่มขึ้น โดยจากการใช้สถิติทดสอบทีแบบจับคู่พบว่าค่า SNB และ Co-Gn มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหลังปลูกกระดูกเข้าฟันแบบทิวติภูมิที่ $p=0.003$ และ $p=0.007$ ตามลำดับ (ตารางที่ 7)

ผู้ป่วยปากแหว่งเพดานโหว่สองข้างมีการเจริญเติบโตของกระดูกขากรรไกรบนมากขึ้นจากค่า SNA (ก่อนผ่าตัด $84.66 \pm 3.47^\circ$ หลังผ่าตัด $87.7 \pm 5.52^\circ$) NA-Or (ก่อนผ่าตัด 9.33 ± 2.10 มม. หลังผ่าตัด 10.00 ± 3.05 มม.) ที่มีค่าเพิ่มขึ้น ในขณะที่เดียวกันค่า SN-Or มีค่าลดลงเล็กน้อย (ก่อนผ่าตัด $57.73 \pm 9.60^\circ$ หลังผ่าตัด $57.00 \pm 5.30^\circ$) ส่วนกระดูกขากรรไกรล่างมีการเจริญเติบโตที่มากขึ้นจากค่า SNB (ก่อนผ่าตัด $79.93 \pm 7.80^\circ$ หลังผ่าตัด $83.10 \pm 7.75^\circ$) Co-Gn (ก่อนผ่าตัด 96.36 ± 8.98 มม. หลังผ่าตัด 100.20 ± 9.26 มม.) ที่เพิ่มมากขึ้น (ตารางที่ 7)

ตารางที่ 6 ความสัมพันธ์แนวตั้งของกระดูกขากรรไกรในผู้ป่วยปากแหว่งเพดานโหว่สองข้าง จำนวน 3 ราย

Table 6 The vertical relationship of 3 UCLCP patients

	T ₁ ABG	T ₂ ABG
Normodivergent	1 (33.33%)	1 (33.33%)
Hypodivergent	1 (33.33%)	0 (0.00%)
Hyperdivergent	1 (33.33%)	2 (66.67%)

Descriptive statistic was performed

BCLCP indicates bilateral cleft lip and cleft palate

T₁ABG indicates before secondary alveolar bone graft was performed, T₂ABG indicates after secondary alveolar bone graft was performed

ตารางที่ 7 การเจริญเติบโตของกระดูกขากรรไกรบนและล่างในผู้ป่วยปากแหว่งเพดานโหว่ข้างเดียวและสองข้างหลังได้รับการปลูกกระดูกเข้าฟันแบบทิวติภูมิ จำนวน 21 ราย

Table 7 The growth of maxilla and mandible in UCLCP and BCLCP patients undergoes secondary alveolar bone graft all 21 patients

	UCLCP (n=18)		p-value*	BCLCP (n=3)	
	T ₁ ABG	T ₂ ABG		T ₁ ABG	T ₂ ABG
SNA (Degree)	81.75±6.44	82.91±7.81	0.160	84.66±3.47	87.7±5.52
NA-Or (Millimeter)	9.89±3.08	9.32±3.66	0.344	9.33±2.10	10.00±3.05
SN-Or (Degree)	57.81±6.37	59.35±6.51	0.253	57.73±9.60	57.00±5.30
SNB (Degree)	81.94±5.07	84.06±5.85	0.003*	79.93±7.80	83.10±7.75
Co-Gn (Millimeter)	100.59±7.71	106.51±7.49	0.007*	96.36±8.98	100.20±9.26

*Paired T-Test was performed in UCLCP, significant at $p<0.05$

Descriptive statistic was performed in BCLCP

UCLCP indicates unilateral cleft lip and cleft palate, BCLCP indicates bilateral cleft lip and cleft palate

T₁ABG indicates before secondary alveolar bone graft was performed, T₂ABG indicates time secondary alveolar bone graft was performed

บทวิจารณ์

ในการศึกษารังนี้ผู้ป่วยทุกรายจะต้องได้รับการผ่าตัดซ่อมแซมริมฝีปากและเพดานมาแล้วอย่างละ 1 ครั้งในวัยเด็ก และได้รับการผ่าตัดปลูกกระดูกเบ้าฟันแบบทุดิยภูมิในช่วงอายุเฉลี่ยอยู่ที่ 10-11 ปี โดยพบว่าก่อนได้รับการปลูกกระดูกเบ้าฟันแบบทุดิยภูมินั้น ผู้ป่วยบางรายมีลักษณะความสัมพันธ์แนวหน้าหลังของกระดูกขากรรไกรเป็นโครงสร้างกระดูกแบบที่ 3 และในแนวดิ่งเป็นไบหน้าแบบถ่าง สอดคล้องกับการศึกษาของ Seo และคณะ⁹ ที่พบว่าผู้ป่วยปากแหว่งเพดานโหว่ที่ได้รับการผ่าตัดซ่อมแซมริมฝีปากและเพดานจะมีลักษณะการเจริญเติบโตของกระดูกขากรรไกรบนที่ลดลงทุกทิศทางซึ่งเป็นผลจากการผ่าตัดซ่อมแซมริมฝีปากและเพดาน ส่งผลให้ผู้ป่วยมีความสัมพันธ์แนวหน้าหลังของกระดูกขากรรไกรเป็นโครงสร้างกระดูกแบบที่ 3 ในขณะที่กระดูกขากรรไกรล่างจะเติบโตตามกระดูกขากรรไกรบนในทิศทางตามเข็มนาฬิกาเกิดเป็นไบหน้าแบบถ่าง และสอดคล้องกับการศึกษาของ Han และคณะ¹¹ ที่พบว่าผู้ป่วยปากแหว่งเพดานโหว่ที่ได้รับการผ่าตัดซ่อมแซมริมฝีปากและเพดานจะมีลักษณะไบหน้าในแนวดิ่งเป็นแบบถ่างเช่นเดียวกัน ในขณะที่เดียวกันพบว่าผู้ป่วยบางรายมีความสัมพันธ์แนวหน้าหลังเป็นโครงสร้างกระดูกแบบที่ 1 และแบบที่ 2 รวมถึงมีลักษณะไบหน้าในแนวดิ่งทั้งแบบปกติและแบบหลุบอีกด้วย ซึ่งแตกต่างจากงานวิจัยข้างต้น

โดยหลังปลูกกระดูกเบ้าฟันแบบทุดิยภูมิ ความสัมพันธ์แนวหน้าหลังของกระดูกขากรรไกรในผู้ป่วยปากแหว่งเพดานโหว่ข้างเดียว มีผู้ป่วยเพียงหนึ่งรายเท่านั้นที่พบการเปลี่ยนแปลงความสัมพันธ์โครงสร้างกระดูกจากแบบที่สองไปเป็นแบบที่หนึ่ง อาจเป็นเพราะช่วงอายุที่ทำการปลูกกระดูกเบ้าฟันแบบทุดิยภูมินั้นผู้ป่วยยังมีการเจริญเติบโตของกระดูกขากรรไกรล่างอยู่และใกล้ช่วงที่มีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วของกระดูกขากรรไกรล่าง โดยจากการศึกษาทางคลินิกพบว่ากระดูกขากรรไกรล่างในคนปกติจะเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วในช่วงอายุ 10-12 ปี ในเพศหญิง และช่วงอายุ 13-14 ปี ในเพศชาย โดยกระดูกขากรรไกรล่างจะเจริญเติบโตอย่างสมบูรณ์เมื่ออายุ 14 ปีในเพศหญิงและอายุ 16 ปีในเพศชาย¹⁹ ส่วนในกลุ่มผู้ป่วยปากแหว่งเพดานโหว่สองข้างไม่พบการเปลี่ยนแปลงของความสัมพันธ์แนวหน้าหลังของกระดูกขากรรไกรภายหลังปลูกกระดูกเบ้าฟันแบบทุดิยภูมิ แต่พบว่ายังคงมีการเพิ่มขึ้นของค่ามุม SNA และ SNB ที่แสดงถึงการ

เจริญเติบโตของกระดูกขากรรไกรบนและล่างอยู่ โดยจากผลงานวิจัยครั้งนี้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Ross³ และ Daskalogiannakis และ Ross¹⁹ ที่ไม่พบการเปลี่ยนแปลงของโครงสร้างกระดูกขากรรไกรหลังปลูกกระดูกเบ้าฟันแบบทุดิยภูมิ โดยกล่าวว่าการปลูกกระดูกเบ้าฟันแบบทุดิยภูมิไม่ส่งผลเสียต่อการเจริญเติบโตของกระดูกขากรรไกรบนในแนวหน้าหลัง เนื่องจากช่วงอายุ 8-9 ปีจะมีการเจริญเติบโตของกระดูกขากรรไกรบนอย่างสมบูรณ์แล้ว การปลูกกระดูกเบ้าฟันแบบทุดิยภูมิจึงมีผลน้อยมากต่อความสัมพันธ์ของกระดูกขากรรไกรและโดยเฉพาะต่อการเจริญเติบโตของกระดูกขากรรไกรบน

ส่วนความสัมพันธ์แนวดิ่งของกระดูกขากรรไกรของกลุ่มผู้ป่วยปากแหว่งเพดานโหว่ข้างเดียวและสองข้างก่อนปลูกกระดูกเบ้าฟันแบบทุดิยภูมิ พบได้ทั้งลักษณะไบหน้าปกติ ไบหน้าถ่างและไบหน้าหลุบ แต่หลังปลูกกระดูกเบ้าฟันแบบทุดิยภูมิในทั้งสองกลุ่มพบผู้ป่วย 1 รายมีการเปลี่ยนแปลงจากไบหน้าหลุบเป็นไบหน้าถ่าง ซึ่งอาจเป็นผลจากการเจริญเติบโตของกระดูกขากรรไกรบนในแนวดิ่งมากขึ้น จากการเคลื่อนของฟันแท้ข้างร่องโหว่เข้ามาในบริเวณที่ทำการปลูกกระดูกเบ้าฟัน สอดคล้องกับการศึกษาของ Steedle และ Proffit¹² ที่พบว่าหลังปลูกกระดูกเบ้าฟันแบบทุดิยภูมิจะมีการเคลื่อนของฟันแท้เข้ามาในบริเวณที่ทำการปลูกกระดูกเบ้าฟันไปแล้ว เป็นการช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตในแนวดิ่งให้แก่กระดูกขากรรไกรบน กระดูกขากรรไกรล่างจึงเจริญเติบโตตามในทิศทางตามเข็มนาฬิกาทำให้เกิดเป็นลักษณะไบหน้าแบบถ่าง

จากการศึกษานี้ผู้ป่วยปากแหว่งเพดานโหว่ทั้ง 21 รายมีลักษณะความสัมพันธ์แนวหน้าหลังและแนวดิ่งของกระดูกขากรรไกรบนและล่างก่อนปลูกกระดูกเบ้าฟันแบบทุดิยภูมิที่หลากหลาย และมีการเปลี่ยนแปลงของความสัมพันธ์หลังการผ่าตัดในผู้ป่วยบางราย อาจเป็นผลมาจากการเจริญเติบโตของกระดูกขากรรไกรและไบหน้าในผู้ป่วยแต่ละคนมีความแตกต่างกัน รวมถึงช่วงอายุที่มีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วของกระดูกขากรรไกรบนที่แตกต่างกันด้วย จึงเป็นการยากที่จะคาดการณ์ได้ว่าผู้ป่วยแต่ละรายอยู่ในช่วงที่มีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วหรือฟันช่วงที่มีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วของกระดูกขากรรไกรบนไปแล้ว

ส่วนการเจริญเติบโตของกระดูกขากรรไกรบนและล่างในผู้ป่วยทั้งสองกลุ่มหลังปลูกกระดูกเบ้าฟันแบบทุดิยภูมินั้น พบว่าทั้งสองกลุ่มยังคงมีการเจริญเติบโตของกระดูก

ชากรรไกรบนมากขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนปลูกกระดูกเบ้าฟันแบบทุดิยุมิ จากค่ามุม SNA, SN-Or และระยะ NA-Or ที่เพิ่มมากขึ้น แสดงให้เห็นว่าการปลูกกระดูกเบ้าฟันแบบทุดิยุมิไม่มีผลเสียต่อการเจริญเติบโตของกระดูกขากรรไกรบน สอดคล้องกับการศึกษาของ Chang และคณะ⁷ ที่กล่าวว่า การปลูกกระดูกเบ้าฟันแบบทุดิยุมิไม่รบกวนการเจริญเติบโตของกระดูกขากรรไกรบน เนื่องจากบริเวณที่ทำการปลูกกระดูกเบ้าฟันไม่ใช่จุดศูนย์กลางของการเจริญเติบโตของกระดูกขากรรไกรบนและการปลูกกระดูกเบ้าฟันแบบทุดิยุมิในช่วงที่มีการเจริญเติบโตของกระดูกขากรรไกรบนอย่างรวดเร็วตอนช่วงอายุ 8-9 ปีไปแล้ว จึงส่งผลต่อการเจริญเติบโตของกระดูกขากรรไกรบนในช่วง 1-3 ปีหลังทำการหัตถการน้อยมาก และสอดคล้องกับอีกหลายการศึกษา^{7,10,12,13,19} ที่รายงานว่า การปลูกกระดูกเบ้าฟันแบบทุดิยุมิไม่ส่งผลยับยั้งการเจริญเติบโตของกระดูกขากรรไกรบน ซึ่งกระดูกขากรรไกรบนจะมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วและสูงสุดในช่วงอายุ 5-11 ปี เฉลี่ยอยู่ที่อายุ 7 ปี จากนั้นจะมีการเจริญเติบโตที่ช้าลง และมักหยุดการเจริญเติบโตเมื่ออายุ 14 ปีในเพศหญิงและ 15 ปีในเพศชาย โดยในช่วงอายุ 5-7 ปีกระดูกขากรรไกรบนจะมีขนาดเป็นร้อยละ 91 ของขนาดกระดูกขากรรไกรบนผู้ใหญ่²⁰

จากการศึกษานี้ยังพบว่ากระดูกขากรรไกรล่างมีการเจริญเติบโตเพิ่มมากขึ้นเช่นเดียวกัน โดยในช่วงที่ทำการติดตามการรักษา ในกลุ่มผู้ป่วยปากแหว่งเพดานโหว่ข้างเดียวพบว่า หลังปลูกกระดูกเบ้าฟันแบบทุดิยุมิ กระดูกขากรรไกรล่างมีการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเวลาผ่านไป จากค่ามุม SNB และระยะ Co-Gn ที่เพิ่มมากขึ้น ส่วนกลุ่มผู้ป่วยปากแหว่งเพดานโหว่สองข้างพบกระดูกขากรรไกรล่างมีการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกัน จากค่ามุม SNB และค่า Co-Gn ที่เพิ่มมากขึ้น แสดงให้เห็นว่าการปลูกกระดูกเบ้าฟันแบบทุดิยุมิไม่รบกวนการเจริญเติบโตของกระดูกขากรรไกรล่าง ในผู้ป่วยปากแหว่งเพดานโหว่ข้างเดียวและสองข้าง เนื่องจากพบว่าเมื่อเวลาผ่านไปยังมีการเพิ่มขึ้นของขนาดวัดต่างๆ ที่แสดงถึงการเจริญเติบโตของกระดูกขากรรไกรล่าง สอดคล้องกับงานวิจัยของ Chang และคณะ⁷ ที่พบว่ากระดูกขากรรไกรล่างยังมีการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นหลังจากได้รับการปลูกกระดูกเบ้าฟันแบบทุดิยุมิโดยมีค่า SNB ที่เพิ่มขึ้นเช่นเดียวกัน และจากการศึกษาของ Naqvi และคณะ¹⁰ ที่อธิบายว่ากระดูกขากรรไกรล่างของผู้ป่วยปากแหว่งเพดานโหว่ไม่ได้รับผลกระทบจากการปลูกกระดูกเบ้าฟันโดยตรงและจะมีการเจริญเติบโตได้ปกติแต่ตำแหน่งอาจจะเปลี่ยนแปลงตาม

กระดูกขากรรไกรบน โดยกระดูกขากรรไกรล่างจะมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วและสูงสุดในช่วงอายุ 13-14 ปีในเพศชาย และ 10-12 ปีในเพศหญิง และจะเจริญเติบโตอย่างสมบูรณ์เมื่ออายุ 16 ปีในเพศชาย และ 14 ปีสำหรับเพศหญิง²⁰

การใช้โปรแกรมคอลฟินในการศึกษานี้ช่วยลดระยะเวลาในการกำหนดจุดและระยะอ้างอิงต่างๆ บนภาพรังสีวัดศีรษะด้านข้าง ลดระยะเวลาในการวัดค่าและวิเคราะห์ค่าต่างๆ รวมถึงลดความผิดพลาดที่อาจจะคลาดเคลื่อนจากการวัดด้วยมือได้ ทำให้ได้ค่าที่แม่นยำและน่าเชื่อถือ

ข้อจำกัดของงานวิจัยนี้คือการศึกษาในช่วงที่ร่างกายของผู้ป่วยรวมถึงกระดูกบริเวณใบหน้ายังมีการเจริญเติบโตอยู่และไม่ได้ติดตามจนช่วงที่ผู้ป่วยหมดการเจริญเติบโต ดังนั้นความสัมพันธ์ของกระดูกขากรรไกรบนและล่างของผู้ป่วยหลังจากช่วงเวลาที่ทำการศึกษามีการเปลี่ยนแปลงได้และอาจให้ผลที่แตกต่างออกไป ซึ่งควรทำการติดตามจนถึงช่วงอายุที่ผู้ป่วยหมดการเจริญเติบโตเพิ่มเติมต่อไปในอนาคต รวมทั้งการศึกษานี้ยังมีกลุ่มตัวอย่างค่อนข้างน้อย จึงอาจส่งผลต่อการทดสอบความแตกต่างทางสถิติ นอกจากนี้ยังไม่สามารถควบคุมปัจจัยหลายๆ อย่างของกลุ่มตัวอย่างให้เหมือนกันได้ เช่น แพทย์ผู้ผ่าตัดซ่อมแซมริมฝีปากและเพดาน แพทย์ผู้ผ่าตัดปลูกกระดูกเบ้าฟันแบบทุดิยุมิ เทคนิคที่ใช้ผ่าตัด เป็นต้น อย่างไรก็ตามผู้วิจัยคาดหวังว่าการศึกษานี้จะเป็นส่วนหนึ่งในการพัฒนาการเก็บข้อมูลต่างๆ ที่สำคัญของผู้ป่วยปากแหว่งเพดานโหว่ที่เข้ามารับการรักษาที่คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ตั้งแต่การผ่าตัดซ่อมแซมริมฝีปากและเพดาน การผ่าตัดปลูกกระดูกเบ้าฟันแบบทุดิยุมิ และงานศัลยกรรมจัดกระดูกขากรรไกรให้มีข้อมูลการรักษาและติดตามการรักษาให้ครบถ้วนมากขึ้น เพื่อสามารถนำมาศึกษาแบบย้อนหลังหรือไปข้างหน้าได้ในอนาคต

สรุป

จากการศึกษาแบบเก็บข้อมูลย้อนหลังในผู้ป่วยปากแหว่งเพดานโหว่ข้างเดียวและสองข้างหลังได้รับการปลูกกระดูกเบ้าฟันแบบทุดิยุมิ ที่คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ระหว่างปี พ.ศ. 2553-2563 ไม่พบการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของความสัมพันธ์ในแนวหน้าหลังและแนวดิ่งของกระดูกขากรรไกรบนและล่าง ในผู้ป่วยปากแหว่งเพดานโหว่ข้างเดียว และพบการเปลี่ยนแปลงของความสัมพันธ์ในแนวดิ่งในกลุ่มผู้ป่วยปาก

แหว่งเพดานโหว่สองข้าง นอกจากนี้พบว่าการปลูกกระดูกเข้า
 ฟันแบบทุติยภูมิไม่ส่งผลกระทบต่อผลการเจริญเติบโตของกระดูก
 ขากรรไกรบนและล่าง โดยกระดูกขากรรไกรบนยังคงมีการ
 เจริญเติบโต ส่วนกระดูกขากรรไกรล่างมีการเจริญเติบโตมาก
 ขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ และผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าข้อมูลของ
 งานวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์แก่ผู้ผ่าตัดในการเลือกช่วงเวลาใน
 การปลูกกระดูกเข้าฟันที่เหมาะสมเพื่อส่งผลกระทบต่อ
 การเจริญเติบโตของกระดูกขากรรไกรให้น้อยที่สุดและสามารถใช้
 เป็นข้อมูลแจ้งแก่ผู้มารับบริการก่อนผ่าตัดได้ไม่มากนัก

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่สาขาวิชาศัลยศาสตร์
 ช่องปากและแม็กซิลโลเฟเชียล เจ้าหน้าที่ฝ่ายเวชระเบียน
 โรงพยาบาลทันตกรรม มหาวิทยาลัยขอนแก่นทุกท่านที่
 ให้การช่วยเหลือในการสืบค้นและเก็บข้อมูลในงานวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

- Chowchuen B, Kiatchoosakun P. Guidebook of incidence, cause, prevention, cleft lip-cleft palate and craniofacial deformities. 1st ed. Research center of cleft lip-cleft palate and craniofacial deformities faculty of medicine, Khon Kaen University; 2011. (in Thai)
- Chigurupati R, Heggie A, Bonanthaya K. Cleft lip and palate: an overview. Oral Maxillofac Surg Oxford: Wiley-Blackwell 2010:945-72.
- Ross RB. Treatment variables affecting facial growth in complete unilateral cleft lip and palate. Part 3: alveolus repair and bone grafting. Cleft Palate J 1987;24(1):33-44.
- Shetye PR, Evans CA. Midfacial morphology in adult unoperated complete unilateral cleft lip and palate patients. Angle Orthod 2006;76(5):810-6.
- da Silva Júnior OG, Normando AD, Capelozza Júnior L. Mandibular morphology and spatial position in patients with clefts: intrinsic or iatrogenic? Cleft Palate Craniofac J 1992;29(4):369-75.
- Shi B, Losee JE. The impact of cleft lip and palate repair on maxillofacial growth. Int J Oral Sci 2015;7(1):14-7.
- Chang HP, Chuang MC, Yang YH, Liu PH, Chang CH, Cheng CF, et al. Maxillofacial growth in children with unilateral cleft lip and palate following secondary alveolar bone grafting: an interim evaluation. Plast Reconstr Surg 2005;115(3):687-95.
- Berkowitz S. The facial growth pattern and the amount of palatal bone deficiency relative to cleft size should be considered in treatment planning. Plast Reconstr Surg Glob Open 2016;4(5):e705.
- Seo YJ, Park JW, Kim YH, Baek SH. Initial growth pattern of children with cleft before alveolar bone graft stage according to cleft type. Angle Orthod 2011; 81(6):1103-10.
- Naqvi ZA, Shivalinga BM, Ravi S, Munawwar SS. Effect of cleft lip palate repair on craniofacial growth. J Orthod Sci 2015;4(3):59-64.
- Han BJ, Suzuki A, Tashiro H. Longitudinal study of craniofacial growth in subjects with cleft lip and palate: from cheiloplasty to 8 years of age. Cleft Palate Craniofac J 1995 Mar;32(2):156-66.
- Seo J, Kim S, Yang IH, Baek SH. Effect of secondary alveolar bone grafting on the maxillary growth: unilateral versus bilateral cleft lip and palate patients. J Craniofac Surg 2015;26(7):2128-32.
- Levitt T, Long Jr RE, Trotman CA. Maxillary growth in patients with clefts following secondary alveolar bone grafting. Cleft Palate Craniofac J 1999;36(5):398-406.
- Swennen GR, Grimaldi H, Berten JL, Kramer FJ, Dempf R, Schwestka-Polly R, et al. Reliability and validity of a modified lateral cephalometric analysis for evaluation of craniofacial morphology and growth in patients with clefts. J Craniofac Surg 2004;15(3):399-412.
- Ahmed M, Shaikh A, Fida M. Diagnostic performance of various cephalometric parameters for the assessment of vertical growth pattern. Dental Press J Orthod 2016;21(4):41-9.

16. Plaza SP, Reimpell A, Silva J, Montoya D. Relationship between skeletal Class II and Class III malocclusions with vertical skeletal pattern. Dental Press J Orthod 2019;24(4):63-72.
17. De Rossi, Moara, Maria Bernadete Sasso Stuaní, and Léa Assed Bezerra da Silva. Cephalometric evaluation of vertical and anteroposterior changes associated with the use of bonded rapid maxillary expansion appliance. Dental Press J Orthod 2010;15(3):62-70.
18. Leonard M, Walker GF. A cephalometric guide to the diagnosis of midface hypoplasia at the Le Fort II level. J Oral Surg 1977;35(1):21-4.
19. Daskalogiannakis J, Ross RB. Effect of alveolar bone grafting in the mixed dentition on maxillary growth in complete unilateral cleft lip and palate patients. Cleft Palate Craniofac J 1997;34(5):455-8.
20. Albert AM, Payne AL, Brady SM, Charissa Wright. Craniofacial changes in children-birth to late adolescence. ARC J Forensic Sci 2019;4(1):1-19.

ผู้รับผิดชอบบทความ

เสาวลักษณ์ ลิ้มมณฑล

สาขาวิชาศัลยศาสตร์ช่องปากและแม็กซิลโลเฟเชียล

คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40002

โทรศัพท์ : 043 202 405 #45152

โทรสาร : 043 202 862

จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ : saolim@kku.ac.th

A Study of The Relationship of Maxilla and Mandible in Unilateral and Bilateral Cleft Lip and Cleft Palate Patients Undergoing Alveolar Cleft Bone Graft Surgery: A Retrospective Study

Trakarnphol K* Manosudprasit A** Chaichit R*** Limmonthol S****

Abstract

The aims of this study were to study the relationship of maxilla and mandible in unilateral cleft lip and cleft palate (UCLCP) and bilateral cleft lip and cleft palate (BCLCP) patients undergoing secondary alveolar bone graft (SABG) and to study the effect of SABG on the growth of maxilla and mandible. This retrospective study was collected data in cleft lip and palate patients who had SABG at Oral and Maxillofacial surgery clinic, Faculty of Dentistry, Khon Kaen University from January 2010 to December 2020. The study was performed by digital measuring the angles and distances from the cephalometric radiographs. The parameters represented the horizontal and vertical relationship and the growth of maxilla and mandible. A total of 21 patients with 18 UCLCP and 3 BCLCP were included in this study. In UCLCP group, we used the marginal homogeneity test to analyze the relationship of maxilla and mandible and Paired T-Test to analyze the growth of maxilla and mandible after SABG. We found that the relationship of maxilla and mandible were not significantly change ($p=0.317$), and found continual growth of both jaws. In BCLCP group, we used descriptive statistic to explain the change of the relationship of maxilla and mandible and the growth of both jaws. We found that the vertical relationship has change after SABG, by the way maxilla and mandible are still continue to grow. It is concluded that after SABG, the relationship of the maxilla and mandible in UCLCP was not significantly change and the vertical relationship of maxilla and mandible in BCLCP has change. Moreover, the maxilla and mandible still have continual growth in both groups.

Keywords: Cleft lip and cleft palate/ Alveolar bone graft/ Jaw abnormalities

Corresponding Author

Saowaluck Limmonthol
Department of Oral and Maxillofacial Surgery,
Faculty of Dentistry, Khon Kaen University,
Amphur Mueang, Khon Kaen, 40002.
Tel. : +66 43 202 405 #45152
Fax : +66 43 202 862
E-mail : saolim@kku.ac.th

* Resident of residency training program in Oral and Maxillofacial Surgery, Department of Oral and Maxillofacial Surgery, Faculty of Dentistry, Khon Kaen University. Amphur Muang, Khon Kaen.

** Division of Orthodontics, Department of Preventive Dentistry, Faculty of Dentistry, Khon Kaen University, Amphur Muang, Khon Kaen.

*** Division of Dental Public Health, Department of Preventive Dentistry, Faculty of Dentistry, Khon Kaen University, Amphur Muang, Khon Kaen.

**** Department of Oral and Maxillofacial Surgery, Faculty of Dentistry, Khon Kaen University, Amphur Muang, Khon Kaen.

การทำนายการเปลี่ยนแปลงช่องทางเดินหายใจส่วนคอหอย ในผู้ป่วยที่มีความผิดปกติของกระดูกขากรรไกรชนิดที่ 3 ที่ได้รับการทำศัลยกรรมจัดกระดูกขากรรไกรแบบบีเอสเอสอาร์โอถอยหลัง

วิภาส ตั้งจรรยาธรรม* สุภาพร คงสมบูรณ์** วิลาวัลย์ วีระอาษากุล*** นิพนธ์ คล้ายอ่อน**

บทคัดย่อ

ผู้ป่วยที่มีความผิดปกติของกระดูกขากรรไกรชนิดที่ 3 ที่ได้รับการทำศัลยกรรมจัดกระดูกขากรรไกรแบบบีเอสเอสอาร์โอถอยหลัง จะเกิดการเปลี่ยนแปลงของขนาดช่องทางเดินหายใจส่วนคอหอย การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่ใช้ทำนายการเปลี่ยนแปลงขนาดของช่องทางเดินหายใจส่วนคอหอย และสร้างสมการทำนายการเปลี่ยนแปลงช่องทางเดินหายใจส่วนคอหอย โดยการศึกษาเชิงวิเคราะห์แบบย้อนหลัง ด้วยการวิเคราะห์ภาพถ่ายรังสี วัดศีรษะด้านข้าง เปรียบเทียบกัน 2 ระยะ คือ ระยะก่อนทำศัลยกรรมในเวลาไม่เกิน 3 เดือน กับระยะหลังทำศัลยกรรม 6 เดือนขึ้นไป ในผู้ป่วย 40 ราย พบว่าการเปลี่ยนแปลงขนาดช่องทางเดินหายใจส่วนคอหอยระดับหลังต่อเพดาน มีความสัมพันธ์กันอย่างมากระหว่าง $(r=0.819, p<0.01)$ กับ การเปลี่ยนแปลงของระยะระหว่างจุดต่ำสุดและหน้าสุดบริเวณแนวประสานคางของกระดูกขากรรไกรล่างกับกระดูกสันหลังส่วนคอชั้นที่ 3 (C3-Me) และการเปลี่ยนแปลงของขนาดช่องทางเดินหายใจส่วนคอหอยระดับหลังต่อลิ้น มีความสัมพันธ์กันในเชิงบวก $(r=0.693, p<0.01)$ กับ การเปลี่ยนแปลงของระยะระหว่างจุดปลายฟันคุดหน้าล่างกับกระดูกสันหลังส่วนคอชั้นที่ 3 (C3-I) โดยนำความสัมพันธ์ดังกล่าวมาสร้างสมการเชิงถดถอย เพื่อทำนายการเปลี่ยนแปลงของขนาดช่องทางเดินหายใจส่วนคอหอยด้วยการวิเคราะห์การถดถอย

คำไวย: การทำนาย/ ช่องทางเดินหายใจส่วนคอหอย/ ความผิดปกติของกระดูกขากรรไกรชนิดที่ 3/ ศัลยกรรมจัดกระดูกขากรรไกร/ บีเอสเอสอาร์โอ

Received: Nov 29, 2022

Revised: Nov 04, 2023

Accepted: Nov 20, 2023

บทนำ

ผู้ป่วยที่มีความผิดปกติของกระดูกขากรรไกรชนิดที่ 3 ที่ได้รับการรักษาโดยการทำศัลยกรรมจัดกระดูกขากรรไกร (Orthognathic surgery) วิธีที่นิยมคือ การทำรอยตัดขากรรไกรล่างส่วนท้ายฟันกรามในแนวแบ่งซ้ายขวาทั้งสองข้าง หรือบีเอสเอสอาร์โอ (Bilateral sagittal split ramus osteotomy; BSSRO) ผลจากการทำ ศัลยกรรมจัดกระดูกขากรรไกรล่างส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงช่องทางเดินหายใจส่วนคอหอย (Pharyngeal airway space; PAS) นอกจากนี้ยังมีปัจจัยอื่นๆ เช่น เพศ อายุ ดัชนีมวลกาย (Body mass index; BMI) ชนิดของความผิดปกติของกระดูกขากรรไกร ประเภทหรือชนิดของศัลยกรรม ที่อาจส่งผลกับการเปลี่ยนแปลงขนาดช่องทางเดินหายใจส่วนคอหอย การเปลี่ยนแปลงของโครงสร้างบริเวณนี้อาจส่งผลให้เกิดภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้นทางเดินหายใจ

(Obstructive sleep apnea; OSA) ภายหลังจากการทำศัลยกรรมได้ ดังเช่นการศึกษาของ Riley และคณะ^{1,2} พบว่า ถ้าหากมีขนาดช่องทางเดินหายใจส่วนคอหอย ที่ตำแหน่งระดับหลังต่อลิ้น (Retropalatal) น้อยกว่า 11 มิลลิเมตร และระยะระหว่างกระดูกไสออยด์กับขอบของกระดูกขากรรไกรล่างที่มากกว่า 15.4 มิลลิเมตร จะเพิ่มโอกาสในการเกิดภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้นทางเดินหายใจ

Guilleminault และคณะ³ ได้รายงานว่าพบผู้ป่วยที่เกิดภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้นทางเดินหายใจ ภายหลังจากการทำศัลยกรรมจัดกระดูกขากรรไกรล่างไปทางด้านหลัง โดยผู้ป่วยไม่มีอาการหรืออาการแสดงของภาวะดังกล่าวมาก่อน นอกจากนี้ยังพบผู้ป่วยบางรายมีอาการนอนกรนเสียงดัง (Loud snoring) ภายหลังจากการทำศัลยกรรมอีกด้วย

* ทันตแพทย์ประจำบ้าน สาขาวิชาทันตศัลยกรรมช่องปากและแม็กซิลโลเฟเชียล คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น

** สาขาวิชาทันตศัลยกรรมช่องปากและแม็กซิลโลเฟเชียล คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น

*** แขนงวิชาทันตสาธารณสุข สาขาวิชาทันตกรรมบดบดกัน คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น

Hasebe และคณะ⁴ พบผู้ป่วยที่ได้รับการวินิจฉัยว่ามีภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้นทางเดินหายใจภายหลังการผ่าตัดขากรรไกร โดยพบว่ามีค่าการผ่าตัดเคลื่อนกระดูกขากรรไกรล่างไปด้านหลังเป็นปริมาณมาก คือ 12.6 และ 13.7 มิลลิเมตร

จากหลายการศึกษาที่ผ่านมาที่ระบุว่า การทำศัลยกรรมจัดกระดูกขากรรไกรล่างอาจจะนำไปสู่การเกิดภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้นทางเดินหายใจ การศึกษานี้จึงเป็นการศึกษาเพื่อหาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์และสร้างสมการทำนายการเปลี่ยนแปลงช่องทางเดินหายใจส่วนคอหอยก่อนการผ่าตัด ซึ่งจะเป็นข้อมูลสำคัญเพื่อช่วยในการวางแผนการรักษาและเพื่อประเมินโอกาสการเกิดภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้นทางเดินหายใจได้

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรในการศึกษานี้คือ ผู้ป่วยที่มีความผิดปกติของกระดูกขากรรไกรชนิดที่ 3 ที่ได้วางแผนเพื่อทำศัลยกรรมจัดกระดูกขากรรไกรแบบบีเอสเอสอาร์โอโดยหลังเพียงขากรรไกรเดียว ณ คลินิกศัลยศาสตร์ช่องปากและแม็กซิลโลเฟเชียล คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ระหว่างเดือนมกราคม พ.ศ. 2558 ถึง เดือนมีนาคม ปี พ.ศ. 2563 จำนวนขนาดของกลุ่มตัวอย่างได้ 28 ราย โดยใช้สูตรการคำนวณจาก Suresh และคณะ⁵ ดังนี้

$$N = \frac{(Z_{\alpha/2} + Z_{1-\beta})^2}{\frac{1}{4} \left[\log_e \left(\frac{1+r}{1-r} \right) \right]} + 3$$

แต่จากการศึกษานี้เลือกผู้ป่วยทั้งหมดที่มีคุณสมบัติครบตามเกณฑ์ จึงได้กลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 40 ราย

เกณฑ์ที่ใช้ในการคัดเข้าเพื่อการศึกษา

- 1) ผู้ป่วยที่ได้รับการรักษาทางทันตกรรมจัดฟันร่วมกับการทำศัลยกรรมจัดกระดูกขากรรไกรแบบบีเอสเอสอาร์โอโดยหลังเพียงขากรรไกรเดียว
- 2) อายุ 18 ถึง 45 ปี สุขภาพดี แข็งแรง ไม่มีโรคประจำตัวรุนแรงหรือเรื้อรัง มีค่าดัชนีมวลกาย <25 kg/m²
- 3) มีภาพถ่ายรังสีวัดศีรษะด้านข้าง (Lateral cephalometric radiograph) 3 ภาพ ได้แก่ระยะก่อนทำศัลยกรรมในเวลาไม่เกิน 3 เดือน (Pre-operation period; T0) ระยะหลังทำศัลยกรรมในเวลา 3 เดือน แต่ไม่เกิน 6 เดือน (Post-operation period; T1) และระยะหลังทำศัลยกรรม 6 เดือนขึ้นไป (long-term follow-up period; T2)

เกณฑ์ที่ใช้ในการคัดออกจากการศึกษา

1) เคยทำศัลยกรรมจัดกระดูกขากรรไกรมาก่อน หรือได้รับการทำศัลยกรรมเพื่อแก้ไขความผิดปกติ อันเป็นสาเหตุจากกลุ่มอาการความผิดปกติของกระดูกขากรรไกรและใบหน้า (Syndromic dentofacial deformities) ความผิดปกติของกะโหลกศีรษะและใบหน้า (Craniofacial deformities) ความผิดปกติจากใบหน้าที่ไม่สมมาตร (Facial asymmetry) ความผิดปกติของกระดูกขากรรไกรซึ่งเป็นผลจากอุบัติเหตุหรือจากพยาธิสภาพ

2) มีภาวะแทรกซ้อนจากการทำศัลยกรรม เช่น เกิดรอยแตกของชั้นกระดูกขากรรไกรผิวด้าน (Bad splitting) เป็นต้น

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

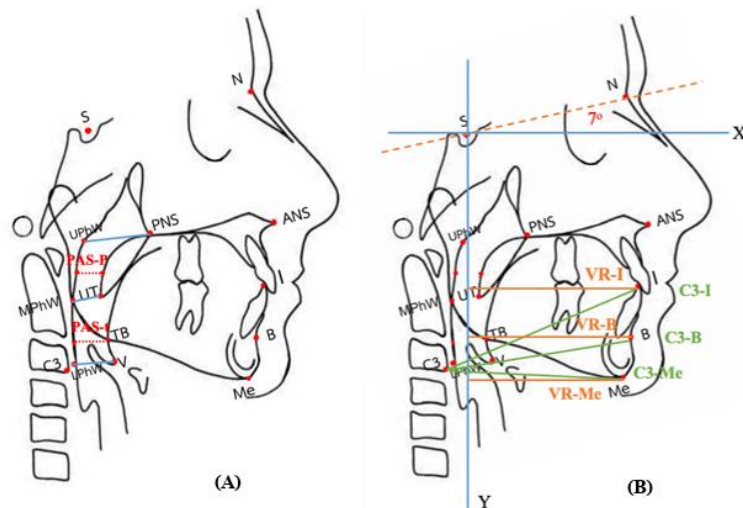
ประกอบด้วย เวชระเบียนผู้ป่วยและภาพถ่ายรังสีวัดศีรษะด้านข้าง ที่ได้จากเครื่องถ่ายภาพรังสีหือ Carestream รุ่น CS 8100 3D family ประเทศสหรัฐอเมริกา ถ่ายด้วยวิธีการมาตรฐานเดียวกัน และเป็นภาพถ่ายรังสีที่มีคุณภาพดี ศีรษะอยู่ในตำแหน่งที่เป็นธรรมชาติ กระดูกขากรรไกรล่างอยู่ในตำแหน่งปกติ ไม่ยื่นหรือถอย ริมฝีปากและลิ้นอยู่ในท่าทาง และตำแหน่งที่ผ่อนคลาย อุปกรณ์จัดตำแหน่งศีรษะ (Cephalostat) ของเครื่องถ่ายภาพรังสีจะต้องอยู่ในแนวเดียวกับเส้นระนาบแนวนอนแฟรงก์ฟอร์ต (Frankfort horizontal plane)

การเก็บข้อมูล

บันทึกข้อมูลจากเวชระเบียนเฉพาะส่วนที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา เช่น เพศ อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง ข้อมูลจากการทำศัลยกรรม เป็นต้น มีการปกปิดข้อมูลของผู้ป่วย โดยการให้รหัสอ้างอิง ผู้วิจัยเพียงคนเดียวเป็นผู้วาดภาพกำหนดจุดอ้างอิงต่างๆบนกระดาษลอกลายอะซิเตด (Acetate tracing paper) ในภาพถ่ายรังสีวัดศีรษะด้านข้าง (รูปที่ 1) จากนั้นจะวัดค่าพารามิเตอร์และค่าระยะต่างๆในช่วงเวลา T0 T1 และ T2 (ตารางที่ 1 และ 2) แล้วบันทึกลงในฐานข้อมูลการวิจัย

การตรวจสอบคุณภาพของการวัด

ผู้วิจัยเพียงคนเดียวเป็นผู้วัดค่า โดยก่อนการวัดค่าจะสุ่มภาพถ่ายรังสีมาวัดค่าซ้ำ เพื่อประเมินหาความถูกต้อง (Validity) แล้วนำไปทดสอบทางสถิติ โดยหาร้อยละของความสอดคล้อง (Percent of agreement) ได้เท่ากับ 89 เปอร์เซ็นต์ และการประเมินความน่าเชื่อถือ (Reliability) โดยคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้น (Intraclass correlation coefficient; ICC) ได้เท่ากับ 0.998



รูปที่ 1 (A) จุดกำหนดการวัดภาพถ่ายรังสีวัดกะโหลกศีรษะด้านข้าง (B) ระนาบอ้างอิง และค่าพารามิเตอร์ต่างๆ สำหรับการวิเคราะห์ภาพถ่ายรังสีวัดกะโหลกศีรษะด้านข้าง

Figure 1 (A) Cephalometric landmarks (B) Plane of reference and parameters on lateral cephalometric radiograph

ตารางที่ 1 จุดกำหนดการวัดกะโหลกศีรษะ จุดกำหนดการวัดบนเนื้อเยื่ออ่อน ระนาบอ้างอิงบนภาพถ่ายรังสีวัดศีรษะด้านข้าง

Table 1 Cephalometric landmarks, soft tissue landmarks and plane of reference on lateral cephalometric radiograph

ตัวย่อ / สัญลักษณ์ จุดกำหนดการวัด กะโหลกศีรษะ	ชื่อจุดกำหนดการวัด กะโหลกศีรษะ	อธิบายการวัดหรือกำหนดตำแหน่ง
จุดกำหนดวัดบนกระดูก (Bony landmark) และฟัน (Dental landmark)		
S	Sella turcica	จุดกึ่งกลางของกระดูกเซลลา เทอซิกา
N	Nasion	จุดหน้าสุดของรอยต่อกระดูกหน้าผากกับกระดูกจมูก (Frontonasal suture)
ANS	Anterior nasal spine	จุดหน้าสุดของกระดูกขากรรไกรบนในระดับเดียวกับเพดาน; เฝียงกระดูกจมูกส่วนหน้า
PNS	Posterior nasal spine	จุดหลังสุดของกระดูกขากรรไกรบนในระดับเดียวกับเพดาน; เฝียงกระดูกจมูกส่วนหลัง
B	Supramentale	จุดลึกสุดหน้าสุดบนขอบนอกด้านหน้าของกระดูกเบ้าฟันพื้นหน้าล่าง (Mandibular alveolar process)
Me	Menton	จุดต่ำสุดและหน้าสุดบริเวณแนวประสานคางของกระดูกขากรรไกรล่าง (Bony part of mandibular symphysis)
C3	3 rd cervical vertebrae	จุดต่ำสุดและหน้าสุดบนส่วนลำตัวของกระดูกสันหลังส่วนคอชั้นที่ 3 (Body of third cervical vertebrae)
I	Lower central incisor tip point	จุดปลายสุดของฟันตัดหน้าล่าง
จุดกำหนดการวัดบนเนื้อเยื่ออ่อน (Soft tissue landmark)		
UPhW	Upper pharyngeal wall	จุดบนเนื้อเยื่ออ่อนของผนังคอหอยด้านหลังระดับบน (Upper posterior pharyngeal wall) คือ จุดตัดของเส้นสมมติที่ลากระหว่าง เฝียงกระดูกจมูกส่วนหน้าไปหลัง (Anterior nasal spine to posterior nasal spine; ANS-PNS) ตัดกับเนื้อเยื่ออ่อนของผนังคอหอยด้านหลัง
MPhW	Middle pharyngeal wall	จุดบนเนื้อเยื่ออ่อนของผนังคอหอยด้านหลังระดับกลาง (Middle posterior pharyngeal wall) คือ จุดตัดของเส้นสมมติที่วางอยู่ที่ ตำแหน่ง TB และขนานกับระนาบ ANS-PNS ลากไปตัดกับเนื้อเยื่อ
LPhW	Lower pharyngeal wall	จุดบนเนื้อเยื่ออ่อนของผนังคอหอยด้านหลังระดับล่าง (Lower posterior pharyngeal wall) คือ จุดตัดของเส้นสมมติที่วางอยู่ที่ ตำแหน่ง V และขนานกับระนาบ ANS-PNS ลากไปตัดกับเนื้อเยื่อ อ่อนของผนังคอหอยด้านหลัง ซึ่งอยู่ตรงข้ามด้านหลังต่อจุด V
UT	Uvula tip	จุดปลายสุดของเพดานอ่อน (Soft palate)
TB	Tongue base	จุดแทนตำแหน่งโคนลิ้น หาได้จากตำแหน่งบนเนื้อเยื่ออ่อนของลิ้น ด้านหลัง (Posterior of tongue) ที่อยู่ต่ำสุดและหลังสุด
V	Vallecula	จุดต่ำสุดบนเนื้อเยื่ออ่อนของร่องลึกที่อยู่ระหว่างด้านหลังของลิ้นแล้ว วกลงขึ้นเป็นฝาปิดกล่องเสียง (Epiglottis)
ระนาบอ้างอิง (Plane of reference)		
SN	Sella - nasion line	ระนาบที่ลากจากจุด S ไปยังจุด N
X (HR)	Horizontal reference plane	ระนาบสมมติในแนวนอน ที่ทำมุมกับระนาบ SN 7 องศา
Y (VR)	Vertical reference plane	ระนาบสมมติในแนวตั้ง ที่ตั้งฉากกับระนาบสมมติในแนวนอนและผ่านจุด S

ตารางที่ 2 การวัดค่าพารามิเตอร์บนภาพถ่ายรังสีวัดศีรษะด้านข้าง

Table 2 Measurement of parameters on lateral cephalometric radiograph

ตัวย่อ / สัญลักษณ์จุดกำหนดการวัดกะโหลกศีรษะ	อธิบายการวัดระยะ	การแปลผล
การประเมินทางเดินหายใจส่วนคอหอยในตำแหน่งต่างๆ		
PAS-p (mm)	ระยะที่สั้นที่สุดระหว่างเพดานอ่อนกับผนังคอหอยด้านหลัง	แสดงขนาดช่องทางเดินหายใจส่วนคอหอยระดับหลังต่อเพดาน (Retropalatal) หากมีค่าน้อย มีแนวโน้มเกิดการอุดกั้นทางเดินหายใจ
PAS-t (mm)	ระยะที่สั้นที่สุดระหว่างโคนลิ้นกับผนังคอหอยด้านหลัง	แสดงขนาดช่องทางเดินหายใจส่วนคอหอยระดับหลังต่อลิ้น (Retrolingual) หากมีค่าน้อย มีแนวโน้มเกิดการอุดกั้นทางเดินหายใจ
PNS-UPhW (mm)	ระยะระหว่างจุด PNS กับ UPhW	แสดงขนาดช่องทางเดินหายใจส่วนคอหอยบริเวณหลังโพรงจมูก (Nasopharyngeal airway) หากมีค่าน้อย มีแนวโน้มเกิดการอุดกั้นทางเดินหายใจ
UT-MPhW (mm)	ระยะระหว่างจุด UT กับ MPhW	แสดงขนาดช่องทางเดินหายใจส่วนคอหอยบริเวณหลังช่องปาก (Oropharyngeal airway) หากมีค่าน้อย มีแนวโน้มเกิดการอุดกั้นทางเดินหายใจ
V-LPhW (mm)	ระยะระหว่างจุด V กับ LPhW	แสดงขนาดช่องทางเดินหายใจส่วนคอหอยบริเวณต่ำกว่าคอหอย (Hypopharyngeal airway) หากมีค่าน้อย มีแนวโน้มเกิดการอุดกั้นทางเดินหายใจ
ประเมินระยะของระนาบอ้างอิงในแนวตั้งกับตำแหน่งต่างๆ ของขากรรไกรล่าง		
VR-I	ระยะระหว่างจุด I ตั้งฉากกับระนาบอ้างอิงในแนวตั้ง	แสดงระยะระหว่างจุดปลายฟันตัดหน้าล่างกับระนาบอ้างอิงในแนวตั้ง
VR-B	ระยะระหว่างจุด B ตั้งฉากกับระนาบอ้างอิงในแนวตั้ง	แสดงระยะระหว่างจุดเล็กสุดและหน้าสุดบนขอบนอกด้านหน้าของกระดูกเบ้าฟันหน้าล่างกับระนาบอ้างอิงในแนวตั้ง
VR-Me	ระยะระหว่างจุด Me ตั้งฉากกับระนาบอ้างอิงในแนวตั้ง	แสดงระยะระหว่างจุดต่ำสุดและหน้าสุดบริเวณแนวประสานคางของกระดูกขากรรไกรล่างกับระนาบอ้างอิงในแนวตั้ง
ประเมินระยะของกระดูกสันหลังส่วนคอกับตำแหน่งต่างๆ ของขากรรไกรล่าง		
C3-I	ระยะระหว่างจุด C3 กับ I	แสดงระยะระหว่างจุดปลายฟันตัดหน้าล่างกับกระดูกสันหลังส่วนคอชั้นที่ 3
C3-B	ระยะระหว่างจุด C3 กับ B	แสดงระยะระหว่างจุดเล็กสุดและหน้าสุดบนขอบนอกด้านหน้าของกระดูกเบ้าฟันหน้าล่างกับกระดูกสันหลังส่วนคอชั้นที่ 3
C3-Me	ระยะระหว่างจุด C3 กับ Me	แสดงระยะระหว่างจุดต่ำสุดและหน้าสุดบริเวณแนวประสานคางของกระดูกขากรรไกรล่างกับกระดูกสันหลังส่วนคอชั้นที่ 3

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ทางสถิติด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปเอสพีเอสเอส รุ่นที่ 28 (SPSS/PC Evaluation ver.28) ใช้สถิติเชิงพรรณนาเพื่อการวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานของผู้ป่วย เช่น เพศ อายุ เป็นต้น และใช้สถิติเชิงอนุมาน เพื่อประมาณค่าทดสอบสมมติฐานของการวิจัย และใช้หาความสัมพันธ์ของตัวแปรที่ศึกษาโดยสถิติที่ใช้ เช่น การคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สเปียร์แมน (Spearman's correlation coefficient) เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงระยะของกระดูกขากรรไกรล่างเทียบกับจุดอ้างอิงต่างๆ กับขนาดช่องทางเดินหายใจส่วนคอหอยที่เปลี่ยนแปลงไป การวิเคราะห์การถดถอย (Regression analysis) เพื่อสร้างสมการทำนายการเปลี่ยนแปลงของช่องทางเดินหายใจส่วนคอหอย

ผล

ในการศึกษานี้มีผู้ป่วยจำนวน 40 ราย จำแนกเป็นเพศชาย 15 ราย คิดเป็นร้อยละ 37.5 และเพศหญิง 25 ราย คิดเป็นร้อยละ 62.5 อายุเฉลี่ย 26 ปี 5 เดือน ค่าเฉลี่ยดัชนีมวลกายเท่ากับ 20.38 kg/m²

การเปลี่ยนแปลงขนาดช่องทางเดินหายใจส่วนคอหอยระดับหลังต่อเพดาน กับ การเปลี่ยนแปลงของระยะ C3-Me มีความสัมพันธ์กันอย่างมากในเชิงบวก ($r=0.819, p<0.01$) และที่ การเปลี่ยนแปลงของขนาดช่องทางเดินหายใจส่วนคอหอยระดับหลังต่อลิ้น มีความสัมพันธ์กันในเชิงบวกกับการเปลี่ยนแปลงของหลายระยะ แต่มีความสัมพันธ์มากที่สุดกับการเปลี่ยนแปลงของระยะ C3-I ($r=0.693, p<0.01$) ส่วนการเปลี่ยนแปลงช่องทางเดินหายใจส่วนคอหอยในตำแหน่งอื่นๆ มีความสัมพันธ์กันน้อยกับการเปลี่ยนแปลงของระยะต่างๆ จึงไม่นำมาใช้ในการสร้างสมการ (ตารางที่ 3)

ความสัมพันธ์ระหว่างอายุ เพศ ดัชนีมวลกาย กับการเปลี่ยนแปลงของช่องทางเดินหายใจส่วนคอหอยในตำแหน่งต่างๆ ที่ช่วงเวลา T0 – T2 พบว่าไม่มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 4)

เมื่อนำมาหาค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของการเปลี่ยนแปลงช่องทางเดินหายใจส่วนคอหอยที่ระดับหลังต่อเพดาน กับระดับหลังต่อลิ้น กับปัจจัยต่างๆ พบว่ามีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงของระยะ C3-Me กับ C3-I อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ตามลำดับ (ตารางที่ 5 และ 6) จึงนำมาสร้างเป็นสมการเชิงถดถอยได้ 2 สมการ ดังนี้

$$\ln [\text{PAS-p (T0-T2)}] = 0.393 [\text{C3-Me (T0-T2)}] + 0.033$$

$$(R = 0.874, R^2 = 0.764, P < 0.001)$$

สมการนี้สามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงของช่องทางเดินหายใจส่วนคอหอยที่ระดับหลังต่อเพดานได้ 76.4%

$$\ln [\text{PAS-t (T0-T2)}] = 0.16 [\text{C3-I (T0-T2)}] - 2.778$$

$$(R = 0.764, R^2 = 0.584, P = 0.01)$$

สมการนี้สามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงของช่องทางเดินหายใจส่วนคอหอยที่ระดับหลังต่อลิ้นได้ 58.4%

ตารางที่ 3 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สเปียร์แมนระหว่างการเปลี่ยนแปลงช่องทางเดินหายใจส่วนคอหอยในตำแหน่งต่าง ๆ กับการเปลี่ยนแปลงระยะของกระดูกสันหลังส่วนคอ และระยะของระนาบอ้างอิงในแนวดิ่ง กับตำแหน่งต่าง ๆ ของขากรรไกรล่างในช่วงเวลา T0-T2

Table 3 Spearman's rank correlation coefficient between the change in pharyngeal airway space and the change in parameters between T0 and T2

การเปลี่ยนแปลงในช่วงเวลา T0-T2	PNS-UPhW	UT-MPhW	V-LPhW	PAS-p	PAS-t
C3-I	0.169	0.108	0.332*	0.125	0.693**
C3-B	0.112	0.118	0.342*	0.212	0.576**
C3-Me	0.068	0.729**	0.168	0.819**	0.408**
VR-I	-0.042	0.029	0.110	0.137	0.341*
VR-B	-0.107	0.010	0.269	0.133	0.354*
VR-Me	-0.080	0.073	0.254	0.171	0.414**

** Correlation is significant at the 0.01 level

* Correlation is significant at the 0.05 level

ตารางที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างอายุ เพศ ดัชนีมวลกาย กับการเปลี่ยนแปลงของช่องทางเดินหายใจส่วนคอหอยในตำแหน่งต่างๆ ที่ช่วงเวลา T0-T2

Table 4 Spearmans's rank correlation coefficient between the change in pharyngeal airway space and the change in parameters between T0 and T2

การเปลี่ยนแปลงในช่วงเวลา T0-T2	PNS-UPhW		UT-MPhW		V-LPhW		PAS-p		PAS-t	
	r	p-value	r	p-value	r	p-value	r	p-value	r	p-value
Age	0	0.999	0.26	0.106	0.205	0.204	0.289	0.071	0.07	0.667
Sex	0.078	0.632	0.063	0.698	-0.066	0.685	0.007	0.967	-0.075	0.647
BMI	0.153	0.347	-0.16	0.323	0.02	0.905	-0.16	0.323	-0.041	0.804

ตารางที่ 5 ค่าสัมประสิทธิ์ถดถอยของการเปลี่ยนแปลงช่องทางเดินหายใจส่วนคอหอยที่ระดับหลังต่อเพดาน ในช่วงเวลา T0-T2

Table 5 Regression coefficients of the change in retropalatal pharyngeal airway space between T0-T2

	Coefficients ^a	
	Unstandardized coefficients B	Sig.
(Constant)	0.033	0.979
Age	0.013	0.32
Sex	-0.057	0.753
BMI	-0.03	0.48
C3-I	-0.069	0.125
C3-B	0.012	0.779
C3-Me	0.393	<0.001
VR-I	-0.011	0.808
VR-B	0.085	0.323
VR-Me	-0.126	0.123

a = Dependent variable: PAS-p (T0-T2)

Unstandardized coefficients B = ค่าสัมประสิทธิ์ถดถอยในรูปคะแนนดิบ

ตารางที่ 6 ค่าสัมประสิทธิ์ถดถอยของการเปลี่ยนแปลงช่องทางเดินหายใจส่วนคอหอยที่ระดับหลังต่อลิ้น ในช่วงเวลา T0-T2

Table 6 Regression coefficients of the change in retro lingual pharyngeal airway space between T0-T2

	Coefficients ^a	
	Unstandardized coefficients B	Sig.
(Constant)	-2.778	0.135
Age	0.015	0.414
Sex	0.28	0.275
BMI	0.041	0.52
C3-I	0.16	0.01
C3-B	0.079	0.152
C3-Me	0.065	0.299
VR-I	0.02	0.752
VR-B	-0.015	0.915
VR-Me	0.043	0.726

a = Dependent variable: PAS-t (T0-T2)

Unstandardized coefficients B = ค่าสัมประสิทธิ์ถดถอยในรูปคะแนนดิบ

บทวิจารณ์

การศึกษานี้ได้นำเสนอสมการทำนายการเปลี่ยนแปลงช่องทางเดินหายใจส่วนคอหอยภายหลังการทำศัลยกรรมจัดกระดูกขากรรไกรแบบบีเอสเอสอาร์โอคอยหลัง 2 สมการ ได้แก่ สมการทำนายการเปลี่ยนแปลงช่องทางเดินหายใจส่วนคอหอยที่ระดับหลังต่อเพดานกับระดับหลังต่อลิ้น ทั้ง 2 สมการมีความแม่นยำในการทำนาย 76.4% และ 58.4% ตามลำดับ โดย % ที่มากขึ้นแสดงถึงความแม่นยำในการทำนายที่มากขึ้น ซึ่งสมการทำนายที่ระดับหลังต่อเพดาน สร้างมาจากความสัมพันธ์ที่ชัดเจนของการเปลี่ยนแปลงช่องทางเดินหายใจส่วนคอหอยที่ระดับหลังต่อเพดานกับการเปลี่ยนแปลงของระยะ C3-Me ซึ่งผลการศึกษานี้แตกต่างจากการศึกษาของ

Nguyen และคณะ⁶ ที่พบว่าการเปลี่ยนแปลงช่องทางเดินหายใจส่วนคอหอยที่ระดับหลังต่อเพดาน สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงของระยะระหว่างเงี่ยงกระดูกจมูกส่วนหน้ากับกระดูกสันหลังส่วนคอชั้นที่ 1 (ANS-Atlas) ส่วนการเปลี่ยนแปลงช่องทางเดินหายใจส่วนคอหอยที่ระดับหลังต่อลิ้น มีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงของทุกระยะ และพบว่าสอดคล้องการศึกษาของ Muto และคณะ⁷ ที่พบว่ามีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงของระยะ C3-Me และสอดคล้องกับการศึกษาของ Nguyen และคณะ⁶ ที่พบว่ามีสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงของระยะ C3-B แต่จากการศึกษาของเรา พบว่าการเปลี่ยนแปลงของระยะ C3-I มีความสัมพันธ์ในระดับสูงที่สุดกับการเปลี่ยนแปลงช่องทางเดิน

หายใจส่วนคหอยที่ระดับหลังต่อลิ้น จึงใช้การเปลี่ยนแปลงของระยะ C3-I มาสร้างสมการทำนายที่ระดับหลังต่อลิ้น โดยในทางปฏิบัติเมื่อวางแผนการทำศัลยกรรมจัดกระดูกขากรรไกรล่าง จะแสดงค่าการเคลื่อนที่ของจุด B กับ I เป็นหลัก ดังนั้นการใช้ค่า C3-I, C3-B จะเป็นค่าพารามิเตอร์ที่แสดงให้เห็นการเคลื่อนที่ของขากรรไกรล่างมากกว่าจุด Me จากสมการของ Muto และคณะ⁷ ซึ่งเป็นค่าพารามิเตอร์ที่โดยทั่วไปไม่ได้ใช้ในการวางแผนการรักษา

การเปลี่ยนแปลงช่องทางเดินหายใจส่วนคหอยบริเวณหลังโพรงจมูก (PNS-UPhW) ไม่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยใดๆเลย สาเหตุอาจมาจาก ตำแหน่งที่ทำการวัดระยะการเปลี่ยนแปลงของขากรรไกรล่าง อยู่ห่างจากตำแหน่งของช่องทางเดินหายใจส่วนคหอยบริเวณหลังโพรงจมูก แต่จากการศึกษาของ Samman และคณะ⁸ Desertiyurt และคณะ⁹ Eggensperger และคณะ¹⁰ Pereira & Filbo และคณะ¹¹ และ Marsan และคณะ¹² พบว่ามีการลดลงของช่องทางเดินหายใจส่วนคหอยบริเวณหลังโพรงจมูกภายหลังการทำศัลยกรรมจัดกระดูกขากรรไกรล่างไปทางด้านหลังอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทางผู้วิจัยเห็นว่าอาจจะมียปัจจัยอื่นที่มีความสัมพันธ์ ซึ่งจะต้องมีการศึกษาต่อไปในอนาคต

การเปลี่ยนแปลงช่องทางเดินหายใจส่วนคหอยบริเวณหลังช่องปาก (UT-MPhW) มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอย่างมากกับการเปลี่ยนแปลงของระยะ C3-Me แต่เนื่องจากข้อมูลในการศึกษาครั้งนี้มีการแจกแจงไม่ปกติ และเมื่อแปลงข้อมูลให้มีการแจกแจงปกติแล้วพบว่าไม่มีความสัมพันธ์กันทางสถิติ จึงไม่สามารถสร้างสมการทำนายได้

การเปลี่ยนแปลงช่องทางเดินหายใจส่วนคหอยบริเวณต่ำกว่าคหอย (V-LPhW) มีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงของระยะ C3-I และการเปลี่ยนแปลงของระยะ C3-B อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่มีความสัมพันธ์กันในระดับน้อย จึงไม่ได้นำมาสร้างสมการทำนาย

การศึกษานี้เลือกศึกษาเปรียบเทียบในช่วงระยะก่อนทำศัลยกรรมในเวลาไม่เกิน 3 เดือน (Pre-operation period; T0) กับระยะหลังศัลยกรรม 6 เดือนขึ้นไป (Long-term follow-up period; T2) เนื่องจากภายหลังการผ่าตัดในช่วงระยะหลังศัลยกรรมในเวลา 3 เดือน แต่ไม่เกิน 6 เดือน (Post-operation period; T1) จะมีการลดลงของช่องทางเดินหายใจส่วนคหอยที่มาก จากนั้นช่องทางเดินหายใจส่วนคหอยจะเพิ่มขึ้นในช่วงระยะเวลา T2 ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Mohammad และคณะ¹³ ที่บอกว่าจะมีการลดลงของช่องทางเดินหายใจส่วนคหอยอย่างเห็นได้ชัด ภายหลังการผ่าตัด 1 วัน และจะมีการ

เพิ่มขึ้นของช่องทางเดินหายใจส่วนคหอยหลังผ่าตัด 6 เดือนขึ้นไป แต่การศึกษานี้ใช้ช่วงเวลา T1 แตกต่างกัน แต่ช่วงเวลา T2 เหมือนกัน ซึ่งทางผู้วิจัยคิดว่าภายหลังจากการผ่าตัดในช่วงแรกๆ การบดเจ็บของเนื้อเยื่อจะทำให้เกิดการบวม ซึ่งจะส่งผลกับช่องทางเดินหายใจส่วนคหอยได้ จึงต้องรอให้การบวมยุบลงเสียก่อน จึงจะได้ค่าช่องทางเดินหายใจส่วนคหอยที่คงที่

อายุ เพศ ดัชนีมวลกาย ไม่มีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงของช่องทางเดินหายใจส่วนคหอยในทุกตำแหน่ง ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Degerliyurt และคณะ¹⁴ ที่พบว่าปัจจัยเพศ ไม่มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการเปลี่ยนแปลงของช่องทางเดินหายใจส่วนคหอย ภายหลังการศัลยกรรมจัดกระดูกขากรรไกรล่างไปด้านหลัง ในส่วนของปัจจัยอายุ ที่ผ่านมายังไม่พบว่ามีการศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างอายุกับการเปลี่ยนแปลงของช่องทางเดินหายใจส่วนคหอย แต่อย่างไรก็ตาม มีการศึกษาของ Uesugi และคณะ¹⁵ Stradling และคณะ¹⁶ ที่บอกว่าปัจจัยอายุ มีความสัมพันธ์กับการเกิดภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้นทางเดินหายใจภายหลังการผ่าตัด ซึ่งต้องมีการศึกษาต่อไปในอนาคตเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างอายุกับการเปลี่ยนแปลงของช่องทางเดินหายใจส่วนคหอย ส่วนในเรื่องของดัชนีมวลกาย มีความแตกต่างจากการศึกษาของ Wen du และคณะ¹⁷ ที่บอกว่าในผู้ป่วยที่มีค่าดัชนีมวลกายที่สูงกว่าค่าปกติจะสัมพันธ์กับการลดลงของช่องทางเดินหายใจส่วนคหอยภายหลังการผ่าตัด ซึ่งทางผู้วิจัยคิดว่าสาเหตุมาจากทางผู้วิจัยได้คัดเลือกกลุ่มตัวอย่างที่มีค่าดัชนีมวลกาย <25 kg/m² จึงทำให้ดัชนีมวลกายไม่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงของช่องทางเดินหายใจส่วนคหอย

ค่าที่ได้จากการแทนค่าในสมการในการศึกษานี้ คือค่าทำนายช่องทางเดินหายใจส่วนคหอยภายหลังการผ่าตัดเคลื่อนกระดูกขากรรไกรล่างไปด้านหลังที่ระยะหลังศัลยกรรม 6 เดือนขึ้นไป ซึ่งจากการศึกษาของ Riley และคณะ¹² กับ Partinen และคณะ³¹ บอกว่าถ้าหากมีขนาดช่องทางเดินหายใจส่วนคหอยที่ตำแหน่งระดับหลังต่อลิ้นน้อยกว่า 5-11 มิลลิเมตร จะเพิ่มโอกาสในการเกิดภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้นทางเดินหายใจ ซึ่งจะต้องมีการศึกษาต่อไปในอนาคตในเรื่องของความสัมพันธ์ของช่องทางเดินหายใจส่วนคหอยในระดับต่างๆ กับโอกาสในการเกิดภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้นทางเดินหายใจ

บทสรุป

ภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้นทางเดินหายใจภายหลังการทำการศัลยกรรมจัดกระดูกขากรรไกรล่างไปด้านหลัง เป็นภาวะแทรกซ้อนที่สามารถเกิดขึ้นได้ โดยถ้าหากสามารถทำนายการเปลี่ยนแปลงขนาดช่องทางเดินหายใจส่วนคอหอยได้ตั้งแต่ก่อนการผ่าตัด ก็จะสามารถวางแผนการรักษาให้มีความเหมาะสมกับผู้ป่วย เพื่อลดโอกาสที่จะเกิดภาวะแทรกซ้อนภายหลังการผ่าตัดได้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่คลินิกทันตกรรม ศัลยกรรมจัดกระดูกขากรรไกร รวมถึงคณาจารย์สาขาวิชาศัลยกรรมจัดกระดูกและแม็กซิลโลเฟเชียล คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น สำหรับคำแนะนำและการสนับสนุนในการศึกษานี้

เอกสารอ้างอิง

- Riley RW, Powell NB, Guilleminault C, W Ware. Obstructive sleep apnea syndrome following surgery for mandibular prognathism. J Oral Maxillofac Surg 1987;45(5):450-2.
- Riley RW, Powell NB. Maxillofacial surgery & obstructive sleep apnea syndrome. Otolaryngol Clin North Am 1990;23(4):809-26.
- Guilleminault C, Riley R, Powell N. Sleep apnea in normal subjects following mandibular osteotomy with retrusion. Chest 1985;88(5):776-8.
- Hasebe D, Kobayashi T, Hasegawa M, Iwamoto T, Kato K, Izumi N, et al. Changes in oropharyngeal airway and respiratory function during sleep after orthognathic surgery in patients with mandibular prognathism. Int J Oral Maxillofac Surg 2011; 40(6):584-92.
- Suresh KP, Chandrashekhara S. Sample size estimation and power analysis for clinical research studies. J Hum Reprod Sci 2012;5(1):7-13.
- Nguyen MT, Visuttiwattanakorn S, Wongsirichat N. Prediction of pharyngeal airway changes in skeletal class III deformity patients after orthognathic surgery. J Oral Maxillofac Surg Med Pathol 2015;27(6):796-803.
- Muto T, Yamazaki A, Takeda S, Sato Y. Accuracy of predicting the pharyngeal airway space on the cephalogram after mandibular setback surgery. J Oral Maxillofac Surg 2008;66(6):1099-103.
- Samman N, Tang SS, Xia J. Cephalometric study of the upper airway in surgically corrected Class III skeletal deformity. Int J Adult Orthodon Orthognath Surg 2002; 17(3):180-90.
- Degerliyurt K, Ueki K, Hashiba Y, Marukawa K, Nakagawa K, Yamamoto E. A comparative CT evaluation of pharyngeal airway changes in class III patients receiving bimaxillary surgery or mandibular setback surgery. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2008;105(4):495-502.
- Eggensperger N, Raditsch T, Taghizadeh F, Iizuka T. Mandibular setback by sagittal split ramus osteotomy: a 12-year follow-up. Acta Odontol Scand 2005;63(3): 183-8.
- Pereira-Flibo V, Castro-Silva L, Moraes M, Gabrilel M, Campos J, Juergens P. Cephalometric evaluation of pharyngeal airways space changes in Class III patients Undergoing orthognathic surgery. J oral maxillofac surg 2011;69(11):409-15.
- Marsan G, Vassikuvat S, Öztas E, Cura N, Susal Z, Emekli U. Oropharyngeal airway changes following bimaxillary surgery in Class III female adults. J Craniomaxillofac Surg 2009;37(2):69-73.
- Khaghaninejad MS, Khojastehpour L, Danesteh H, Changizi M, Ahrari F. Changes in the pharyngeal airway after different orthognathic procedures for correction of class III dysplasia. Maxillofac Plast Reconstr Surg 2022;44(1):23.
- Degerliyurt K, Ueki K, Hashiba Y, Marukawa K, Simsek B, Okabe K, et al. The effect of mandibular setback or two jaws surgery on pharyngeal airway among different genders. Int J oral maxillofac surg 2009;38(6):647-52.
- Uesugi T, Kobayashi D, Hasebe D, Tanaka R, Ike M, Saito C. Effects of orthognathic surgery on pharyngeal airway and respiratory function during sleep in patients with mandibular prognathism. Int J Oral Maxillofac Surg 2014;43(9):1082-90.

16. Stradling JR, Crosby JH. Predictors and prevalence of obstructive sleep apnoea and snoring in 1001 middle aged men. *Thorax* 1991 46(2):85-90.
17. Du W, He D, Wang Y, Liu H, Liao C, Fei W, et al. Upper Airway Changes After Mandibular Setback and/or Advancement Genioplasty in Obese Patients. *J Oral Maxillofac Surg* 2017;75(10):2202-10.
18. Greco JM, Frohberg U, Van Sickels JE: Long-term airway space changes after mandibular setback using bilateral sagittal split osteotomy. *Int J Oral Maxillofac Surg* 1990;19(2):103-5.
19. Greco JM, Frohberg U, Van Sickels JE. Cephalometric analysis of long-term airway space changes with maxillary osteotomies. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1990;70(5):552-4.
20. Saitoh K. Long-term changes in pharyngeal airway morphology after mandibular setback surgery. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2004;125(5):556-61.
21. Güven O, Saraçoğlu U. Changes in pharyngeal airway space and hyoid bone positions after body osteotomies and sagittal split ramus osteotomies. *J Craniofac Surg* 2005;16(1):23-30.
22. Kitagawara K, Kobayashi T, Goto H, Yokobayashi T, Kitamura N, Saito C. Effects of mandibular setback surgery on oropharyngeal airway and arterial oxygen saturation. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2008;37(4):328-33.
23. Muto T, Yamazaki A, Takeda S, Sato Y. Effect of bilateral sagittal split ramus osteotomy setback on the soft palate and pharyngeal airways space. *Int J oral maxillofac surg.* 2008;37(5):419-23.
24. Muto T, Yamazaki A, Takeda S. A cephalometric evaluation of the pharyngeal airway space in patients with mandibular retrognathia and prognathia, and normal subjects. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2008; 37(3):228-31.
25. Achilleos S, Krogstad O, Lyberg T. Surgical mandibular setback and changes in uvuloglossopharyngeal morphology and head posture: a short and long term cephalometric study in male. *Eur J orthog* 2000;22(4): 383-94.
26. Chen CM, Lai S, Chen KK, Lee HE. Correlation between the pharyngeal airway space and head posture after surgery for mandibular prognathism. *Biomed Res Int* 2015;2015:251021.
27. Popovic RM, White DP. Influence of gender on waking genioglossal electromyogram and upper airway resistance. *Am J Respir Crit Care Med* 1995;152(2): 725-31.
28. Hochban W, Schürmann R, Brandenburg U, Conradt R. Mandibular setback for surgical correction of mandibular hyperplasia: Does it provoke sleep-related breathing disorders? *Int J Oral Maxillofac Surg* 1996; 25(5):333-8.
29. Liukkonen M, Vähätalo K, Peltomäki T, Tiekso J, Happonen RP. Effect of mandibular setback surgery on the posterior airway size. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg* 2002;17(1):41-6.
30. El H, Palomo JM. Airway volume for different dentofacial skeletal patterns. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2011;139(6):511-21.
31. Partinen M, Guilleminault C, Quera-Salva MA, Jamieson A. Obstructive sleep apnea and cephalometric roentgenograms: The role of anatomic upper airway abnormalities in the definition of abnormal breathing during sleep. *Chest* 1988;93(6):1199-205.
32. Uesugi T, Kobayashi T, Hasebe D, Tanaka R, Ike M, Saito C. Effects of orthognathic surgery on pharyngeal airway and respiratory function during sleep in patients with mandibular prognathism. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2014;43(9):1082-90.
33. Yang HJ, Jung YE, Kwon IJ, Lee JY, Hwang SJ. Airway changes and prevalence of obstructive sleep apnoea after bimaxillary orthognathic surgery with large mandibular setback. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2020;49(3):342-49.
34. Canellas JV, Barros HL, Medeiros PJ, Ritto FG. Sleep-disordered breathing following mandibular setback: a systematic review of the literature. *Sleep Breath* 2016;20(1):387-94.

35. On SW, Kim HJ, Cho DH, Moon YR, Il Song S. Silent changes in sleep quality following mandibular setback surgery in patients with skeletal class III malocclusion: a prospective study. *Sci Rep* 2019;9(1):9737.
36. Canellas JV, Barros HL, Medeiros PJ, Ritto FG. Effects of surgical correction of class III malocclusion on the pharyngeal airway and its influence on sleep apnoea. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2016;45(12):1508-12.
37. Lee ST, Park JH, Kwon TG. Influence of mandibular setback surgery on three-dimensional pharyngeal airway changes. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2019;48(8):1057-65.
38. Tauman R, Gozal D. Obesity and obstructive sleep apnea in children. *Paediatr Respir Rev* 2006;7(4):247-59.
39. da Silva RP, Martinez D, Pedroso MM, Righi CG, Martins EF, Silva LM, et al. Exercise, occupational activity, and risk of sleep apnea: a cross-sectional study. *J Clin Sleep Med* 2017;13(2):197-204.
40. Chen F, Terada K, Hanada K, Saito I. Predicting the pharyngeal airway space after mandibular setback surgery. *J Oral Maxillofac Surg* 2005;63(10):1509-14.
41. Mcnamara JA. A method of cephalometric evaluation. *Am J Orthod* 1984;86(6):449-69.
42. Chen F, Terada K, Hua Y, Saito I. Effects of bimaxillary surgery and mandibular setback surgery on pharyngeal airway measurements in patients with Class III skeletal deformities. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2007;131(3):372-7.
43. Kawamata A, Fujishita M, Arijji Y, Arijji E. Three-dimensional computed tomographic evaluation of morphologic airway changes after mandibular setback osteotomy for prognathism. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2000;89(3):278-87.
44. Savoldi F, Xinyue G, McGrath CP, Yang Y, Chow SC, Tsoi JKH, Gu M. Reliability of lateral cephalometric radiographs in the assessment of the upper airway in children: A retrospective study. *Angle Orthod* 2020;90(1):47-55.
45. Anegawa E, Tsuyama H, Kusakawa J. Lateral cephalometric analysis of the pharyngeal airway space affected by head posture. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2008;37(9):805-9.

ผู้รับผิดชอบบทความ

นิพนธ์ คล้ายอ่อน

สาขาวิชาศัลยศาสตร์ช่องปากและแม็กซิลโลเฟเชียล

คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น

โทรศัพท์ : 043 202 405 #45152

โทรสาร : 043 202 862

จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ : niphonk@kku.ac.th

Prediction of the Pharyngeal Airway Space Change after Bilateral Sagittal Split Ramus Osteotomy (BSSRO) Setback in Patients with Skeletal Class III Deformity

Tangjunyatham W* Kongsomboon S** Weraarchakul W*** Klai-on N**

Abstract

The patients with skeletal class III deformity who underwent bilateral sagittal split ramus osteotomy (BSSRO) setback procedure may have the changes of the pharyngeal airway space (PAS). The purposes of the study were to determine the factors and create regression equations to predict PAS changes using these factors. This was a retrospective analytical cross-sectional study. Lateral cephalometric radiographs were analyzed from 40 patients before surgery (T0, within 3 months pre-operation) and ≥ 6 months after surgery (T2, long-term follow-up). The PAS changes at level of retropalatal airway space (PAS-p) showed the greatest correlation with C3-Me changes ($r=0.819$, $p<0.01$), while the changes at the level of retrolingual airway space (PAS-t) demonstrated the greatest correlation with C3-I changes ($r=0.693$, $p<0.01$). Regression analysis was used to create predictive equations for PAS changes using these correlated factors

Keywords: Prediction/ Pharyngeal airway space (PAS)/ Skeletal class III deformity/ Orthognathic surgery/ BSSRO

Corresponding Author

Niphon Klai-On

Department of Oral and Maxillofacial Surgery,

Faculty of Dentistry, Khon Kaen University,

Amphur Muang, Khon Kaen, 40002.

Tel. : +66 43 202 405 #45152

Fax : +66 43 202 862

E-mail : niphonk@kku.ac.th

* Resident training program in Oral and Maxillofacial Surgery, Department of Oral and Maxillofacial Surgery, Faculty of Dentistry, Khon Kaen University, Amphur Muang, Khon Kaen.

** Department of Oral and Maxillofacial Surgery, Faculty of Dentistry, Khon Kaen University, Amphur Muang, Khon Kaen.

*** Division of Dental Public Health, Department of Preventive Dentistry, Faculty of Dentistry, Khon Kaen University, Amphur Muang, Khon Kaen.

Effect of Surface Sealant Coating and Beverages on Color Stability of Provisional Restorative Material

Sirithap T* Kanchanasita W* Nagaviroj N*

Abstract

The study aimed to investigate the effect of surface sealant coating agent on color stability of Bis-acryl composite resin after immersing in different beverages at various times. Ninety-six disc-shaped specimens were prepared from Bis-acryl composite resin (Luxacrown). The specimens were randomly divided into 2 groups: the non-surface sealant coating group (Group1) and the surface sealant coating group (Luxatemp-Glaze and Bond) (Group2). Twelve specimens of each group were assigned for immersion in distilled water (DW), red wine (RW), coffee (CF) and Coca-Cola (CC). All specimens were immersed in the beverages and stored in an incubator. The color change (ΔE) was measured after immersing for 7, 30 and 150 days with a spectrophotometer, according to the CIELAB system. Data were analyzed statistically with mixed-design ANOVA. Group 1 showed more mean color change in red wine and coffee ($p < 0.05$). In both groups, the color change of specimens immersed in coffee was significantly lower than that in red wine at each measurement time except day 150 in Group 1. Moreover, the types of beverages affected mean color change of all three immersion times. In conclusion, surface sealant coating, type of beverages and various immersion time affect the color stability of provisional restorative materials.

Keywords: Bis-acryl composite resin/ Color stability/ Beverage/ Surface sealant coating

Received: Feb 14, 2022

Revised: Dec 14, 2023

Accepted: Jan 03, 2024

Introduction

A provisional restoration is essential in temporarily treating patients receiving indirect restoration treatment. The optimum requirements of the provisional restorations are composed of three main features: biological, mechanical and esthetic aspects. Esthetically, it should provide the color matching the adjacent teeth throughout the temporary period.¹

Sometimes, provisional restorations are used for long term treatment, such as evaluating periodontal treatment, orthodontic treatment, dental implant placement, endodontic treatment and oral rehabilitation. Therefore, this extended period may lead to substantial color change.²

The color change of the provisional restorations can reduce the satisfaction of patients. From related studies, it can be concluded that the color stability of provisional restorations could be affected by various factors including incomplete polymerization, the composition of the material, water sorption, types of immersion solution, exposure time and surface smoothness.³⁻⁶

Various techniques, including conventional polishing, have been used to finish provisional materials. Recently, another method has been employed for smoothing the surface of provisional restoration using a surface sealant coating agent after finishing the surface. By minimizing microcavities and pores, marginal seal, water resistance and stain resistance can all be improved.^{7,8} However, the long-term performance of these agents remains uncertain.^{9,10}

Provisional restoration materials are also stained by various foods. The degree of discoloration varies depending on the substance. On the other hand, coffee, tea and red wine were shown to stain more than other food simulating solutions.¹¹

There are many availabilities of different provisional restorative materials in the market, including poly methyl methacrylate (PMMA), poly ethyl methacrylate, Bis-GMA resin and Bis-acryl composite resin. Recently, an automix Bis-acryl composite resin for semi-permanent provisional restoration, LuxaCrown (DMG, Hamburg,

* Department of Prosthodontics, Faculty of Dentistry, Mahidol University, Bangkok.

Germany), has been introduced to the market. It has been claimed to have impressive durability, excellent flexural strength and fracture toughness, outstanding polishability and optimum versatility. Due to these advantages, this material is well suited as a longterm provisional restoration. However, this material is composed of methacrylate-based matrices, which are hydrophilic, promoting a higher degree of water sorption, resulting in discoloration of materials.¹²

To study the color differences, the Commission Internationale de l'Eclairage has recommended several color difference formulas including the classic CIE L*a*b* system and the new CIEDE2000 system. Generally, CIEDE2000 formula provided superior results compared to CIE L*a*b* formula¹³. However, some previous studies¹⁴ proposed that ΔE from CIEDE2000 and CIE L*a*b* can be used interchangeably because both systems were correlated to each other.

The objective of this study was to investigate the effect of surface sealant coating agents on the color stability of LuxaCrown after long periods of immersion in different beverages.

Materials and methods

The ninety-six disk-shaped specimens were prepared from LuxaCrown (Table 1), using the metal mold. The metal mold was placed on the glass slab, and the provisional material was mixed according to the manufacturer instruction and

filled in the mold. The other glass slab was placed on top of the metallic mold and pressure was applied by finger loading until it set. The specimens were removed from the mold and visually inspected for any defects. The specimens were wet finishing by silicon carbide abrasive papers grit no.800, 1,000 and 1,200, respectively for removing irregularities and smoothening the specimens' surface. Each specimen was fabricated into a size of 15 ± 0.1 mm in diameter and 1 ± 0.1 mm thick. The dimensions of the finished specimen were measured using digital calipers with an accuracy of 0.01 mm. The specimens were randomly divided in two groups: Group 1: the non-surface sealant coating group (n=48) and Group 2: the surface sealant coating group (n=48). For Group 1, the specimens were stored in distilled water in an incubator at 37°C for 24 hours before testing. For Group 2, the Luxatemp-Glaze & Bond (DMG, Hamburg Germany) (Table 2) was applied to the specimen's surface according to the manufacturer instructions. A soft brush was used to apply a thin, even layer in one direction without rebrushing, and air bubbles were carefully avoided. After an exposure time of approximately 20 seconds, the specimens were placed in a Lumamat[®] 100 light furnace (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) for polymerization. After that, the specimens were stored in distilled water in the incubator at 37°C for 24 hours before testing. (Table 1) (Table 2)

Table 1 Provisional restoration material used in this study

Material	Shade	Manufacturer	Composition	Technique	Polymerization method
LuxaCrown	A3	DMG, Hamburg, Germany	Glass filler material in a matrix of multifunctional methacrylates; catalysts, stabilizers, and additives. Free of methyl methacrylate. Filler content: 46 wt.% = 26 vol.%. (0.02 to 1.5 μ m)	Paste-Paste Automix	Chemically activated

Table 2 Surface sealant coating agent used in this study

Material	Shade	Manufacturer	Composition	Polymerization method
Luxatemp-Glaze&Bond	-	DMG, Hamburg, Germany	Multifunctional acrylates, methyl methacrylate, catalysts, stabilizers, additive	Light cured

The 360 ml of beverages used in the experiment consisted of 1. distilled water (control group), 2. red wine (Mont Clair, Siam Winery, Samut Sakhon, Thailand), 3. coffee (Nescafe red cup, Nestle, Thailand) prepared in the ratio of 2g of instant coffee and 180 ml of hot water and 4. Coca-Cola (ThaiNamthip, Bangkok, Thailand). All specimens were immersed in beverage and stored in the incubator at 37°C during experiment period. The beverages were changed every other day. Furthermore, the initial pH of all beverages was also measured in this experiment using a pH meter (ORION 3-star, Expotech, USA).

After removing all specimens out of the beverages, each specimen was rinsed in distilled water. Excess water on the surfaces was removed with tissue paper. The color measurement of all specimens was performed before immersing in the beverages and again after 7, 30 and 150 days with a spectrophotometer (Ultrascan XE, Hunter Lab, USA) using the Commission Internationale de l'Eclairage (CIE) L*a*b* system.¹⁵ The measuring characteristics of spectrophotometer were standard illuminant D65 and standard observer 10 degrees. Before each measurement session, the spectrophotometer was calibrated according to the manufacturer's recommendations by using the light trap and white calibrated tile. The specimen was placed at the reflectance port with a magnetic white ceramic backing disk on the face of the spring-load sample clamp to provide a consistent white background. Then, the magnetic white ceramic disk was replaced by the black pad to provide the dark backing.

The total color change (ΔE) was calculated for each specimen in relation to its baseline color using the formula: $\Delta E = [(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2]^{1/2}$ where ΔE represents the color difference and ΔL , Δa , Δb represents the changes in lightness, changes in red-green coordinate, and changes in yellow-blue coordinate, respectively.

To explore the surface smoothness and porosity of materials of specimens, the additional specimens were prepared using the same procedure of Group 1 and 2 and were examined using scanning electron microscopy (JSM 6610LV, JEO, JAPAN).

Statistical calculations were analyzed using SPSS Statistics Software (SPSS, 23.0, SPSS Inc., Armonk, NY, USA). The mixed-design analysis of variance (at significance level of 0.05) was used to compare the color stability in this study.

Results

The mean color change (ΔE) of provisional restoration materials between the non-surface sealant coating group and the surface sealant coating group after immersing in beverages are shown in Table 3. In distilled water and Coca-Cola, no significant difference was observed in mean color change between Groups 1 and 2 at days 7, 30 and 150 ($p > 0.05$). (Table 3)

In Group 1, the pairwise comparison revealed significant differences in color change when exposed to distilled water and red wine, distilled water and coffee, red wine and Coca-Cola, and coffee and Coca-Cola at every immersion period. On the contrary, the mean color change showed no significant difference between distilled water and Coca-Cola. (Table 4) Compared between immersion periods, significant differences in mean color change were observed at days 7, 30 and 150 for red wine and coffee, while no significant difference was observed in all immersion periods for distilled water and Coca-Cola (Table 4) (Figure 1).

In Group 2, the pairwise comparison showed a significant difference in mean color change between distilled water and red wine, distilled water and coffee, red wine and coffee, red wine and Coca-Cola, and coffee and Coca-Cola at day 30 and 150. At day 7, significant differences were observed in mean color change between red wine and other beverages. Compared between immersion periods, significant differences were observed in mean color change at days 7, 30 and 150 for red wine. For coffee, significant differences were observed in mean color change between days 7 and 150. (Table 5) (Figure 2).

Table 3 The mean color change (ΔE), standard deviation (SD) of provisional restoration materials between the non-surface sealant coating group and the surface sealant coating group after immersion in distilled water, red wine, coffee, and Coca-Cola at 7 days, 30 days, and 150 days (n=12)

Beverages	Day	Mean color change (ΔE) $\pm$ SD	
		Non-surface sealant coating group	Surface sealant coating group
Distilled water	7	2.27 $\pm$ 0.82 ^A	1.97 $\pm$ 1.06 ^A
	30	2.40 $\pm$ 0.79 ^A	2.06 $\pm$ 0.68 ^A
	150	2.77 $\pm$ 1.04 ^A	2.41 $\pm$ 0.58 ^A
Red wine	7	13.36 $\pm$ 3.04 ^A	11.00 $\pm$ 1.30 ^B
	30	19.85 $\pm$ 2.04 ^A	13.13 $\pm$ 1.07 ^B
	150	24.26 $\pm$ 2.53 ^A	15.57 $\pm$ 1.20 ^B
Coffee	7	11.23 $\pm$ 3.69 ^A	2.81 $\pm$ 0.53 ^B
	30	17.77 $\pm$ 3.64 ^A	3.93 $\pm$ 1.22 ^B
	150	23.28 $\pm$ 4.62 ^A	4.95 $\pm$ 1.25 ^B
Coca-Cola	7	1.24 $\pm$ 0.58 ^A	1.11 $\pm$ 0.56 ^A
	30	1.76 $\pm$ 1.02 ^A	1.40 $\pm$ 0.71 ^A
	150	1.93 $\pm$ 0.67 ^A	2.05 $\pm$ 0.73 ^A

* The different capital letters in the same row compare different group of study (non-surface sealant coating group and non-surface sealant coating group) which represent significant differences in the mean color change of provisional restoration material at 5% level of significant ($p < 0.05$).

Table 4 The mean color change (ΔE) of provisional restoration materials in the non-surface sealant coating group after immersion in distilled water, red wine, coffee, and Coca-Cola beverages at 7 days, 30 days, and 150 days (n=12)

Group 1: Non-surface sealant coating	Beverages	Days 7	Days 30	Days 150
	Distilled water	2.27 ^{Aa}	2.40 ^{Aa}	2.77 ^{Aa}
	Red wine	13.36 ^{Ba}	19.85 ^{Bb}	24.26 ^{Bc}
	Coffee	11.23 ^{Ca}	17.77 ^{Cb}	23.29 ^{Bc}
	Coca-Cola	1.24 ^{Aa}	1.76 ^{Aa}	1.93 ^{Aa}

*The different capital letters in the same column compare different beverages and the lowercase letters in the same row compare different time of immersion which represent significant differences in the mean color change of provisional restoration material at 5% level of significant ($p < 0.05$).

Figure 1 Mean color change (ΔE) of provisional restoration materials in non-surface sealant coating group after immersion in beverages

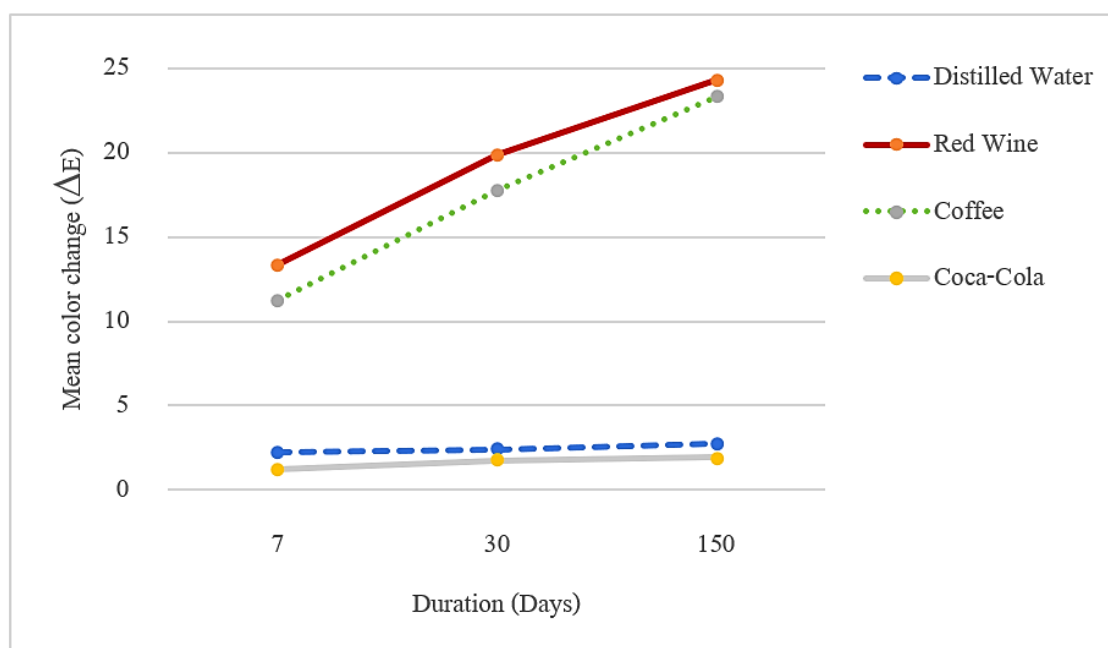
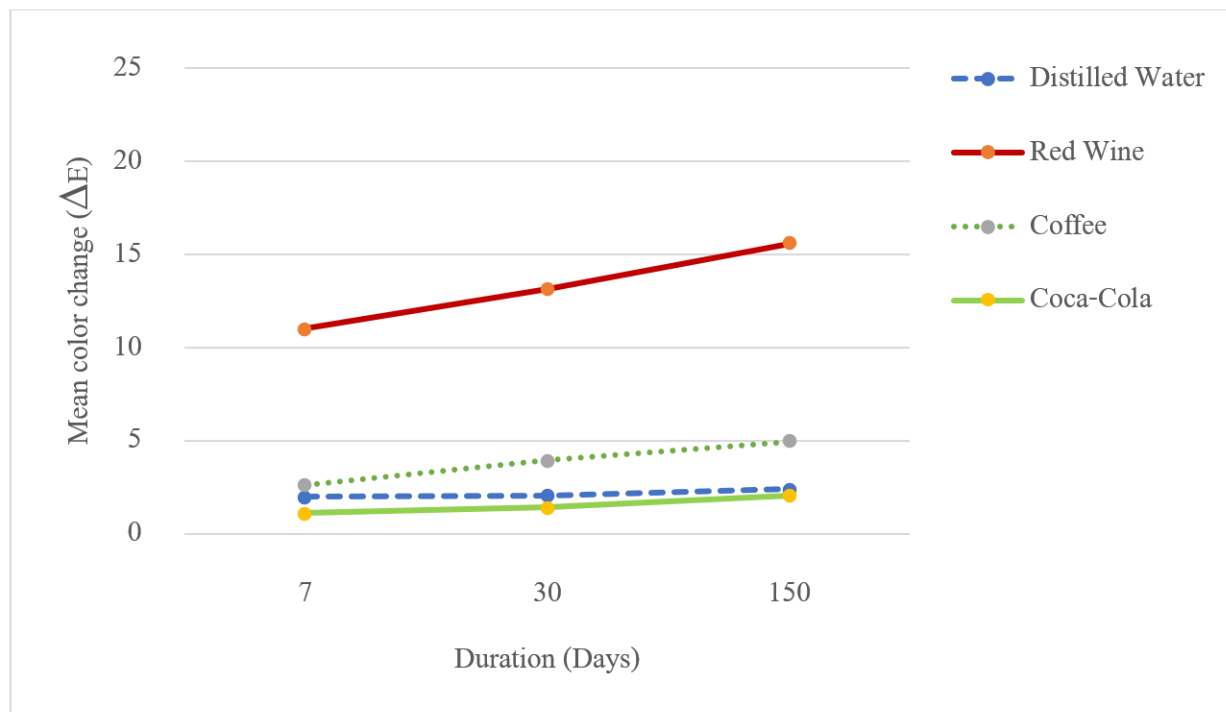


Table 5 The mean color change (ΔE) of provisional restoration materials in the surface sealant coating group after immersion in distilled water, red wine, coffee, and Coca-Cola beverages at 7 days, 30 days, and 150 days (n=12)

	Beverages	Days 7	Days 30	Days 150
Group2: surface sealant coating	Distilled water	1.97 ^{Aa}	2.06 ^{Aa}	2.41 ^{Aa}
	Red wine	11.00 ^{Ba}	13.13 ^{Bb}	15.57 ^{Bc}
	Coffee	2.61 ^{Aa}	3.93 ^{Cab}	4.95 ^{Cb}
	Coca-Cola	1.11 ^{Aa}	1.40 ^{Aa}	2.05 ^{Aa}

*The different capital letters in the same column compare different beverages and the lowercase letters in the same row compare different time of immersion which represent significant differences in the mean color change of provisional restoration material at 5% level of significant ($p < 0.05$).

Figure 2 Mean color change (ΔE) of provisional restoration materials in surface sealant coating group after immersion in beverages



Discussion

Color stability is a key condition for provisional restoration, and has been described as the material's capacity to retain its initial shade. Various types of provisional restoration materials undergo color changes when exposed to environmental conditions. This study evaluated the effect of a surface sealant coating agent (Luxatemp-Glaze and Bond) on the color stability of bis-acryl composite resins (Luxacrown) after immersing in various beverages for long periods of time (7, 30 and 150 days).

Color is one of the most significant esthetic characteristics in dentistry, and the most frequently used method of evaluating color in dentistry is visual judgment. To evaluate color differences, two basic thresholds are employed: perceptibility threshold (PT) and acceptability threshold (AT). The PT represents the lowest color change that a viewer can identify, whereas the AT indicates the smallest color difference that an observer can accept.¹⁶ According to Paravina et al., the ΔE for PT and AT was 1.22 and 2.66, respectively.¹⁷ If the color changes were valued

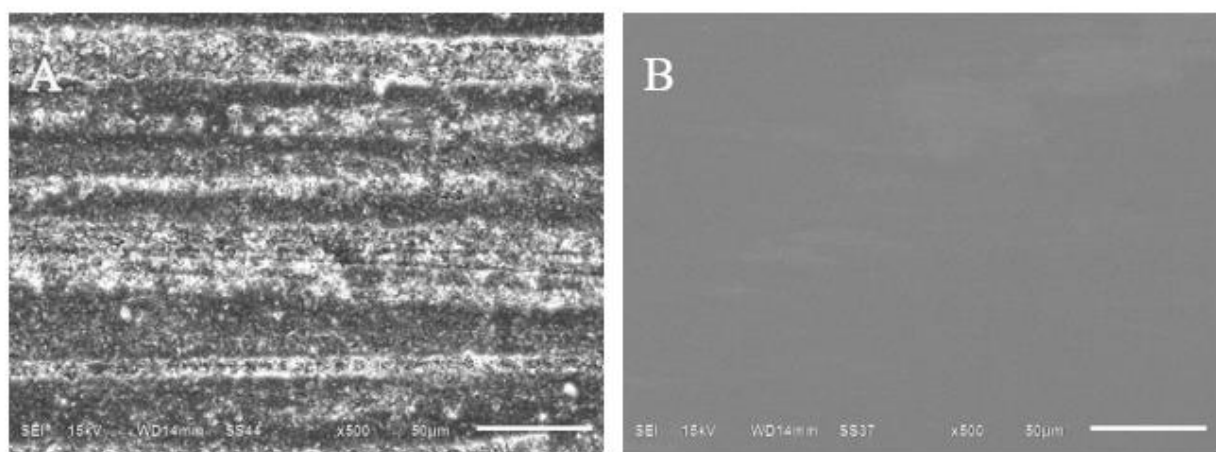
greater than 2.66, they were considered clinically unacceptable. In this study, ΔE_{DW} and ΔE_{CC} were less than 2.66 in both groups, except ΔE_{DW} at days 150 in Group 1, demonstrating more than 2.66. However, ΔE_{RW} and ΔE_{CF} were above 2.66 in both groups, except ΔE_{CF} in Group 2 at day 7 showing a value less than 2.66. (ΔE_{DW} is the mean color change of distilled water, ΔE_{CC} is the mean color change of Coca-Cola, ΔE_{RW} is the mean color change of red wine and ΔE_{CF} is the mean color change of coffee) In this study, Group 2 showed better color stability in red wine and coffee in a short period of immersion (7 days). On the contrary, for long-term immersion period, provisional restorative materials exhibited clinically unacceptable color change.

Surface sealant coating agents are recommended for the quality of the smoothness of materials by filling the microfissures and defects that form after polishing procedures.¹⁸ However, the surface sealant coating agent may lead to problems such as poor surface quality resulting from high viscosity of the sealant and too rapid curing causing uneven spreading.¹⁹ The related SEM microphotograph

revealed that Groups 1 and 2 possessed completely different surfaces. Group 1 revealed many deep, large scratches and porous structures, whereas Group 2 exhibited few shallow scratches and a totally distinct smooth surface (Figure 3). Furthermore, the use of a surface sealant coating agent in this study resulted in a significant difference in lower ΔE values for specimens immersed in high staining potential beverages such as red wine and coffee, even though they were clinically unacceptable.

The provisional restorative materials were discolored to varying degrees by several beverages used in this study. The discoloration could be caused by both colorant absorption and adsorption. Small particles may have accumulated in material pits, but large particles exposed on the surface will generate surface roughness.²⁰ Beverages including coffee, tea, red wine and sport drinks are known for extrinsic discoloration factors in common daily use.¹¹ In many studies,²¹⁻²⁴ red wine and coffee caused the greatest color change when contacting resins and the results in this study also agree with those of related studies.

Figure 3 SEM image of surface of each provisional restorative material before immersion in beverages (x500), scale bar 50 μ m: (A) Group 1: non-surface sealant coating; (B) Group 2: surface sealant coating



Coffee and tea contain tannin, a brown pigment that can discolor teeth and provisional restoratives. Tannins are high molecular weight molecules that can form insoluble compounds with carbohydrates and proteins.²⁵ According to Snyder et al.,²⁶ in reverse phase high performance liquid chromatography analysis comparing between coffee and tea, the stationary phase is relatively nonpolar, while the mobile phase is polar. Because the yellow colorants of coffee are less polar and less hydrophilic, they were eluted later and resulted in less discoloration than tea consisting of more polar yellow colorants.²⁷

The main pigments in red wine are anthocyanins and their derivatives.²⁸ It may have a considerable impact on the color change of provisional restorative materials during aging, resulting in more color change of materials immersed in red wine.²⁹

Quite possibly, the acidic pH influenced the materials' structure. Low pH beverages (pH 3–6) damaged the surface integrity of a compomer by softening the matrix and loss of structural ions such as calcium, aluminum, phosphorus and silicon.^{30, 31} Initial pH of beverages was measured with pH meter. The pH of distilled water, red wine, coffee and Coca-Cola were 7, 3.7, 5.3 and 2.6, respectively. Although Coca-Cola had the lowest pH and could harm the materials' surface integrity, it did not discolor as much as coffee and tea, which could be due to the lack of a yellow colorant in Coca-Cola.

ΔE_{RW} and ΔE_{CF} in both experiment groups revealed significant differences in long immersion periods. In Group 1, ΔE_{RW} showed significant differences between days 7 and 150, while ΔE_{RW} in Group 2 exhibited significant differences in all measurements. ΔE_{CF} in both groups displayed significant difference between measurement in days 7 and 150. Therefore, within 30 days, specimens with surface sealant coating immersed in coffee had better color stability than that in red wine.

The color changing mechanism of materials can be described by the water absorption³² and filler content, incomplete polymerization and the existence of air bubbles.³³ Thus, long immersion time might cause excessive water

absorption and shorten the lifetime of composite resins by expanding and plasticizing the resin components and producing microcracks at the filler and matrix interface resulting in stained or discolored provisional restorative materials.³⁰ The color change of provisional restorative materials depends on chemical and physical properties of materials.⁶ A research question remains as to which type of material has better color stability. Further studies of different materials such as polymethyl methacrylate, polyethyl methacrylate and other commercial Bis-acryl composite resins should be studied. Also, experiments including various types of surface sealant coating agents and analyzing the color stability after thermocycling that simulated the oral environment should be considered.

Conclusion

The effect of surface sealant coating agent on color stability of Luxacrown, a bis-acryl composite resin after immersing in different beverages at various immersion times was examined. Within the limitations of this study, it could be concluded that applying surface sealant coating agent helps improve the color stability of Bis-acryl composite resin, especially in a short period. Moreover, different beverages also affect the color stability of this material.

References

1. Rosenstiel SF, Land MF, Fujimoto J. Contemporary fixed prosthodontics. 5th ed: wlsevier health sciences; 2016:401-04.
2. Shillingburg HT, Sather DA, Wilson EL, Cain JR, Mitchell DL, Blanco LJ, et al. Fundamental of fixed prosthodontics. 4th ed. Chicogo:Quintessence;2012.
3. Gujjari AK, Bhatnagar VM, Basavaraju RM. Color stability and flexural strength of poly (methyl methacrylate) and bis-acrylic composite based provisional crown and bridge auto-polymerizing resins exposed to beverages and food dye: an *in vitro* study. Indian J Dent Res 2013;24(2):172-7.

4. Guler AU, Kurt S, Kulunk T. Effects of various finishing procedures on the staining of provisional restorative materials. *J Prosthet Dent* 2005;93(5):453-8.
 5. Turgut S, Bagis B, Ayaz EA, Ulusoy KU, Altintas SH, Korkmaz FM, et al. Discoloration of provisional restorations after oral rinses. *Int J Med Sci* 2013; 10(11):1503-9.
 6. Sham AS, Chu FC, Chai J, Chow TW. Color stability of provisional prosthodontic materials. *J Prosthet Dent* 2004;91(5):447-52.
 7. Doray PG, Li D, Powers JM. Color stability of provisional restorative materials after accelerated aging. *J Prosthodont* 2001;10:212-6.
 8. Sarac D, Sarac YS, Kulunk S, Ural C, Kulunk T. The effect of polishing techniques on the surface roughness and color change of composite resins. *J Prosthet Dent* 2006;96(1):33-40.
 9. Perez CdR, Hirata Jr R, Silva A, Sampaio E, Miranda M. Effect of a glaze/composite sealant on the 3-D surface roughness of esthetic restorative materials. *Oper Dent* 2009;34(6):674-80.
 10. Lowe RA. Using BisCover surface sealant/polish on direct and indirect composite and bisacrylic provisional restorations. *Compend Contin Educ Dent* 2004; 25(5):400-1.
 11. Bagheri R, Burrow M, Tyas M. Influence of food-simulating solutions and surface finish on susceptibility to staining of aesthetic restorative materials. *J Dent* 2005;33(5):389-98.
 12. Sulaiman TA, Suliman AA, Mohamed EA, Rodgers B, Altak A, Johnston WM. Optical properties of bisacryl, composite, ceramic resin restorative materials: An aging simulation study. *J Esthet Restor Dent* 2021; 33(6):913-8
 13. Gómez-Polo C, Muñoz MP, Luengo, MCL, Vicente P, Galindo P,Casado, AM. Comparison of two color-difference formulas using the Bland-Altman approach based on natural tooth color space. *J Prosthet Dent* 2016;115(4), 482-88.
 14. Kim JG, YU B, Lee YK. Correlation between color differences based on three color-difference formulas using dental shade guide tabs. *J Prosthet Dent* 2009;18(2):135-40.
 15. CIE Technical report: colorimeter commission internationale de l'eclairage CIE 15 3rd ed. Vienna: Bureau Central de la CIE2004.
 16. International Organization for Standardization. ISO/TR 28642 Dentistry—Guidance on color measurement. Geneva: International Organization for Standardization; 2011.
 17. Paravina RD, Ghinea R, Herrera LJ, Bona AD, Igiel C, Linninger M, et al. Color difference thresholds in dentistry. *J Esthet Restor Dent* 2015;27(Suppl 1):S1-9.
 18. Sahin O, Koroglu A, Dede DÖ, Yilmaz B. Effect of surface sealant agents on the surface roughness and color stability of denture base materials. *J Prosthet Dent* 2016;116(4):610-6.
 19. Borchers L, Tavassol F, Tschernitschek H. Surface quality achieved by polishing and by varnishing of temporary crown and fixed partial denture resins. *J Prosthet Dent* 1999;82(5):550-6.
 20. Maalhagh-Fard A, Wagner WC, Pink FE, Neme AM. Evaluation of surface finish and polish of eight provisional restorative materials using acrylic bur and abrasive disk with and without pumice. *Oper Dent* 2003;28(6):734-9.
 21. Macedo MGFP, Volpato CAM, Henriques BAPC, Vaz PCS, Silva FS, Silva CFCL. Color stability of a bis-acryl composite resin subjected to polishing, thermocycling, intercalated baths, and immersion in different beverages. *J Esthet Restor Dent* 2018; 30(5):449-56.
 22. Stober T, Gilde H, Lenz P. Color stability of highly filled composite resin materials for facings. *Dent Mater* 2001;17(1):87-94.
 23. Guler AU, Yilmaz F, Kulunk T, Guler E, Kurt S. Effects of different drinks on stainability of resin composite provisional restorative materials. *J Prosthet Dent* 2005;94(2):118-24.
-

24. Nagaviroj N, Kotnarin N, Kanchanavasita W. The effect of staining solutions on the color stability of the provisional restorative materials. *M Dent J* 2018;38(3): 309-318
25. Bravo L. Poly-phenols: chemistry, dietary sources, metabolism, and nutritional significance. *Nutr Rev* 1998;56(11):317-33.
26. Snyder LR, Kirkland JJ, Dolan JW. Introduction to modern liquid chromatography: John Wiley & Sons; 2011.
27. Um CM, Ruyter I. Staining of resin-based veneering materials with coffee and tea. *Quin Int* 1991;22(5):377-86.
28. Fernandes A, Oliveira J, Teixeira N, Mateus N, De Freitas V. A review of the current knowledge of red wine colour. *Oeno One* 2017;51(1):1-21.
29. Tanthanuch S, Kukiattrakoon B, Peerasukprasert T, Chanmanee N, Chaisomboonphun P, Rodklai A. The effect of red and white wine on color changes of nanofilled and nanohybrid resin composites. *Restor Dent Endod* 2016;41(2):130-6.
30. Erdemir U, Yıldız E, Eren MM . Effects of sports drinks on color stability of nanofilled and microhybrid composites after long- term immersion. *J Den* 2012; 40(Suppl 2):55-63.
31. Watts D. pH and time dependence of surface degradation in a compomer biomaterial. *J Dent Res* 1995;74:912.
32. Watts A, Addy M . Tooth discolouration and staining : a review of the literature. *Br Dent J* 2001;190(6):309-16.
33. Braden M, Clarke RL. Water absorption characteristics of dental microfine composite filling materials. I. Proprietary materials. *Biomaterials* 1984;5(6):369-72.

Corresponding Author

Noppavan Nagaviroj

Department of Prosthodontics,

Faculty of Dentistry, Mahidol University,

Ratchathewi, Bangkok, 10400.

Tel. : +66 2 200 7817-18

E-mail : noppavan.nag@mahidol.ac.th

ผลของสารเคลือบพื้นผิววัสดุทำครอบฟันชั่วคราว และชนิดเครื่องมือ ต่อเสถียรภาพสีวัสดุทำครอบฟันชั่วคราว

ธนิตา ศิริทัพ* วิชญ์ กาญจนะวสิต* นพวรรณท์ นาควิโรจน์*

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของสารเคลือบพื้นผิววัสดุทำครอบฟันชั่วคราวและสารละลายดัดสีต่อเสถียรภาพสีวัสดุทำครอบฟันชั่วคราว โดยเตรียมกลุ่มตัวอย่างรูปร่างแผ่นกลมจำนวน 96 ชิ้น ด้วยวัสดุทำครอบฟันชั่วคราวคือ ลักซาครอน แบ่งกลุ่มตัวอย่างเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 48 ชิ้น โดยการสุ่ม ในกลุ่มที่ 1 คือกลุ่มตัวอย่างที่ไม่ได้เคลือบด้วยสารเคลือบพื้นผิว และกลุ่มที่ 2 คือเคลือบผิวหน้าด้วยสารเคลือบพื้นผิว ลักซาทেম เกลซ แอนคิบอนด์ นำตัวอย่างในแต่ละกลุ่มแบ่งแช่ในเครื่องมือ 4 ชนิด (12 ชิ้นตัวอย่างต่อสารละลาย) คือ น้ำกลั่น ไวน์แดง กาแฟ และ ใค้ก เก็บกลุ่มตัวอย่างไว้ในตู้ควบคุมอุณหภูมิ วัดค่าสีด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ก่อนเริ่มการทดลอง และหลังการทดลองในวันที่ 7 30 และ 150 ตามลำดับ นำค่าจากการทดลองมาคำนวณหาค่าเสถียรภาพสี แล้วนำไปวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติการทดสอบความแปรปรวนแบบผสม ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มที่ 1 มีการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยเสถียรภาพสีมากกว่ากลุ่มที่ 2 เมื่อแช่ใน ไวน์แดง และ กาแฟ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กลุ่มตัวอย่างที่แช่ในกาแฟมีค่าสีที่เปลี่ยนแปลงไปน้อยกว่า กลุ่มตัวอย่างที่แช่ในไวน์แดงในทุกค่า การวัดผล ยกเว้น การวัดผลของกลุ่มที่ 1 ในวันที่ 150 หลังการทดลอง นอกจากนี้ยังพบว่าชนิดเครื่องมือที่แตกต่างกันส่งผลต่อกลุ่มตัวอย่างในทุกช่วงเวลาในการวัดผล กล่าวโดยสรุปคือ สารเคลือบพื้นผิว ชนิดเครื่องมือ และระยะเวลาที่แช่ตัวอย่าง มีผลต่อเสถียรภาพสีวัสดุทำครอบฟันชั่วคราว

คำิขรห้ส: วัสดุทำครอบฟันชั่วคราว/ เสถียรภาพสี/ เครื่องมือ/ สารเคลือบพื้นผิว

ผู้รับผิดชอบบทความ

นพวรรณท์ นาควิโรจน์

ภาควิชาทันตกรรมประดิษฐ์

คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

ราชเทวี กรุงเทพฯ 10400

โทรศัพท์ : 02 200 7817-18

จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ : noppavan.nag@mahidol.ac.th

The Comparison of The Micro Push-Out Bond Strength of AH Plus, Endosequence BC, and MTA Fillapex Sealers: A Laboratory and Finite Element Analysis Study

Tanintaraarj P* Nguyen TQ** Pholdee N*** Jainae A****

Abstract

This laboratory study aimed to evaluate the micro push-out bond strength of 3 sealers: AH Plus, Endosequence BC, and MTA Fillapex. The Finite Element Analysis (FEA) was built and estimated micro push-out bond strength to the laboratory. Thirty extracted single-rooted lower premolars were instrumented and divided into 3 groups. All root canals were obturated by warm vertical compaction technique using a match gutta-percha cone and 3 different sealers: AH Plus, Endosequence BC, and MTA Fillapex (n=10 roots/group). After 2 weeks incubation at 37°C and 100% humidity, three slices of 1±0.1 mm-thickness were cut 3 locations: coronal, middle and apical, for the push-out bond strength test. The failure mode of the sample was examined under 10x magnification. Three samples size 2x2x25 mm of each sealer were prepared and tested for modulus of elasticity, and then the FEA results analysis was created under ANSYS workbench. The micro push-out bond strength was analyzed using one-way ANOVA, and the correlation between the laboratory and FEA was evaluated by the Pearson correlation test. The significance was set at $p < 0.05$. Results of the laboratory test showed that AH Plus and Endosequence BC sealers had a superior micro push-out bond strength compared to the MTA Fillapex sealer ($p < 0.001$), but there was no statistically significant difference between the AH Plus and the Endosequence BC sealer ($p > 0.05$). For the FEA, AH Plus presented the highest maximum micro push-out bond strength at the coronal dentine, followed by Endosequence BC and MTA Fillapex sealer (2.48, 2.16 and 1.23 MPa, respectively). The same results were found at middle dentine (2.19, 2.09 and 0.70 MPa, respectively), and at apical dentine (1.72, 1.63 and 0.43 MPa, respectively). The micro push-out bond strength from the laboratory and FEA had highly positive relationship ($r = 0.869$). In conclusion, Endosequence BC exhibited a micro push-out bond strength comparable to AH Plus, surpassing MTA Fillapex sealer. The FEA test presented a highly positive correlation in micro push-out bond strength with laboratory testing.

Keywords: Calcium silicate-based sealer/ Epoxy resin-based sealer/ Finite element analysis/ Micro push-out bond strength/ Root canal sealer

Received: Feb 13, 2023

Revised: Dec 01, 2023

Accepted: Jan 03, 2024

Introduction

The primary purposes of endodontic treatment are to eliminate and prevent infection of the root canal system, which depends on debridement, shaping and obturation procedures. Gutta-percha cones are the first choice as filling material due to their suitable physical, chemical, and biological properties. However, gutta-percha does not bond to the root dentine, which works as a piston to pull sealer into the small and irregular spaces of the root canal system and attach to the root dentine surface.¹ AH Plus is an epoxy resin-based sealer, which has been widely used and considered the

standard sealer.^{2,3} AH Plus bonds to radicular dentine by forming a covalent bond with the collagen matrix.^{4,5} However, the moist environment of the root canal will affect the setting process, hence, the bond strength of AH Plus to the dentine wall will be decreased.^{6,7} The calcium silicate-based sealers have been developed to overcome the moist environment of the root canal. Endosequence BCTM (Brasseler, Savannah, GA, USA) and MTA Fillapex (Angelus, Londrina, PR, Brazil) are two of the most famous calcium silicate-based sealers in dental market. They presented an

* Dental Department, Kaeng Khoi Hospital, Amphur Kaeng Khoi, Saraburi.

** Faculty of Dentistry, Tra Vinh University, Tra Vinh, Viet Nam.

*** Sustainable and Infrastructure Research and Development Center, Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Khon Kaen University, Amphur Muang, Khon Kaen.

**** Department of Restorative Dentistry, Faculty of Dentistry, Khon Kaen University, Amphur Muang, Khon Kaen.

excellent flowing ability, releasing calcium ions and bonding to the dentine by a biomineralization process.⁸ Therefore, it is essential to compare the adhesion of these sealers to radicular dentine, which will provide new information for clinical choice.

The micro push-out test is a modification method that evaluates the bond strength of root canal filling materials. In this method, a loading force is applied on the root canal filling materials through a plunger until the dislodgement occurs.⁹ The plungers are placed on the center of root canal filling specimen, without making contact with the dentine wall. This method allows for evaluating the bond strength of the root canal filling materials and the failure mode of the bonding interface.^{10,11} However, the micro push-out bond strength test can be affected by various factors, including root canal anatomy, plunger diameter and sample thickness.^{9,11} In order to minimize the factors that affect the micro-push out test in individual tooth samples, the micro-computer is involved in tooth model creation for the Finite Element Analysis (FEA). FEA is an engineering method that is used to determine the stress distribution when a force is applied to a structure by the numerical analysis of complex structures based on their material properties. The fundamental principle of FEA involves dividing the problem domain into elements and connecting each element through a node.¹² FEA analysis is performed by creating a mesh that contains millions of small elements to form the shape of a structure.¹³ For the study of root canal therapy, FEA simulates and analyzes the stress within the root canal and on the root canal wall.¹⁴ FEA was also reported to simulate a push-out test by established 3 parameters: the diameter of the pin, the specimen's thickness, and the elastic modulus of the intracanal filler.⁹

This study aimed to determine the micro push-out bond strength of AH Plus, Endosequence BC, and MTA Fillapex to root dentine and evaluate the relationship between the laboratory and the FEA test. The null hypotheses tested were: (i) There was no difference in the micro push-out bond strength of three experimental sealers; (ii) There was no

correlation between the laboratory and the FEA test for micro push-out bond strength.

Materials and methods

Sample of study

Thirty-extracted lower premolar teeth with a length of at least 15 mm from Cemento-Enamel Junction (CEJ) to the root apex were used. After extraction, the teeth were stored in 0.1% thymol solution for disinfection. Then, the teeth were radiographed in mesiodistal and buccolingual directions to evaluate root canal curvature. Roots with a single-rooted canal and a curvature less than 5° according to Schneider's method were included.¹⁵

Instrumentation and obturation

The crowns were transversely sectioned 2 mm below the CEJ with a diamond saw (Isomet 1000, Buehler, Lake Bluff, NY, USA) at low speed under copious water cooling. To determine the working length, a K-file no.20 (SybronEndo, Orange, CA, USA) was inserted into the root canal until the tip of the file was observed at the apical foramen. The file was removed from the root canal, and the length of the file was measured using an endodontic ruler. Then, the working length was determined by subtracting 1 mm from the file's length. Thirty canals were prepared by WaveOne™ rotary instrument (Dentsply, Maillefer, Tulsa, Oklahoma, USA) to size 40/08. The canals were irrigated between each file with 5 ml of 2.5% NaOCl. To remove the smear layer, the root canals were irrigated with 5 ml of 17% EDTA followed by 5 ml of 2.5% NaOCl. The teeth were randomly divided into three groups (n=10). Then, the canals were filled using a match gutta-percha cone (Large Wave One™ obturation, Dentsply, Maillefer, Tulsa, Oklahoma, USA) and warm vertical compaction technique with one of 3 kinds of sealer.

Group 1: The canals were obturated by gutta-percha cone and AH Plus™ Jet (Dentsply Maillefer, Tulsa, Oklahoma, USA)

Group 2: The canals were obturated by gutta-percha cone and Endosequence BC™ (Brasseler, Savannah, GA, USA)

Group 3: The canals were obturated by gutta-percha cone and MTA Fillapex (Angelus, Londrina, PR, Brazil)

Sealers were prepared according to manufacturers' instructions. AH Plus™ was mixed using the AH Plus Jet mixing system with the intraoral tip. MTA Fillapex came with auto mix syringe while Endosequence BC™ was a ready mixed sealer (Table 1). The sealer was inserted into the canal using a K-file no.40, the master cone was also lightly coated

with sealer and seated to working length in a slow plunging motion. The main cone was cut until 4 mm left at apical with System B endodontic cordless unit (SybronEndo, Orange, CA, USA) and filled up the rest of the canal with thermoplasticised gutta percha with System B endodontic cordless fill unit (SybronEndo, Orange, CA, USA).

Table 1 Root canal sealers used in this study, with their respective manufacturer, composition and batch number.

Sealer (Manufacturer)	Composition	Batch number
AH Plus (Dentsply Maillefer, Tulsa, Oklahoma, USA)	Paste A: Bisphenol-F epoxy resin, calcium tungstate, zirconium oxide, silica, iron oxide, pigments Paste B: Dibenzylidiamine, aminoadamantane, tricyclodecanediamine, calcium tungstate, zirconium oxide, silica, silicone oil	0705000020 
Endosequence BC (Brasseler, Savannah, GA, USA)	Zirconium oxide, filler, calcium silicates, calcium phosphate, calcium hydroxide, thickening agents	15223-1 
MTA Fillapex (Angelus, Londrina, PR, Brazil)	Salicylate resin, resin diluent, natural resin, bismuth oxide, silica nanoparticles, MTA, pigments	16832 

Preparation of samples for micro push-out bond strength testing

After the obturation process, all roots were radiographed at labiolingual and mesiodistal directions to verify the quality of root canal filling. The canal orifices were restored with Cavit (3M ESPE, Seefeld, Germany). All samples were placed at 37°C in 100% humidity for 2 weeks to allow for complete setting of root canal sealers. Then, each root was sectioned perpendicular to the long axis at 2 mm (apical), 7 mm (middle) and 12 mm (coronal) from the apex using a diamond saw (Isomet 1000, Buehler, Lake Bluff, NY, USA) under continuous water cooling. The thickness of the root sections was 1 ± 0.1 mm. Thirty slices per group were tested for micro push-out bond strength.

The micro push-out bond strength testing

Each root section was mounted on a rigid metal plate with the apical side facing to the plunger. The root canal was centered above an opening hole of the metal plate to allow the filling material to fall from the canal. The micro push-out test was performed by applying a compressive load to the apical side of each section by using plungers. The diameter of plungers was selected according to the root canal diameter of the slice: 0.8 mm for the coronal dentine, 0.5 mm for the middle dentine and 0.3 mm for the apical dentine section (Figure 1). The micro push-out bond strength was measured using a universal testing machine (LR30K, Ametek Inc, Pennsylvania, USA) with a crosshead speed of 0.5 mm/min. The maximum force (F-max) was recorded in Newton (N) and transformed to Mega-Pascal (MPa) according to the following equation:

The micro push-out bond strength (MPa) = $F_{\max} / A$
 A was sealer adhesion area in mm^2 , which was calculated using the following equation:

$$A = \pi(R + r) [h^2 + (R - r)^2]^{0.5}$$

$\pi = 3.14$; R = radius of the canal in the coronal side; r = radius of the canal in the apical side; h = height of the specimen.¹⁶ The radius of the coronal and apical sides in each specimen was measured under the stereomicroscope (Olympus, Tokyo, Japan).

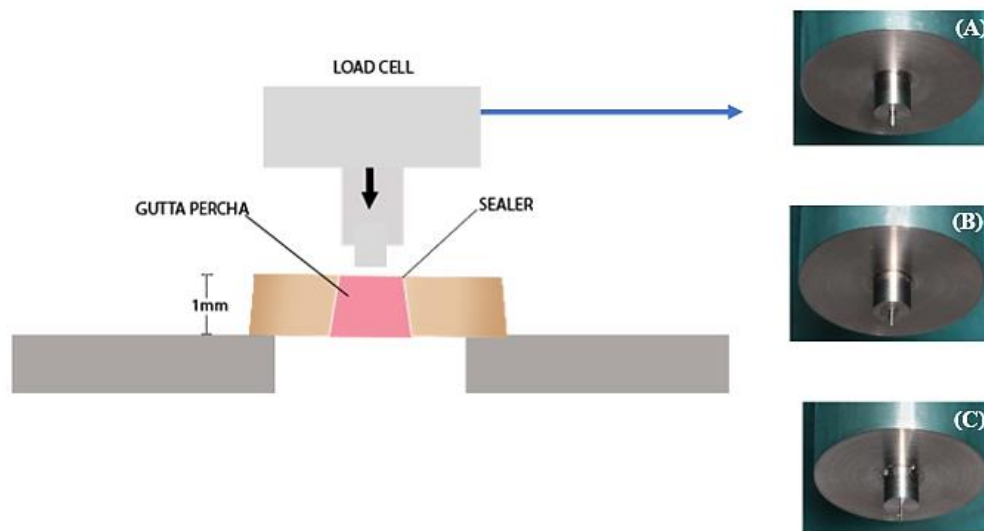


Figure 1 The illustration of micro push-out bond strength testing. The root section was affixed onto a rigid metal plate, with the apical side oriented towards the plunger. The plunger was positioned at the center of the root canal (left image). Plunger diameters were chosen as follows: 0.8 mm for coronal dentine (A), 0.5 mm for middle dentine (B) and 0.3 mm for apical dentine section (C) (right image).

After the laboratory test, the root section was evaluated with a stereomicroscope at 10x magnification to detect the failure mode between the filling material and the root canal wall.¹⁷ The failure mode was classified as follows: cohesive, adhesive, or mixed.

- Adhesive: The sealer was totally removed from the root canal dentine wall.
- Cohesive: The fracture occurred within the material, with the sealer covering the dentine.
- Mixed: Mode was a combination of two kinds of failure: adhesive and cohesive.

Young's modulus and Poisson's ratio

Nine bar shape specimens were prepared using stainless steel mold with the dimensions 25x2x2 mm according to ISO4049/2000¹⁸ from the AH Plus, Endosequence BC and MTA Fillapex sealer. After specimens were set, they were removed from the mold and stored at 37°C and 95% humidity

for 2 weeks to allow complete setting. The three-point bending test was prepared using the universal testing machine (LR30K, Ametek Inc, Pennsylvania, USA) with a crosshead speed of 0.5 mm/min and the load cell set at 50N for maximum load. The maximum values were recorded in Newton (N), and Young's modulus was determined as follows:

$$E = FL^3 / 4bH^3d$$

Where F was the maximum load; L was the distance between the support; b was the width of the specimen; H was the height of the specimen; d was the deflection corresponding to load F.¹⁹

The Poisson's ratio was calculated as the transverse to the longitudinal strain, derived from the model validation from the ANSYS workbench program in FEA.

Finite element analysis

A three-dimensional sample of a lower premolar tooth was created from a Micro CT scan (Skyscan Micro-CT, Kontich, Belgium) and sectioned into 1 mm-thick slices perpendicular to the longitudinal axis of the root, corresponding to the laboratory preparation level. The FEA models consisted of root dentine, sealer, and gutta-percha. The simulation model had a thickness of 1 mm, with an additional 0.01 mm layer of endodontic sealer. The FEA model was fixed at the outermost of the root dentine surface,

and the nodal force was applied only to endodontic materials.

In the FEA analysis, Young's modulus and Poisson's ratio of the sealers were determined through a three-point bending test, while the values for dentine and gutta-percha were derived from a previous study (Table 2).²⁰ The FEA results were presented in terms of the maximum shear stress area within the sample considered as a push-out test since this test is modified from the punch shear test as its more suitable test for evaluating the bond strengths of intracanal filling materials.²¹

Table 2 Young's modulus and Poisson's ratio

Materials	Young's modulus (GPa)	Poisson's ratio (V)
AH Plus	0.48*	0.1*
Endosequence BC	0.44*	0.1*
MTA Fillapex	0.12*	0.1*
Dentine	18.6**	0.31**
Gutta-percha	0.074-0.079**	0.45**

* From the laboratory, **From a study of Belli et al, 2014²⁰

Correlation between laboratory and FEA test

The means of the micro push-out bond strength of 3 experimental sealers in 3 regions (coronal, middle and apical) were utilized to establish a comparison and determine their correlation with the FEA test results through the Pearson correlation test.

Statistical analysis

Homogeneity and normality of data were tested by Levene's and Kolmogorov-Smirnov's tests. The outcome data of the micro push-out test were analyzed statistically by one-way analysis of variance (ANOVA). The correlation between the laboratory and FEA findings was examined using the Pearson correlation test. The level of statistical significance was set at $\alpha=0.05$.

Results

Micro push-out bond strength (Laboratory)

The mean values of micro push-out bond strength (in MPa) for each group were found in Table 3, which presented a comparison among different sealers. The laboratory tests revealed that AH Plus sealer exhibited the highest mean push-out bond strength across all three root regions. In contrast, MTA Fillapex sealer demonstrated significantly lower micro push-out bond strength than AH Plus and Endosequence BC sealers in all three root regions ($p<0.001$). Nevertheless, no statistically significant difference was observed between AH Plus and Endosequence BC sealers ($p>0.05$) in any of the three root regions (Table 3).

Table 3 Micro push-out bond strength in the laboratory

Group (N=30)	Micro push-out bond strength (MPa) in laboratory test		
	Coronal (n=10) (Mean $\pm$ SD)	Middle (n=10) (Mean $\pm$ SD)	Apical (n=10) (Mean $\pm$ SD)
AH Plus	1.22 ^a $\pm$ 0.14	0.61 ^a $\pm$ 0.10	0.39 ^a $\pm$ 0.04
Endosequence BC	1.13 ^a $\pm$ 0.18	0.56 ^a $\pm$ 0.06	0.37 ^a $\pm$ 0.08
MTA Fillapex	0.50 ^b $\pm$ 0.08	0.19 ^b $\pm$ 0.06	0.16 ^b $\pm$ 0.06
p-value	< 0.001	< 0.001	< 0.001

Groups with different superscript letters indicate a statistically significant difference within the same column ($p<0.001$).

Micro push-out bond strength (FEA)

The FEA test results indicated that AH Plus exhibited the highest micro push-out bond strength (MPa) among the three root regions, while MTA Fillapex displayed the lowest bond strength, as detailed in Table 4 and Figure 2, Figure 3, and Figure 4.

Correlation between laboratory and FEA test

The Pearson correlation test assessed the correlation between the laboratory and the FEA test results. The findings demonstrated a highly positive relationship between both tests, with a correlation coefficient of $r=0.869$ and a significance level of $p<0.001$.

Table 4 The maximum and minimum micro push-out bond strength in the FEA.

Group	Micro push-out bond strength (MPa) in FEA		
	Coronal (Maximum / Minimum)	Middle (Maximum / Minimum)	Apical (Maximum / Minimum)
AH Plus	2.48 / 0.01	2.16 / 0.01	1.23 / 0.005
Endosequence BC	2.19 / 0.003	2.09 / 0.003	0.70 / 0.001
MTA Fillapex	1.72 / 0.005	1.63 / 0.005	0.43 / 0.001

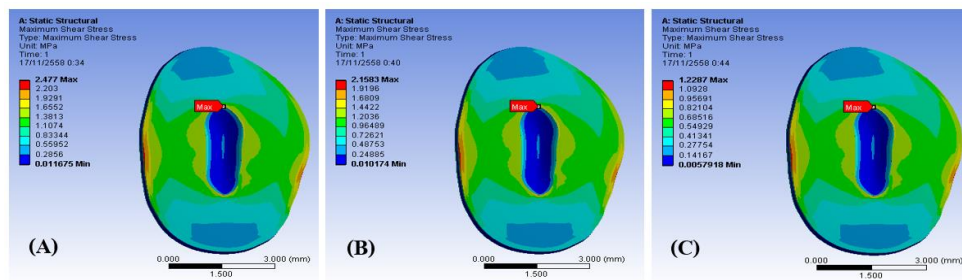


Figure 2 The maximum and minimum shear stress (MPa) in FEA at coronal in the AH Plus (A) Endosequence BC (B) and MTA Fillapex (C).

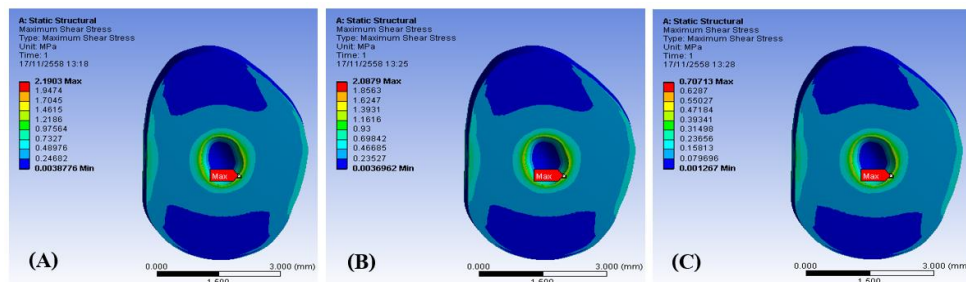


Figure 3 The maximum and minimum shear stress (MPa) in FEA at middle in the AH Plus (A) Endosequence BC (B) and MTA Fillapex (C).

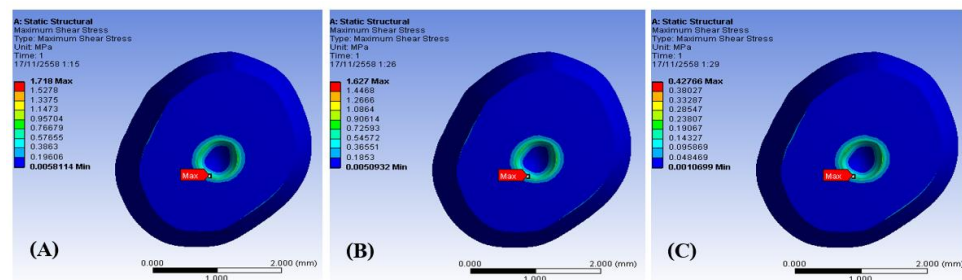


Figure 4 The maximum and minimum shear stress (MPa) in FEA at apical in the AH Plus (A) Endosequence BC (B) and MTA Fillapex (C).

Failure mode

A stereo microscope at 10x magnification was used to examine the failure mode of sealers. The failure mode of the AH Plus and Endosequence BC sealers showed predominantly cohesive failure (AH Plus; coronal dentine 50%, middle dentine 50% and apical dentine 70%,

Endosequence BC; coronal dentine 60%, middle dentine 60% and apical dentine 80%). In contrast, the MTA Fillapex sealer showed mostly adhesive failure (100% at coronal dentine, 80% at middle dentine and 80% at apical dentine) at the dentine-sealer interface (Figure 5).

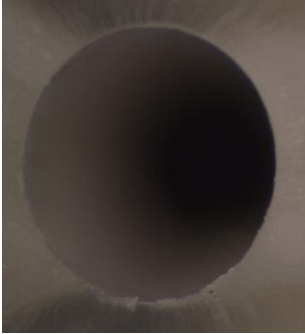
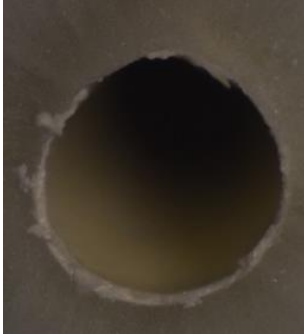
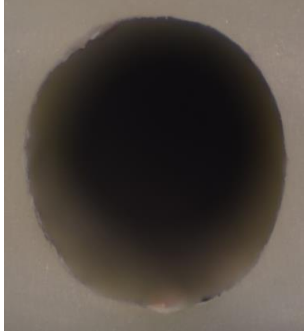
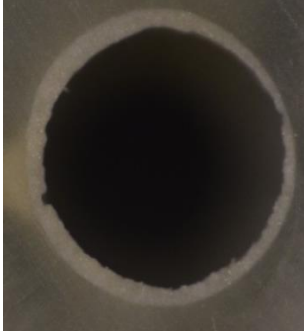
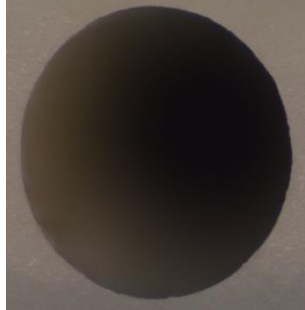
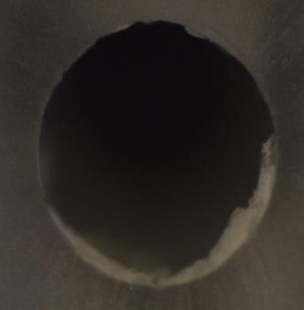
Group	Failure		
	Adhesive failure	Cohesive failure	Mix failure
AH Plus	 Coronal 30%, Middle 40%, Apical 30%	 Coronal 50%, Middle 50%, Apical 70%	 Coronal 20%, Middle 10%, Apical 0%
Endosequence BC	 Coronal 40%, Middle 30%, Apical 20%	 Coronal 60%, Middle 60%, Apical 80%	 Coronal 0%, Middle 10%, Apical 0%
MTA Fillapex	 Coronal 100%, Middle 80%, Apical 80%	 Coronal 0%, Middle 10%, Apical 20%	 Coronal 0%, Middle 10%, Apical 0%

Figure 5 The failure mode of sealers at 10x magnification at coronal, middle and apical sections in percentage.

Discussion

This study compared the micro push-out bond strength of 3 kinds of root canal sealer and found a correlation between laboratory and FEA tests. According to the results obtained, the null hypothesis tests were rejected, as the one-way ANOVA and the Pearson correlation test confirmed differences in the micro push-out bond strength among three experimental sealers and a correlation between the laboratory and FEA.

The morphology of root canals varies among tooth type and location. In this study, the anatomic features of the lower premolar root canals were standardized by a proper radiographic examination performed in mesiodistal and buccolingual directions. Furthermore, we used the straight or slight curvature root to eliminate the influence of canal curvature. A large rotary file was used to complete the shaping process to create a round canal, replacing the ones with large oval canals or flattened roots. Importantly, the three different punch sizes were used according to the canal size: 0.8 mm for coronal dentine, 0.5 mm for middle dentine and 0.3 mm for apical dentine. The same punch size to the root canal wall was crucial to cover all the test material and reduce the excessive force surrounding the canal wall.

The AH Plus sealer showed the highest micro push-out bond strength at three regions of all experimental sealers. This study's result corroborates with previous reports.²²⁻²⁵ AH Plus shows good flow and adequate setting time, allowing it to penetrate the dentinal tubules and lateral canals.²³ Besides, AH Plus can create a covalent bond with amino groups of collagens in root dentine. These phenomena will increase the bond strength and improve the sealing ability by mechanical interlocking.^{26,27} Similar results were also found in previous studies, which confirmed that the push-out bond strength of the AH Plus sealer was higher than other sealers.^{28,29} In this study, although a higher micro push-out bond strength was found in the AH Plus sealer, there was no statistical difference between the AH Plus and Endosequence BC sealer ($p>0.05$). Previous study also reported no significant difference in push-out bond strength of the AH Plus and the Endosequence BC.³⁰ However, some authors

found the opposite results when they concluded that Bioceramic-based sealer presented a superior bonding force compared to AH Plus sealer. Endosequence BC can release calcium hydroxide and interact with phosphate in the dentine wall to form a hydroxyapatite layer on the canal wall and improve the bond strength.^{31,32}

MTA Fillapex sealer showed the lowest micro push-out bond strength with a statistically significant difference from the AH Plus and Endosequence BC sealer ($p<0.001$). The low bond strength can be explained by short resin tag formation in dentinal tubules and a high shrinkage rate during the setting process.²⁴ Previous studies confirmed that MTA Fillapex presented the lowest bond strength to the root canal wall.^{6,24,25,31,33,34} A weak bonding between the MTA Fillapex and dentine wall resulted from the composition of this sealer. The salicylate resin is added to the MTA in a ratio of 1:1, which allows MTA to be used as a root canal sealer.³⁵ The high percentage of salicylate resin in MTA Fillapex is responsible for its properties, such as long setting and working times, excessive flowability, and solubility. The decrease in volume following the setting time is found in salicylate-containing root canal sealers.^{35,36} This shrinkage will lead to the formation of short sealer tags in the dentinal tubules and increase the risk of sealer detachment from the root surface.³⁷

The comparisons in the root sections showed the highest micro push-out bond strength at the coronal region, followed by the middle and at least in the apical part with a statically different ($p<0.001$) (Table 3). The reason for this finding may be the dentinal tubules are greater and denser in the coronal region.³⁸ In the apical area, the root canal exhibits a narrower diameter, resulting in diminished smear layer removal.³⁹ Conversely, the ease of removing the smear layer, combined with larger tubule dimensions in the coronal dentine, can improve the depth and percentage of sealer penetration into the dentinal tubules when compared to the middle and apical dentine.⁴⁰⁻⁴² This improvement will increase the adhesion ability of the sealer to the root canal wall and prevent the dislodgement of the material filling in the root canal.

Enhancing the bonding interface between sealer and dentine wall is always the crucial goal in development process of sealer. A high bonding will reduce the risk of creating root canal gaps. In this study, AH Plus and Endosequence BC sealers showed predominantly cohesive failure. In comparison, MTA Fillapex sealer showed that the most common failure mode was adhesive failure in the dentine-sealer interface. This phenomenon could be explained by a difference in micro push-out bond strength of 3 kinds of sealer. MTA Fillapex illustrated the lowest bond strength, so bond failure was usually present in the dentine-sealer interface because the low push-out bond strength corresponded with adhesive failure and dislodgement at the dentine-sealer interface.^{43,44} AH Plus and the Endosequence BC presented a superior bond strength to the dentine wall, therefore the bond failure usually occurred in the gutta-percha cone-sealer interface.^{4,28,45,46}

In root canal treatment, if endodontic materials have a modulus of elasticity similar to dentine (10-20 GPa), a monoblock unit can be created in the root canal system.⁴⁷ The monoblock unit can prevent stress concentration at their interfaces, reinforce root and reduce tooth fracture in the masticatory and restorative procedure.⁴⁸⁻⁵¹ Gutta-percha and sealers have been accepted as the standard material in endodontics, so sealers should have the same physical properties as dentine. However, no information has been available for the modulus elasticity of the AH Plus, Endosequence BC and MTA Fillapex sealers. In this study, the three-point bending test showed that the modulus of elasticity in the AH Plus, Endosequence BC and MTA Fillapex sealers were 0.48, 0.44 and 0.12 GPa, respectively. The modulus of elasticity of experimental sealers was much lower than dentine (18.6 GPa) but relatively higher than gutta-percha (0.074-0.079 GPa).²⁰ The modulus of elasticity of root canal filling and sealer should be close to dentine to distribute stress and prevent root susceptibility to fracture.⁵² Therefore, with a relatively low modulus of elasticity of the three sealers, these would not be able to resist fracture of root dentine. Poisson's ratio is a mechanical parameter describing

the material's elasticity property. In the laboratory, it has a value between 0.0-0.5. The model validation of three sealers showed a Poisson's ratio value of 0.1 and correlated to the brittle material.⁵³ Therefore, the monoblock concept of root canal filling to enhance fracture properties of root dentine has been questioned.⁵⁴

In this study, the results of the FEA test were higher than in a laboratory. FEA was a computerized simulating program that could define a specific position, direction, and magnitude of the force with no confounding factor.⁵⁵ However, the relationship between the micro push-out bond strength from the laboratory and FEA with Pearson correlation had a strong positive relationship ($r=0.869$ and $p<0.001$). With the high correlation, the FEA test can possibly substitute laboratory study for evaluating new material micro push-out bond strength by adding Young's modulus and Poisson's ratio of each new material. The advantages of the FEA method not only help eliminate the limitations of laboratory tests, such as the variability of root canal samples and technique sensitivity of laboratory study, but also reduce cost and time in laboratory work. Although FEA is a useful and multifunctional technique, it has some limitations. The precise simulation of the structure of teeth remained a challenge for FEA. Furthermore, most of FEA experiments, this could assume that the distribution of forces on the canal surface is uniform.⁵⁶ The FEA technique is not clinically applicable compared with the conventional laboratory study.

Conclusion

In the confines of this in-vitro study, the findings indicated that Endosequence BC exhibited a comparable micro push-out bond strength to AH Plus, surpassing MTA Fillapex sealer. Consequently, Endosequence BC emerged as a superior choice for root canal treatment. Additionally, FEA proved a valuable tool for assessing the push-out bond strength of root canal filling materials, given its strong correlation with laboratory testing.

Clinical relevance

Endosequence BC sealer should be regarded as superior material options, particularly due to their high micro push-out bond strength to root dentine, effectively mitigating factors contributing to post-treatment failure.

Acknowledgements

The study was supported by the Graduate School, Faculty of Dentistry, Khon Kaen University.

References

1. Ørstavik D. Materials used for root canal obturation: technical, biological and clinical testing. *Endod Topic* 2005;12(1):25-38.
2. Assmann E, Scarparo RK, Böttcher DE, Grecca FS. Dentine bond strength of two mineral trioxide aggregate-based and one epoxy resin-based sealers. *J Endod* 2012;38(2):219-21.
3. Hergt A, Wiegand A, Hulsman M, Rodig T. AH Plus root canal sealer -An updated literature review. *Quintessenz* 2015;9(4):245-65.
4. Ersahan S, Aydin C. Dislocation resistance of iRoot SP, a calcium silicate-based sealer, from radicular dentine. *J Endod* 2010;36(12):2000-02.
5. Fisher MA, Berzins DW, Bahcall JK. An *in vitro* comparison of bond strength of various obturation materials to root canal dentine using a push-out test design. *J Endod* 2007;33(7):856-58.
6. Nagas E, Uyanik MO, Eymirli A, Cehreli ZC, Vallittu PK, Lassila LVJ, et al. Dentine moisture conditions affect the adhesion of root canal sealers. *J Endod* 2012;38(2):240-44.
7. Roggendorf MJ, Ebert J, Petschelt A, Frankenberger R. Influence of moisture on the apical seal of root canal fillings with five different types of sealer. *J Endod* 2007;33(1):31-3.
8. Xuereb M, Vella P, Damidot D, Sammut CV, Camilleri J. In situ assessment of the setting of tricalcium silicate-based sealers using a dentine pressure model. *J Endod* 2015;41(1):111-24.
9. Chen WP, Chen YY, Huang SH, Lin CP. Limitations of push-out test in bond strength measurement. *J Endod* 2013;39(2):283-87.
10. Dem K, Wu Y, Kaminga AC, Dai Z, Cao X, Zhu B. The push out bond strength of polydimethylsiloxane endodontic sealers to dentine. *BMC Oral Health* 2019;19(1):181.
11. De-Deus G, Souza EM, Silva EJNL, Belladonna FG, Simões-Carvalho M, Cavalcante DM, et al. A critical analysis of research methods and experimental models to study root canal fillings. *Int Endod J* 2022; 55(Suppl 2):384-445.
12. Ahmadian L, Arbabi R, Kashani J. Compression of stress distribution in pull out and push out bond strength test set ups: a 3-D finite element stress analysis. *Int J Prosthodont* 2013;4(1):1-9.
13. Brush K. [Internet]. Finite element analysis (FEA). Available from: URL: <https://www.techtarget.com/searchsoftwarequality/definition/finite-element-analysis-FEA>.
14. Hu T, Cheng R, Shao M, Yang H, Zhang R, Gao Q, et al. Application of finite element analysis in root canal therapy. In: Moratal D, editor. *Finite Element Analysis*. London: IntechOpen; 2010. 99-120.
15. Schneider SW. A comparison of canal preparations in straight and curved root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1971;32(2):271-75.
16. Khurana N, Chourasia HR, Singh G, Mansoori K, Nigam AS, Jangra B. Effect of drying protocols on the bond strength of bioceramic, MTA and Resin-based sealer obturated teeth. *Int J Clin Pediatr Dent* 2019;12(1):33-6.
17. Tedesco M, Felipe MCS, Felipe WT, Alves AMH, Bortoluzzi EA, Teixeira CS. Adhesive interface and bond strength of endodontic sealers to root canal dentine after immersion in phosphate-buffered saline. *Microsc Res Tech* 2014; 77(12):1015-22.

18. International Standard. ISO 4049/2000 Dentistry-Polymer-Based Filling, Restorative and Luting Materials. 3rd Switzerland; 2000.
19. Balos S, Puskar T, Potran M, Milekic B, Koprivica DD, Terzija JL, et al. Modulus, strength and cytotoxicity of PMMA-silica nanocomposites. *Coatings* 2020;10(6):583.
20. Belli S, Olcay K, Akbulut MB, Guneser MB, Eraslan O, Eskitaçcaoaylu G. Are dentine posts biomechanically intensive?: A laboratory and FEA study. *J Adhes Sci Technol* 2014;28(4):2365-77.
21. Goracci C, Tavares AU, Fabianelli A, Monticelli F, Raffaelli O, Cardoso PC, et al. The adhesion between fiber posts and root canal walls: Comparison between microtensile and push-out bond strength measurements. *Eur J Oral Sci* 2004;112(4):353-61.
22. Sagsen B, Ustün Y, Demirbuga S, Pala K. Push-out bond strength of two new calcium silicate-based endodontic sealers to root canal dentine. *Int Endod J* 2011;44(12):1088-91.
23. Lee KW, Williams MC, Camps JJ, Pashley DH. Adhesion of endodontic sealers to dentine and gutta-percha. *J Endod* 2002;28(10):684-88.
24. Baechtold MS, Mazaro AF, Crozeta BM, Leonardi DP, Tomazinho FSF, Baratto-Filho F, et al. Adhesion and formation of tags from MTA Fillapex compared with AH Plus[®] cement. *RSBO [Internet]* 2014;11(1):71-6. Available from: http://revodonto.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1984-56852014000100011
25. Gurgel-Filho ED, Leite FM, Lima JB, Montenegro JPC, Saavedra F, Silva EJNL. Comparative evaluation of push-out bond strength of a MTA-based root canal sealer. *Braz J Oral Sci* 2014;13(2):114-17.
26. Mamootil K, Messer HH. Penetration of dentinal tubules by endodontic sealer cements in extracted teeth and *in vivo*. *Int Endod J* 2007;40(11):873-81.
27. Weis MV, Parashos P, Messer HH. Effect of obturation technique on sealer cement thickness and dentinal tubule penetration. *Int Endod J* 2004;37(10):653-63.
28. Donnermeyer D, Dornseifer P, Schäfer E, Dammaschke T. The push-out bond strength of calcium silicate-based endodontic sealers. *Head Face Med* 2018;14(1):13.
29. Yap WY, CheAb AZA, Azami NH, Al-Haddad AY, Khan AA. An in vitro comparison of bond strength of different sealers/obturation systems to root dentine using the push-out test at 2 weeks and 3 months after obturation. *Med Princ Pract* 2017;26(5):464-69.
30. Shokouhinejad N, Gorjestani H, Nasseh AA, Hoseini A, Mohammadi M, Shamshiri AR. Push-out bond strength of gutta-percha with a new bioceramic sealer in the presence or absence of smear layer. *Aust Endod J* 2011;39(3):102-06.
31. Delong C, He J, Woodmansey KF. The effect of obturation technique on the push-out bond strength of calcium silicate sealers. *J Endod* 2015;41(3):385-88.
32. Al-Hiyasat AS, Alfirjani SA. The effect of obturation techniques on the push-out bond strength of a premixed bioceramic root canal sealer. *J Dent [Internet]* 2019;89:103169. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31326527/>
33. Madhuri GV, Varri S, Bolla N, Mandava P, Akkala LS, Shaik J. Comparison of bond strength of different endodontic sealers to root dentine: An *in vitro* push-out test. *J Conserv Dent* 2016;19(5):461-64.
34. Abada HM, Farag AM, Alhadainy HA, Darrag AM. Push-out bond strength of different root canal obturation systems to root canal dentine. *Tanta Dental Journal* 2015;12(3):185-91.
35. Vitti RP, Prati C, Sinhorette MAC, Zanchi CH, Souza ESMG, Ogliari FA, et al. Chemical-physical properties of experimental root canal sealers based on butyl ethylene glycol disalicylate and MTA. *Dent Mater* 2013;29(12):1287-94.
36. Prado MC, Carvalho NK, Vitti RP, Ogliari FA, Sassone LM, Silva EJNL. Bond strength of experimental root canal sealers based on MTA and butyl ethylene glycol disalicylate. *Braz Dent J* 2018;29(2):195-201.
37. Amoroso-Silva PA, Guimarães BM, Marciano MA, Duarte MAH, Cavenago BC, Ordinola-Zapata R, et al. Microscopic analysis of the quality of obturation and physical properties of MTA Fillapex. *Microsc Res Tech* 2014;77(12):1031-36.

38. Kuci A, Alacam T, Yavas O, Ergul-Ulger Z, Kayaoglu G. Sealer penetration into dentinal tubules in the presence or absence of smear layer: A confocal laser scanning microscopic study. *J Endod* 2014;40(10):1627-31.
39. Chandra SS, Shankar P, Indira R. Depth of penetration of four resin sealers into radicular dentinal tubules: A confocal microscopic study. *J Endod* 2012;38(10):1412-16.
40. Piai GG, Duarte MAH, Nascimento AL, Rosa RA, Marcus-Vinicius RS, Vivan RR. Penetrability of a new endodontic sealer: A confocal laser scanning microscopy evaluation. *Microsc Res Tech* 2018;81(11):1246-49.
41. Ortiz-Blanco B, Sanz JL, Llena C, Lozano A, Forner L. Dentine sealing of calcium silicate-based sealers in root canal retreatment: A confocal laser microscopy study. *J Funct Biomater* 2022;13(3):114.
42. Lemos AF, Vertuan GS, Weissheimer T, Michel CHT, Só GB, Rosa RA, et al. Evaluation of the dentinal tubule penetration of an endodontic bioceramic sealer after three final irrigation protocols. *J Res Dent* 2022;10(1): 14-9.
43. Sonmez IS, Sonmer D, Almaz ME. In vitro evaluation of apical microleakage of a new MTA-based sealer. *Eur Arch Paediatr Dent* 2012;13(5):252-55.
44. Orhan EO, Irmak Ö, Mumcu E. Evaluation of the bond strengths of two novel bioceramic cement using a modified thin-slice push-out test model. *Int J Appl Ceram Technol* 2019;16(5):1998-2005.
45. Jainaen A, Palamara JEA, Messer HH. Push-out bond strengths of the dentine-sealer interface with and without a main cone. *Int Endod J* 2007;40(11):882-90.
46. Gade VJ, Dilip Belsare L, Patil S, Bhede R, Gade JR. Evaluation of push-out bond strength of endosequence BC sealer with lateral condensation and thermoplasticized technique: An *in vitro* study. *J Conserv Dent* 2015;18(2):124-27.
47. Kinney JH, Balooch M, Marshall GW, Marshall SJ. A micromechanics model of the elastic properties of human dentine. *Arch Oral Biol* 1999; 44(1):813-22.
48. Sidoli GE, King PA, Setchell DI. An *in vitro* evaluation of a carbon fiber-based post and core system. *J Prosthet Dent* 1997;78(1):5-9.
49. Cheung W. A review of the management of endodontically treated teeth: Post, core and the final restoration. *J Am Dent Assoc* 2005;136(5):611-19.
50. Dalat DM, Spangberg LSW. Effect of post preparation on the apical seal of teeth obturated with plastic thermafil obturators. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1993;76(6):760-65.
51. Saunders EM, Saunders WP, Rashid MYA. The effect of post space preparation on the apical seal of root fillings using chemically adhesive materials. *Int Endod J* 1991;24(2):51-7.
52. Sidoli GE, King PA, Setchell DI. An *in vitro* evaluation of a carbon fiber-based post and core system. *J Prosthet Dent* 1997;78(1):5-9.
53. Mott PH, Roland CM. Limits to Poisson's ratio in isotropic materials-general result for arbitrary deformation. *Physica Scripta* 2013;87(5):055404.
54. Jainaen A, Palamara JEA, Messer HH. The effect of resin-based sealers on fracture properties of dentine. *Int Endod J* 2009;42(2):136-43.
55. Soares JC, Versluis A, Valdivia ADCM, Bicalho AA, Verissimo C, Barreto BCF, et al. Finite element Analysis in Dentistry - Improving the quality of oral health care. In: Moratal D, editor. *Finite Element Analysis - From Biomedical Applications to Industrial Developments*. London: InTechOpen; 2012. 25-56.
56. Uzunoglu-Özyürek E, Küçükaya-Eren S, Eraslan O, Belli S. Critical evaluation of fracture strength testing for endodontically treated teeth: A finite element analysis study. *Restor Dent Endod* 2019;44(2): e15

Corresponding Author

Angsana Jainaen

Department of Restorative Dentistry,

Faculty of Dentistry, Khon Kaen University

Amphur Muang, Khon Kaen, 40002.

Tel. : +66 43 202 405 #45143

Fax : +66 43 202 862

E-mail : angjai@kku.ac.th

การเปรียบเทียบค่าความแข็งแรงกดออกกระดับ จุลภาคของซิลเลอ์ชนิดเอเอชพลัส เอ็นโคชีเควนซ์บีซี และเอ็มทีเอฟอีเอเพ็กในห้องปฏิบัติการและการ วิเคราะห์ด้วยระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์

ประภัศรา ทันทินทรอาจ* Nguyen Thanh Quang** ณัฐวิวัฒน์ พลดี*** อังสนา ใจแน่น****

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการศึกษาเพื่อประเมินผลค่าความแข็งแรงกดออกกระดับจุลภาคทางห้องปฏิบัติการระหว่างซิลเลอ์ 3 ชนิด ได้แก่ เอเอชพลัส เอ็นโคชีเควนซ์บีซี และเอ็มทีเอฟอีเอเพ็ก และสร้างแบบจำลองระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ เพื่อประเมินความสัมพันธ์ของค่าความแข็งแรงกดออกกระดับจุลภาคทางห้องปฏิบัติการ โดยใช้ฟันกรามน้อยล่างรากเดียว 30 ซี่ เตรียมคลองรากฟันและอุดด้วยแมทกิตตาเพอร์ชา คอนร่วมกับวิธีวอร์มเวอร์ติคอลลคอมแพคชั่น แบ่งเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มละ 10 ซี่ อุดด้วยซิลเลอ์ 3 ชนิด ได้แก่ เอเอชพลัส เอ็นโคชีเควนซ์บีซี และเอ็มทีเอฟอีเอเพ็ก หลังจากเก็บตัวอย่างไว้ในตู้บ่ม 37°C และความชื้นสัมพัทธ์ 100% เป็นเวลา 2 สัปดาห์ เตรียมชิ้นตัวอย่างให้มีความหนา 1 ± 0.1 มม. ใน 3 ตำแหน่งคือ คอฟฟิน กึ่งกลางรากฟันและบริเวณปลายรากฟัน นำไปทดสอบค่าความแข็งแรงกดออกกระดับจุลภาคและตรวจสอบการแตกหักที่ก้ำกึ่งขยาย 10 เท่า สร้างตัวอย่างขนาด $2\times 2\times 25$ มม. 3 ตัวอย่างต่อซิลเลอ์ เพื่อหาค่าโมดูลัสความยืดหยุ่นและวิเคราะห์ระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ด้วย ANSYS workbench เปรียบเทียบค่าความแข็งแรงกดออกกระดับจุลภาคด้วย one-way ANOVA และหาค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์แบบเพียร์สันของความแข็งแรงกดออกกระดับจุลภาคทางห้องปฏิบัติการและจากการวิเคราะห์ด้วยระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ที่ $p<0.05$ ผลการทดลองทางห้องปฏิบัติการพบว่า เอเอชพลัสและเอ็นโคชีเควนซ์บีซีมีค่าเฉลี่ยความแข็งแรงกดออกกระดับจุลภาค สูงกว่า เอ็มทีเอฟอีเอเพ็กอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจาก ($p<0.001$) แต่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างเอเอชพลัสและเอ็นโคชีเควนซ์บีซี ($p>0.05$) การวิเคราะห์ด้วยระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์พบค่าความแข็งแรงกดออกกระดับจุลภาคในบริเวณตัวฟันในเอเอชพลัสสูงที่สุด รองลงมาคือเอ็นโคชีเควนซ์บีซีและเอ็มทีเอฟอีเอเพ็ก (2.48, 2.16 และ 1.23 เมกะปาสคาล ตามลำดับ) บริเวณกึ่งกลางรากฟันมีค่าเท่ากับ 2.19, 2.09 และ 0.70 เมกะปาสคาล และบริเวณปลายรากฟันมีค่าเท่ากับ 1.72, 1.63 และ 0.43 เมกะปาสคาล ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงกดออกกระดับจุลภาคทางห้องปฏิบัติการและจากการวิเคราะห์ด้วยระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์มีความสัมพันธ์เชิงบวกค่อนข้างสูง ($r=0.869$) จากการทดลองนี้สรุปได้ว่า เอ็นโคชีเควนซ์บีซีมีค่าเฉลี่ยความแข็งแรงกดออกกระดับจุลภาคใกล้เคียงกับเอเอชพลัสและสูงกว่าเอ็มทีเอฟอีเอเพ็ก พบความสัมพันธ์เชิงบวกค่อนข้างสูงของค่าเฉลี่ยความแข็งแรงกดออกกระดับจุลภาคระหว่างการทดลองทางห้องปฏิบัติการและจากการวิเคราะห์ระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์

คำิขรหัท: แคลเซียมซิลิเกตซิลเลอ์/อีพ็อกซีเรซินเบสซิลเลอ์/ ระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์/ ค่าความแข็งแรงกดออกกระดับจุลภาค/
ซิลเลอ์ในงานรักษากล่องรากฟัน

ผู้รับผิดชอบบทความ

อังสนา ใจแน่น

สาขาวิชาทันตกรรมบูรณะ

คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40002

โทรศัพท์ : 043 202 405 # 45143

โทรสาร : 043 202 862

จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ : angjai@kku.ac.th

* แผนกทันตกรรม โรงพยาบาลแก้งคอย อำเภอกง่กอย จังหวัดสระบุรี

** คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยตราวิงห์ ประเทศเวียดนาม

*** ภาควิชาเครื่องกล ศูนย์วิจัยและพัฒนาโครงสร้างมูลฐานอย่างยั่งยืน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น

**** สาขาวิชาทันตกรรมบูรณะ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น

การวัดประสิทธิภาพการปิดสีของเรซินคอมโพสิต ด้วยตามนุษย์เทียบกับเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์

กษัตริย์ นันทเสน* มรกต เปี่ยมใจ**

บทคัดย่อ

ประสิทธิภาพในการปิดสีของเรซินคอมโพสิต ส่งผลต่อความสวยงามของการบูรณะฟัน โดยตรง การวัดการปิดสีสามารถทำได้หลายวิธี การใช้ตามนุษย์ มีข้อดีคือทำได้ง่าย แต่มีข้อเสียคือไม่แน่นอน การใช้เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ มีข้อดีคือมีความแม่นยำมากกว่า แต่มีข้อเสียคือมีความยุ่งยากและค่าใช้จ่ายที่มากกว่า ในทางคลินิก การเลือกสีหรือการวัดการปิดสีของเรซินคอมโพสิตยังนิยมใช้ตามนุษย์ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการวัดการปิดสีของเรซินคอมโพสิต โดยใช้ตามนุษย์กับเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ นำวัสดุบูรณะเรซินคอมโพสิต 2 ชนิด ได้แก่ เคลียร์ฟิลเอ็กซ์ ซี A2 และเมต้าฟิลเอ็กซ์ ซี A1 ที่มีความหนา 4 ระดับ ได้แก่ 0.5, 1, 1.5 และ 2 มิลลิเมตร มาเปรียบเทียบความสามารถในการปิดสี โดยวัดด้วยตามนุษย์และเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ เมื่อนำผลการวิเคราะห์ค่าเข้ามาสังเกต ซึ่งได้จากการใช้ตามนุษย์มาเปรียบเทียบกับผลการวิเคราะห์ค่าเดลต้าอี (ΔE) ซึ่งได้จากการใช้เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ พบว่า ผลไปในทิศทางเดียวกัน กล่าวโดยสรุป ตามนุษย์มีความสามารถในการวัดการปิดสีสอดคล้องกับเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ โดยเรซินคอมโพสิตชนิดเมต้าฟิลเอ็กซ์ ซี มีประสิทธิภาพมากกว่าชนิดเคลียร์ฟิลเอ็กซ์ ซี ในการปิดสีระดับ A6 ให้ได้สีที่สวยงามยอมรับได้ในทางคลินิก

คำสำคัญ: การปิดสี/เรซินคอมโพสิต/ตามนุษย์/เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์

Received: Jul 29, 2023

Revised: Jan 18, 2024

Accepted: Jan 19, 2024

บทนำ

สีเป็นหนึ่งในส่วนสำคัญของงานทางทันตกรรมเพื่อความงาม และเป็นตัวแปรสำคัญที่ผู้ป่วยใช้ประเมินคุณภาพของการบูรณะฟัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในบริเวณฟันหน้า¹ ในปัจจุบันมีการบูรณะฟันโดยใช้วัสดุสีเหมือนฟันชนิดเรซินคอมโพสิตบูรณะฟันโดยตรงในช่องปาก ซึ่งกำลังได้รับความนิยมมากขึ้นเนื่องจากไม่ท้อถอยต่อโครงสร้างฟัน และสามารถทำให้เกิดความสวยงามได้ดี² การใช้เรซินคอมโพสิตเป็นสิ่งบูรณะฟันโดยตรงสามารถช่วยปิดสีฟันที่มีสีเข้มหรือไม่สวยงามได้ ประสิทธิภาพในการปิดสีของเรซินคอมโพสิตจึงเป็นสิ่งสำคัญที่ส่งผลต่อความสวยงามของฟันที่บูรณะ ทั้งการบูรณะโดยตรงและการสร้างเป็นชิ้นงานประดิษฐ์ ดังนั้นการวัดประสิทธิภาพการปิดสีของเรซินคอมโพสิตเพื่อให้สามารถเลือกใช้ในการบูรณะฟันให้ได้สีตามที่ต้องการในความหนาที่บางที่สุด จึงมีความสำคัญอย่างยิ่งทั้งต่อความสวยงามของผู้ป่วย และความแข็งแรงของโครงสร้างฟันที่อาจต้องถูกถอดในกระบวนการเพิ่มความหนาเพื่อปิดสีได้

ความสามารถในการปิดสีของเรซินคอมโพสิตได้รับอิทธิพลจาก 2 องค์ประกอบคือ เม็ดสีในเรซินเมทริกซ์ และอนุภาคเติมเต็ม³ โดยเม็ดสี แบ่งได้เป็น 2 ชนิดคือ เม็ดสี

อนินทรีย์ ซึ่งมีองค์ประกอบหลักเป็นแร่ธาตุ ช่วยให้สีคงที่และมีความทึบ และเม็ดสีอินทรีย์ ซึ่งมีองค์ประกอบหลักเป็นคาร์บอน ช่วยให้ปรับสีได้ดีและมีได้หลายช่วงสี⁴ ส่วนอนุภาคเติมเต็ม แบ่งได้เป็น 2 ชนิดคือ อนุภาคเติมเต็มอินทรีย์ ซึ่งทำมาจากธรรมชาติหรือสังเคราะห์ขึ้นมา ช่วยให้สีกลมกลืนไปกับสีฟันธรรมชาติ และอนุภาคเติมเต็มอนินทรีย์ ซึ่งทำมาจากแร่ธาตุ ช่วยเพิ่มคุณสมบัติทางกล แต่มีโอกาที่สีจะไม่ตรงกับฟันธรรมชาติมากกว่า⁵ นอกจากนี้ ความหนาของเรซินคอมโพสิตที่เพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้เรซินคอมโพสิตมีค่าดัชนีความโปร่งแสงลดลง⁶ มีความทึบเพิ่มมากขึ้น และมีความสามารถในการปิดสีเพิ่มมากขึ้น^{6,7}

ในอดีต สีเป็นหนึ่งในตัวแปรของการบูรณะฟันที่ถูกพิจารณาว่ายากในการเข้าใจ การประเมินค่า รวมถึงการสื่อสาร⁸ เพราะตาของมนุษย์แต่ละคนนั้น มีความสามารถในการรับรู้ที่แตกต่างกัน โดยเซลล์รับแสงในตาจะมีความสามารถในการรับรู้สีตามความยาวคลื่นของแสงที่มองเห็นได้ที่สะท้อนจากวัตถุ⁹ ซึ่งการรับรู้ของตามนุษย์ไม่สามารถแสดงผลที่แน่นอนเป็นค่าดิจิทัลได้¹⁰ ดังนั้น Munsell ได้เสนอวิธีการระบุสีด้วย 3 คุณสมบัติ ได้แก่ สี (Hue) ความสว่าง

* นิสิตทันตแพทย์หลังปริญญา หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาทันตกรรมประดิษฐ์ คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ

** ภาควิชาทันตกรรมประดิษฐ์ คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ

(Value) และความเข้ม (Chroma)⁵ ซึ่งต่อมา คณะกรรมการการระหว่างประเทศว่าด้วยความส่องสว่าง (CIE) ได้กำหนดเกณฑ์สำหรับการวัดสี โดยนาระบบสี CIELab ซึ่งเกิดจากทฤษฎีสีตรงกันข้ามมาใช้¹¹

ปัจจุบัน มีการคิดค้นเทคโนโลยีต่าง ๆ มาช่วยในเรื่องของการวิเคราะห์ค่าสี เช่น เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (Spectrophotometer) ซึ่งถูกสร้างขึ้นมา โดยใช้คุณสมบัติการสะท้อนและการส่งผ่านแสงของวัตถุ ซึ่งเป็นพื้นฐานของความยาวคลื่น และกำหนดค่าของคุณสมบัติต่างๆ ของสีตามมาตรฐาน CIE¹² ช่วยส่งผลดีต่อการศึกษาในงานวิจัยต่างๆ¹³ การวัดการปิดสีสามารถทำได้หลากหลายวิธี ทั้งการใช้ตามนุษย์หรือสายตาของผู้วัด และการใช้เครื่องมือช่วยในการวัด โดยการใช้ตามนุษย์ จะมีข้อดีคือสามารถทำได้ง่ายกว่า แต่มีข้อเสียคือมีความไม่แน่นอนและมีปัจจัยที่ส่งผลกระทบมากมาย¹⁰ ในขณะที่การใช้เครื่องมือช่วยในการวัด เช่น เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ หรือเครื่องคัดเลอติมิเตอร์ (Colorimeter) จะมีข้อดีคือมีความแม่นยำมากกว่า แต่มีข้อเสียคือมีความยุ่งยากและมีค่าใช้จ่ายที่มากกว่า^{10,14} โดยพบว่าเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์มีประสิทธิภาพการวัดสีที่แม่นยำและให้ความเที่ยงตรงมากกว่าเครื่องคัดเลอติมิเตอร์¹⁴

จากการศึกษาพบว่าในงานวิจัยที่เปรียบเทียบตามนุษย์กับเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ในเรื่องของการเทียบสีฟัน โดยพบว่าความสามารถของเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์จะวัดค่าได้ใกล้เคียงกับตามนุษย์ในแง่ของความสว่างมากที่สุด รองลงมาคือสี และน้อยที่สุดคือความเข้ม¹⁵ แต่ยังไม่มียานวิจัยที่เปรียบเทียบตามนุษย์กับเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ใน

เรื่องของความสามารถในการวัดการปิดสีของเรซินคอมโพสิต จึงเป็นที่มาของงานวิจัยนี้ ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการวัดการปิดสีของเรซินคอมโพสิตด้วยตามนุษย์กับเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ โดยมีสมมติฐานของงานวิจัยคือ ประสิทธิภาพของตามนุษย์ในการวัดการปิดสีของเรซินคอมโพสิตสอดคล้องกับเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

งานวิจัยนี้ได้รับการพิจารณาด้านจริยธรรมการวิจัยจาก คณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (study code HREC-DCU 2023 - 014, approval number 027/2023)

วัสดุอุปกรณ์สำหรับการวัดการปิดสี ในงานวิจัยนี้ ใช้เรซินคอมโพสิต (Resin composite) สีขาวสุด 2 ชนิด ได้แก่ เคลียร์ฟิลเอพีเอ็กซ์ (Clearfil AP-X, Kuraray; Okayama, Japan: กลุ่ม CX) สี A2 และเมต้าฟิลซีเอ็กซ์ (Metafil CX, Sun medical, Shiga, Japan; กลุ่ม MX) สี A1 ในการปิดสีเข้มสุดของเรซินคอมโพสิตชนิดฟิลเท็คซ์ทรีไฟว์ซีโรเอ็กซ์ที (Filtek Z350 XT, 3M, Minnesota, USA; FT) สี A6 โดยใช้สารยึด (Bonding agent) 2 แบบ ได้แก่ เคลียร์ฟิล ไตรเอสบอนด์ยูนิเวอร์ซอล (Clearfil Tri-S Bond Universal, Kuraray; Okayama, Japan) และไฮบริดบอนด์วัน (Hybrid bond ONE, Sun medical, Shiga, Japan) ตามที่บริษัทกำหนด ส่วนประกอบหลักของวัสดุบูรณะเรซินคอมโพสิตแต่ละชนิด (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ส่วนประกอบหลักของวัสดุบูรณะเรซินคอมโพสิตแต่ละชนิด

Table 1 Main components of resin composite

เรซินคอมโพสิต	Clearfil AP-X (CX)	Metafil CX (MX)
สี	A2	A1
ผู้ผลิต	Kuraray	Sun medical
ประเภทอนุภาคตัวเติม	Microhybrid	Microfill
เมทริกซ์เรซิน	Bis-GMA และ TEGDMA	UDMA และ TEGDMA
องค์ประกอบอนุภาคตัวเติม	silanated barium glass filler, silanated silica filler และ silanated colloidal silica	TMPT (organic filler) และ colloidal silica (inorganic filler)
ขนาดอนุภาค	1-3 μm	0.02-1 μm
อัตราส่วน	86% โดยน้ำหนัก หรือ 70% โดยปริมาตร	Inorganic filler 27.2% โดยปริมาตร
รหัสกำกับสินค้า (Lot number)	140115	FE2403

bis-GMA: bisphenol A diglycidyl methacrylate; TEGDMA: Triethylene glycol dimethacrylate;

UDMA: Urethane dimethacrylate; bis-EMA: Ethoxylated bisphenol A diglycidyl methacrylate;

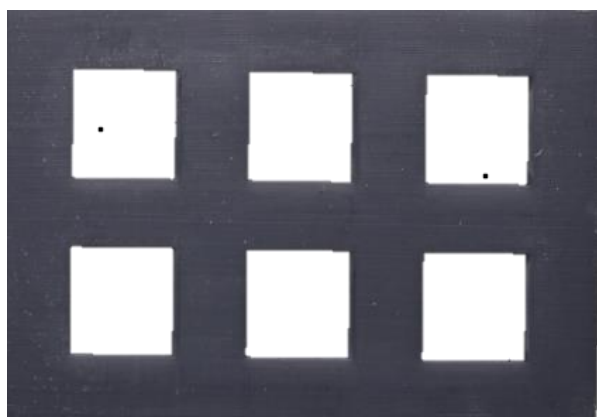
TMPT: Trimethylolpropane trimethacrylate

แผ่นแบบเรซินได้รับการออกแบบให้มีช่องขนาด 8x8 มิลลิเมตร จำนวน 6 ช่อง และมีความหนา 0.5, 1, 1.5 และ 2 มิลลิเมตร ด้วยโปรแกรม Shapr3D จากนั้นทำการสร้างแผ่นแบบเรซินด้วย Formlabs photopolymer resin grey (FLGPGR04) โดยใช้เครื่อง Formlabs Form 3B+ (Formlabs, Massachusetts, USA) (รูปที่ 1)

การสร้างชิ้นควบคุมของเรซินคอมโพสิต นำแผ่นแบบเรซินที่มีความหนา 1 มิลลิเมตร มาวางบนแผ่นแก้วผสมสาร นำเรซินคอมโพสิตชนิด CX สี A2 มาใส่ลงในช่องของแผ่นแบบเรซิน ทำการเกลี่ยให้มีความหนาเท่ากับแผ่นแบบเรซิน และนำแผ่นแก้วผสมสารอีกอันมาทับ เพื่อควบคุมให้เรซินคอมโพสิตมีความหนา 1 มิลลิเมตร ทำการฉายแสงเรซินคอมโพสิตด้วยเครื่องฉายแสง (Bluephase N Cordless, Ivoclar Vivadent, USA) เป็นเวลา 40 วินาที นำเรซินคอมโพสิตออกมาจากแผ่นแบบเรซิน จากนั้นทำซ้ำอีกครั้งโดยเปลี่ยน

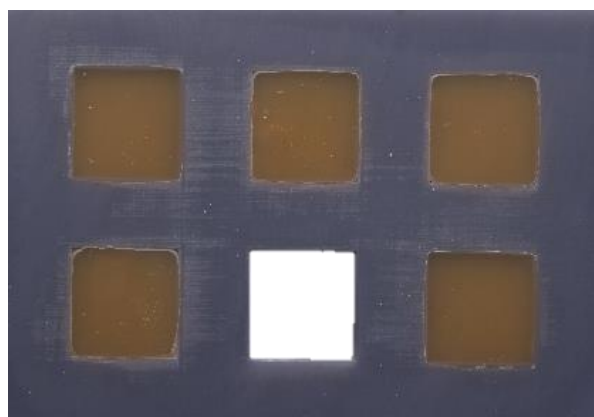
เรซินคอมโพสิตเป็นชนิด MX สี A1 และเปลี่ยนเวลาการฉายแสง เรซินคอมโพสิตด้วยเครื่องฉายแสงเป็น 30 วินาที

การสร้างชิ้นทดลองของเรซินคอมโพสิต นำแผ่นแบบเรซินที่มีความหนา 1 มิลลิเมตร มาวางบนแผ่นแก้วผสมสาร นำเรซินคอมโพสิตชนิด FT สี A6 มาใส่ลงในช่องของแผ่นแบบเรซิน จากนั้นทำการเกลี่ยให้มีความหนาเท่ากับแผ่นแบบเรซิน และนำแผ่นแก้วผสมสารอีกอันมาทับ เพื่อควบคุมให้เรซินคอมโพสิตมีความหนา 1 มิลลิเมตร ทำการฉายแสงเรซินคอมโพสิตด้วยเครื่องฉายแสงเป็นเวลา 40 วินาที (รูปที่ 2) จากนั้นนำแผ่นแบบเรซินที่มีเรซินคอมโพสิตชนิด FT สี A6 ไปขัดด้วยเครื่องขัด (Minitech 233, Presi, USA) โดยใช้กระดาษทรายเบอร์ 400 เป็นเวลา 40 วินาที และเบอร์ 600 เป็นเวลา 60 วินาที ตามลำดับ วัดความหนาของชิ้นงานเรซินคอมโพสิตด้วยคาลิเปอร์สำหรับงานทันตกรรมขณะขัดและภายหลังการขัดบริเวณตรงกลางและมุมทั้ง 4



รูปที่ 1 แผ่นแบบเรซินที่มีช่องขนาด 8x8 มิลลิเมตร จำนวน 6 ช่อง และมีความหนา 1 มิลลิเมตร

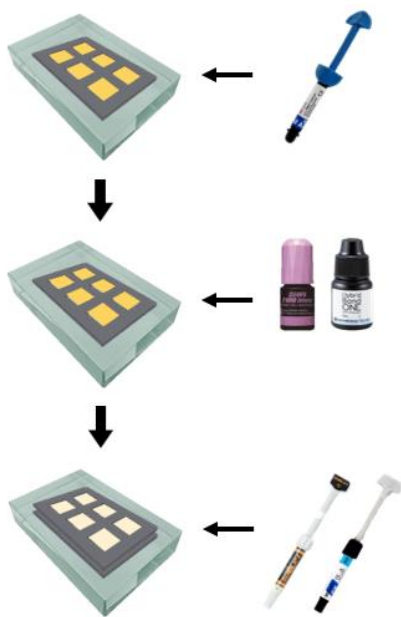
Figure 1 A resin sheet with 8x8 millimeter openings, a total of 6 openings, and a thickness of 1 millimeter



รูปที่ 2 แผ่นแบบเรซินที่มีเรซินคอมโพสิตสีเข้มระดับ A6 ภายในช่อง ก่อนการปิดสีด้วยเรซินคอมโพสิตสีขาว

Figure 2 A resin sheet with dark-colored resin composite of A6 shade inside, before being sealed with white-colored resin composite

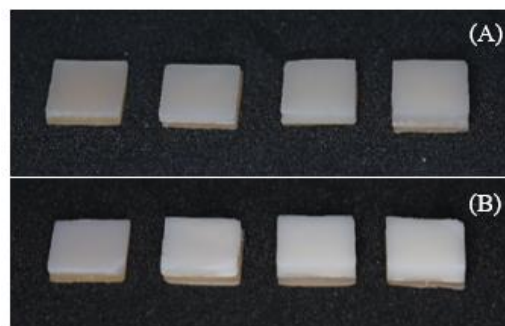
ขั้นตอนการบูรณะโดยตรงเพื่อปิดเรซินคอมโพสิต สี A6 (รูปที่ 3) ทำโดยนำเคลียร์ฟิล์ไดรเอสบอนด์ ยูนิเวอร์ซอล มาทาบบนแผ่นเรซินคอมโพสิต แล้วฉายแสงด้วยเครื่องฉายแสงเป็นเวลา 10 วินาที นำแผ่นแบบเรซินอีกแผ่นหนึ่งที่มีความหนา 0.5 มิลลิเมตร มาวางซ้อนลงบนแผ่นแบบเรซินเดิม นำเรซินคอมโพสิตชนิด CX สี A2 มาใส่ลงในช่องของแผ่นแบบเรซิน จากนั้นทำการเกลี่ยให้มีความหนาเท่ากับแผ่นแบบเรซินและนำแผ่นแก้วผสมสารอีกอันมาทับ เพื่อควบคุมให้เรซินคอมโพสิตมีความหนา 0.5 มิลลิเมตร ฉายแสงเรซินคอมโพสิตด้วยเครื่องฉายแสงเป็นเวลา 40 วินาที จากนั้นนำเรซินคอมโพสิตชนิด CX สี A2 ซึ่งยึดอยู่บนเรซินคอมโพสิตชนิด FT สี A6 ออกมาจากแผ่นแบบเรซิน นำไปวัดความหนาเรซินคอมโพสิตด้วยคาลิเปอร์สำหรับงานทันตกรรม เพื่อยืนยันความหนาที่ได้ โดยวัดที่บริเวณมุม 3 มุม จากนั้นทำซ้ำอีกครั้งเพื่อให้ได้ชั้นทดลองของเรซินคอมโพสิตชนิด CX จำนวนทั้งหมด 9 ชั้น ในแต่ละความหนาของแผ่นแบบเรซินที่ 0.5, 1, 1.5 และ 2 มิลลิเมตร



รูปที่ 3 แผนภาพจำลองขั้นตอนการสร้างชั้นทดลองของเรซินคอมโพสิต
Figure 3 A simulated diagram illustrating the steps of creating a resin composite test specimen

ทำการสร้างชั้นทดลองของเรซินคอมโพสิตซ้ำอีกครั้ง โดยเปลี่ยนเรซินคอมโพสิตเป็นชนิด MX เปลี่ยนสารยึดเป็นไฮบริดบอนด์วัน เปลี่ยนเวลาการฉายแสงสารยึดด้วยเครื่องฉายแสงเป็น 5 วินาที และเปลี่ยนเวลาการฉาย

แสงเรซินคอมโพสิตด้วยเครื่องฉายแสงเป็น 30 วินาที ตามที่บริษัทกำหนด จนได้ชั้นทดลอง 9 ชั้น ที่ความหนาต่างๆ (รูปที่ 4)



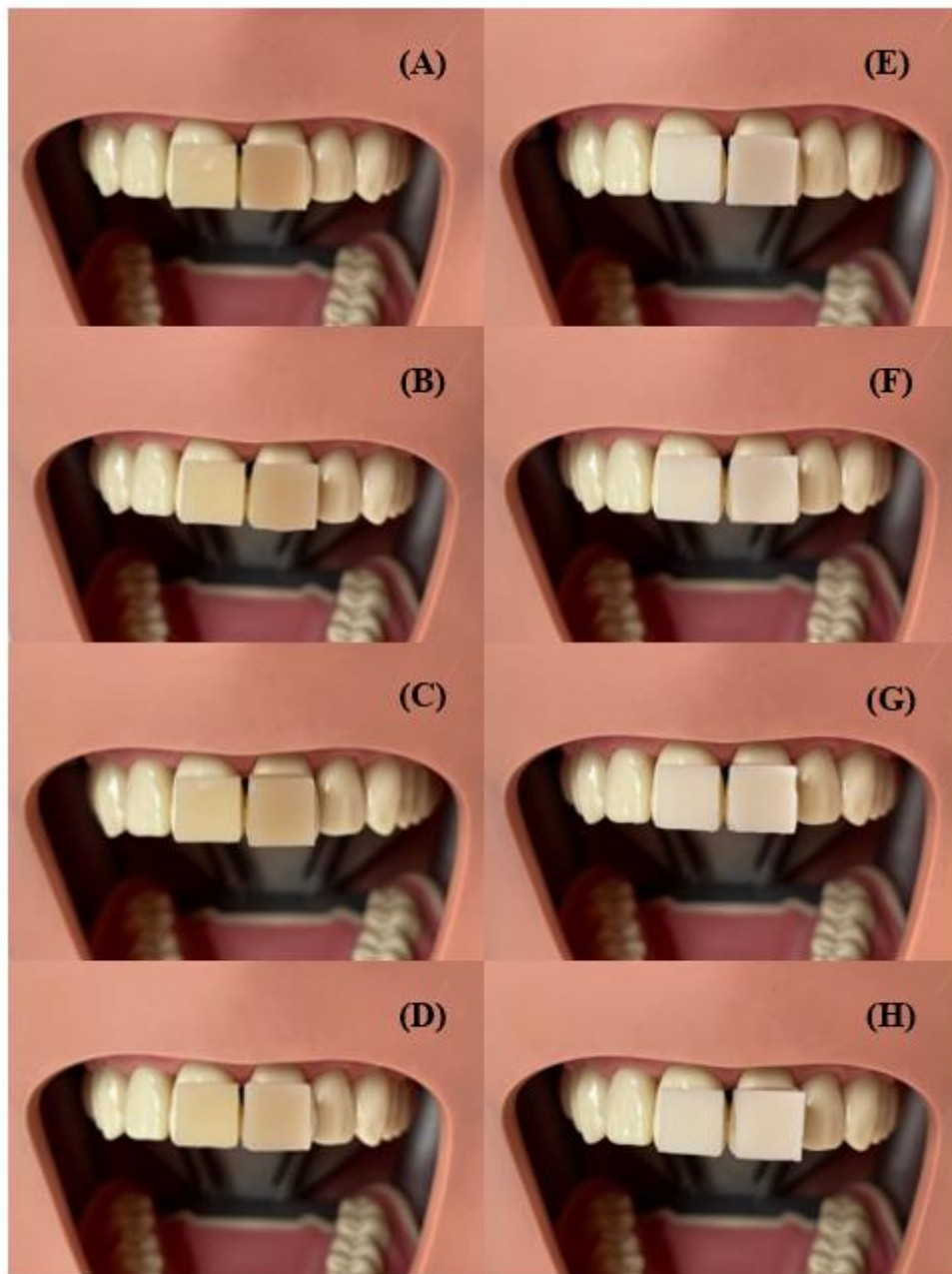
รูปที่ 4 ชั้นทดลองของเรซินคอมโพสิต (A) ชั้นทดลองของเรซินคอมโพสิตชนิด CX ที่ความหนา 0.5, 1, 1.5 และ 2 มิลลิเมตร (B) ชั้นทดลองของเรซินคอมโพสิตชนิด MX ที่ความหนา 0.5, 1, 1.5 และ 2 มิลลิเมตร

Figure 4 Resin composite test specimen (A) Resin composite test specimens of type CX with thicknesses of 0.5, 1, 1.5 and 2 millimeters (B) Resin composite test specimens of type MX with thicknesses of 0.5, 1, 1.5 and 2 millimeters

การวัดการปิดสีของเรซินคอมโพสิตด้วยตามนุษย์

นำชั้นทดลองของเรซินคอมโพสิตชนิด CX ติดลงบนด้านริมฝีปาก (Labial) ของฟันซี่ 21 ในแบบจำลองฟัน (Dental model ANA-4, Frasaco, Germany) ซึ่งอยู่ในชุดหัวหุ่นจำลองสำหรับงานทันตกรรม (Phantom head, Frasaco, Germany) นำชั้นควบคุมของเรซินคอมโพสิตชนิด CX ติดลงบนด้านริมฝีปากของฟันซี่ 11 ในแบบจำลองฟัน ซึ่งอยู่ในชุดหัวหุ่นจำลองสำหรับงานทันตกรรม (รูปที่ 5) ทำการปรับสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมต่อการเลือกสีฟัน โดยใช้หลอดฟลูออเรสเซนซ์เป็นแหล่งกำเนิดแสง ซึ่งมีค่าความสว่างที่ประมาณ 140 ถึง 1,000 ลักซ์ จากนั้นให้ทันตแพทย์จำนวน 15 คน สังเกตสีของชั้นทดลองเทียบกับสีของชั้นควบคุม โดยมีระยะห่างจากชุดหัวหุ่นจำลองสำหรับงานทันตกรรมอยู่ที่ประมาณ 60 เซนติเมตรถึง 180 เซนติเมตร และระยะเวลาที่ใช้ในการดูสีไม่เกิน 20 วินาที ถ้าทันตแพทย์คิดว่า สีของชั้นทดลองเทียบเท่ากับสีของชั้นควบคุมให้ใส่เลข 1 ลงบนแผ่นกระดาษที่เตรียมไว้เพื่อเก็บข้อมูล แต่ถ้าสีของชั้นทดลองไม่เทียบเท่ากับสีของชั้นควบคุมให้ใส่เลข 0 จากนั้นทำซ้ำอีกครั้งโดยเปลี่ยนเรซินคอมโพสิตเป็นชนิด MX

คะแนนที่ได้จากทันตแพทย์ทั้ง 15 คน ในแต่ละชั้นทดลองของเรซินคอมโพสิต จะถูกนำมารวมกันแล้วเรียกเป็นค่าซัมมาส์กิ้ง (Sum masking)



รูปที่ 5 ชิ้นทดลอง (ซี่ 21) และชิ้นควบคุม (ซี่ 11) ของเรซินคอมโพสิตในแบบจำลองช่องปาก เพื่อวัดการปิดสีด้วยตามนุษย์ (A) เรซินคอมโพสิตชนิด CX ที่ความหนา 0.5 มิลลิเมตร (B) เรซินคอมโพสิตชนิด CX ที่ความหนา 1 มิลลิเมตร (C) เรซินคอมโพสิตชนิด CX ที่ความหนา 1.5 มิลลิเมตร (D) เรซินคอมโพสิตชนิด CX ที่ความหนา 2 มิลลิเมตร (E) เรซินคอมโพสิตชนิด MX ที่ความหนา 0.5 มิลลิเมตร (F) เรซินคอมโพสิตชนิด MX ที่ความหนา 1 มิลลิเมตร (G) เรซินคอมโพสิตชนิด MX ที่ความหนา 1.5 มิลลิเมตร (H) เรซินคอมโพสิตชนิด MX ที่ความหนา 2 มิลลิเมตร

Figure 5 Test specimens (Tooth 21) and control specimens (Tooth 11) of resin composite in dental model, for assessing human visual shade matching (A) Resin composite type CX with thicknesses of 0.5 millimeters (B) Resin composite type CX with thicknesses of 1 millimeters (C) Resin composite type CX with thicknesses of 1.5 millimeters (D) Resin composite type CX with thicknesses of 2 millimeters (E) Resin composite type MX with thicknesses of 0.5 millimeters (F) Resin composite type MX with thicknesses of 1 millimeters (G) Resin composite type MX with thicknesses of 1.5 millimeters (H) Resin composite type MX with thicknesses of 2 millimeters

การควบคุมและเปรียบเทียบสายตามนุษย์ ทันตแพทย์ทั้งหมดที่เข้าร่วมในงานวิจัยนี้ เป็นนิสิตทันตแพทย์หลังปริญญาปี 2 สาขาทันตกรรมประดิษฐ์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มีประสบการณ์ในการทำงานเกี่ยวกับการเลือกสีฟันและการอุดฟันอย่างน้อย 6 ปี มีความรู้ความเข้าใจในการเลือกสีฟันเป็นอย่างดี ผ่านการทดสอบตาบอดสี และมีการเปรียบเทียบสายตาค่อนการทดลอง

การวัดการปิดสีของเรซินคอมโพสิตด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ วัดความสามารถในการปิดสีของชั้นทดลองของเรซินคอมโพสิตเทียบกับชั้นควบคุม ด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (UltraScan VIS Spectrophotometer, Hunter Lab, USA) โดยแสดงผลในระบบซีไอแอลเอบี (CIE L*a*b*, CIELAB) และคำนวณเป็นค่า ΔE ซึ่งเป็นค่าที่ใช้วัดความแตกต่างระหว่างสองสี โดยสามารถคำนวณได้จากสูตร $\Delta E = \{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2\}^{1/2}$

เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ได้รับการปรับเทียบมาตรฐานด้วยพื้นหลังสีขาวและสีดำ ชั้นทดลองจะถูกวัด 3 ครั้งเพื่อหาค่าเฉลี่ยของค่า L*a*b* ของแต่ละชั้นทดลอง จากนั้นจะถูกนำไปคำนวณเป็นค่า ΔE โดยการเปรียบเทียบกับชั้นควบคุม ซึ่งชั้นควบคุมของเรซินคอมโพสิตชนิด CX สี A2 ในงานวิจัยนี้ มีค่า L* = 58.75, a* = 0.38, b* = 4.66 และชั้นควบคุมของเรซินคอมโพสิตชนิด MX สี A1 มีค่า L* = 67.84, a* = -1.19, b* = 1.45

การวิเคราะห์ทางสถิติ ข้อมูลเชิงพรรณนา (Descriptive data) จะได้จากการนำค่ามัธยฐานของเรซินคอมโพสิตแต่ละชนิดที่ความหนาแต่ละระดับ มาวิเคราะห์หาค่ามัธยฐาน (Median) ค่าน้อยที่สุด (Minimum: Min) และค่ามากที่สุด (Maximum: Max) และได้จากการนำค่า ΔE มาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย (Mean) จากนั้นทำการประเมินความแตกต่าง

ระหว่างเรซินคอมโพสิตแต่ละชนิดเมื่อพิจารณาที่ความหนาแต่ละระดับ โดยค่าซุ่มมาส์กิ้งจะใช้การทดสอบแบบครัสคัล-วอลลิส (Kruskal-Wallis test) ในขณะที่ค่า ΔE จะใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA) และการทดสอบโพสฮอค ชนิดเกมส์-โฮเวลล์ (Post Hoc Tests: Games-Howell's test) จากนั้นนำค่าซุ่มมาส์กิ้งมาแปลงเป็นค่า 15-ซุ่มมาส์กิ้ง (15-Sum masking) เพื่อนำไปเปรียบเทียบกับค่า ΔE โดยใช้การวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้น (Intraclass Correlation Coefficient) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ด้วยโปรแกรมเอสพีเอสเอส รุ่น 29 (SPSS version 29, IBM, New York, USA)

ผล

ผลการวัดประสิทธิภาพการปิดสี และการเปรียบเทียบด้วยค่าสถิติ (ตารางที่ 2) การวัดการปิดสีด้วยตามนุษย์พบว่าค่ามัธยฐานของค่าซุ่มมาส์กิ้งของเรซินคอมโพสิตชนิด CX ที่ความหนา 0.5, 1 และ 1.5 มิลลิเมตร มีค่าเท่ากับ 0 และมีค่ามากขึ้นเล็กน้อย (มีค่าเท่ากับ 4) ที่ความหนา 2 มิลลิเมตร ส่วนค่ามัธยฐานของค่าซุ่มมาส์กิ้งของเรซินคอมโพสิตชนิด MX ที่ความหนา 0.5 มิลลิเมตร มีค่าเท่ากับ 0 และมีค่ามากขึ้นอย่างชัดเจน (มีค่า 9-12) ที่ความหนา 1, 1.5 และ 2 มิลลิเมตร โดยจากการทดสอบแบบครัสคัล-วอลลิส ไม่พบความแตกต่างระหว่างเรซินคอมโพสิตชนิด CX ที่ความหนา 0.5, 1, 1.5 และ 2 มิลลิเมตรกับเรซินคอมโพสิตชนิด MX ที่ความหนา 0.5 มิลลิเมตร แต่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างเรซินคอมโพสิตชนิด MX ที่ความหนา 1, 1.5 และ 2 มิลลิเมตรกับเรซินคอมโพสิตชนิด CX ที่ความหนา 0.5, 1 และ 1.5 มิลลิเมตร

ตารางที่ 2 ค่าซุ่มมาส์กิ้งและค่า ΔE ของแต่ละกลุ่ม

Table 2 Sum masking and ΔE for each group

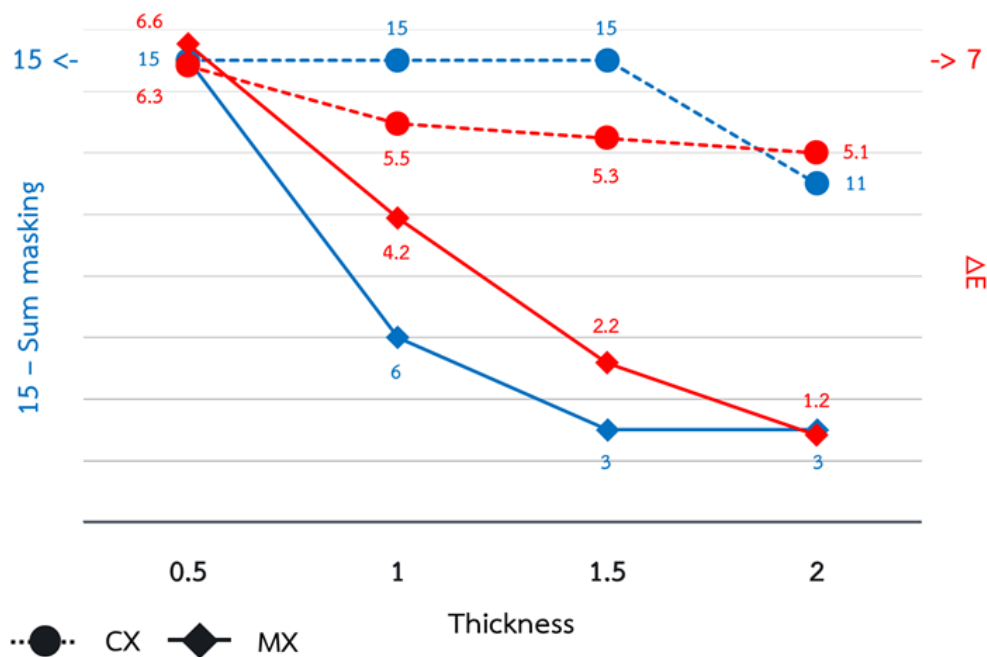
เรซินคอมโพสิต	ความหนา (mm)	Sum masking (Median (Min, Max))	15 – Sum masking (Median (Min, Max))	ΔE (Mean $\pm$ SD)
Clearfil AP-X (CX)	0.5	0 (0,0) ^A	15 (15,15)	6.27 $\pm$ 0.41 ^a
	1	0 (0,4) ^A	15 (11,15)	5.49 $\pm$ 0.50 ^b
	1.5	0 (0,3) ^A	15 (12,15)	5.27 $\pm$ 0.28 ^b
	2	4 (0,7) ^{AB}	11 (8,15)	5.05 $\pm$ 0.28 ^{bc}
Metafil CX (MX)	0.5	0 (0,0) ^A	15 (15,15)	6.63 $\pm$ 0.73 ^a
	1	9 (5,12) ^B	6 (3,10)	4.21 $\pm$ 0.77 ^c
	1.5	12 (2,15) ^B	3 (0,13)	2.17 $\pm$ 0.95 ^d
	2	12 (6,14) ^B	3 (1,9)	1.20 $\pm$ 0.38 ^d

ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์ใหญ่หรือตัวพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันของแต่ละกลุ่ม แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)

การวัดการปิดสีด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ พบว่าค่าเฉลี่ยของ ΔE ของเรซินคอมโพสิตทั้ง 2 ชนิดมีค่าลดลงเมื่อระดับความหนาเพิ่มมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยค่าเฉลี่ยของ ΔE ของเรซินคอมโพสิตชนิด CX มีค่า 6.27 ที่ความหนา 0.5 มิลลิเมตร และลดลงเรื่อยๆ ตามระดับความหนาที่เพิ่มมากขึ้น จนมีค่า 5.05 ที่ความหนา 2 มิลลิเมตร ส่วนค่าเฉลี่ยของ ΔE ของเรซินคอมโพสิตชนิด MX มีค่า 6.63 ที่ความหนา 0.5 มิลลิเมตร และลดลงเรื่อยๆ ตามระดับความหนาที่เพิ่มมากขึ้น จนมีค่า 1.2 ที่ความหนา 2 มิลลิเมตร โดยจากการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว และการทดสอบโพสฮอกชนิดเกมส์-โฮเวลล์ ไม่พบความแตกต่างระหว่างเรซินคอมโพสิตชนิด CX ที่ความหนา 0.5 มิลลิเมตรกับ เรซินคอมโพสิตชนิด MX ที่ความหนา 0.5 มิลลิเมตร และไม่พบความแตกต่าง

ระหว่างเรซินคอมโพสิตชนิด CX ที่ความหนา 2 มิลลิเมตรกับเรซินคอมโพสิตชนิด MX ที่ความหนา 1 มิลลิเมตร แต่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างเรซินคอมโพสิตชนิด MX ที่ความหนา 1 มิลลิเมตรกับ เรซินคอมโพสิตชนิด CX ที่ความหนา 0.5, 1 และ 1.5 มิลลิเมตร และพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างเรซินคอมโพสิตชนิด MX ที่ความหนา 1.5 และ 2 มิลลิเมตรกับ เรซินคอมโพสิตชนิด CX ที่ความหนา 0.5, 1, 1.5 และ 2 มิลลิเมตร

ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้นพบว่าค่า 15-ซัμμαสก็กิ้ง มีความสัมพันธ์กับค่า ΔE อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่าความสอดคล้องอยู่ที่ 0.644 (95% CI: 0.431, 0.777) แผนภูมิเส้นเปรียบเทียบ ค่ามัธยฐานของค่า 15-ซัμμαสก็กิ้ง และค่าเฉลี่ยของค่า ΔE ของแต่ละกลุ่ม (รูปที่ 6)



รูปที่ 6 แผนภูมิเส้นแสดงความสอดคล้องระหว่าง ค่ามัธยฐานของค่า 15-ซัμμαสก็กิ้ง (เส้นสีฟ้า) และค่าเฉลี่ยของค่า ΔE (เส้นสีแดง) ของแต่ละกลุ่ม
Figure 6 Line graph demonstrates the correlation between each group's 15-Sum masking median (Blue line) and the ΔE mean (Red line)

บทวิจารณ์

การศึกษาและวิเคราะห์เปรียบเทียบความสามารถในการปิดสีของเรซินคอมโพสิตแต่ละชนิดที่ความหนาแต่ละระดับโดยใช้ตามนุษย์ พบว่าค่ามัธยฐานของค่าซึ่มมาส์กิ้งของเรซินคอมโพสิตชนิด MX ที่ความหนา 1, 1.5 และ 2 มิลลิเมตร มีความแตกต่างจากความหนา 0.5 มิลลิเมตร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนค่ามัธยฐานของค่าซึ่มมาส์กิ้งของเรซินคอมโพสิตชนิด CX มีค่ามากขึ้นเล็กน้อยที่ความหนา 2 มิลลิเมตร แสดงว่าเมื่อใช้ตามนุษย์เปรียบเทียบการปิดสีของเรซินคอมโพสิตทั้ง 2 ชนิด ที่ความหนาแต่ละระดับ พบว่าเรซินคอมโพสิตชนิด MX มีประสิทธิภาพในการปิดสีมากกว่าชนิด CX โดยเรซินคอมโพสิตชนิด CX เริ่มปิดสี A6 ได้ที่ความหนา 2 มิลลิเมตรหรือมากกว่า ในขณะที่เรซินคอมโพสิตชนิด MX เริ่มปิดสี A6 ให้ได้สีที่ทันตแพทย์ส่วนใหญ่ยอมรับได้ที่ความหนา 1 มิลลิเมตร (ตารางที่ 2 และรูปที่ 5)

จากผลการวิเคราะห์ค่าซึ่มมาส์กิ้ง พบว่าเรซินคอมโพสิต ชนิด CX ที่ความหนา 0.5, 1, 1.5 และ 2 มิลลิเมตร มีความสามารถในการปิดสีใกล้เคียงกับเรซินคอมโพสิตชนิด MX ที่ความหนา 0.5 มิลลิเมตร ส่วนเรซินคอมโพสิตชนิด MX ที่ความหนา 1 และ 1.5 มิลลิเมตร มีประสิทธิภาพในการปิดสีมากกว่าเรซินคอมโพสิตชนิด CX ที่ความหนา 1 และ 1.5 มิลลิเมตร ตามลำดับ และจากผลการวิเคราะห์ค่า ΔE ไม่พบความแตกต่างของประสิทธิภาพในการปิดสีระหว่างเรซินคอมโพสิตชนิด CX ที่ความหนา 0.5 มิลลิเมตร กับเรซินคอมโพสิตชนิด MX ที่ความหนา 0.5 มิลลิเมตร แต่พบประสิทธิภาพในการปิดสีที่สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของเรซินคอมโพสิตชนิด MX ที่ความหนา 1, 1.5 และ 2 มิลลิเมตร เมื่อเทียบกับเรซินคอมโพสิตชนิด CX ที่ความหนา 1, 1.5 และ 2 มิลลิเมตร ตามลำดับ

เมื่อนำผลการวิเคราะห์ค่าซึ่มมาส์กิ้ง ซึ่งได้จากการใช้ตามนุษย์ มาเปรียบเทียบกับผลการวิเคราะห์ค่า ΔE ซึ่งได้จากการใช้เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ ที่ความหนา 0.5 มิลลิเมตร พบว่าการใช้ตามนุษย์และการใช้เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ ได้ผลไปในทิศทางเดียวกัน เพียงแต่การใช้ตามนุษย์จะมีความละเอียดน้อยกว่าการใช้เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ โดยสังเกตได้จากการที่ผลการวิเคราะห์ค่าซึ่มมาส์กิ้ง ไม่พบความแตกต่างระหว่างเรซินคอมโพสิตชนิด MX ที่ความหนา 0.5 มิลลิเมตร กับเรซินคอมโพสิตชนิด CX ที่ความหนา 1, 1.5 และ 2 มิลลิเมตร แต่ผลการวิเคราะห์ค่า ΔE พบความแตกต่าง

ระหว่างเรซินคอมโพสิตชนิด MX ที่ความหนา 0.5 มิลลิเมตร กับเรซินคอมโพสิตชนิด CX ที่ความหนา 1, 1.5 และ 2 มิลลิเมตร สาเหตุที่เป็นเช่นนี้ เพราะค่าซึ่มมาส์กิ้ง จะพิจารณาเฉพาะแค่ความสามารถในการปิดสีว่าสามารถปิดสีได้หรือไม่ แต่ค่า ΔE จะเป็นค่าความแตกต่างของสี ซึ่งจะมีค่าลดลงเรื่อยๆ ตามความหนาที่เพิ่มมากขึ้น ทำให้ค่า ΔE มีความละเอียดมากกว่าค่าซึ่มมาส์กิ้ง

เมื่อนำผลการวิเคราะห์ค่าซึ่มมาส์กิ้ง ซึ่งได้จากการใช้ตามนุษย์ มาเปรียบเทียบกับผลการวิเคราะห์ค่า ΔE ซึ่งได้จากการใช้เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ ที่ความหนามากกว่า 1 มิลลิเมตร พบว่าการใช้ตามนุษย์และการใช้เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ ได้ผลไปในทิศทางเดียวกัน โดยสังเกตได้จากการที่ทั้งผลการวิเคราะห์ค่า ซึ่มมาส์กิ้ง และผลการวิเคราะห์ค่า ΔE พบความแตกต่างระหว่างเรซินคอมโพสิตชนิด MX ที่ความหนา 1, 1.5 และ 2 มิลลิเมตร กับเรซินคอมโพสิตชนิด CX ที่ความหนา 0.5, 1 และ 1.5 มิลลิเมตรเหมือนกัน นอกจากนี้ จากผลการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้น พบว่าค่า 15-ซึ่มมาส์กิ้ง มีความสัมพันธ์กับค่า ΔE อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (รูปที่ 6) แสดงให้เห็นว่า ผลการวิเคราะห์ค่าซึ่มมาส์กิ้ง มีความสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ค่า ΔE ซึ่งช่วยยืนยันได้ว่า ตามนุษย์มีประสิทธิภาพในการวัดการปิดสีของเรซินคอมโพสิตที่มีความหนาแตกต่างกัน สอดคล้องกับเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์

เมื่อพิจารณาค่า ΔE ในชั้นทดลองของเรซินคอมโพสิตที่มีค่าซึ่มมาส์กิ้งเท่ากับ 15 ซึ่งเป็นชั้นทดลองที่ทันตแพทย์ทุกคนที่เข้าร่วมยอมรับว่าสีเทียบเท่ากับสีของชิ้นควบคุม หรือก็คือสามารถปิดสี A6 ได้อย่างสมบูรณ์ เมื่อนำมาคำนวณจะพบว่ามีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 2.24 แสดงว่า เกณฑ์สำหรับความแตกต่างของสีที่สามารถปิดสี A6 ได้เท่าสีควบคุมจากผลในงานวิจัยนี้คือจะต้องมีค่า $\Delta E \leq 2.24$ ซึ่งในงานวิจัยนี้ พบว่าทุกระดับความหนาของเรซินคอมโพสิตชนิด CX มีค่า $\Delta E > 2.24$ แสดงว่าเรซินคอมโพสิตชนิด CX ที่ความหนาน้อยกว่าหรือเท่ากับ 2 มิลลิเมตร ไม่สามารถปิดสี A6 ได้อย่างสมบูรณ์ ในขณะที่เรซินคอมโพสิตชนิด MX มีค่า $\Delta E \leq 2.24$ ที่ความหนา 1.5 และ 2 มิลลิเมตร แสดงว่าเรซินคอมโพสิตชนิด MX สามารถปิดสี A6 ให้ได้สี A1 ในสายตาทันตแพทย์ทุกคนและวัดโดยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ ได้ที่ความหนา 1.5-2 มิลลิเมตร

ถึงแม้เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์จะสามารถช่วยเพิ่มความแม่นยำในการวิเคราะห์ค่าสีได้ แต่ในทางคลินิกนั้น การเลือกสีฟันเพื่อการบูรณะฟัน ส่วนใหญ่ยังคงเลือกใช้สายตา

จากทันตแพทย์และผู้ป่วยร่วมกับชุดเทียบสีฟันมากกว่า¹⁰ โดยคนทั่วไปสามารถรับรู้ถึงความแตกต่างของสีได้ง่ายกว่าความสว่างและความเข้ม^{16,17} ในขณะที่นักศึกษาทันตแพทย์ จะสามารถรับรู้ถึงความแตกต่างของสีและความเข้มได้ดี¹⁸ จากผลของงานวิจัยนี้ แสดงให้เห็นว่าการเทียบสีฟันในคลินิกไม่มีความจำเป็นต้องใช้เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ เพราะการใช้ชุดเทียบสีฟันร่วมกับชุดเทียบสีฟันมีประสิทธิภาพในการวัดการปิดสี สอดคล้องกับเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (รูปที่ 6) โดยมีค่าความสอดคล้องอยู่ที่ 0.644 (95% CI: 0.431, 0.777)

ในงานวิจัยนี้ ค่า ΔE แสดงถึงความแตกต่างของสีของชั้นเคลือบฟันกับสีของชั้นเคลือบฟัน ถ้าชั้นเคลือบฟันของเรซินคอมโพสิตมีค่า ΔE น้อย แสดงว่ามีสีใกล้เคียงกับสีของชั้นเคลือบฟัน แสดงว่ามีความสามารถในการปิดสีมาก ซึ่งจากการวิเคราะห์ค่า ΔE พบว่าเรซินคอมโพสิตชนิด MX มีค่า ΔE น้อยกว่า เรซินคอมโพสิตชนิด CX แสดงว่าเรซินคอมโพสิตชนิด MX มีประสิทธิภาพในการปิดสี A6 ได้ดีกว่าเรซินคอมโพสิตชนิด CX นอกจากนี้ยังพบว่าค่า ΔE จะลดลงเมื่อความหนาเพิ่มมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยอื่นที่พบว่า ค่า ΔE และค่าดัชนีความโปร่งแสง (Translucency parameter, TP) ของเรซินคอมโพสิตจะลดลง เมื่อความหนาของเรซินคอมโพสิตเพิ่มมากขึ้น⁵ และทำให้ความสามารถในการปิดสีเพิ่มมากขึ้น^{6,7} การที่เรซินคอมโพสิตชนิด MX มีประสิทธิภาพในการปิดสี A6 ได้ดีกว่าเรซินคอมโพสิตชนิด CX ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการที่เรซินคอมโพสิตชนิด MX มีอนุภาคตัวเติมเป็นส่วนของผสมของอนุภาคตัวเติมอินทรีย์ (Organic filler) ซึ่งคือไตรเมทิลลอโพรเพนไตรเมทาคริเลต (Trimethylolpropane trimethacrylate, TMPT) และอนุภาคตัวเติมอนินทรีย์ (Inorganic filler) ซึ่งคือซิลิกาโคลอยด์ (Colloidal silica) แต่เรซินคอมโพสิตชนิด CX มีอนุภาคตัวเติมเป็นอนุภาคตัวเติมอนินทรีย์ ซึ่งคือแบเรียมแก้ว (Barium glass) และซิลิกา (Silica) จึงอาจอนุมานได้ว่าเรซินคอมโพสิตที่มีอนุภาคตัวเติมอินทรีย์มีความสามารถในการปิดสีดีกว่าเรซินคอมโพสิตที่มีอนุภาคตัวเติมอนินทรีย์¹⁹ การเลือกใช้เรซินคอมโพสิตที่ปิดสีได้ดีกว่าในความหนาที่น้อยกว่า จะช่วยลดการกรอตัดฟันในกระบวนการเพิ่มความหนาที่ส่งผลต่อการปิดสีได้ ทำให้โครงสร้างของฟันไม่อ่อนแอลง

ในการเปรียบเทียบความสามารถในการปิดสีของเรซินคอมโพสิตที่ระดับความหนาต่างๆ จะมีปัญหาในการควบคุมความหนาของเรซินคอมโพสิตให้ได้ตามที่ต้องการ ซึ่งในงานวิจัยนี้สามารถแก้ปัญหาโดยใช้แผ่นแบบเรซินเป็น

โครงร่างในการสร้างชั้นเคลือบฟันและชั้นเคลือบฟันของเรซินคอมโพสิต ซึ่งนอกจากจะได้ความหนาในระดับที่ต้องการแล้ว ยังได้ขนาดที่เท่ากันอีกด้วย นอกจากนี้ยังมีปัญหาในการปรับเทียบสายตามนุษย์ ซึ่งในงานวิจัยนี้สามารถแก้ปัญหาโดยการให้ทันตแพทย์ทั้งหมดที่เข้าร่วมในงานวิจัยนี้ เป็นนิสิตทันตแพทย์หลังปริญญาปี 2 สาขาทันตกรรมประดิษฐ์ ซึ่งมีทั้งความรู้และประสบการณ์ในการทำงานเกี่ยวกับการเลือกสีฟัน และมีการปรับเทียบสายตาโดยให้ทันตแพทย์ผู้เข้าร่วมการทดลองดูตัวอย่างการเทียบสีว่าแบบไหนคือเทียบเท่าแบบไหนคือไม่เทียบเท่า เพื่อให้ทุกคนมีความเข้าใจที่ตรงกัน ก่อนการทดลอง รวมถึงการวัดความสอดคล้องในทันตแพทย์แต่ละคน โดยการให้ทันตแพทย์ทั้งหมดทำการทดลองซ้ำ 2 ครั้งแล้วนำข้อมูลมาวิเคราะห์ค่าแคปปา (Kappa)

บทสรุป

ตามนุษย์มีประสิทธิภาพในการวัดการปิดสีของเรซินคอมโพสิตสอดคล้องกับเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ และเรซินคอมโพสิตชนิดเมต้าฟิลเชอ์ก็ยังมีประสิทธิภาพในการปิดสีดีกว่าเรซินคอมโพสิตชนิดเคลียร์ฟิลเอพีเอ็กซ์

เอกสารอ้างอิง

1. Joiner A, Luo W. Tooth colour and whiteness: A review. J Dent 2017;67s:s3-s10.
2. Machado AN, Coelho de Souza FH, Rolla JN, Erhardt MC, Demarco FF. Direct or indirect composite veneers in anterior teeth: which method causes higher tooth mass loss? An *in vitro* study. Gen Dent 2014;62(6):55-7.
3. An JS, Son HH, Qadeer S, Ju SW, Ahn JS. The influence of a continuous increase in thickness of opaque-shade composite resin on masking ability and translucency. Acta Odontol Scand 2013;71(1):120-9.
4. Azhar G, Haas K, Wood DJ, van Noort R, Moharamzadeh K. The effects of colored pigments on the translucency of experimental dental resin composites. Eur J Prosthodont Restor Dent 2019;27(1):3-9.
5. Kim SJ, Son HH, Cho BH, Lee IB, Um CM. Translucency and masking ability of various opaque-shade composite resins. J Dent 2009;37(2):102-7.
6. Johnston WM. Review of translucency determinations and applications to dental materials. J Esthet Restor Dent 2014;26(4):217-23.

7. Perez BG, Gaidarji B, Righes DZ, Pecho OE, Pereira GK, Durand LB. Masking ability of resin composites: A scoping review. *J Esthet Restor Dent* 2023;35(2):333-44.
8. Nickerson D. The Munsell color system. *Illum Eng* 1946;41(7):549-60.
9. Smith T, Guild J. The CIE colorimetric standards and their use. *Trans Opt Soc* 1931;33(3):73.
10. Magsumova OA, Postnikov MA, Trunin DA, Filippova MD.[Modern aspects of determining dental color in aesthetic dentistry]. *Stomatologiya (Mosk)* 2021;100(5): 102-9.
11. McLaren K. XIII—The development of the CIE 1976 ($L^* a^* b^*$) uniform colour space and colour-difference formula. *J Soc Dye* 1976;92(9):338-41.
12. Beckman AO, Gallaway WS, Kaye W, Ulrich WF. History of spectrophotometry at Beckman instruments, Inc. *Anal Chem* 1977;49(3):280A-300A.
13. Glockner K, Glockner K, Haiderer B. Visual vs. Spectrophotometric methods for shade selection. *Coll Antropol* 2015;39(3):801-2.
14. Tabatabaian F, Beyabanaki E, Alirezai P, Epakchi S. Visual and digital tooth shade selection methods, related effective factors and conditions, and their accuracy and precision: A literature review. *J Esthet Restor Dent* 2021;33(8):1084-104.
15. Gómez-Polo C, Gómez-Polo M, Celemin-Viñuela A, Martínez Vázquez De Parga JA. Differences between the human eye and the spectrophotometer in the shade matching of tooth colour. *J Dent* 2014;42(6):742-5.
16. Logvinenko AD. The geometric structure of color. *J Vis* 2015;15(1):15.1.16.
17. Paravina RD, Kimura M, Powers JM. Color compatibility of resin composites of identical shade designation. *Quintessence Int* 2006;37(9):713-9.
18. Pecho OE, Pérez MM, Ghinea R, Della Bona A. Lightness, chroma and hue differences on visual shade matching. *Dent Mater* 2016;32(11):1362-73.
19. Nantasen K, Piemjai M. The color masking ability of resin composite with different types of fillers. *Proceedings of the 14th National Science Research Conference, Phayao* 2023:1476-83.

ผู้รับผิดชอบบทความ

มรกต เปี่ยมใจ

ภาควิชาทันตกรรมประดิษฐ์

คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330

โทรศัพท์ : 081 820 0234

จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ : Morakot.T@chula.ac.th

Masking Efficiency Measurement of Resin Composite Using Human Eyes Compared with A Spectrophotometer

Nantasen K* Piemjai M**

Abstract

The masking efficiency of resin composite affects the aesthetics of dental restorations. There are several methods for measuring color masking. Using the human eye has the advantage of being easy to perform, but the drawback is that it is unreliable. Using a spectrophotometer has the advantage of being more accurate, but it can be more challenging to use. In clinical practice, color selection for dental restorations is often done using the human eye. This research compared the masking efficiency measurement of the human eye and a spectrophotometer. Two resin composites, Clearfil AP-X shade A2 and Metafil CX shade A1, with 0.5-, 1-, 1.5-, and 2-mm thickness levels, were restored to measure color masking using the human eye and a spectrophotometer. The results were analyzed using Sum masking values obtained from the human eye and ΔE values obtained from the spectrophotometer. It was found that both values were correlated. In summary, the masking efficiency measurement of the human eye corresponds to the spectrophotometer. The Metafil CX resin composite has higher masking efficiency than the Clearfil AP-X in achieving an aesthetically acceptable shade.

Keywords: Colour masking/ Resin composite/ Human eye/ Spectrophotometer

Corresponding Author

Morakot Piemjai

Department of Prosthodontics,

Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University,

Patumwan, Bangkok, 10330.

Tel. : +66 81 820 0234

Email : Morakot.T@chula.ac.th

* Postgraduate, Master of Science Program in Prosthodontics, Department of Prosthodontics, Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University, Bangkok.

** Department of Prosthodontics, Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University, Bangkok.

อุบัติการณ์และปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเกิดโรคปอดอักเสบที่เกิดขึ้นภายหลังการทำศัลยกรรมช่องปากและกระดูกขากรรไกร

จิตบุญ นฤมิตร* ชีรภัทร์ สุวรรณกุล* กันตพล ลาภวรารักษ์* วิลาวัลย์ วีระอาษากุล** มิก วรรณสารเมธา*** นิพนธ์ คล้ายอ่อน****

บทคัดย่อ

โรคปอดอักเสบที่เกิดขึ้นภายหลังการทำศัลยกรรม คือ โรคปอดอักเสบที่เกิดขึ้นภายหลังการทำศัลยกรรม ซึ่งเกิดจากการติดเชื้อในโรงพยาบาล หรือติดเชื้อที่เกี่ยวข้องกับเครื่องช่วยหายใจในช่วง 48-72 ชั่วโมง การศึกษาในต่างประเทศพบอุบัติการณ์การเกิดโรคปอดอักเสบที่เกิดขึ้นภายหลังการทำศัลยกรรมช่องปากและกระดูกขากรรไกรร้อยละ 18.8 ในไทยยังไม่มีการศึกษาเกี่ยวกับอุบัติการณ์และปัจจัยที่สัมพันธ์กับเกิดภาวะนี้ การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอุบัติการณ์และปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการเกิดโรคปอดอักเสบที่เกิดขึ้นภายหลังการทำศัลยกรรมช่องปากและกระดูกขากรรไกร การศึกษานี้เป็นการศึกษาแบบไปข้างหน้าเชิงวิเคราะห์แบบตัดขวาง เก็บข้อมูลจากตัวอย่างจำนวน 93 รายที่ทำศัลยกรรมช่องปากและกระดูกขากรรไกร ณ โรงพยาบาลทันตกรรม คณะทันตแพทยศาสตร์ และโรงพยาบาลศรีนครินทร์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ผลการศึกษาพบว่ากลุ่มตัวอย่างเกิดโรคปอดอักเสบภายหลังการทำศัลยกรรมคิดเป็นร้อยละ 10.8 โดยปัจจัยที่สัมพันธ์กับการเกิดโรค ได้แก่ อายุตั้งแต่ 55 ปีขึ้นไป เวลาทำศัลยกรรมที่มากกว่า 360 นาที การเจาะคอ และ ASA classification ตั้งแต่ระดับ 3 ขึ้นไป ทั้งนี้ผู้ป่วยที่มีอายุตั้งแต่ 55 ปีขึ้นไปมีโอกาสเกิดโรคปอดอักเสบมากกว่าผู้ป่วยที่มีอายุน้อยกว่า 55 ปี ถึง 27.75 เท่า และผู้ป่วยที่มีเวลาทำศัลยกรรมมากกว่า 360 นาที มีโอกาสเกิดโรคปอดอักเสบมากกว่าผู้ป่วยที่มีระยะเวลาสั้นกว่าถึง 7.91 เท่า การศึกษานี้สรุปได้ว่าอุบัติการณ์การเกิดโรคปอดอักเสบภายหลังการทำศัลยกรรมช่องปากและขากรรไกรคิดเป็นร้อยละ 10.8 โดยพบว่าผู้ป่วยที่มีอายุตั้งแต่ 55 ปีขึ้นไป และผู้ป่วยที่มีเวลาทำศัลยกรรมมากกว่า 360 นาที มีความสัมพันธ์กับเกิดโรคปอดอักเสบที่เกิดขึ้นภายหลังการทำศัลยกรรมอย่างชัดเจน

คำใบ้รหัส: อุบัติการณ์/ โรคปอดอักเสบที่เกิดขึ้นภายหลังการทำศัลยกรรม/ ศัลยกรรมช่องปากและกระดูกขากรรไกร

Received: Oct 21, 2023

Revised: Jan 15, 2024

Accepted: Feb 08, 2024

บทนำ

โรคปอดอักเสบ (Pneumonia) เป็นภาวะที่มีการอักเสบของเนื้อเยื่อปอด (Lung parenchyma) ที่เกิดได้จากการติดเชื้อและไม่ใช้การติดเชื้อ สามารถเกิดขึ้นในปอดข้างเดียวหรือทั้งสองข้าง จำแนกประเภทออกเป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ โรคปอดอักเสบในชุมชน (Community-acquired pneumonia; CAP) โรคปอดอักเสบในโรงพยาบาล (Hospital-acquired pneumonia; HAP) โรคปอดอักเสบที่เกี่ยวข้องกับเครื่องช่วยหายใจ (Ventilator-acquired pneumonia; VAP) และโรคปอดอักเสบที่เกี่ยวข้องกับการบริการสุขภาพ (Healthcare-acquired pneumonia; HCAP)¹ Reechaipichikul² จำแนกและให้คำนิยามโรคปอดอักเสบกลุ่มที่เกิดจากการติดเชื้อในโรงพยาบาล 3 กลุ่ม ได้แก่ hospital-acquired pneumonia (HAP) คือ โรคปอดอักเสบที่เกิดหลังจากผู้ป่วยเข้าพักรักษาตัวที่โรงพยาบาลเป็นเวลามากกว่า 48 ชั่วโมง Ventilator-acquired pneumonia (VAP) คือ โรคปอด

อักเสบที่เกี่ยวข้องกับเครื่องช่วยหายใจซึ่งพบในผู้ป่วยที่ใช้เครื่องช่วยหายใจนานมากกว่า 48 ชั่วโมง และ healthcare-acquired pneumonia (HCAP) คือ โรคปอดอักเสบที่เกิดขึ้นกับผู้ป่วยที่เข้าออกโรงพยาบาลเป็นประจำ เช่น ผู้ป่วยได้รับการฟอกไตภายใน 30 วัน ผู้ป่วยที่ได้รับยาเคมีเพื่อการรักษาเนื้องอก (Chemotherapy) เป็นต้น

โรคปอดอักเสบที่เกิดขึ้นภายหลังการทำศัลยกรรม (Postoperative pneumonia; POP) หมายถึง โรคปอดอักเสบที่เกิดขึ้นภายหลังการทำศัลยกรรม อาจเกิดได้จากการติดเชื้อในโรงพยาบาลหรือจากเครื่องช่วยหายใจในช่วงระยะเวลา 48-72 ชั่วโมง เป็นการติดเชื้อที่มีความเกี่ยวข้องหรือใกล้เคียงกับบริเวณทางเดินหายใจ โดยเชื้อจากบริเวณหลอดลมและหลอดอาหารจะเข้าสู่ทางเดินหายใจ เชื้อกลุ่มที่ทำให้เกิดโรคปอดอักเสบได้แก่ แบคทีเรียแกรมลบ แบคทีเรียที่ต้องการออกซิเจน

* นักศึกษาทันตแพทย์ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น

** เภสัชกรชำนาญการพิเศษ สาขาวิชาทันตกรรมป้องกัน คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น

*** สาขาวิชารังสีวิทยา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น

**** สาขาวิชาศัลยกรรมช่องปากและแม็กซิลโลเฟเชียล คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น

ในการหายใจ เช่น *Pseudomonas* spp., *Klebsiella* spp., *Enterobacter* spp. และอื่นๆ^{3,4} อาการทางคลินิกของผู้ป่วยโรคปอดอักเสบ เช่น หายใจลำบาก ไอ เสียงหายใจผิดปกติ มีไข้ และมีเสมหะ^{5,6} Loeffelbein D⁷ และ Combes J⁸ พบว่าสัลยกรรมช่องปากและกระดูกขากรรไกร พบอุบัติการณ์การเกิดโรคปอดอักเสบภายหลังการทำสัลยกรรมได้ร้อยละ 18.8 นอกจากนี้สัลยกรรมประเภทอื่นก็สามารถพบได้เช่นกัน เช่น สัลยกรรมหัวใจและทรวงอก³ (Cardiothoracic surgery) พบได้ร้อยละ 3.3-3.6^{9,10} หากมีการใส่ท่อช่วยหายใจหรืออุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับทางเดินหายใจร่วมด้วยจะเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 32¹¹ สัลยกรรมปอดพบได้ร้อยละ 2.9-14.6¹²⁻¹⁴ โดยผู้ป่วยที่เข้ารับการทำการสัลยกรรมปอดร่วมกับเป็นโรคที่เกี่ยวข้องกับทางเดินหายใจจะมีอุบัติการณ์เพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 13-14.6^{12,14} แตกต่างจากกลุ่มที่ไม่เป็นโรคที่เกี่ยวข้องกับทางเดินหายใจจะมีอุบัติการณ์เพียงร้อยละ 2.9¹³ สัลยกรรมประเภทอื่นที่ไม่เกี่ยวข้องกับทางเดินหายใจ เช่น การทำการสัลยกรรมตัดกระดูกเข่า (Knee amputation) พบอุบัติการณ์ร้อยละ 4 จากผู้ป่วยทั้งหมด 6,839 ราย¹⁵

Damian D¹⁶ ศึกษาปัจจัยที่สัมพันธ์กับภาวะแทรกซ้อนทางระบบหายใจที่เกิดขึ้นหลังทำการสัลยกรรม พบว่าเกิดภาวะแทรกซ้อนทางระบบหายใจ 36 ราย จาก 110 ราย โดยเป็นโรคปอดอักเสบ 10 ราย นอกจากนี้ Loeffelbein D⁷ Ruoholalo¹⁷ และ Xiang B¹⁸ พบว่าปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการเกิดโรคปอดอักเสบภายหลังทำการสัลยกรรม ได้แก่ อายุ เพศ การสูบบุหรี่ ค่าดัชนีมวลกาย ระบบจำแนกสถานะทางกายภาพของผู้ป่วยที่โดยสมาคมวิสัญญีแพทย์แห่งอเมริกา (ASA classification) การเจาะคอ (Tracheostomy) และชนิดของรอยกรีดหลอดลมในการเจาะคอ ระยะเวลาการทำการสัลยกรรมนานกว่า 500 นาที และผู้ป่วยที่มีภาวะนอนติดเตียงมากกว่า 3 วัน และยังพบว่า ผู้ป่วยที่มีอายุ 60-70 ปี ค่าดัชนีมวลกายมากกว่า 30 และ ASA class 3 จะมีความเสี่ยงที่จะเกิดโรคปอดอักเสบมากขึ้น และการศึกษาของ Li L¹⁹ ยังพบว่าปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดโรคปอดอักเสบภายหลังทำการสัลยกรรมที่มีการเจาะคอร่วมด้วย ได้แก่ เพศชาย อายุมากกว่า 60 ปี สูบบุหรี่ ดมยาสูบเป็นเวลานาน และระยะเวลาเจาะคือนาน ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Vasudevan K²⁰ ที่พบว่าอายุที่เพิ่มขึ้นของผู้ป่วยมีความสัมพันธ์กับการเกิดโรคปอดอักเสบภายหลังทำการสัลยกรรม โดยผู้ป่วยที่เกิดโรคปอดอักเสบจำนวน 9 ราย นั้นเป็นผู้ป่วยที่มีอายุมากกว่า 75 ปีมากถึง 8 ราย การศึกษาของ Hackett²¹ พบว่าผู้ป่วยที่ได้รับการประเมิน ASA ในระดับสูง จะมีอัตราการเกิดภาวะแทรกซ้อนที่สูงขึ้นเมื่อเทียบกับกลุ่มที่ได้รับการประเมินในระดับต่ำ นอกจากนี้ Wolfer S²²

พบว่าผู้ป่วยที่มีดัชนีมวลกายมากกว่าเกณฑ์ (>25 kg/m²) เกิดโรคปอดอักเสบภายหลังทำการสัลยกรรมคิดเป็นร้อยละ 8.1 จากทั้งหมด โรคปอดอักเสบมักจะพบ 2 ช่วงเวลา ได้แก่ ช่วง 1-2 วันแรกหลังทำการสัลยกรรม มีสาเหตุมาจากการติดเชื้อจากการทำการสัลยกรรม และ ช่วง 6-7 วันหลังทำการสัลยกรรม มีสาเหตุมาจากการติดเชื้อในโรงพยาบาล²³ การศึกษา Zhao T²⁴ พบว่าการดูแลความสะอาดในช่องปากจะลดความเสี่ยงในการเกิดโรคปอดอักเสบได้โดยมีวิธีการดังนี้ ใช้ผ้าก๊อชเช็ดทำความสะอาดฟันและเหงือก ใช้น้ำยาคลอเฮกซิดีนชนิดอมก๊อชเพื่อฆ่าเชื้อในช่องปาก ใช้แปรงสีฟันในการทำความสะอาดช่องปาก ใช้แปรงสีฟันหรืออุปกรณ์ทำความสะอาดชนิดฟองน้ำสำหรับทำความสะอาดฟันภายในช่องปาก และอุปกรณ์ท่อช่วยหายใจ

มีหลายการศึกษาในต่างประเทศเกี่ยวกับโรคปอดอักเสบที่เกิดขึ้นภายหลังทำการสัลยกรรม ซึ่งส่วนใหญ่เป็นการศึกษาในสัลยกรรมประเภทอื่นๆ ทั้งนี้ยังไม่มีการศึกษาในประเทศไทย จึงเป็นที่มาของการศึกษานี้ที่มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอุบัติการณ์ และปัจจัยที่สัมพันธ์กับการเกิดโรคปอดอักเสบที่เกิดขึ้นภายหลังทำการสัลยกรรมช่องปากและกระดูกขากรรไกร ผลจากการศึกษาที่ได้จะนำมาเป็นข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนาและปรับปรุงระบบการดูแลผู้ป่วยทางสัลยกรรมช่องปากและกระดูกขากรรไกรต่อไป

วัตถุประสงค์และวิธีการ

การศึกษานี้เป็นการศึกษาแบบไปข้างหน้าเชิงวิเคราะห์ (Prospective analytical study) ศึกษาและเก็บข้อมูลที่คลินิกสัลยกรรมช่องปากและกระดูกขากรรไกร หอผู้ป่วยและห้องผ่าตัด ณ โรงพยาบาลทันตกรรม คณะทันตแพทยศาสตร์ และหอผู้ป่วยและห้องผ่าตัด ณ โรงพยาบาลศรีนครินทร์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ระหว่างวันที่ 20 พฤศจิกายน 2565 ถึงวันที่ 31 สิงหาคม 2566

กลุ่มตัวอย่าง

ตัวอย่างในการศึกษา คือ ผู้ป่วยที่เข้ารับการรักษาสัลยกรรมช่องปากและกระดูกขากรรไกรภายใต้การดมยาหลับ โดยมีเกณฑ์ที่ใช้ในการคัดเข้า (Inclusion criteria) คือ ผู้ป่วยที่มีความผิดปกติที่ต้องได้รับการรักษาทางสัลยกรรมช่องปากและกระดูกขากรรไกรภายใต้การดมยาหลับทุกราย และเกณฑ์ที่ใช้ในการคัดออก (Exclusion criteria) คือ ผู้ป่วยที่มีข้อมูลไม่ครบถ้วน หรือ มีความผิดพลาดในการวินิจฉัยโรคปอดอักเสบระหว่างการเก็บข้อมูล ตัวอย่างได้มาจากการเลือกแบบไม่สุ่มอย่างเจาะจง (Non-probability purposive sampling)

การเก็บข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา คือ เวชระเบียนผู้ป่วย ผลตรวจทางห้องปฏิบัติการ และภาพถ่ายรังสีทรวงอก (Chest x-ray PA upright) โดยเก็บข้อมูลดังนี้

1. ข้อมูลทั่วไป เช่น เพศ อายุ โรคประจำตัว การดื่ม เครื่องดื่มแอลกอฮอล์ การสูบบุหรี่ เป็นต้น
2. ข้อมูลทางสัลยกรรม เช่น ประเภทงาน ระยะเวลา ทำสัลยกรรม ปริมาณการสูญเสียเลือด ภาวะแทรกซ้อน เป็นต้น
3. ข้อมูลทางวิสัญญีวิทยา เช่น ASA classification, Mallampati classification, ภาวะแทรกซ้อนระหว่างใส่ท่อช่วยหายใจ เป็นต้น
4. ข้อมูลหลังสัลยกรรม เช่น ระยะเวลาการรักษาตัวในโรงพยาบาล ระยะเวลาใช้เครื่องช่วยหายใจ เป็นต้น
5. ข้อมูลการวินิจฉัยโรคปอดอักเสบที่เกิดขึ้น ภายหลังการสัลยกรรม ซึ่งหมายถึง โรคปอดอักเสบที่เกิดขึ้น ภายหลังการทำสัลยกรรม อาจเกิดได้จากการติดเชื้อในโรงพยาบาลหรือจากเครื่องช่วยหายใจในช่วงระยะเวลา 48-72 ชั่วโมง^{3,4} การวินิจฉัยจะทำโดยแพทย์เวชปฏิบัติโดยใช้เกณฑ์ ในการวินิจฉัยของ Reechaipichitkul V.² คือถ่ายภาพรังสีทรวงอก ที่มีลักษณะเข้าได้กับโรคปอดอักเสบ เช่น พบลักษณะเงาขาวที่เกิดขึ้นใหม่แทรกซึมเข้าไปในปอด (New pulmonary infiltration) ร่วมกับการตรวจพบลักษณะ 2 ใน 3 ข้อ ดังต่อไปนี้ 1) ใช้มากกว่า 38.3 องศาเซลเซียส 2) เม็ดเลือดขาวในเลือด มากกว่า 12,000 เซลล์/ลูกบาศก์มิลลิเมตร หรือ เม็ดเลือดขาว ในเลือดน้อยกว่า 4,000 เซลล์/ลูกบาศก์มิลลิเมตร 3) เสมหะมี ลักษณะเป็นหนอง (Purulent secretion)⁷ ซึ่งเกณฑ์ดังกล่าวนี้ มีความไวร้อยละ 69 และความจำเพาะ ร้อยละ 75

การวิเคราะห์ข้อมูล

คณะผู้วิจัยจะเป็นผู้เก็บข้อมูลเองตลอดการศึกษานี้ นำข้อมูลมาวิเคราะห์สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เป็นต้น และทดสอบ ความสัมพันธ์โดยใช้สถิติเชิงวิเคราะห์ ได้แก่ สถิติวิเคราะห์ ทวิปัจจัย (Bivariate analysis) สถิติถดถอยแบบพหุปัจจัย โลจิสติก (Multiple logistic regression) เป็นต้น การศึกษานี้ ได้รับการรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น หมายเลข HE651513

ผล

ประชากรเป้าหมายจำนวน 125 ราย ผ่านเกณฑ์การ คัดเข้าจำนวนทั้งหมด 93 ราย จำแนกเป็นเพศชาย ร้อยละ 44.1 และเพศหญิงร้อยละ 55.9 อายุระหว่าง 7 ถึง 82 ปี อายุเฉลี่ย 31.1 ± 20.97 ปี กลุ่มตัวอย่างมีค่าดัชนีมวลกายอยู่ระหว่าง 12.76 ถึง 29.1 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ $20.15 \pm 3.75 \text{ kg/m}^2$

กลุ่มตัวอย่างได้รับการทำสัลยกรรมประเภทต่างๆ ได้แก่ สัลยกรรมเพื่อการรักษาผู้ป่วยปากแหว่งเพดานโหว่ เป็นจำนวนมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 34.4 สัลยกรรมเพื่อรักษา พยาธิสภาพในช่องปากร่วมกับการบูรณะความพิการ คิดเป็น ร้อยละ 16.1 สัลยกรรมเพื่อรักษาพยาธิสภาพในช่องปากโดย ไม่มีการบูรณะความพิการ ร้อยละ 9.7 สัลยกรรมเพื่อแก้ไข ความผิดปกติของการสบฟันและกระดูกขากรรไกร ร้อยละ 10.8 สัลยกรรมเพื่อการรักษาภาวะติดเชื้อร้อยละ 8.6 และ สัลยกรรมข้อต่อขากรรไกรร้อยละ 1.1 ตามลำดับ ระยะเวลา ทำสัลยกรรมอยู่ระหว่าง 30 ถึง 868 นาที มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 216.81 ± 187.69 นาที มีการเจาะคอ คิดเป็นร้อยละ 12.9 มี ปริมาณการสูญเสียเลือดระหว่างการผ่าตัดอยู่ระหว่าง 2 ถึง 2500 มิลลิลิตร ปริมาตรเฉลี่ย 288.31 ± 490.34 มิลลิลิตร

ข้อมูลทางวิสัญญีวิทยาพบว่ากลุ่มตัวอย่างจัดอยู่ใน ASA ประเภทที่ 1 ร้อยละ 64.5 รองลงมาคือ ประเภทที่ 2 ร้อยละ 17.2 และประเภทที่ 3 ร้อยละ 16.1 ส่วนประเภทที่ 2 (ถูกเงิน) คิดเป็น ร้อยละ 2.2 การตรวจจำแนก Mallampati พบว่า Mallampati ประเภทที่ 1 คิดเป็นร้อยละ 69.9 รองลงมาคือ ประเภทที่ 2 ร้อยละ 23.7 ประเภทที่ 3 และ 4 ร้อยละ 3.2 และ 1.1 ตามลำดับ และระยะเวลาดมยาสลบอยู่ระหว่าง 60 ถึง 955 นาที มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 253.12 ± 205.56 นาที

ภายหลังการทำสัลยกรรม พบว่าผู้ป่วยมีระยะเวลา นอนพักรักษาตัวในโรงพยาบาลอยู่ระหว่าง 1 ถึง 57 วัน เฉลี่ย เท่ากับ 9.08 ± 14.57 วัน มีผู้ป่วยได้รับการวินิจฉัยเป็นโรค ปอดอักเสบภายหลังการทำสัลยกรรม จำนวน 10 ราย คิดเป็น ร้อยละ 10.8 และไม่เป็นโรคปอดอักเสบ คิดเป็นร้อยละ 89.2 (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง

Table 1 Demographics data

ตัวแปร	ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	จำนวน (ร้อยละ)
ข้อมูลลักษณะทั่วไป		
เพศ		
- ชาย		41 (44.1)
- หญิง		52 (55.9)
อายุ (ปี)	31.1±20.97	-
ค่าดัชนีมวลกาย (kg/m ²)	20.15±3.75	-
ข้อมูลปัจจัยทางศัลยกรรม		
ชนิดศัลยกรรม		
- ศัลยกรรมเพื่อรักษาพยาธิสภาพในช่องปากร่วมกับการบูรณะความพิการ		15 (16.1)
- ศัลยกรรมเพื่อรักษาพยาธิสภาพในช่องปากโดยไม่มีการบูรณะความพิการ		9 (9.7)
- ศัลยกรรมเพื่อแก้ไขความผิดปกติของการสบฟันและกระดูกขากรรไกร		10 (10.8)
- ศัลยกรรมเพื่อแก้ไขภาวะปากแห้งเพดานโหว่		32 (34.4)
- ศัลยกรรมเพื่อการรักษาภาวะติดเชื้อ		8 (8.6)
- ศัลยกรรมข้อต่อขากรรไกร		1 (1.1)
ระยะเวลาทำศัลยกรรม (นาที)	216.81±187.69	-
การเจาะคอ		12 (12.9)
ปริมาณการสูญเสียเลือดระหว่างการผ่าตัด (EBL) (ml.)	288.31±490.34	-
ข้อมูลปัจจัยทางวิสัญญี		
ASA classification		
- ประเภทที่ 1		60 (64.5)
- ประเภทที่ 2		16 (17.2)
- ประเภทที่ 2 ร่วมกับ จุกเงิน		2 (2.2)
- ประเภทที่ 3		15 (16.1)
Mallampati classification		
- ประเภทที่ 1		65 (69.9)
- ประเภทที่ 2		22 (23.7)
- ประเภทที่ 3		3 (3.2)
- ประเภทที่ 4		1 (1.1)
ระยะเวลาดมยาสลบ (mins)	253.12±205.56	-
ข้อมูลหลังการทำศัลยกรรม		
ระยะเวลาในการนอนโรงพยาบาล (วัน)	9.08±14.57	-
ผู้ป่วยที่ได้รับการวินิจฉัยเป็นโรคปอดอักเสบ		10 (10.8)

การวิเคราะห์ปัจจัยที่สัมพันธ์กับการเกิดโรคปอดอักเสบที่เกิดขึ้นภายหลังการทำศัลยกรรมช่องปาก และกระดูกขากรรไกร โดยใช้สถิติวิเคราะห์ทวิปัจจัย (Bivariate analysis) โดยมีปัจจัยที่ศึกษา ได้แก่ เพศ อายุ ค่าดัชนีมวลกาย ระยะเวลาศัลยกรรม ระยะเวลาดมยาสลบ การสูบบุหรี่ การเจาะคอ ASA classification ระบบ Mallampati classification พบว่า ปัจจัยที่สัมพันธ์กับ โรคปอดอักเสบที่เกิดขึ้นภายหลังการทำศัลยกรรมช่องปาก และกระดูกขากรรไกรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$ คือ อายุ เจาะคอ ระยะเวลาทำศัลยกรรม ระยะเวลาดมยาสลบ และ ASA classification (ตารางที่ 2)

เมื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติวิเคราะห์ถดถอยแบบพหุปัจจัยโลจิสติก (Multiple logistic regression) เทคนิค

forward stepwise โดยเลือกตัวแปรทุกตัวที่ผ่านการวิเคราะห์แบบทวิปัจจัยนำมาวิเคราะห์พบว่ากลุ่มผู้ป่วยที่มีอายุตั้งแต่ 55 ปี มีโอกาสเกิด โรคปอดอักเสบที่เกิดขึ้นภายหลังการทำศัลยกรรมช่องปาก และกระดูกขากรรไกรมากกว่ากลุ่มผู้ป่วยที่มีอายุน้อยกว่า 55 ปี คิดเป็น 27.75 เท่า (Adjusted Odds Ratio = 27.75 , 95% CI = 4.40 - 174.84) และผู้ป่วยกลุ่มที่มีระยะเวลาทำศัลยกรรมมากกว่า 360 นาที มีโอกาสเกิดโรคปอดอักเสบที่เกิดขึ้นภายหลังการทำศัลยกรรมช่องปากและกระดูกขากรรไกรมากกว่ากลุ่มที่มีระยะเวลาทำศัลยกรรมที่ระหว่าง 0 ถึง 360 นาที คิดเป็น 7.91 เท่า (Adjusted Odds Ratio = 7.91 , 95% CI = 1.04 - 60.13) (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 2 การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดโรคปอดอักเสบที่เกิดขึ้นภายหลังการทำศัลยกรรมช่องปาก และกระดูกขากรรไกร โดยใช้สถิติวิเคราะห์ทวิปัจจัย

Table 2 Factor related to postoperative pneumonia after major oral and maxillofacial surgery are analyzed by bivariate analysis

ตัวแปร	อุบัติการณ์เกิดโรคปอดอักเสบที่เกิดขึ้นภายหลังการทำศัลยกรรมช่องปาก และกระดูกขากรรไกร		สถิติที่ใช้ (Chi square test)	p-value
	ไม่เกิดโรคปอดอักเสบ จำนวน (ร้อยละ)	เกิดโรคปอดอักเสบ จำนวน (ร้อยละ)		
เพศ				
- ชาย	35 (85.4)	6 (14.6)	1.151	0.283
- หญิง	48 (92.3)	4 (7.7)		
อายุ				
- 0 ถึง 54 ปี	72 (96.0)	3 (4.0)	18.41	<0.001**
- 55 ปีขึ้นไป	11 (61.1)	7 (38.9)		
ค่าดัชนีมวลกายคนเอเชีย (WHO, 2022)				
- ต่ำกว่าเกณฑ์ (<18.50)	30 (96.8)	1 (3.2)	4.728	0.094
- สมส่วน (18.50-22.99)	40 (88.9)	5 (11.0)		
- เกินเกณฑ์ (≥ 23)	13 (76.5)	4 (23.5)		
การสูบบุหรี่				
- ไม่สูบ	75 (90.4)	8 (9.6)	0.998	0.318
- สูบ	8 (80.0)	2 (20.0)		
ASA classification				
- ASA I และ ASA II	74 (94.9)	4 (5.1)	15.942	<0.001**
- ASA III และ ASA IV	9 (60.0)	6 (40.0)		
Mallampati classification				
- Mallampati I	59 (90.8)	6 (9.2)	0.344	0.558
- Mallampati II	19 (86.4)	3 (13.6)		
ระยะเวลาดมยาสลบ				
- 0 ถึง 360 นาที	72 (93.5)	5 (6.5)	8.460	0.004**
- มากกว่า 360 นาที	11 (68.8)	5 (31.3)		
ระยะเวลาทำศัลยกรรม				
- 0 ถึง 360 นาที	75 (93.8)	5 (6.3)	12.1	<0.001**
- มากกว่า 360 นาที	8 (61.5)	5 (38.5)		
เจาะคอ				
- ไม่ทำ	77 (95.1)	4 (4.9)	22.115	<0.001**
- ทำ	6 (50)	6 (50)		

**มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $p < 0.05$

ตารางที่ 3 การวิเคราะห์ปัจจัยที่สัมพันธ์กับการเกิดโรคปอดอักเสบที่เกิดขึ้นภายหลังการทำศัลยกรรมช่องปาก และกระดูกขากรรไกร โดยใช้สถิติถดถอยแบบพหุปัจจัยโลจิสติกเทคนิค forward stepwise (multiple logistic regression : forward stepwise)

Table 3 Analysis of factors related to postoperative pneumonia after major oral and maxillofacial surgery using multiple logistic regression: forward stepwise

ตัวแปร	อุบัติการณ์เกิดโรคปอดอักเสบที่เกิดขึ้นภายหลังการทำศัลยกรรมช่องปาก และกระดูกขากรรไกร		Crude Odds Ratio (95%CI)	Adjusted Odds Ratio (95%CI)	p-value
	ไม่เกิดโรคปอดอักเสบ จำนวน(ร้อยละ)	เกิดโรคปอดอักเสบ จำนวน (ร้อยละ)			
อายุ					
- 0 ถึง 54 ปี	72 (96.0)	3 (4.0)	1	1	<0.001**
- 55 ปี ขึ้นไป	11 (61.1)	7 (38.9)	15.27 (3.43-68.03)	27.75 (4.40-174.84)	
ระยะเวลาทำศัลยกรรม					
- 0 ถึง 360 นาที	75 (93.8)	5 (6.3)	1	1	<0.001**
- มากกว่า 360 นาที	8 (61.5)	5 (38.5)	9.375 (2.23-39.49)	7.91 (1.04 – 60.13)	

**มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $p < 0.05$

บทวิจารณ์

จากการศึกษานี้พบว่าอุบัติการณ์การเกิดโรคปอดอักเสบที่เกิดขึ้นภายหลังการทำการศัลยกรรมในผู้ป่วยที่เข้ารับการทำการศัลยกรรมช่องปากและกระดูกขากรรไกร คิดเป็นร้อยละ 10.8 ซึ่งใกล้เคียงกับการศึกษาของ Buitelaar D²³ ที่พบว่าอุบัติการณ์อยู่ที่ร้อยละ 11 แต่แตกต่างจากการศึกษาของ Loeffelbein D⁷ และ Dillon J²⁵ ที่พบว่าอุบัติการณ์อยู่ที่ร้อยละ 18.8 และ 22.0 ตามลำดับ สาเหตุอาจจะเนื่องมาจากจำนวนกลุ่มตัวอย่างของงานวิจัยนี้มีจำนวนไม่มากเท่ากับการศึกษาก่อนหน้านี้ และชนิดศัลยกรรมส่วนใหญ่เป็นการทำการศัลยกรรมในกลุ่มผู้ป่วยปากแหว่งเพดานโหว่ซึ่งไม่ซับซ้อนมากแตกต่างจากการศึกษาทั้งสองที่ศึกษาในกลุ่มผู้ป่วยมะเร็งช่องปากและกลุ่มที่ทำการศัลยกรรมเพื่อบูรณะความพิการด้วยวิธีการทางจุลศัลยกรรม

ผู้ป่วยที่เกิดโรคปอดอักเสบภายหลังการทำการศัลยกรรมในการศึกษานี้ส่วนใหญ่พบในกลุ่มที่ทำการศัลยกรรมเพื่อการรักษาพยาธิสภาพในช่องปากร่วมกับการบูรณะความพิการซึ่งมีจำนวน 9 รายจาก 10 รายในกลุ่มที่เกิดโรคปอดอักเสบภายหลังการทำการศัลยกรรม เนื่องมาจากผู้ป่วยกลุ่มนี้มักมีอายุมาก มีโรคประจำตัว ศัลยกรรมมีความซับซ้อน ใช้เวลานาน ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Moratin J²⁶ ที่กล่าวว่าระยะเวลาในการทำการศัลยกรรมมีความสัมพันธ์กับการเกิดภาวะแทรกซ้อนทั้งระหว่างและหลังการทำการศัลยกรรม ซึ่งการทำการศัลยกรรมร่วมกับการบูรณะความพิการใช้ระยะเวลานาน แตกต่างกับการศึกษาของ Cronin E²⁷ ที่ศึกษาในผู้ป่วยศัลยกรรมปากแหว่งเพดานโหว่ที่ใช้เวลาสั้นกว่า และไม่เกิดภาวะแทรกซ้อนที่เกี่ยวข้องกับการติดเชื้อ

การศึกษานี้พบว่า ผู้ป่วยที่มีอายุตั้งแต่ 55 ปีขึ้นไป มีโอกาสเป็นโรคปอดอักเสบภายหลังการทำการศัลยกรรมมากกว่ากลุ่มที่อายุน้อยกว่า 55 ปี มากถึง 27.75 เท่า โดยช่วงอายุของผู้ป่วยที่เกิดโรคปอดอักเสบภายหลังการทำการศัลยกรรมอยู่ในช่วง 40 ถึง 75 ปี ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Grosser R²⁸ ที่พบว่าผู้ป่วยมีอายุอยู่ในช่วง 50±12 ปี แต่แตกต่างกับการศึกษาของ Loeffelbein D⁷ ที่พบว่าผู้ป่วยอยู่ในช่วงอายุที่มากกว่า คือ 60 ถึง 70 ปี เหตุที่ช่วงอายุจากการศึกษานี้แตกต่างจากการศึกษาที่กล่าวมาข้างต้นอาจเนื่องมาจากกลุ่มตัวอย่างของงานวิจัยนี้มีไม่มาก การศึกษานี้พบว่าผู้ป่วย 1 ราย เพศชาย อายุ 56 ปี รับการทำการศัลยกรรม จำนวน 4 ครั้ง ซึ่งเป็นศัลยกรรมต่างชนิดกันและอยู่คนละช่วงเวลาที่ไม่ต่อเนื่องกัน

พบว่าผู้ป่วยเกิดโรคปอดอักเสบภายหลังการทำการศัลยกรรมทุกครั้ง จึงอาจมีความเป็นไปได้ที่ทำให้ผลการศึกษานี้ช่วงอายุที่พบว่าอุบัติการณ์การเกิดโรคพบมากในผู้ป่วยที่อายุตั้งแต่ 55 ปีขึ้นไป

ระยะเวลาในการทำการศัลยกรรมเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีความสัมพันธ์กับการเกิดโรคปอดอักเสบที่เกิดขึ้นภายหลังการทำการศัลยกรรม จากการศึกษานี้พบว่าระยะเวลาทำการศัลยกรรมที่มากกว่า 360 นาทีจะมีโอกาสเกิดโรคปอดอักเสบชนิดนี้มากกว่ากลุ่มที่ใช้ระยะเวลาทำการศัลยกรรมน้อยกว่าถึง 7.91 เท่า ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Loeffelbein D⁷ ที่ระบุว่าระยะเวลาทำการศัลยกรรมที่นานกว่าจะมีความเสี่ยงในการเกิดโรคที่มากกว่า แต่มีความแตกต่างกันของเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมิน โดยที่ Loeffelbein D⁷ ใช้ระยะเวลาที่มากกว่า 500 นาทีเป็นเกณฑ์ เมื่อนำใช้กับการศึกษาครั้งนี้พบว่า ผู้ป่วยที่ใช้ระยะเวลาทำการศัลยกรรมมากกว่า 500 นาทีและได้รับการวินิจฉัยว่าเป็นโรคปอดอักเสบที่เกิดขึ้นภายหลังการทำการศัลยกรรมมีเพียง 4 รายจากทั้งหมด 10 ราย ทั้งนี้เนื่องจากการศึกษานี้เป็นศัลยกรรมเกี่ยวกับกลุ่มผู้ป่วยปากแหว่งเพดานโหว่ที่ใช้ระยะเวลาในการทำการศัลยกรรมสั้นตามที่กล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงจำแนกระยะเวลาทำการศัลยกรรมใหม่ออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ใช้ระยะเวลา 0-360 นาที และกลุ่มที่ใช้ระยะเวลามากกว่า 360 นาที โดยมีที่มาจากการศึกษาของ Cornellà N²⁹ ที่กล่าวว่าระยะเวลาทำการศัลยกรรมที่มากกว่า 360 นาที จะมีโอกาสเกิดภาวะแทรกซ้อนทางระบบเพิ่มขึ้น เช่น ภาวะแทรกซ้อนทางระบบหัวใจและหลอดเลือด ภาวะแทรกซ้อนทางระบบหายใจ ภาวะแทรกซ้อนทางไต เป็นต้น และเนื่องจากระยะเวลาทำการศัลยกรรมนั้นมีความสอดคล้องไปกับระยะเวลาดมยาสลบ ผู้วิจัยจึงได้แบ่งกลุ่มผู้ป่วยตามระยะเวลาที่ดมยาสลบออกเป็น 2 กลุ่มตามระยะเวลาทำการศัลยกรรม ได้ข้อสรุปว่ากลุ่มผู้ป่วยที่ดมยาสลบมากกว่า 360 นาที มีโอกาสเกิดโรคปอดอักเสบภายหลังการทำการศัลยกรรมสูงกว่าผู้ป่วยที่ดมยาสลบ 0-360 นาที อย่างมีนัยสำคัญ ดังเช่นในการศึกษานี้มีผู้ป่วยจำนวน 5 รายที่ทำการศัลยกรรมโดยใช้ระยะเวลามากกว่า 360 นาที และเกิดภาวะปอดอักเสบภายหลังการศัลยกรรมขึ้น ทั้งนี้ผู้ป่วยทั้ง 5 รายนี้ได้รับการทำการศัลยกรรมเพื่อรักษาพยาธิสภาพในช่องปากร่วมกับการบูรณะความพิการทั้งสิ้น โดยระยะเวลาทำการศัลยกรรมที่นานที่สุดในกลุ่มนี้คือ 868 นาที ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Rao M.K³⁰ ที่ได้ทำการศึกษาในผู้ป่วยศัลยกรรมศีรษะและคอ พบว่าระยะเวลาดมยาสลบโดยเฉลี่ย 336 นาทีมีความสัมพันธ์กับการเกิดโรคปอดอักเสบที่เกิดขึ้น

ภายหลังทำศัลยกรรม ($p=0.031$) นอกจากนี้ยังพบว่าผู้ป่วยกลุ่มดังกล่าว จำนวน 2 จาก 5 รายได้รับการประเมินตาม ASA classification III ส่วนอีก 3 รายได้รับการประเมินเป็น ASA class II

ผู้วิจัยได้จำแนกผู้ป่วยที่ได้รับการประเมินตาม ASA classification³¹ ออกเป็น 2 กลุ่ม โดยพบว่ากลุ่ม ASA class III และ IV เกิดโรคปอดอักเสบภายหลังการทำศัลยกรรมสูงกว่ากลุ่ม ASA class I และ II อย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.001$) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Loeffelbein D⁷ ที่กล่าวว่า ผู้ป่วยที่ได้รับการประเมินให้อยู่ในกลุ่ม ASA class III เกิดโรคปอดอักเสบที่เกิดขึ้นภายหลังการทำศัลยกรรม คิดเป็นร้อยละ 32.7 และ ASA class III มีผลต่อการเกิดโรคปอดอักเสบภายหลังการทำศัลยกรรมแตกต่างกับกลุ่ม ASA class I และ II อย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.001$) นอกจากนี้ Hackett N²¹ พบว่า ผู้ป่วยที่ได้รับการประเมิน ASA classification ในระดับสูง จะมีอัตราการเกิดโรคปอดอักเสบที่เกิดขึ้นภายหลังการทำศัลยกรรมมากกว่าผู้ป่วยที่ได้รับการประเมินในระดับต่ำ จากลักษณะที่กล่าวมาข้างต้นการดูแลผู้ป่วย ASA class III และ IV มีโอกาสที่จะเกิดภาวะแทรกซ้อนทั้งระหว่างและหลังการทำศัลยกรรมมากกว่า ส่งผลทำให้ใช้ระยะเวลาในการพักฟื้นและระยะเวลาการนอนโรงพยาบาลที่มากกว่า Denholm K³² และ Penel N³³ กล่าวว่า การประเมิน ASA classification มีความสัมพันธ์กับระยะเวลาการนอนโรงพยาบาล เนื่องจากการประเมินนี้ช่วยบอกถึงภาวะโดยทั่วไปผู้ป่วยและยังเกี่ยวข้องกับโรคร่วมที่อาจเกิดขึ้นภายหลังการทำศัลยกรรม Lupei M³⁴ พบว่า กลุ่มผู้ป่วยที่ได้รับการประเมิน ASA class III และ IV เกี่ยวข้องกับการเพิ่มระยะเวลาการนอนรักษาตัวในหอผู้ป่วยวิกฤติและเพิ่มโอกาสในการใช้เครื่องช่วยหายใจมากกว่ากลุ่มผู้ป่วยที่ได้รับการประเมิน ASA class I และ II ประมาณ 2.57 เท่า (IRR = 2.57, 95% CI, 1.69-3.92)

ในการศึกษานี้มีผู้ป่วยที่ได้รับการเจาะคอจำนวน 12 ราย พบว่า 6 รายเกิดโรคปอดอักเสบภายหลังการทำศัลยกรรม คิดเป็นร้อยละ 50 แตกต่างจากกลุ่มที่ไม่ได้รับการเจาะคอซึ่งพบว่าเป็นโรคปอดอักเสบเพียง 4 ราย คิดเป็นร้อยละ 4.9 ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สรุปได้ว่า การเจาะคอ มีความสัมพันธ์กับการเกิดโรคปอดอักเสบภายหลังการทำศัลยกรรม สอดคล้องกับการศึกษาของ Li L¹⁹ ที่พบว่าการเจาะคอเป็นปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดโรคปอดอักเสบภายหลังการทำศัลยกรรมสาเหตุอาจจะเนื่องมาจากลักษณะหัตถการทำ

ให้เกิดการกลืนลำบากทางเดินหายใจส่วนล่างได้โดยง่าย หากมีการปนเปื้อนเชื้อก่อโรค จะทำให้เกิดโรคปอดอักเสบได้ง่าย

จากการศึกษานี้พบว่ากลุ่มตัวอย่างมีค่าดัชนีมวลกายอยู่ระหว่าง 12.76 ถึง 29.1 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ $20.15 \pm 3.75 \text{ kg/m}^2$ ซึ่งหากพิจารณาตามเกณฑ์จำแนกค่าดัชนีมวลกายของ WHO (2022) ที่ระบุว่าภาวะอ้วน (Obesity) จะมีค่าดัชนีมวลกายมากกว่าหรือเท่ากับ 30 kg/m^2 ซึ่งไม่พบว่ามีตัวอย่างรายใดในการศึกษานี้ได้รับการวินิจฉัยว่ามีภาวะอ้วน และยังไม่พบว่ามีดัชนีมวลกายเป็นปัจจัยที่สัมพันธ์กับการเกิดโรคปอดอักเสบที่เกิดขึ้นภายหลังการทำศัลยกรรม ซึ่งแตกต่างจากการศึกษาก่อนหน้าของ Wolfer S²² ที่พบว่าผู้ป่วยที่มีดัชนีมวลกายมากกว่าเกณฑ์ ($>25 \text{ kg/m}^2$) เกิดโรคปอดอักเสบภายหลังการทำศัลยกรรม คิดเป็นร้อยละ 8.1 อาจจะเนื่องมาจากกลุ่มตัวอย่างที่น้อยในการศึกษานี้

ข้อจำกัดของการศึกษานี้ คือ ความหลากหลายของประเภทและกลุ่มของผู้ป่วยทางศัลยกรรมช่องปากและแม็กซิลโลเฟเชียลอาจจะยังไม่ครอบคลุม และจำนวนตัวอย่างในการศึกษานี้ที่ไม่มาก การเพิ่มระยะเวลาในการเก็บข้อมูลรวมถึงการเก็บข้อมูลให้ครอบคลุมทุกกลุ่มอาจจะทำให้ผลการศึกษามีความชัดเจนยิ่งขึ้น

บทสรุป

อุบัติการณ์การเกิดโรคปอดอักเสบที่เกิดขึ้นภายหลังการทำศัลยกรรมช่องปากและกระดูกขากรรไกร คิดเป็นร้อยละ 10.8 โดยปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการเกิดโรคปอดอักเสบที่เกิดขึ้นหลังการทำศัลยกรรมช่องปากและกระดูกขากรรไกร ได้แก่ อายุ การเจาะคอ ระยะเวลาทำศัลยกรรม ระยะเวลาดมยาสลบ และ ASA classification นอกจากนี้ยังพบว่า ผู้ป่วยที่มีอายุ 55 ปีขึ้นไป จะมีโอกาสเกิดโรคปอดอักเสบที่เกิดขึ้นภายหลังการทำศัลยกรรมช่องปากและกระดูกขากรรไกรมากกว่ากลุ่มผู้ป่วยที่มีอายุน้อยกว่า 55 ปี ประมาณ 27.75 เท่า และระยะเวลาทำศัลยกรรมที่มากกว่า 360 นาทีจะมีโอกาสเกิดโรคปอดอักเสบที่เกิดขึ้นภายหลังการทำศัลยกรรมช่องปากและกระดูกขากรรไกรมากกว่ากลุ่มที่มีระยะเวลาทำศัลยกรรมที่ระหว่าง 0 ถึง 360 นาที ประมาณ 7.91 เท่า

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาครั้งนี้สำเร็จลงด้วยดี เนื่องจากได้รับความช่วยเหลือในการดำเนินโครงการวิจัยจากทันตแพทย์ประจำบ้าน สาขาวิชาศัลยศาสตร์ช่องปากและแม็กซิลโลเฟเชียล คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่ให้ความอนุเคราะห์และให้ความช่วยเหลือตลอดการดำเนินโครงการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

1. Sattar SBA, Sharma S. Bacterial Pneumonia. [Updated 2023 Aug 14]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023 Jan-. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK513321/>
2. Reechaipichitkul V. HAP, VAP and HCAP Guidelines: from Guidelines to Clinical Practice. *Srinagarind Med J* 2010;25(Suppl):87-94.
3. Chughtai M, Gwam CU, Mohamed N, Khlopas A, Newman JM, Khan R, et al. The epidemiology and risk factors for postoperative pneumonia. *J Clin Med Res* 2017;9(6):466-75.
4. Wysock J. Preoperative pulmonary assessment and Management of Pulmonary Complications. In: Samir S. Taneja, Ojas Shah. *Complication of Urologic Surgery*. 5th ed. Sydney: Elsevier; 2018.12-20.
5. Klompas M. Clinical evaluation and diagnostic testing for community-acquired pneumonia in adults. [Updated 2023 Jan 03]. In: Uptodate.com [Internet]. Available from: <https://www.uptodate.com/contents/clinical-evaluation-and-diagnostic-testing-for-community-acquired-pneumonia-in-adults#disclaimerContent>
6. National Healthcare Safety Network. Pneumonia (Ventilator-associated [VAP] and non-ventilator-associated Pneumonia [PNEU]) Event. *Centers Dis Control Prev*. January 2022. [cited 2022 Sep 24]. Available from: <https://www.cdc.gov/nhsn/pdfs/checklists/pneu-checklist-508.pdf>
7. Loeffelbein DJ, Julinek A, Wolff KD, Kochs E, Haller B, Haseneder R. Perioperative risk factors for postoperative pulmonary complications after major oral and maxillofacial surgery with microvascular reconstruction: A retrospective analysis of 648 cases. *J Cranio-Maxillofacial Surg* 2016;44(8):952-57.
8. Combes J, Gibbons A. Oral and Maxillofacial Surgery. *J R Army Med Corps* 2007;153(3):205-09.
9. Strobel RJ, Liang Q, Zhang M, Wu X, Rogers MA, Theurer PF, et al. A preoperative risk model for postoperative pneumonia after coronary artery bypass grafting. *Ann Thorac Surg* 2016;102(4):1213-19.
10. Likosky DS, Paone G, Zhang M, Rogers MA, Harrington SD, Theurer PF, et al. Red blood cell transfusions impact pneumonia rates after coronary artery bypass grafting. *Ann Thorac Surg* 2015;100(3):794-801.
11. Poelaert J, Haentjens P, Blot S. Association among duration of mechanical ventilation, cuff material of endotracheal tube, and postoperative nosocomial pneumonia in cardiac surgical patients: A prospective study. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2014;148(4):1622-27.
12. Lugg ST, Agostini PJ, Tikka T, Kerr A, Adams K, Bishay E, et al. Long-term impact of developing a postoperative pulmonary complication after lung surgery. *Thorax* 2016;71(2):171-76.
13. Wang Z, Cai XJ, Shi L, Li FY, Lin NM. Risk factors of postoperative nosocomial pneumonia in stage I-IIIa lung cancer patients. *Asian Pacific J Cancer Prev* 2014;15(7):3071-74.
14. Kobayashi S, Karube Y, Nishihira M, Inoue T, Araki O, Maeda S, et al. Postoperative pyothorax a risk factor for acute exacerbation of idiopathic interstitial pneumonia following lung cancer resection. *Gen Thorac Cardiovasc Surg* 2016;64(8):476-80.
15. Karam J, Shepard A, Rubinfeld I. Predictors of operative mortality following major lower extremity amputations using the National Surgical Quality Improvement Program public use data. *J Vasc Surg* 2013;58(5):1276-82.
16. Damian D, Esquenazi J, Duvvuri U, Johnson JT, Sakai T. Incidence, outcome, and risk factors for postoperative pulmonary complications in head and neck cancer surgery patients with free flap reconstructions. *J Clin Anesth* 2016;28:12-18.

17. Ruohoaho J, Xin G, Bäck L, Aro K, Tapiovaara L. Tracheostomy complications in otorhinolaryngology are rare despite the critical airway. *Eur Arch Oto-Rhino-Laryngology* 2021;278(11):4519-23.
18. Xiang B, Jiao S, Si Y, Yao Y, Yuan F, Chen R. Risk factors for postoperative pneumonia: A case-control study. *Front Public Heal* 2022;10:913897.
19. Li L, Yuan W, Zhang S, Wang K, Ruan H. Analysis of risk factors for pneumonia in 482 patients undergoing oral cancer surgery with tracheotomy. *J Oral Maxillofac Surg* 2016;74(2):415-19.
20. Vasudevan K, Grossberg JA, Spader HS, Torabi R, Oyelese AA. Age increases the risk of immediate postoperative dysphagia and pneumonia after odontoid screw fixation. *Clin Neurol Neurosurg* 2014;126:185-89.
21. Hackett NJ, De Oliveira GS, Jain UK, Kim JYS. ASA class is a reliable independent predictor of medical complications and mortality following surgery. *Int J Surg* 2015;18:184-90.
22. Wolfer S, Foos T, Kunzler A, Ernst C, Schultze-Mosgau S. Association of the preoperative body mass index with postoperative complications after treatment of oral squamous cell carcinoma. *J Oral Maxillofac Surg* 2018;76(8):1800-15.
23. Buitelaar DR, Balm AJM, Antonini N, van Tinteren H, Huitink JM. Cardiovascular and respiratory complications after major head and neck surgery. *Head Neck* 2006;28(7):595-02.
24. Zhao T, Wu X, Zhang Q, Li C, Worthington H V, Hua F. Oral hygiene care for critically ill patients to prevent ventilator-associated pneumonia. *Cochrane Database Syst Rev* 2020;12(12):CD008367.
25. Dillon JK, Liu SY, Patel CM, Schmidt BL. Identifying risk factors for postoperative cardiovascular and respiratory complications after major oral cancer surgery. *Head Neck* 2011;33(1):112-16.
26. Moratin J, Zittel S, Horn D, Behnisch R, Ristow O, Engel M, et al. Free-flap reconstruction in early-stage squamous cell carcinoma of the oral cavity-a prospective monocentric trial to evaluate oncological outcome and quality of life. *J Clin Med* 2023;12(14):4833.
27. Cronin ED, Williams JL, Shayani P, Roesel JF. Short stay after cleft palate surgery. *Plast Reconstr Surg* 2001;108(4):838-40.
28. Grosser R, Romero-Velez G, Pereira X, Moran-Atkin E, Choi J, Camacho DR. Postoperative pneumonia after bariatric surgery during the COVID-19 pandemic: a National Surgical Quality Improvement Program study. *Surg Obes Relat Dis* 2022;18(10):1239-45.
29. Cornella N, Sancho J, Sitges-Serra A. Short and long-term outcomes after surgical procedures lasting for more than six hours. *Sci Rep* 2017;7(1):9221.
30. Rao MK, Reilley TE, Schuller DE, Young DC. Analysis of risk factors for postoperative pulmonary complications in head and neck surgery. *Laryngoscope* 1992;102(1):45-7.
31. American Society of Anesthesiologists. Statement on ASA physical status classification system. [Updated 2020 Dec 13] Available from: <https://www.asahq.org/standards-and-practice-parameters/statement-on-asa-physical-status-classification-system>
32. Denholm KA, Steel BJ, Wilson A, Nugent M, Burns A. Factors determining postoperative length of stay and time to resumption of feeding following free flap reconstruction for oral cancer. *Br J Oral Maxillofac Surg* 2022;60(9):1240-45.
33. Penel N, Mallet Y, Roussel-Delvallez M, Lefebvre JL, Yazdanpanah Y. Factors determining length of the postoperative hospital stay after major head and neck cancer surgery. *Oral Oncol* 2008;44(6):555-62.
34. Lupei MI, Chipman JG, Beilman GJ, Oancea SC, Konia MR. The association between ASA status and other risk stratification models on postoperative intensive care unit outcomes. *Anesth Analg* 2014;118(5):989-94

ผู้รับผิดชอบบทความ

นิพนธ์ คล้ายอ่อน

สาขาวิชาศัลยศาสตร์ช่องปากและแม็กซิลโลเฟเชียล

คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40002

โทรศัพท์ : 043 202 405 #45152

โทรสาร : 043 202 862

จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ : dr_knipon@hotmail.com

Incidence and Risk Factors for Postoperative Pneumonia (POP) after Major Oral and Maxillofacial Surgery

Naruemit J* Suwannakul T* Lapwararak K* Weraarchakul W** Wannasarnmetha M*** Klai-on N****

Abstract

Postoperative pneumonia (POP) is a condition of lung inflammation that occurs after surgery, often resulting from a hospital-acquired or ventilator-associated lung infection within 48-72 hours of surgery. Previous studies have reported an 18.8% incidence of postoperative pneumonia after oral and maxillofacial surgery. However, there is no study in Thailand regarding the incidence of postoperative pneumonia after oral and maxillofacial surgery and the related risk factors. This research aimed to investigate the incidence and factors related to postoperative pneumonia after oral and maxillofacial surgery. This study is a prospective analytical study conducted by collecting data from a sample of 93 patients who underwent major oral and maxillofacial surgery at the Dental Hospital, Faculty of Dentistry, Khon Kaen University. The results showed that 10.8% of the sample had postoperative pneumonia. Risk factors associated with postoperative pneumonia included age over 55 years, surgery duration longer than 360 minutes, tracheostomy, and an ASA classification of 3 or higher. This study revealed that patients aged 55 years and older had a 27.75 times higher risk of developing postoperative pneumonia compared to younger patients, and those with surgery durations longer than 360 minutes had a 7.91 times higher risk. In conclusion, the incidence of postoperative pneumonia after oral and maxillofacial surgery is 10.8%. Patients aged 55 years and older have a 27.75 times higher risk of developing postoperative pneumonia compared to patients younger than 55 years. Additionally, patients with surgery durations exceeding 360 minutes have a 7.91 times higher risk of developing postoperative pneumonia compared to those with a shorter surgery duration.

Keywords: Incidence/ Postoperative pneumonia/ Oral and maxillofacial surgery

Corresponding Author

Niphon Klai-on

Department of Oral and Maxillofacial Surgery,

Faculty of Dentistry, Khon Kaen University,

Amphur Muang, Khon Kaen, 40002.

Tel.: +66 43 202 405 #45152

Fax.: +66 43 202 862

Email: dr_knipon@hotmail.com

* Dental student, Faculty of Dentistry, Khon Kaen University, Amphur Muang, Khon Kaen.

** Division of Dental Public Health, Department of Preventive Dentistry, Faculty of Dentistry, Khon Kaen University, Amphur Muang, Khon Kaen.

*** Department of Radiology, Faculty of Medicine, Khon Kaen University, Amphur Muang, Khon Kaen.

**** Department of Oral and Maxillofacial Surgery, Faculty of Dentistry, Khon Kaen University, Amphur Muang, Khon Kaen.

ผลกระทบของอนุภาคตัวเติมอินทรีย์ต่อค่าความแข็ง ผิวระดับจุลภาคของวัสดุบูรณะเรซินคอมโพสิต

นิโลบล วงศ์สายดา* มรกต เปี่ยมใจ**

บทคัดย่อ

การศึกษานี้ประเมินผลกระทบของอนุภาคตัวเติมอินทรีย์ต่อค่าความแข็งผิวของวัสดุบูรณะเรซินคอมโพสิต โดยการขึ้นรูปชิ้นงานวัสดุบูรณะเรซินคอมโพสิต 4 กลุ่มที่มีชนิดของตัวเติมต่างกัน ได้แก่ 1) เฟนตาซิสต้า วิ 2) เคลียร์ฟิล เอพี-เอกซ์ อีเอสยู 3) เคลียร์ฟิล เอพี-เอกซ์ และ 4) ฟิลเทค ซีทรีไฟร์ซีโรเอ็กซ์ที กลุ่มละ 10 ชิ้น ขนาด 4x4x2 ลูกบาศก์มิลลิเมตร นำมาทดสอบความแข็งผิวระดับจุลภาคแบบวิกเกอร์ 8 ตำแหน่งต่อชิ้นงาน กดด้วยน้ำหนัก 100 กรัม เป็นเวลา 15 วินาที ต่อตำแหน่ง และศึกษาพื้นผิวชิ้นงานภายใต้กล้องจุลทรรศน์ชนิดใช้แสง นำค่าเฉลี่ยความแข็งผิวมาวิเคราะห์ทางสถิติด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว และการทดสอบเกมส์ ไฮเวลต์ พบว่าค่าความแข็งผิวระดับจุลภาคมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่ม ($p < 0.05$) ยกเว้นกลุ่มเฟนตาซิสต้า วิ และเคลียร์ฟิล เอพี-เอกซ์ อีเอสยู ($p > 0.05$) โดยกลุ่มที่ให้ค่าความแข็งผิวระดับจุลภาคมากที่สุดคือ กลุ่มเคลียร์ฟิล เอพี-เอกซ์ (115.05 ± 1.25 วิกเกอร์) ซึ่งไม่มีอนุภาคตัวเติมชนิดอินทรีย์ มีแต่อนุภาคตัวเติมชนิดแก้ว และความแข็งผิวน้อยสุดคือ กลุ่มเคลียร์ฟิล เอพี-เอกซ์ อีเอสยู (42.85 ± 3.10 วิกเกอร์) และกลุ่มเฟนตาซิสต้า วิ (45.53 ± 4.34 วิกเกอร์) ซึ่งมีอนุภาคตัวเติมชนิดอินทรีย์ อย่างไรก็ตามอนุภาคตัวเติมชนิดอินทรีย์เชื่อมติดกับเรซินเมทริกซ์ได้ดีกว่า ผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าการใส่อนุภาคตัวเติมชนิดอินทรีย์มีผลทำให้วัสดุบูรณะเรซินคอมโพสิตมีความแข็งผิวน้อยลง แต่เกิดการหลุดของอนุภาคตัวเติมขนาดเล็กที่น้อยกว่า เมื่อเทียบกับอนุภาคตัวเติมประเภทอนินทรีย์

คำชี้แจง: ความแข็งผิวระดับจุลภาค/เรซินคอมโพสิต/อนุภาคตัวเติมอินทรีย์/อนุภาคตัวเติมอนินทรีย์

Received: June 28, 2023

Revised: Mar 26, 2024

Accepted: Mar 28, 2024

บทนำ

เรซินคอมโพสิตที่ใช้ในทางทันตกรรม มีองค์ประกอบใหญ่ 3 ส่วนคือ เรซินเมทริกซ์ สารตัวเติม และอนุภาคตัวเติมที่กระจายอยู่ทั่วไปถูกเติมเพื่อปรับปรุงสมบัติต่างๆของวัสดุบูรณะเรซิน^{1,2} ซึ่งสามารถแบ่งได้ตามพื้นฐานของโครงสร้างอนุภาคหลัก เป็นอนุภาคตัวเติมอนินทรีย์ ได้แก่ ซิลิกา และเซอโรโคเนีย ซึ่งจะเชื่อมต่อกับเรซินเมทริกซ์ผ่านสารตัวเติมไฮเลเดน และอนุภาคตัวเติมอินทรีย์ (Organic filler) หรืออนุภาคตัวเติมอินทรีย์ชนิดพรีพอลิเมอร์ไรซ์ (Prepolymerized organic filler)^{3,4}

อนุภาคชนิดพรีพอลิเมอร์ไรซ์ มีจุดเริ่มต้นจากการผลิตโดยการผสมซิลิกาเข้ากับเรซินพอลิเมอร์ชนิดที่มีความเข้ากันได้กับเรซินเมทริกซ์ภายใต้ความร้อน แล้วบดออกมาให้เป็นอนุภาคขนาดเล็ก (Splinter prepolymerized microfilled complexed) หรือการฝังซิลิกาเข้าไปในอนุภาคพอลิเมอร์ขนาดเล็ก (Spherical polymer-based microfilled complexes)⁵ ซึ่งทั้งสองจะเป็นอนุภาคที่ประกอบทั้งสารประกอบที่เป็นอินทรีย์และอนินทรีย์อยู่ร่วมกัน ได้อนุภาคที่มีขนาดใหญ่ซึ่งมีประโยชน์ในการปรับปรุงสมบัติความเหนียวของวัสดุได้ดีกว่า

การเติมอนุภาคตัวเติมอินทรีย์เป็นปริมาณมากเพียงอย่างเดียว และลดการหลุดตัวของวัสดุจากกระบวนการเกิดพอลิเมอร์ไรซ์ (Polymerization)^{6,7} แต่ยังคงพบปัญหาการหลุดของอนุภาคระหว่างการใช้งานจากส่วนที่เป็นอินทรีย์ที่ต้องพึ่งพาสารตัวเติมในการเชื่อมต่อกับเรซินเมทริกซ์ อีกทั้งส่วนที่เป็นพันธะคู่ของมอนอเมอร์ที่นำมาใช้เป็นอนุภาคตัวเติมจะถูกทำให้เกิดปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์อย่างสมบูรณ์จนไม่หลงเหลือพันธะที่จะมาทำปฏิกิริยาเชื่อมต่อกับเรซินเมทริกซ์ หรือกับสารตัวเติม⁸

ต่อมาจึงมีการพัฒนาอนุภาคตัวเติมอินทรีย์ หรืออนุภาคตัวเติมอินทรีย์พรีพอลิเมอร์ไรซ์ (Prepolymerized organic fillers) หรืออนุภาคตัวเติมอินทรีย์รีแอคทีฟ (Reactive organic filler) เป็นอนุภาคของพอลิเมอร์ หรือสารประกอบอินทรีย์เท่านั้น โดยอนุภาคพื้นฐานเป็นพวอะคริลิก ซึ่งพัฒนาให้สามารถเกิดพันธะเคมีกับเรซินมอนอเมอร์ในเรซินเมทริกซ์ ในลักษณะโคพอลิเมอร์ไปพร้อมๆกันเมื่อได้รับการกระตุ้นด้วยอนุมูลอิสระ (Free radical) เมื่อเกิดปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์ของวัสดุบูรณะเรซินคอมโพสิต ทำให้สามารถกำจัดปัญหา

* นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาทันตกรรมประดิษฐ์ คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร

** ภาควิชาทันตกรรมประดิษฐ์ คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร

การหลุดของอนุภาคตัวเติมชนิดนี้ และยังคงประโยชน์ในการใช้ร่วมกับอนุภาคตัวเติมอินทรีย์เหมือนอนุภาคชนิดฟริพอลิเมอร์ไรซ์ในรุ่นแรกๆ^{9,10}

ตัวอย่างของอนุภาคตัวเติมอินทรีย์ เช่น ตรีเมทิลฟิไท (Trimethylolpropane trimethacrylate: TMPT) จากการพัฒนาของ Shiro Suzuki และคณะ ในปี 1982 ซึ่งมีปริมาณพันธะคู่จำนวนมากในโครงสร้างพร้อมเชื่อมต่อกับเรซินเมทริกซ์¹¹ ซึ่งจากหลายการศึกษาพบว่าทำให้ชั้นเคลือบพื้นผิวเรียบ มีพื้นผิวการสึกน้อยและให้ลักษณะพื้นผิวที่เรียบเมื่อเทียบกับเรซินคอมโพสิตที่มีเฉพาะอนุภาคตัวเติมอนินทรีย์เพียงอย่างเดียว ซึ่งเป็นไปได้ว่าเนื่องจากอนุภาคอินทรีย์สามารถยึดเกาะกับเรซินเมทริกซ์ได้ดี จึงทำให้มีการหลุดของอนุภาคตัวเติมหลังได้รับแรงกดเล็กน้อยกว่า^{12, 13}

ความแข็งแรงของเรซินคอมโพสิต มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการต้านการสึกของวัสดุบูรณะ^{14, 15} นอกจากนี้ยังพบว่าการใช้อนุภาคตัวเติมอินทรีย์ที่มีความแข็งแรงเช่น เซอร์โคเนียส่งผลให้ความแข็งแรงระดับจุลภาคของวัสดุบูรณะเรซินมีค่าลดลงและมีพื้นผิวขรุขระมากขึ้นจากการหลุดออกของอนุภาค¹⁶ เนื่องจากบนพื้นผิวอนุภาคเซอร์โคเนียไม่มีหมู่ไฮดรอกซิลร่วมกับการมีจำนวนพันธะคู่ของคาร์บอนไม่เพียงพอที่จะไปเชื่อมต่อกับเรซินเมทริกซ์ผ่านสารคู่ควบไซเลน โดยสารคู่ควบไซเลนสามารถทำหน้าที่ได้เพียงการลดแรงดึงผิวระหว่างอนุภาคเพื่อช่วยกระจายอนุภาคเซอร์โคเนียในเรซินเมทริกซ์¹⁷ ดังนั้นแสดงให้เห็นว่าอนุภาคตัวเติมที่มีความแข็งแรงมาก อาจไม่สามารถเพิ่มความแข็งแรงของวัสดุบูรณะเรซินคอมโพสิตได้ อย่างไรก็ตามในปัจจุบันยังไม่มีการศึกษาเกี่ยวกับผลกระทบของอนุภาคตัวเติมอินทรีย์ต่อค่าความแข็งแรงของวัสดุบูรณะเรซินคอมโพสิต ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความแข็งแรงของวัสดุบูรณะเรซินคอมโพสิตที่มีส่วนประกอบของอนุภาคตัวเติมอินทรีย์ โดยสมมติฐานในการศึกษานี้คือการมีอนุภาคตัวเติมอินทรีย์เป็นส่วนประกอบในวัสดุบูรณะเรซินคอมโพสิตอาจส่งผลต่อค่าความแข็งแรงของวัสดุบูรณะแตกต่างไปจากการมีอนุภาคตัวเติมอนินทรีย์เพียงอย่างเดียว

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

ขึ้นรูปชิ้นงานเรซินคอมโพสิต 4 กลุ่ม กลุ่มละ 10 ชิ้น (n=10) ตามชนิดของเรซินคอมโพสิต ได้แก่ กลุ่ม 1) แฟนตาซิสต้า วิ 2) เคลียร์ฟิล เอพี-เอกซ์ อีเอสทู 3) เคลียร์ฟิล เอพี-เอกซ์ และ 4) ฟิลเทค ซิทธิไฟว์ซีโรเอ็กซ์ที ซึ่งมี

องค์ประกอบหลักของวัสดุตามใบคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต (ดังตารางที่ 1) เตรียมวัสดุแต่ละกลุ่มให้มีขนาด 4x4x2 ลูกบาศก์มิลลิเมตร ฉายแสงด้วยเครื่องฉายแสงทางทันตกรรมชนิดแอลอีดี (Elipar S10, 3M-ESPE St. Paul, MN, USA; ความเข้มแสง 1200 มิลลิวัตต์ต่อตารางเซนติเมตร; ความยาวคลื่น 400-515 นาโนเมตร) โดยใช้ระยะเวลาและความเข้มแสงตามที่บริษัทผู้ผลิตเรซินคอมโพสิตกำหนด จากนั้นฝังลงฐานทรงกระบอกด้วยอีพอกซีเรซิน (Epoxy resin) แล้วจึงขัดปรับผิวหน้าให้ได้ระนาบเรียบ และเงาด้วย กระดาษทรายน้ำความหยาบเบอร์ 400, 600, 1000, 1200 (Buehler, USA) และผงอะลูมินาขนาด 0.05 ไมครอน (Pace Technologies, USA) ภายใต้การหล่อ่น้ำด้วยเครื่องขัดชิ้นงาน (PRESI MINITECH 233, USA) ควบคุมความเร็วรอบขัดสม่ำเสมอที่ 270 รอบต่อนาทีในทุกความหยาบ และใช้เวลาขัดในทุกความหยาบรวมทั้งหมด 180 วินาทีต่อชิ้นงาน แล้วทำความสะอาดด้วยเครื่องล้างอัลตราโซนิก โดยมีน้ำกลั่นเป็นสารสื่อกลาง (Ultrasonic bath, VGT-1990, QTD, China) เป็นเวลา 15 นาที ชิ้นงานทดสอบทุกชิ้นจะถูกแช่อยู่ในน้ำกลั่นที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ตามมาตรฐาน ISO 4049:2019¹⁸ ก่อนเริ่มการทดสอบความแข็งแรงระดับจุลภาค

วิธีการทดสอบความแข็งแรงระดับจุลภาคของชิ้นงาน

ทดสอบความแข็งแรงระดับจุลภาคแบบวิกเกอร์ (Vicker microhardness test) ตาม ISO 6507-1:2018¹⁹ ด้วยเครื่องทดสอบความแข็งแรงผิว (FM 180, FUTURE TECH, Japan) 8 ตำแหน่งต่อชิ้นงาน ด้วยน้ำหนัก 100 กรัม เป็นเวลา 15 วินาทีต่อจุดกด ที่บริเวณมุมทั้ง 4 ของชิ้นงาน (1 มุมประกอบด้วย 2 จุดกดห่างกัน 0.5 มิลลิเมตร) วัดเส้นทแยงมุมรอยกด เพื่อนำมาคำนวณค่าความแข็งแรงผิวในแต่ละตำแหน่ง จากนั้นนำค่าความแข็งแรงระดับจุลภาค ทั้ง 8 ตำแหน่งมาหาค่าเฉลี่ยเพื่อเป็นตัวแทนชิ้นงานในการทดสอบทางสถิติ

การตรวจสอบพื้นผิวเรซินคอมโพสิตภายหลังการทดสอบความแข็งแรงผิว

สุ่มชิ้นงานจากแต่ละกลุ่มทดสอบจำนวน 5 ชิ้นต่อกลุ่ม (n=5) เพื่อนำมาศึกษาลักษณะพื้นผิว (Surface characteristics) ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ชนิดใช้แสง (FM 180, FUTURE TECH, Japan) กำลังขยายรวม 500 เท่า (เลนส์ใกล้ตา กำลังขยาย 10 เท่า และเลนส์ใกล้วัตถุกำลังขยาย 50 เท่า)

ตารางที่ 1 องค์ประกอบหลักของวัสดุเรซินคอมโพสิตที่ใช้ในแต่ละกลุ่ม

Table 1 Major components of resin composite in each group

ชื่อ ทางการค้า	ผู้ผลิต	องค์ประกอบ เรซินเมทริกซ์	ชนิดอนุภาค ตัวเติม	ปริมาณ อนุภาคตัว เติม (%นน / %ปริมาตร)	ขนาดอนุภาค ตัวเติม [†]	ประเภทของ ขนาด อนุภาคตัว เติม	ระยะ เวลาฉาย แสง (วินาที) ^{**}	สี
Fantasia V (Shade A1)	Sun Medical, Moriyama Japan	UDMA, TEGDMA	TMPT, Strontium glass, Colloidal silica	N/A /53*	0.02-5 μ m	Nanohybrid	10	LL12F
Clearfil AP-X ES2 (Shade A1)	Kuraray Medical, Tokyo Japan	Bis-GMA, Hydrophobic aromatic dimethacrylates	Barium glass, silica, Prepolymerized organic filler	78**/40*	0.37-1.5 μ m	Nanohybrid	20	5A0033
Clearfil AP-X (Shade A2)	Kuraray Medical, Tokyo Japan	Bis-GMA, TEGDMA	Barium glass, silica, colloidal silica	85 /71	0.02-17 μ m	Microhybrid	20	C10114
Filtek Z350XT (Shade Body A1)	3M ESPE St. Paul, MN, USA	Bis-GMA, UDMA, TEGDMA, PEGDMA, Bis-EMA	Zirconia/silica	78.5 /63.3	4-20 nm (Particle size) 0.6-10 μ m (Cluster size)	Nanofilled	10	NF22061

*ร้อยละ โดยปริมาตรเฉพาะอนุภาคตัวเติมชนิดอนินทรีย์

**ร้อยละ โดยน้ำหนักโดยรวม

[†] อ้างอิงจากใบคำแนะนำบริษัทผู้ผลิต (Manufacturer instruction)

^{**} เมื่อใช้เครื่องฉายแสงแอลอีดี ความเข้มแสงอย่างน้อย 1100 มิลลิวัตต์ต่อตารางเซนติเมตร

การทดสอบทางสถิติ

การทดสอบทางสถิติด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ทางสถิติ เอสพีเอสเอส เวอร์ชัน 29.0 (SPSS 29.0 Inc, Chicago, Illinois) เพื่อทดสอบการกระจายตัวของข้อมูล หากมีการกระจายตัวที่ปกติเปรียบเทียบข้อมูลระหว่างกลุ่มด้วยสถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA) ทดสอบความแตกต่างระหว่างกลุ่มด้วยเกมส์ ไฮเวลล์ (Games Howell) หรือ บอนเฟอโรนี (Bonferroni) ที่ค่าความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ผล

ค่าความแข็งผิวระดับจุลภาคมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในระหว่างกลุ่มของเรซินคอมโพสิต ($P < 0.05$) ยกเว้นในกลุ่มของเรซินคอมโพสิตกลุ่มแฟนตาซิสต้า วี และเคลียร์ฟิล เอพี-เอกซ์ อีเอสทู ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) โดยค่าความแข็งผิวระดับจุลภาคสูงสุด และต่ำสุดพบในกลุ่มเคลียร์ฟิล เอพี-เอกซ์ 115.05 วิกเกอร์ และเคลียร์ฟิล เอพี-เอกซ์ อีเอสทู 42.85 วิกเกอร์ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ค่าความแข็งผิวระดับจุลภาค (วิกเกอร์ แรงกิโลกรัมต่อตารางมิลลิเมตร) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของเรซินคอมโพสิต

Table 2 Mean surface microhardness values (VHN, Kg/mm²) and standard deviation of the resin composites

Group (n=10)	Mean surface micro hardness, VHN (Kg/mm ²)
Fantasia V	45.53 (4.34) ^a
Clearfil AP-X ES2	42.85 (3.10) ^a
Clearfil AP-X	115.05 (1.25) ^c
Filtek Z350XT	89.84 (2.05) ^b

ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันแสดงถึงความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) (ค่าในวงเล็บคือค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

The different superscript alphabet indicates a statistically significant difference. (Standard deviations are in parentheses.)

เมื่อพิจารณาพื้นผิวจากภาพที่ได้จากกล้องจุลทรรศน์ใช้แสง (Optical microscope) ที่กำลังขยายรวม 500 เท่าพบว่าพื้นผิวหลังการถูกขัดและถูกทดสอบความแข็งผิวระดับจุลภาค ของกลุ่มแผ่นตาชิสต้า วิ ไม่พบการหลุดของอนุภาคตัวเติมทั้งส่วนที่เป็นอนุภาคตัวเติมอินทรีย์และอนินทรีย์ ในทั้งระนาบวัสดุ ในขณะที่พื้นผิวของกลุ่มอื่นๆ พบช่องว่างที่เกิดจากการหลุดออกของอนุภาคตัวเติมอินทรีย์กระจายอยู่ทั่วไปดังที่เห็นบนพื้นผิวของเคลียร์ฟิล เอพี-เอกซ์ และฟิลเทคชิทรีไฟว์ซีโรเอ็กซ์ที ส่วนเคลียร์ฟิล เอพี-เอกซ์ อีเอสทู มีลักษณะพื้นผิวที่ผสมผสาน โดยมีการหลุดร่อนของกลุ่มอนุภาคตัวเติมอินทรีย์ แต่ไม่มีการหลุดร่อนในทุกบริเวณที่เป็นอนุภาคตัวเติมอินทรีย์ (รูปที่ 1A-1D)

บทวิจารณ์

วัสดุบูรณะเรซินคอมโพสิตที่มีอนุภาคตัวเติมชนิดอินทรีย์เป็นส่วนประกอบร่วมกับอนินทรีย์อย่างแผ่นตาชิสต้า วิ (45.53 วิกเกอร์) และเคลียร์ฟิล เอพี-เอกซ์ อีเอสทู (42.85 วิกเกอร์) ให้ค่าความแข็งผิวระดับจุลภาคต่ำกว่ากลุ่มวัสดุที่มีอนุภาคตัวเติมชนิดอนินทรีย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างกลุ่มเคลียร์ฟิล เอพี-เอกซ์ (115.05 วิกเกอร์) และ ฟิลเทคชิทรีไฟว์ซีโรเอ็กซ์ที (89.84 วิกเกอร์) ดังนั้นผลการศึกษานี้จึงสนับสนุนสมมติฐานงานวิจัย

เรซินคอมโพสิตที่ใช้ในการศึกษานี้เป็นวัสดุที่ใช้บูรณะในคลินิก มีองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นอนุภาคตัวเติมมีเรซินเมทริกซ์หลัก คือ ยูดีเอ็มเอ (UDMA) ที่อีจีดีเอ็มเอ (TEGDMA) หรือ บิสจีเอ็มเอ (Bis-GMA) และอนุภาคตัวเติมอนินทรีย์ส่วนใหญ่ที่เหมือนกันคือ แก้วหรือซิลิกา ซึ่งมีขนาดอนุภาคหรือกลุ่มอนุภาคใกล้เคียงกันในระดับซับไมครอน (Sub-micron) แต่ที่ต่างกันคือในกลุ่มแผ่นตาชิสต้า วิ และเคลียร์ฟิล เอพี-เอกซ์ อีเอสทู มีอนุภาคตัวเติมชนิดอินทรีย์ (ปริมาณไม่ได้บอกโดยบริษัท) และปริมาณอนุภาคตัวเติม อนินทรีย์ที่น้อยกว่ากลุ่มที่มีเฉพาะอนุภาคตัวเติมชนิดอนินทรีย์ (ตารางที่ 1) จากผลของค่าความแข็งผิวในการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่า วัสดุเรซินที่มีการเติมอนุภาคตัวเติมอินทรีย์ทำให้มีปริมาณอนุภาคตัวเติมอินทรีย์ลดลง ส่งผลให้ค่าความแข็งผิวระดับจุลภาคลดลง 2-3 เท่า (ตารางที่ 2)

เนื่องจากส่วนหนึ่งเป็นผลมาจากธรรมชาติของอนุภาคตัวเติมอนินทรีย์ที่มีความแข็งผิวอนุภาคที่สูงกว่าอนุภาคตัวเติมอินทรีย์ที่มีพื้นฐานอนุภาคเป็นเรซินโพลีเมอร์²⁰ ดังนั้นการเติมอนุภาคอินทรีย์ในวัสดุบูรณะเรซินคอมโพสิต

ย่อมส่งผลให้มีสัดส่วนปริมาณอนุภาคตัวเติมอนินทรีย์ลดลง จึงส่งผลต่อความแข็งผิวของวัสดุโดยรวม อย่างไรก็ตามการเพิ่มอนุภาคชนิดอินทรีย์สามารถลดสัดส่วนของเรซินมอนอเมอร์ในเรซินเมทริกซ์จึงช่วยปรับปรุงสมบัติทางกายภาพของวัสดุ ได้แก่ ลดการหดตัวจากปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์ (Polymerization shrinkage) และการดูดน้ำของวัสดุบูรณะ (Water sorption) และง่ายต่อการขัดแต่งพื้นผิวของวัสดุ (Polishability)^{7, 21-23}

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณร้อยละโดยปริมาตรที่ต่างกัน (ร้อยละ 13) ของอนุภาคตัวเติมอนินทรีย์ในกลุ่มที่มีอนุภาคตัวเติมอินทรีย์ พบว่าค่าความแข็งผิวลดลง (ประมาณร้อยละ 6) อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ขณะที่ความต่างกันของปริมาณอนุภาคตัวเติมอนินทรีย์โดยปริมาตรที่น้อยกว่า (ร้อยละ 7.7) ระหว่างกลุ่มที่มีเฉพาะอนุภาคตัวเติมอนินทรีย์ให้ค่าความแข็งผิวที่ลดลงในสัดส่วนที่มากกว่า (ประมาณร้อยละ 22) และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นแสดงให้เห็นว่าอนุภาคตัวเติมอินทรีย์มีอิทธิพลต่อค่าความแข็งผิวระดับจุลภาคมากกว่าอนุภาคตัวเติมอนินทรีย์ (ตารางที่ 1 และ 2)

เมื่อพิจารณาพื้นผิววัสดุบูรณะหลังได้รับการขัดแต่งพบว่ากลุ่มที่มีส่วนประกอบของอนุภาคตัวเติมอินทรีย์มีลักษณะพื้นผิวส่วนที่เป็นอนุภาคอินทรีย์ของทั้งสองกลุ่มไม่หลุดร่อนออก (รูปที่ 1A และ 1B) เนื่องจากอนุภาคตัวเติมอินทรีย์ สามารถเชื่อมกับเรซินเมทริกซ์ได้โดยตรงในลักษณะโคพอลิเมอร์ และสามารถเกิดการเชื่อมโยงข้าม (Crosslinking)²⁰ จึงสามารถป้องกันการหลุดร่อนของอนุภาคแตกต่างจากกลุ่มที่มีอนุภาคชนิดอนินทรีย์เพียงอย่างเดียวที่อนุภาคมีการหลุดร่อนโดยทั่วไป การเผยผลึกแก้วที่ขรุขระมายังพื้นผิวที่เป็นผลมาจากคุณภาพการเชื่อมต่อผ่านสารคู่ควบไซเลนที่สามารถเกิดการเสียหายของพันธะเมื่อได้รับแรงหรืออยู่ในสภาวะแวดล้อมที่มีน้ำ ร่วมกับความแข็งอนุภาคตัวเติมอนินทรีย์ ที่สูงมากต่างจากเรซินเมทริกซ์ทำให้เกิดการสึกในปริมาณที่แตกต่างกัน (รูปที่ 1C, 1D) ภาพจากกล้องจุลทรรศน์ พอจะอภิปรายได้ว่า วัสดุแผ่นตาชิสต้า วิ ที่มีองค์ประกอบของอนุภาคตัวเติมอินทรีย์ชนิดที่เอ็มพีที มีความเรียบมากที่สุด อย่างไรก็ตามยังต้องการการทดสอบความขรุขระผิว (Surface roughness testing) เพื่อเป็นการยืนยันในอนาคต

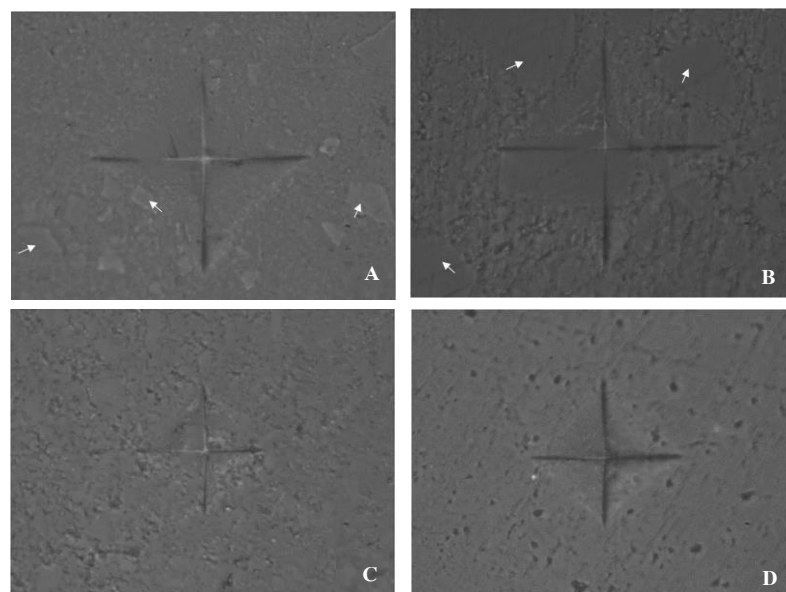
เป็นที่น่าสนใจว่ากลุ่มเคลียร์ฟิล เอพี-เอกซ์ อีเอสทู (รูปที่ 1B) มีการหลุดร่อนของส่วนกลุ่มอนุภาคตัวเติมอนินทรีย์

อย่างเห็นได้ชัดเมื่อเทียบกับส่วนอนุภาคอินทรีย์ของฟันตาสีขาว (รูปที่ 1A) อาจเป็นผลของความแตกต่างกันของเรซินมอนอเมอร์ และชนิดอนุภาคตัวเติม รวมถึงความเข้ากันได้ของทั้งสองวัสดุ โดยพบว่าอนุภาคตัวเติมอินทรีย์ที่ดีควรมีปริมาณพันธะคู่ และความยาวสายพันธะที่เหมาะสม มีความเข้ากันได้ (Compatibility) หรือความคล้ายคลึงทางเคมี (Affinity) กับมอนอเมอร์ที่อยู่ในเรซินเมทริกซ์¹¹ ซึ่งในฟันตาสีขาว เมทริกซ์มีมอนอเมอร์หลักคือ ยูนิเอมเอ คุณน้ำได้น้อยกว่า (Water sorption) มีค่าความแข็งแรงดัดขวาง (Flexural strength) และมีความไวต่อการเกิดปฏิกิริยามากกว่าบิสฟีนเออีทั้งเรซินคอมโพสิตที่มีองค์ประกอบของบิสฟีนเออีที่รวมกับบิสฟีนเออี จะเกิดการเชื่อมโยงข้ามได้ดีจากการที่มีหมู่ฟังก์ชันมากกว่าสองหมู่ขึ้นไป (Bi-or poly-functional molecule) ได้โครงสร้างที่ต้านการสึกได้ดีกว่าการผสมมอนอเมอร์แบบอื่นๆ เช่น บิสฟีนเออีที่เป็นมอนอเมอร์หลักของเคลียร์ฟิล เอพี-เอกซ์ อีเอสทู ซึ่งเป็นมอนอเมอร์ที่มีโครงสร้างวงแหวนอะโรมาติก (Aromatic ring) จึงแข็งแรงเกิดการเชื่อมโยงข้ามยากกว่า²⁴⁻²⁶ แต่อย่างไรก็ตามการเติมอนุภาคตัวเติมหากมีการเชื่อมต่อที่ดีกับเรซินเมทริกซ์จะมีอิทธิพลเสริมความแข็งแรงของเนื้อวัสดุ และความแข็งแรงผิวระดับจุลภาคมากกว่าจากความแข็งแรงจริงจากมอนอเมอร์หลัก หรือสัดส่วนการผสมมอนอเมอร์ในเรซินคอมโพสิต^{25,27} จึงอาจเป็นสาเหตุที่ทำให้ค่าความแข็งแรง

ผิวระดับจุลภาคของฟันตาสีขาว (45.53 วิกเกอร์) มีแนวโน้มมากกว่า ความแข็งแรงผิวระดับจุลภาคของเคลียร์ฟิล เอพี-เอกซ์ อีเอสทู (42.85 วิกเกอร์) เล็กน้อย แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ความแข็งแรงของอนุภาคตัวเติมและการเชื่อมต่ออนุภาคตัวเติมกับเรซินเมทริกซ์ส่งผลต่อการสึกของทั้งตัวเนื้อวัสดุเองและเคลือบฟันคู่สบ¹² โดยอนุภาคตัวเติมอินทรีย์ที่มีความแข็งแรงสูง ขนาดใหญ่ และรูปร่างไม่สม่ำเสมอทำให้เคลือบฟันคู่สบสึกเป็นบริเวณกว้าง ขรุขระ และเกิดรอยร้าวขึ้นได้นอกจากนี้การหลุดของอนุภาคตัวเติม จะยิ่งเร่งอัตราการสึกของทั้งฝั่งที่เป็นวัสดุบูรณะและเคลือบฟันคู่สบ^{13,28,29} จากผลการทดลองนี้อาจกล่าวได้ว่าเรซินคอมโพสิตฟันตาสีขาว และ เคลียร์ฟิล เอพี-เอกซ์ อีเอสทูที่มีอนุภาคตัวเติมอินทรีย์มีแนวโน้มส่งผลต่อการสึกของตัวเนื้อวัสดุบูรณะและเคลือบฟันคู่สบที่น้อยกว่าชนิด เคลียร์ฟิล เอพี-เอกซ์ และ ฟิลเทค ซิทธิไฟว์ซีโรเอ็กซ์ ที่มีเฉพาะอนุภาคตัวเติมอินทรีย์

อย่างไรก็ตามข้อจำกัดในการศึกษานี้คือ ไม่ได้ทำการจำลองอายุการใช้งานในช่องปากของชิ้นงานเรซินคอมโพสิต เช่น ความเป็นกรด การดูดน้ำ การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ เป็นต้น³⁰ ซึ่งปัจจัยนี้อาจส่งผลต่อการย่อยสลายของอนุภาคตัวเติมชนิดอินทรีย์และอินทรีย์ในสัดส่วนที่ต่างกัน จึงเป็นข้อแนะนำในการศึกษาต่อในอนาคต



รูปที่ 1 แสดงลักษณะพื้นผิวเรซินคอมโพสิตหลังจากการขัดเรียบและทดสอบความแข็งแรงผิวระดับจุลภาค ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ใช้แสงที่ กำลังขยายรวม 500 เท่า โดยที่ (A) ฟันตาสีขาว (B) เคลียร์ฟิล เอพี-เอกซ์ อีเอสทู (C) เคลียร์ฟิล เอพี-เอกซ์ (D) ฟิลเทค ซิทธิไฟว์ซีโรเอ็กซ์; ลูกศรแสดงอนุภาคอินทรีย์ในเรซินเมทริกซ์

Figure 1 Surface characteristics of polished resin composite after the surface microhardness testing at the magnification $\times 500$ under the optical light microscope: (A) Fantastista V (B) Clearfil-APX ES2 (C) Clearfil-APX and (D) Filtek Z350XT; Arrows indicate organic fillers in the resin matrix.

บทสรุป

ภายใต้ขอบเขต และข้อจำกัดของการศึกษานี้จึงสรุปได้ว่า การมีอนุภาคตัวเติมชนิดอินทรีย์เป็นส่วนประกอบในวัสดุบูรณะเรซินคอมโพสิตส่งผลต่อค่าความแข็งแรงของวัสดุ โดยให้ค่าความแข็งแรงระดับจุลภาควิกเกอร์ที่ต่ำกว่าวัสดุบูรณะเรซินคอมโพสิตที่มีเฉพาะอนุภาคตัวเติมอนินทรีย์ แต่ในทางกลับกันเนื่องจากเรซินคอมโพสิตที่มีอนุภาคตัวเติมอินทรีย์เป็นองค์ประกอบมีการเชื่อมต่อระหว่างอนุภาคตัวเติมและเรซินเมทริกซ์ที่ดี ส่งผลให้มีพื้นผิวหลังได้รับการขัดที่เรียบ มีการหลุดของอนุภาคตัวเติมหลังการขัดและการทดสอบน้อยกว่าเรซินคอมโพสิตที่มีเฉพาะอนุภาคตัวเติมอนินทรีย์

เอกสารอ้างอิง

- Anusavice KJ, Shen C, Rawls HR. Phillips' Science of Dental Materials. 12th ed. Philadelphia: Saunders; 2013.275-306.
- Aminoroaya A, Neisiany RE, Khorasani SN, Panahi P, Das O, Madry H, et al. A review of dental composites: Challenges, chemistry aspects, filler influences, and future insights. Compos B Eng 2021;216:108852.
- Habib E, Wang R, Wang Y, Zhu M, Zhu XX. Inorganic Fillers for Dental Resin Composites: Present and Future. ACS Biomater Sci Eng 2016;2(1):1-11.
- Liu J, Zhang H, Sun H, Liu Y, Liu W, Su B, et al. The development of filler morphology in dental resin composites: a review. Materials (Basel) 2021;14(19): 5612.
- Lutz F, Phillips RW. A classification and evaluation of composite resin systems. J Prosthet Dent 1983;50(4): 480-8.
- Elfakhri F, Alkahtani R, Li C, Khaliq J. Influence of filler characteristics on the performance of dental composites: A comprehensive review. Ceram Int 2022;48(19, Part A):27280-94.
- Ferracane JL, Pfeifer CS, Hilton TJ. Microstructural features of current resin composite materials. Curr Oral Health Rep 2014;1(4):205-12.
- Randolph LD, Palin WM, Leloup G, Leprince JG. Filler characteristics of modern dental resin composites and their influence on physico-mechanical properties. Dent Mater 2016;32(12):1586-99.
- Rheinberger VMD, Büchel T. Reactive organic filler and its use. EP0262488A1 (Patent). 1986.
- Suzuki S, Cox CF, Leinfelder KF, Snuggs HM, Powell CS. A new copolymerized composite resin system: a multiphased evaluation. Int J Periodontics Restorative Dent 1995;15(5):482-95.
- Suzuki S, Nakabayashi N, Masuhara E. The evaluation of new dental resins prepared with polyfunctional methacrylate monomers. J Biomed Mater Res 1982; 16(3):275-87.
- Suzuki S, Suzuki SH, Cox CF. Evaluating the antagonistic wear of restorative materials when placed against human enamel. J Am Dent Assoc 1996;127(1): 74-80.
- Wada K, Ikeda E, Wada J, Inoue G, Miyasaka M, Miyashin M. Wear characteristics of trimethylolpropane trimethacrylate filler-containing resins for the full crown restoration of primary molars. Dent Mater J 2016; 35(4):585-93.
- Sagsoz O, Ilday NO, Sagsoz NP, Bayındır YZ, Alsaran A. Investigation of hardness and wear behavior of dental composite resins. Int J Compos Mater 2014;4:179-84.
- Culhaoglu AK, Park J. A comparison of the wear resistance and hardness of two different indirect composite resins with a ceramic material, opposed to human enamel. Eur J Gen Dent 2013;2(3):274-80.
- Wongsaita N, Piemjai M. Comparison of surface microhardness of restorative resin composite with different types of fillers. Proceedings of The 14th National Science Research Conference. Symposium: 2023 May 25-26;Phayao;1479-85.
- Yang J, Liao M, Hong G, Dai S, Shen J, Xie H, et al. Effect of APTES- or MPTS-conditioned nanozirconia fillers on mechanical properties of Bis-GMA-based resin composites. ACS Omega 2020;5(50):32540-50.

18. International-Organization-for-Standardization. ISO 4049:2019 Dentistry - Polymer-based restorative materials. Geneva: ISO;2019.
19. International-Organization-for-Standardization. ISO 6507-1:2018 Metallic materials - Vickers hardness test - Part 1: Test method. Geneva: ISO;2018.
20. Suzuki S, Ori T, Saimi Y. Effects of filler composition on flexibility of microfilled resin composite. J Biomed Mater Res B Appl Biomater 2005;74(1):547-52.
21. Pala K, Tekçe N, Tuncer S, Demirci M, Öznurhan F, Serim M. Flexural strength and microhardness of anterior composites after accelerated aging. J Clin Exp Dent 2017;9(3):e424-e30.
22. Blackham JT, Vandewalle KS, Lien W. Properties of hybrid resin composite systems containing prepolymerized filler particles. Oper Dent 2009;34(6):697-702.
23. Tjan AHL, Chan CA. The polishability of posterior composites. J Prosthet Dent 1989;61(2):138-46.
24. Gajewski VE, Pfeifer CS, Fróes-Salgado NR, Boaro LC, Braga RR. Monomers used in resin composites: degree of conversion, mechanical properties and water sorption/solubility. Braz Dent J 2012;23(5):508-14.
25. Ekworapoj P, Magaraphan R, Martin D. Heat effect on viscosity and curing of light-cured dental resin and mechanical strength of conventional dental composites. J Met Mater Miner 2002;12:39-50.
26. Silva EM, Miragaya L, Noronha-Filho JD, Amaral CM, Poskus LT, Guimarães JG. Characterization of an experimental resin composite organic matrix based on a tri-functional methacrylate monomer. Dent Mater J 2016;35(2):159-65.
27. Ilie N, Bucuta S, Draenert M. Bulk-fill resin-based composites: an *in vitro* assessment of their mechanical performance. Oper Dent 2013;38(6):618-25.
28. Koottathape N, Takahashi H, Iwasaki N, Kanehira M, Finger WJ. Quantitative wear and wear damage analysis of composite resins in vitro. J Mech Behav Biomed Mater 2014;29:508-16.
29. Osiewicz MA, Werner A, Roeters FJM, Kleverlaan CJ. Wear of direct resin composites and teeth: considerations for oral rehabilitation. Eur J Oral Sci 2019;127(2):156-61.
30. Gornig DC, Maletz R, Ottl P, Warkentin M. Influence of artificial aging: mechanical and physicochemical properties of dental composites under static and dynamic compression. Clin Oral Investig 2022;26(2):1491-504.

ผู้รับผิดชอบบทความ

มรกต เปี่ยมใจ

ภาควิชาทันตกรรมประดิษฐ์ คณะทันตแพทยศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร 10330

โทรศัพท์ : 02 218 8532-34

จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ : tmorakot@chula.ac.th

Effect of Organic Fillers on The Surface Microhardness of Restorative Resin Composites

Wongsaita N* Piemjai M**

Abstract

This research aimed to study the effect of organic fillers on the surface microhardness of restorative resin composites. Forty resin composite specimens in the dimension of $4 \times 4 \times 2 \text{ mm}^3$ were divided into four groups ($n=10$) according to the filler type: Fantasista V, Clearfil AP-X ES2, Clearfil AP-X, and Filtek Z350XT. Vicker hardness test (VHN) was carried out in all specimens with eight indentations, each with 100 g of loading for 15 s. The data were analyzed with one-way ANOVA and the Games Howell test. There were statistical differences between the groups of specimens ($p < 0.05$) except Fantasista V and Clearfil AP-X ES2 ($p > 0.05$). The maximal surface microhardness value was found in Clearfil AP-X, comprising of glass-based inorganic fillers. While the organic-filler based composites (i.e. Fantasista V and Clearfil AP-X ES2), had the lowest surface microhardness. However, they showed the better filler retention compared to the inorganic filler groups. In conclusion, organic fillers lessen the microhardness value but minimize filler dislodgement compared with inorganic fillers.

Keywords: Surface microhardness/ Resin composite/ Organic filler/ Inorganic filler

Corresponding Author

Morakot Piemjai

Department of Prosthodontics,

Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University.

Pathumwan, Bangkok, 10330.

Tel. : +66 2 218 8532-34

* Graduate student, Department of Prosthodontics, Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University.

** Department of Prosthodontics, Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University.

Microbial Air Contamination in Dental Clinics with Different Ventilation Systems

Khodkaew W* Luengpailin S** Klungthong A***

Abstract

The study aimed to compare the Total Viable Aerobic Count (TVACs) before and during dental procedures in two different ventilation systems, the first systems in a Pre-Upgrade Dental Clinic that has separated air conditioners and standing air purifiers, the second systems in a Special Dental Clinic, and a Post-Upgrade Dental Clinic, which have a centralized ventilation and air purifying systems, with the Index of Microbial Air Contamination (IMA). The data was collected the numbers of bacteria and fungi colony in blood agar (BA) and Sabouraud dextrose agar (SDA). The settle plates were placed 50 cm from a patient's head, and 1 metre from the wall. Each sampling was placed 1 hour before and during dental procedures, for three days. The Result, in the Special Dental Clinic, the Pre-Upgrade Dental Clinic and the Post-Upgrade Dental Clinic TVACs before and during dental procedures were 71 and 46, 58 and 45, 93 and 15 CFU/dm²/hr, respectively. The Wilcoxon Sign-Rank test showed a statistically significant difference for each setting ($p < 0.001$). Considering three days of data collection, The Kruskal Wallis test indicated that in the Special Dental Clinic (before and during dental procedure) and the Pre-Upgrade Dental Clinic (during procedure), TVACs showed no statistically significant difference. The TVACs showed statistically significant difference in the Pre-Upgrade Dental Clinic (before dental procedure) and the Post-Upgrade Dental Clinic (before and during dental procedure) ($p < 0.001$). Conclusion, the IMA indicated "fair" for the Special Dental Clinic and the Pre-Upgrade Dental Clinic before and during dental procedures. In contrast, the Post-Upgrade Dental Clinic indicated "poor" before dental procedure and "good" in during dental procedure. The TVACs of 2 ventilation systems showed less TVAC during dental procedure than before dental procedure, with a statistically significant.

Keywords: Dental clinics/ Microbial air contamination/ Aerosol/ Dental hospital/ Centralized ventilation system

Received: Dec 21, 2023

Revised: Mar 27, 2024

Accepted: Mar 29, 2024

Introduction

The coronavirus disease 2019 (COVID-19) originated in the city of Wuhan, Hubei Province, China. The disease, currently known as COVID-19, has since been spreading and jeopardizing public health around the world.¹ The World Health Organization (WHO) declared this outbreak a public health emergency of international concern. As of February 26, 2020, COVID-19 has been identified in 34 nations.² The disease had been continuity spreading around the country that effected to Economics, Education, and health policy especially dental practitioners.³ In dental settings, where the production of droplets and aerosols is notable, there's an increased risk of infections being transmitted between patients and dental professionals.² Many dental procedures produce aerosols and droplets that are contaminated with

bacteria and blood, such as polishing and air abrasion. These aerosols represent a potential route for disease transmission.) In order to effectively reduce the risk of infection, dental clinics utilize personal protective equipment (PPE) such as gloves, masks, eye protection, and gowns, while also ensuring adequate ventilation and implementing rigorous disinfection procedures among patients.^{4,5} However, there are many other techniques that can reduce aerosols, such as using air purifying systems and using exhaust fans.⁶

Therefore, the Faculty of Dentistry, Khon Kaen University, improve the ventilation in dental clinics to reduced risk of infection from the dental procedures. The Special Dental Clinic, where the dentists provide a treatment, has the greatest of both number of patients and utilizing rate.

* Resident of Residency Training Program in Oral and Maxillofacial Surgery, Department of Oral and Maxillofacial Surgery, Faculty of Dentistry, Khon Kaen University, Amphur Muang, Khon Kaen.

** Department of Oral biology, Faculty of Dentistry, Khon Kaen University, Amphur Muang, Khon Kaen.

*** Department of Oral and Maxillofacial Surgery, Faculty of Dentistry, Khon Kaen University, Amphur Muang, Khon Kaen.

According to the data, there were 23,737 patients in 2020. Compared to a Pre-Upgrade Dental Clinic, which the treatments were provided by the dental students, has 3,527 patients per year. And then Pre-Upgrade Dental Clinic was completed development that is called Post-Upgrade Dental Clinic.

International standards provide various methods for evaluation microbial air contamination, including both active and passive sampling techniques. In active monitoring, a microbiological air sampler mechanically pulls a known volume of air through or over a collection device containing either liquid or solid culture media, measuring the quantity of microorganisms present in CFU (colony forming units) per cubic meter of air.⁷ On the other hand, passive sampling assesses the rate at which microorganisms settle on surface. This method involves exposing settle plates to air for a defined period of time; results are expressed as Total viable aerobic counts (TVACs)(CFU/plate/time).⁸ The passive method is standardized by the Index of Microbial Air Contamination (IMA), correlating with the CFU count on a Petri dish. In a study by Inyawilert et al., it was observed that microbial levels by active sampling in Dental Clinic.⁹ Active sampling was employed for data collection, which is complexities due to the need for instrument calibration and cleaning, as well as altering the airflow in the clinic. Consequently, the passive method using settle plates was chosen for its simplicity and independence from engineering factors in sample collection.

This study is aimed at comparing the TVACs, which the data was collected by the passive method before and during dental procedures in two different ventilation systems, with The Index of Microbial Air Contamination (IMA).

Materials and Methods

Study design

This cross-sectional experimental study was conducted in April 2021 and March 2022. The study sites were dental clinics at the Faculty of Dentistry, Khon Kaen University. This is an experimental study no ethics approval was required.

The data was collected in 3 dental clinics, that is The Special Dental clinic, Pre-Upgrade Dental Clinic and Post-Upgrade Dental Clinic. The specific time for collecting data was depended on the greatest number of the patient. In Pre and Post-Upgrade Dental Clinics, dental students perform dental procedures, resulting in the highest utilization rate typically occurring around 10:00-11:00 a.m. On the other hand, in the Special Dental Clinic where dentists work, the peak number of patients usually occurs around 5:00-6:00 p.m. in table 1.

The number of Petri dishes was determined by the square root of room area(m²).⁷ The actual samples collected was the resulting square root plus an additional 10%, to allow room for correction in case of samples becoming contaminated during data collection. Following this, the Special Dental Clinic, Pre-Upgrade Dental Clinic and Post-Upgrade Dental Clinic were represented by 17, 21 and 30 samples, respectively (Table 1). The contaminated plate was excluded when it was compromised by water spots on its surface, plate fracture, and contamination with a foreign body on the plate. Therefore, if the plate in a given area be contaminated, all data pertaining to that area shall be excluded from the study's analysis.

Table 1 Dental clinic characteristics and data collection

Dental clinic characteristics	Time of collection		Total of plate in 1 day				Total of plate in 3 days (plates)
			BA (Plates)		SDA (Plates)		
	Before dental procedure	During dental procedure	Before	During	Before	During	
Special Dental Clinic	7.30 – 8.30 A.M.	5.00 – 6.00 P.M.	17	17	17	17	204
Pre-Upgrade Dental Clinic	7.30 – 8.30 A.M.	10.00 – 11.00 A.M.	21	21	21	21	252
Post-Upgrade Dental Clinic	7.30 – 8.30 A.M.	10.00 – 11.00 A.M.	30	30	30	30	360

Data collection

Indoor microbial air contamination was collected through passive air sampling for 60 minutes using open Petri dishes filled with Blood agar (BA) and Sabouraud dextrose agar (SDA). The method follows the standard 1/1/1 scheme (1-hour exposure, 1 meter above the floor, and 1 meter away from the wall). Each Petri dish was placed 50 cm away from a patient's head.⁸ The data collection was divided into two procedures: before and during dental procedures. Data sampling was conducted for three days in a week (Monday, Wednesday and Friday), with the amounts of patients and types of dental procedure recorded. Data collection was done on April 2021 for both the Special Dental Clinic and the Pre-Upgrade Dental Clinic and on March 2022 for the Post-Upgrade Dental Clinic.

Data Analysis

The BA and SDA were incubated aerobically at 37 °C for 48 hours. The numbers of colonies were counted after 48 hours of incubation in the Colony Forming Unit (CFU) and then translated into a per-square unit of the dish (0.636 dm^2). The sums of the bacterial and fungal colonies were calculated to arrive at the TVACs, which can be benchmarked against the IMA index ($\text{CFU}/\text{dm}^2/\text{hr}$) to determine air quality⁸. (Table 2) In addition, the utilization rate of dental clinics is determined by the proportion of dental units being used compared to all dental units available in dental clinics.

Table 2 IMA classes and their application

IMA value	CFU/dm ² /h	Performance	In place at risk
0 - 5	0 - 9	Very good	Very high
6 - 25	10 - 39	Good	High
26 - 50	40 - 84	Fair	Medium
51 - 75	85 - 124	Poor	-
≥ 76	≥ 125	Very poor	-

The Kruskal-Wallis test was used to determine if the TVACs differed from day to day (3 days) for each of the Clinics, followed by a post-hoc analysis. The Wilcoxon signed-rank test was used to ascertain if the TVACs would be

different between before and during dental procedures in each of the Clinics. All statistical analyses were conducted using the IBM SPSS Statistics v.28. Statistics software and a p-value of 0.05.

Results

1. The demographic data of Dental Clinics

The demographic data of Dental Clinics show that in the Special Dental Clinic, there are 13 rooms separated by tall partitions (1 dental unit per room); the total area is 220 m^2 . The dental procedures in this Clinic included Endodontics, Prosthodontics, Periodontal and Pediatrics. The Pre-Upgrade Dental Clinic had a total area of 347 m^2 , with 32 dental units. The dental procedures involved Endodontics, Prosthodontics, Periodontal and Restorations. The Post-Upgrade Dental Clinic contained 67 dental units in a total area of 690 m^2 . The dental procedures in this clinic were Endodontics, Prosthodontics and Restorations (Table 3).

2. Dental procedures and utilization rates

The result shows the Utilization rate and dental procedure of the three dental clinics. The details of the data collected during the dental procedures in 3 days. The most frequent procedures seen in the Special Dental Clinic was Prosthodontics. In the Pre-Upgrade and The Post-Upgrade Dental Clinics, the Restoration procedures were more common than others (Table 4).

3. Total amounts of microbial air contamination and corresponding IMA indices in the 2 different ventilation systems before and during dental procedures

Based on the data collection procedure, no contaminated plates were observed in the Special Dental clinic. One plate was found to be contaminated in the Pre-Upgrade Dental Clinic, leading to the exclusion of 12 data points. A total of 120 plates were analyzed in this clinic. In the Post-Upgrade Dental Clinic, two plates were contaminated, resulting in the exclusion of 24 data points. A total of 168 plates were analyzed in the Post-Upgrade Dental Clinic (Table 5).

Table 3 Demographic data, dental procedures, and spatial information

Clinics	Ventilation systems	Dental procedure	Dental units	Area (m ²)
Special Dental Clinic	Central air condition Central HVAC with HEPA H13 filter	Endodontics Prosthodontics Periodontal Pediatrics	13 (with tall partitions almost reaching the ceiling between them)	220
Pre-Upgrade Dental Clinic	Air purifiers Split air conditions Exhaust fans	Endodontics Prosthodontics Periodontal Restorations	32 (3.3 meters apart from one another & with partitions of 1.5 meter in height)	347
Post-Upgrade Dental Clinic	Central air condition Central HVAC with HEPA H13 filter	Endodontics Prosthodontics Restorations	67 (3.3 meters apart from one another & with partitions of 1.5 meter in height)	720

Table 4 Dental procedures and utilization rates

Clinics	Utilization rate (%)	Dental Procedures (dental units)					
		Endodontics	Restorations	Prosthodontics	Pediatrics	Periodontals	Others
Special Dental Clinic							
Day 1	92.30	1	0	4	2	2	3
Day 2	92.30	1	0	4	3	1	3
Day 3	84.61	1	0	5	1	2	2
Total		3	0	13	6	5	8
Pre-Upgrade Dental Clinic							
Day 1	27.27	1	5	3	0	0	0
Day 2	54.54	4	7	7	0	0	0
Day 3	30.30	3	6	0	0	0	1
Total		8	18	10	0	0	1
Post-Upgrade Dental Clinic							
Day 1	26.08	0	8	4	0	0	0
Day 2	41.30	5	8	6	0	0	0
Day 3	54.34	3	10	8	0	0	3
Total		8	26	18	0	0	3

Table 5 The Results of the comparison of microbial air contamination in 3 dental clinics before and during dental procedure

Clinics	Total amount of plate	Microbial (CFU/dm ² /hr)(SD)	IMA Performance	Sig ^a	Sig ^b
Special Dental Clinic					
Before	102	71(52.76)	Fair	<.001	.732
During	102	46(37.42)	Fair		.743
Pre-Upgrade Dental Clinic					
Before	120	58(27.04)	Fair	<.001	<.001
During	120	45(24.54)	Fair		.070
Post-Upgrade Dental Clinic					
Before	168	93(56.78)	Poor	<.001	<.001
During	168	15(9.06)	Good		<.001

a. Comparison between before and during dental procedures using the Wilcoxon Signed-Rank test

b. Comparison across the 3 days of observations and data collection using the Kruskal Wallis test

This study found that the air quality both before and during dental procedures, as indicated by the IMA index was “fair” in the Special Dental Clinic and the Pre-Upgrade Dental Clinic. However, in the Post-Upgrade Dental Clinic based on these TVACs, the IMA scale indicated “poor” air quality before dental procedures and “good” air quality during in the Post-Upgrade Dental Clinic. (Table 5) The presence of bacterial and fungal colonies in three dental clinics was examined both before and during dental procedures, as detailed (Table 6).

Table 6 Results of the comparison of bacterial and fungal colonies in the 3 dental clinics before and during dental procedures

Clinics	Bacteria (CFU/dm ² /hr)(SD)	Fungi (CFU/dm ² /hr)(SD)
Special Dental Clinic		
Before	61.04 (45.87)	10.07 (8.67)
During	36.29 (28.05)	9.6 (10.65)
Pre-Upgrade Dental Clinic		
Before	44.99 (23.16)	13.14 (9.00)
During	36.33 (22.02)	8.58 (5.48)
Post-Upgrade Dental Clinic		
Before	82.24 (57.52)	10.95 (7.95)
During	13.26 (8.95)	1.31 (2.05)

Comparing the TVACs before and during dental procedure the Wilcoxon Sign-Rank test showed a statistically significant difference for each of the ventilation settings ($p < 0.001$, significance level of 0.05), as showed in Table 5. The tendency is that the TVACs were less during dental procedures, as the ventilation systems were in operation.

Comparing the TVACs using data collected for three days (Table 5), the Kruskal Wallis test indicated that in the Special Dental Clinic (before and during dental procedure) and the Pre-Upgrade Dental Clinic (during procedure, showed no statistically significant difference. However, TVACs showed statistically significant difference in the Pre-Upgrade Dental Clinic (before dental procedure) and the Post-Upgrade Dental Clinic (before and during dental procedure) ($p < 0.001$).

Discussion

This study found that the amounts of airborne microorganisms, when benchmarked against the IMA index introduced by Pasquarella et al.,⁸ indicated “Fair” air quality before and during dental procedures in the Special Dental Clinic and the Pre-Upgrade Dental Clinic. “good” air quality during dental procedures in the Post-Upgrade Dental Clinic. This is in line with the research finding by Manarte-Monteiro et al.¹⁰ concluded that during dental procedures, the TVACs was 11.9 CFU/dm²/hr, which indicated “good” air quality on the IMA scale. Moreover, Jain M et al.¹¹ collected data for two weeks in four different dental clinics and similarly found that the IMA indices indicated “good” and “fair” air quality for before and during dental procedures, respectively.

Comparing the amounts of bacterial and fungal colonies before and during dental procedures, the result study pointed out that there was less air contamination during dental procedures. Dehghani M et al.¹² compared the amounts of bacteria in a surgery room before and after the room was sanitized and air-conditioned, and they arrived at a similar conclusion. That is, before sanitation and air conditioning, the TVACs stood at 14.65 - 167.40 CFU/m³; after the room was cleaned and air-controlled, the TVACs was recorded at only 9.50 - 38.40 CFU/m³. This showed a statistically significant difference (diff=30 CFU/m³; significance level of 0.05) between before and after. The surgery rooms were sterilized with UV irradiation in a short span of time (<2 h). Furthermore, Guida et al.¹³ found that the TVACs of airborne microorganisms before dental procedures was 86.6 CFU/m³ while the count was lower at 82.34 CFU/m³ during dental procedures. In contrast, Bârlean et al.¹⁴ observed an increase in aerosol colonies to 429.6 CFU/m² after 4 hours of dental procedures, compared to 129 CFU/m² before any clinical treatment. The clinical procedures conducted by dentists varied based on patient requirements, including prophylactic measures such as calculus removal using ultrasonic scalers for 10-20 minutes, and/or operative dental treatments involving drilling with air-driven, water-cooled handpieces. Notably, the use of rubber dams for adult patients and oral pre-procedural rinses with antiseptic solutions were not implemented.

Kedjarun et al.¹⁵ attributed a reduction in microbial counts during dental procedures to the improvements made to the ventilation system of a clinic. Such improvements include increasing the number of suctions, filtering and purifying fans; using rubber dam sheets; and decreasing the number of patients.

The Dental Safety Goals and Guidelines for 2023 suggest three ventilation systems for improving the dental environment. The first is natural ventilation, which involves opening windows, although they should not be opened during treatment. The second is mechanical ventilation, which includes options such as Fan Filter Units, Exhaust Fan Units, and Air Cleaners. The third option is Hybrid or Mix-Mode Ventilation, which combines mechanical and natural ventilation.¹⁶ Furthermore, C. Hallier et al.¹⁷ studied the amounts of airborne microorganisms in a dental clinic with and without aerosol vacuum cleaners. The study found that the average count of those microorganisms was 5.6 CFU/m³ in the clinic with aerosol vacuum cleaners during dental procedures, compared to 23.9 CFU/m³ without. With regard to using rubber dam sheets, a study by Samaranayake et al.¹⁸ pointed out that the dam sheets, when used in conjunction with mouth washers and aerosol vacuum cleaners, could reduce aerosols by 90-98%. In addition, T. Maurais et al.¹⁹ assessed the effectiveness of air purifiers in reducing air microbes in a dental clinic and concluded that they helped to reduce air contamination to a great extent during dental procedures.

The utilization of heating, ventilation and air-conditioning (HVAC) systems led to a positive impact, evidenced by enhancements in vital signs, quicker recovery, and increased physical activity. This beneficial effect was evident in shorter hospital stays for patients with respiratory conditions.²⁰ Bacterial growth and survival depend on environmental conditions, including temperature. Elevated temperatures have been observed to markedly enhance bacterial growth; nevertheless, ventilation has the potential to mitigate this increase.²¹ However, the data of temperature and air changes in dental clinics were not included in the study.

Higher TVACs were observed in the morning before dental procedures. Because the air had not been circulated through the ventilation system, causing aerosols to disperse during the night and prior to morning dental

procedure. The study of Kedjarune U. et al.¹⁵ indicated a similar observation and explained that bacteria grew and spread at night during which the ventilation system was off. Furthermore, before dental procedures, the Post-Upgrade Dental Clinic had “poor” air quality (93 CFU/dm²/hr) compared to “fair” air quality in the Pre-Upgrade Dental Clinic and Special Dental Clinic (58 and 71 CFU/dm²/hr, respectively). It could be explained that the Post-Upgrade Dental Clinic had a sealed environment, which blocked air in- and outflows and subsequently caused bioaerosols to proliferate. In contrast, the walls of the Pre-Upgrade Dental Clinic were not completely sealed, leaving the air to flow in and out and thus reducing the spread of airborne microorganisms. Moreover, the Dental Clinic closes on the weekends; thus, idle time in the Clinic allowed the spread of aerosols to accelerate. On the contrary, the Special Dental Clinic and its ventilation system are in operation every day; aerosols had less time to accumulate. Therefore, other than different ventilation settings, the timing of clinical procedures and the frequency at which such ventilation systems are used have a major impact on air contamination in dental clinics.

In this research, the setting of the dental clinics are a multi-chair dental units, which differs from a private dental clinic. In the multi-chair clinic, the air can spread to other dental units if ventilation is inadequate. However, this differs from the private dental clinic, where each clinic room contains only a single dental unit. Therefore, the air contamination is minimized, reducing the likelihood of spreading to others. The Pre and Post-Upgrade Dental Clinics, there were 1.5-meter partitions separating each dental unit, with the dental units being 3.3 meters apart from one another. In the Special Dental Clinic, the partitions almost reached the ceiling allowing each dental unit to be in an isolated, yet connected, space. With regard to this, Holliday et al.²² concluded that although a dental clinic may not have partitions of the height of the ceiling (i.e., only 1.5 meter in height), the spread of aerosols and air contamination could be reduced by using suction and filtering fans to expel clean air into the dental clinic together with using aerosol vacuum cleaners. This helps prevent aerosols from spreading across dental units.

The average amount of fungal colonies over three days showed a statistically significant difference, but for bacterial colonies during dental procedures, there was no statistically significant difference. Obbard et al.²³ found that bacterial air contamination infections are associated with the number of people in a room, whereas fungal air contamination is not associated with the number of people. Additionally, Hiwar et al.²⁴ found that there was no significant correlation between airborne total fungi (TF) and temperature, relative humidity, or CO2 levels.

In the Pre-Upgrade Dental Clinic, the TVACs before dental procedures differed from day to day to a statistically significant extent due to unsealed environment. Thus, varied weathers and outdoor air conditions lead to different degrees of air contamination in the room.²⁵ A similar observation was noted by Tolabi et al.;²⁶ the opening of doors before and during dental procedures, which allows the air to flow, affect air contamination in dental clinics. Furthermore, American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE) suggested increasing the rate of air filtering where possible in order to reduce air contamination in dental clinics. In the case of dental procedures that cause much diffusion of droplets and aerosols, the American College of Surgeons recommended using high-efficiency particulate absorbing filters (HEPA filters) to reduce the risk of infection during surgeries.²⁷

The Covid-19 pandemic led hospitals - private, public and university - to improve their ventilation systems in dental clinics. This study indicated that the Special Dental Clinic and Pre-Upgrade Dental Clinic had “fair” air quality both before and during clinical procedures, despite their different ventilation settings. Given the same air quality observed in these two Dental Clinics, the air-controlling system in the Special Dental Clinic cost more than the one in the Pre-Upgrade Dental Clinic. Additionally, the ventilation upgrade made for the Dental Clinic (Post-Upgrade) resulted in “good” air quality during dental clinics; however, that also came with additional costs. Therefore, it is imperative that the most appropriate and cost-effective ventilation system be chosen and developed to suit the need and budget of each dental hospital. The ventilation of dental clinics can be developed by Central HVAC with HEPA H13 filters, similar

to the Special dental clinic and the Post-Upgrade dental clinic. Alternatively, it can be improved by air purifiers and exhaust fans, like the Pre-upgrade dental clinics. Thus, the microbial air contamination decreased during dental procedures. In addition, Microbial air contamination tends to increase before dental procedures, so the ventilation system should be activated before starting any dental treatment.

Therefore, further studies may be conducted in more dental clinics, with higher utilization rates and under different ventilation settings (i.e., with and without filtering fans), to enhance the generalizability, comparability, and applicability of research findings towards effective and cost-efficient improvements for dental clinics and thus a safer environment for both dental practitioners and patients.

Conclusion

This study of microbial air contamination in dental clinics with two different ventilation systems and settings at the Faculty of Dentistry, Khon Kaen University, found that The IMA indicated “fair” air quality for the Special Dental Clinic and the Pre-Upgrade Dental Clinic, both before and during dental procedure. In contrast, the Post-Upgrade Dental Clinic indicated “poor” before dental procedure and “good” air quality in during dental procedure. TVACs before and during dental procedures, showed a statistically significant difference for each of the ventilation settings. The TVACs were less during dental procedures.

Acknowledgements

We thank the members of the maxillofacial team, and microbiology laboratory for their contributions inpatient care.

Conflict of interest statement

None declared.

Funding statement

The research center of Faculty of Dentistry, Khon Kaen University.

References

- Phelan AL, Katz R, Gostin LO. The Novel Coronavirus Originating in Wuhan, China: Challenges for Global Health Governance. *JAMA* 2020;323(8):709-10
- Meng L, Hua F, Bian Z. Coronavirus disease 2019 (COVID-19): emerging and future challenges for dental and oral medicine. *J Dent Res* 2020;99(5):481-87
- The International Health Policy Program, Thailand (IHPP), Socio-Economical Effects from COVID-19 pandemic in Global and Thailand. Bangkok: Ministry of Public Health; c2019-2023 [cited 2023 Jan 27]. Department of Disease Control; [about 25 screens]. Available from <https://ddc.moph.go.th/uploads/publish/1177420210915075055.pdf>.
- Caggiano M, Acerra A, Martina S, Galdi M, D'Ambrosio F. Infection control in dental practice during the COVID-19 pandemic: what is changed. *IJERPH*. 2023;20(5):3903.
- Wang Q, Wang X, Lin H. The role of triage in the prevention and control of COVID-19. *ICHE*. 2020; 41(7):772-76.
- Yadav N, Agrawal B, Maheshwari C. Role of high-efficiency particulate arrestor filters in control of air borne infections in dental clinics. *SRM J Res Dent Sci* 2015;6(4):240-2.
- Pasquarella C, Albertini R, Dall'aglio P, Sacconi E, Sansebastiano GE, Signorelli C: Air microbial sampling: the state of the art. *Ig. Sanita Pubbl* 2008;64(1):79-120.
- Pasquarella C, Pitzurra O, Savino A. The index of microbial air contamination. *J Hosp Infect* 2000;46(4): 241-56
- Inyawilert K, BunSyatratchata O, Klangthong A, Kamsarard S, Luengpailin S, Rattanathongkom A. Bacterial air contamination inside the dental clinic II and special dental clinic at the dental hospital, faculty of dentistry, khon kaen university. *Khon Kaen Dent J* 2016;19(2): 107-14
- Manarte-Monteiro P, Carvalho A, Pina C, Oliveira H, Manso MC. Air quality assessment during dental practice: Aerosols bacterial counts in an university clinic. *Rev Port Estomatol Med Dentária e Cir Maxilofac* 2013;54(1):2-7
- Jain M, Mathur A, Mukhi PU, Ahire M, Pingal C. Qualitative and quantitative analysis of bacterial aerosols in dental clinical settings: Risk exposure towards dentist, auxiliary staff, and patients. *J Family Med Prim Care* 2020;9(2):1003-008
- Dehghani M, Sorooshian A, Nazmara S, Baghani AN, Delikhoo M. Concentration and type of bioaerosols before and after conventional disinfection and sterilization procedures inside hospital operating rooms. *Ecotoxicol Environ Saf* 2018;164:277-82
- Guida M, Gallé F, Di Onofrio V, Nastro RA, Battista M, Liguori G, et al. Environmental microbial contamination in dental setting: a local experience. *J Prev Med Hyg* 2012;53(4):207-12
- Bârlean L, Iancu LS, Minea ML, Dănilă I, Băciu D. Airborne microbial contamination in dental practices in Iasi, Romania. *Ohdmbosc* 2010;9(1):16-20
- Kedjarune U, Kukiattrakoon B, Yaping B, Chohanadisai S, Leggat PA. Bacterial aerosols in the dental clinic: effect of time, position and type of treatment. *Int Dent J* 2000;50(2):103-7
- Thai Dental council [homepage on the Internet]. Dental safety guide line 2023, [updated 2024; cited 2024 Mar 5]. Available from: <https://dentalcouncil.or.th/upload/files/1WExCviGHZFP4Q0gmSd6MsXzcyDbK.pdf>
- Hallier C, Williams DW, Potts AJC, Lewis MAO. A pilot study of bioaerosol reduction using an air cleaning system during dental procedures. *Br Dent J* 2010; 209(8):E14
- Samaranayake LP, Fakhrudin KS, Buranawat B, Panduwawala C. The efficacy of bio-aerosol reducing procedures used in dentistry: a systematic review *Acta Odontol Scand* 2021;79(1):69-80

19. Maurais MT, Kriese LN, Fournier MM, Langevin LL, MacLeod B, Blier LS, et al. Effectiveness of selected air cleaning devices during dental procedures. *Mil Med* 2023;188(1-2):e80-85
20. Lenzer B, Rupprecht M, Hoffmann C, Hoffmann P, Liebers U. Health effects of heating, ventilation and air conditioning on hospital patients: a scoping review. *BMC Public Health* 2020;20(1):1287.
21. Qiu Y, Zhou Y, Chang Y, Liang X, Zhang H, Lin X, et al. The effects of ventilation, humidity, and temperature on bacterial growth and bacterial genera distribution. *Int J Environ Res Public Health*. 2022 Nov 20;19(22):15345.
22. Holliday R, Allison JR, Currie CC, Edwards DC, Bowes C, Pickering K, et al. Evaluating contaminated dental aerosol and splatter in an open plan clinic environment: Implications for the COVID-19 pandemic. *J Dent* 2021;105:103565
23. Obbard, JP, Fang LS. Airborne concentrations of bacteria in a hospital environment in Singapore. *Water, Air, & Soil Pollution* 2003;144(1):333-41.
24. Hiwar W, King MF, Shuweihdi F, Fletcher LA, Dancer SJ, Noakes CJ. What is the relationship between indoor air quality parameters and airborne microorganisms in hospital environments? A systematic review and meta-analysis. *Indoor Air* 2021;31(5):1308-322.
25. Chegini FM, Baghani AN, Hassanvand MS, Sorooshian A, Golbazi S, Bakhtiari R, et al. Indoor and outdoor airborne bacterial and fungal air quality in kindergartens: Seasonal distribution, genera, levels, and factors influencing their concentration. *Build Environ* [Internet]. 2020;175:106690. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2020.106690>
26. Tolabi Z, Alimohammadi M, Hassanvand MS, Nabizadeh R, Soleimani H, Zarei A. The investigation of type and concentration of bio-aerosols in the air of surgical rooms: A case study in Shariati hospital, Karaj. *MethodsX* 2019;6:641-50.
27. Mousavi ES, Kananizadeh N, Martinello RA, Sherman JD. COVID-19 outbreak and hospital air quality: a systematic review of evidence on air filtration and recirculation. *Environ Sci Technol* 2021;55(7):4134-4147

Corresponding Author

Angkana Klungthong

Department of Oral and Maxillofacial Surgery,

Faculty of Dentistry, Khon Kaen University,

Amphur Muang, Khon Kaen, 40002.

Tel. : +66 43 348 153

Fax : +66 43 202 862

E-mail : angka_nu@kku.ac.th

การปนเปื้อนจุลินทรีย์ในอากาศ ในคลินิกทันตกรรม ที่มีระบบปรับอากาศที่แตกต่างกัน

วัญญู ขอดแก้ว* สมเกียรติ เหลืองไพรินทร์** อังคณา คลังทอง***

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบการปนเปื้อนจุลินทรีย์ในอากาศ ก่อนและระหว่างทำหัตถการ ในคลินิกทันตกรรมที่มีระบบระบายอากาศแตกต่างกัน 2 แบบ ได้แก่ แบบแรกคลินิกทันตกรรมก่อนปรับปรุงระบบระบายอากาศ ซึ่งมีระบบปรับอากาศแบบเดี่ยว และมีเครื่องฟอกอากาศแบบตั้งพื้น แบบที่สองคือคลินิกทันตกรรมพิเศษ และคลินิกทันตกรรมหลังปรับปรุงระบบระบายอากาศ โดยทั้งสองคลินิกมีระบบระบายอากาศและระบบปรับอากาศเป็นแบบรวมศูนย์กลาง โดยเปรียบเทียบการปนเปื้อนจุลินทรีย์ในอากาศกับดัชนีการปนเปื้อนในอากาศ การเก็บตัวอย่างแบคทีเรียและเชื้อราโดยใช้จานวุ้นอาหารเลี้ยงเชื้อผสมเลือด และ Sabouraud Dextrose Agar (SDA) วางจานวุ้นห่างจากศีรษะคนไข้ 50 เซนติเมตร สูงจากพื้น 1 เมตร ห่างจากผนังประมาณ 1 เมตร โดยวางไว้เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ทั้งก่อนและระหว่างการทำหัตถการเป็นเวลาสามวัน ผลการทดลองพบว่าคลินิกทันตกรรมพิเศษและคลินิกทันตกรรมก่อนปรับปรุงระบบระบายอากาศ มีการปนเปื้อนจุลินทรีย์ก่อนและระหว่างทำหัตถการเท่ากับ 71 และ 46 โคโลนีต่อตารางเดซิเมตรต่อชั่วโมง และ 58 และ 45 โคโลนีต่อตารางเดซิเมตรต่อชั่วโมงตามลำดับ นอกจากนี้คลินิกทันตกรรมหลังปรับปรุงระบบระบายอากาศมีการปนเปื้อนจุลินทรีย์ก่อนและระหว่างทำหัตถการเท่ากับ 93 และ 15 โคโลนีต่อตารางเดซิเมตรต่อชั่วโมงตามลำดับ จากสถิติ Wilcoxon Sign-Rank test เปรียบเทียบการปนเปื้อนจุลินทรีย์ในอากาศก่อนและระหว่างการทำหัตถการทั้งสามคลินิก พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.001$) เมื่อพิจารณาจากการเก็บข้อมูลทั้งสามวัน โดยใช้สถิติ Kruskal Wallis test พบว่าคลินิกทันตกรรมพิเศษ (ในช่วงก่อนและระหว่างการทำหัตถการ) และคลินิกทันตกรรมก่อนปรับปรุงระบบระบายอากาศ (ระหว่างการทำหัตถการ) มีการปนเปื้อนจุลินทรีย์ในอากาศแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้พบว่ามีการปนเปื้อนจุลินทรีย์ในอากาศแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในคลินิกทันตกรรมก่อนปรับปรุงระบบระบายอากาศ (ก่อนทำหัตถการ) และคลินิกทันตกรรมหลังปรับปรุงระบบ (ก่อนและระหว่างการทำหัตถการ) ($P < 0.001$) ข้อสรุปของการศึกษาคือ คลินิกทันตกรรมพิเศษ และคลินิกทันตกรรมก่อนปรับปรุงระบบระบายอากาศทั้งก่อนและระหว่างทำหัตถการ มีดัชนีการปนเปื้อนในอากาศอยู่ในระดับ ปานกลาง ในทางกลับกัน คลินิกทันตกรรมหลังปรับปรุงระบบระบายอากาศมี ดัชนีการปนเปื้อนในอากาศก่อนทำหัตถการอยู่ในระดับ แ่ และระหว่างทำหัตถการอยู่ในระดับ ดี และการปนเปื้อนจุลินทรีย์ในอากาศของระบบระบายอากาศทั้งสองแบบ พบว่าการปนเปื้อนจุลินทรีย์มีปริมาณน้อยลงในขณะทำหัตถการอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

คำใบ้รหัส: คลินิกทันตกรรม/ การปนเปื้อนจุลินทรีย์ในอากาศ/ ละอองลอย/ โรงพยาบาลทันตกรรม/ ระบบระบายอากาศแบบรวมศูนย์กลาง

ผู้รับผิดชอบบทความ

อังคณา คลังทอง

สาขาวิชาศัลยศาสตร์ช่องปากและแม็กซิลโลเฟเชียล

คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40002

โทรศัพท์ : 043 348 153

โทรสาร : 043 202 862

จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ : angka_nu@kku.ac.th

* ทันตแพทย์ประจำบ้าน สาขาวิชาศัลยศาสตร์ช่องปากและแม็กซิลโลเฟเชียล คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น

** สาขาวิชาชีวเวชศาสตร์ช่องปาก คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น

*** สาขาวิชาศัลยศาสตร์ช่องปากและแม็กซิลโลเฟเชียล คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น

Fracture Resistance of Tunnel-Restored Teeth at Different Marginal Ridge Heights

Aurpanchasin P* Srisawasdi S**

Abstract

This study aimed to investigate fracture strength of restored tunnel-prepared teeth with different marginal ridge heights, using various adhesive systems and restorative materials. 130 intact premolars were randomly allocated into 13 groups based on 3 remaining marginal ridge heights (1.0 mm, 2.0 mm and 3.0 mm). 3 restorative systems (Optibond™ FL, selective enamel etching mode Single Bond Universal, Equia Forte Fil), positive control or tunnel prepared tooth without restoration, and intact unprepared teeth served as negative control. Tunnel preparation and restoration were performed. After 10,000 cycles of thermocycling, each specimen underwent fracture strength test and evaluated for mode of failure. The data were analyzed using two-way ANOVA, one-way ANOVA followed by a post hoc test. The results of the experiment showed that fracture strength values of tunnel restoration were significantly affected by remaining marginal ridge heights, but did not significantly affect by restorative systems. All restorative systems were unable to support tunnel preparation at remaining marginal ridge heights of 1.0 mm. At remaining marginal ridge heights of 3.0 mm, strength of tunnel preparation was equivalent to intact teeth or negative control. At remaining marginal ridge heights either of 2.0 mm or 3.0 mm, strength of tunnel restoration with Optibond™ FL, selective enamel etching mode Single Bond Universal, and Equia Forte Fil were as strong as intact teeth. It can be concluded that, tunnel restoration at remaining marginal ridge height of at least 2.0 mm with Optibond™ FL and paste-like bulk fill resin composite, selective enamel etching mode Single Bond Universal and paste-like bulk fill resin composite, or Equia Forte Fil was comparable to intact teeth.

Keywords: Dental adhesive systems / Fracture strength test / Marginal ridge strength / Tunnel restoration.

Received: Dec 21, 2023

Revised: Mar 28, 2024

Accepted: April 01, 2024

Introduction

The principle of diagnosis and cavity design for dental decay ‘extension for prevention concept’ by G.V. Black was established in the late 1800s, and the epoch direct dental restorations required significant tooth structure regardless of caries invasion. Over time, understanding of dental caries process and continuing development of restorative materials have led to a ‘minimal intervention’ concept, which tries to minimally sacrifice sound tooth structure and focuses on merely removal of infected dentin.

The ‘tunnel restoration concept’ was proposed to be an alternative and conservative treatment of interproximal dental caries^{1,2} or Black’s class II cavity, in which access to the lesion must surgically approach through marginal ridge, hence, proximal contour and contact area may not be properly regained leading to food impaction and decreased mastication efficiency. This technique accesses proximal caries via occlusal surface leaving unaffected marginal ridge uncut, therefore preserving marginal ridge integrity resulting in

minimal loss of intact dental tissue. Initially, this concept was suggested to be operated in conjunction with glass ionomer cement restorative material (GIC), which bond to enamel and dentin and leach fluoride.^{1,2} However, studies showed that predominant problem of tunnel restoration using glass-ionomer restorative materials included fracture of marginal ridge,³⁻⁵ indicating that after tunnel preparation retained amount of marginal ridge and subsequent supportive restoration played a major role in its success. A previous study suggested that occlusogingival thickness of marginal ridge of tunnel restoration should be remained by at least 2.5 mm.⁶

Resin composite, used with bonding agent, is ideally accommodating minimally invasive treatment concept.⁷ It has been developed and introduced in many subtypes, including ‘bulk-fill’ resin composite, which may help to reduce technique sensitivity and became more user-friendly.⁸ The use of resin composite has been shown to reinforce dental structures, and restored the strength of

* Postgraduate student in The Master of Science in Operative Dentistry Program, Department of Operative Dentistry, Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University, Bangkok.

** Department of Operative Dentistry, Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University, Bangkok.

marginal ridge of tunnel-prepared teeth back to the level of intact teeth in some laboratory investigations.^{6,9} There were some clinical studies using resin composite in tunnel restoration.^{10,11} Most resin composites used to replace dental hard tissue effectively bound to tooth structure by means of 'dental adhesive systems'. There are three classified bonding approaches according to adhesion strategy and number of application steps: 'etch and rinse', 'self-etch', and 'glass-ionomer' strategies.¹² The multi-mode or 'universal adhesive' system has been recently introduced and shares the nature of single step self-etch system.¹³

The improvement of tooth-colored adhesive restorative materials also included high-viscosity glass ionomer cement (HV-GIC), which was a modification of conventional GIC that enhanced mechanical properties,¹⁴ but chemical polymerization reaction allowed bulk-filling technique and still exhibited the same mechanism of fluoride release and recharge. Thus HV-GIC may be indicated for certain definitive restoration in permanent posterior dentition.¹⁵ Therefore, the current advancement of dental adhesive systems and restorative materials arises question that whether or not we could improve marginal ridge strength in relation to occlusogingival distance using various contemporary adhesive systems and restorative materials in tunnel preparation tooth.

The aim of the present study was to investigate fracture strength of the marginal ridge of restored tunnel preparation with different remaining marginal ridge heights, using various dental adhesive systems and restorative materials. The null hypotheses were 1) there was no significant difference in fracture strength of restored tunnel preparation on different marginal ridge heights, and 2) there was no significant difference in fracture strength of restored tunnel-preparation using different adhesive restorative materials.

Materials and Methods

Specimen preparation

Ethical approval was certified by the Human Research Ethics Committee of the Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University (HREC-DCU-2021-081).

Initially, the population of specimens has been calculated using data from previous study¹⁶ with G*Power version 3.1.9.4 software, by selecting F tests family for one-way ANOVA with $\alpha=5\%$, Power $(1-\beta)=80\%$, and then calculated effect size $f=0.4266234$. The total sample size has been found to be at least 117, with 10% compensation for error, and the sample size should be 10 per group (13 groups), therefore, the total sample size of this study was 130. 130 sound human maxillary premolars extracted for orthodontic reasons, collected with informed consent, were used in the study. All teeth were cleaned, debrided, and stored in a 0.5% Chloramine-T trihydrate solution for no longer than 90 days after extraction. Crown dimensions of entire premolars in mesiodistal, buccolingual, and occlusogingival width were within a maximum deviation of 10% from their mean.

Long axes of premolar crowns were adjusted to be perpendicular to horizontal plane while their roots were mounted in dental stone type 4 (Antimicrobial dental stone type 4, Mdent, Thailand) up to the level of 2.0 mm below cemento-enamel junction (CEJ) to simulate the crestal bone level,¹⁷ which were intended to be a criterion level for fracture or failure mode identification after marginal ridge strength test, using a 2.0 cm in diameter, 3.3 cm in height, polyvinyl chloride tube mold (Zeberg, Thailand). After stone was set, adjustments of marginal ridge were done by a fine grit round diamond bur #022 (FG 4400S, Intensiv, Switzerland) with a high-speed handpiece, to provide an approximately 1.5 mm X 1.5 mm contact area for the loading rod of the fracture strength test machine.¹⁸ All specimens were examined under a 10x magnification stereomicroscope (SZ 61, Olympus, Japan) to ensure that they were free of any defects. Teeth were kept moist at 37°C throughout the study in an incubator (Contherm 160M; Contherm Scientific Ltd., Lower hut, New Zealand), except during specimen preparation and testing.

All 130 teeth were randomly divided, according to remaining marginal ridge heights and adhesive systems and restorative approaches, into 13 groups of 10 specimens each, consisted of 9 test groups and 4 control groups. Detail of the experimental groups is shown in Table 1.

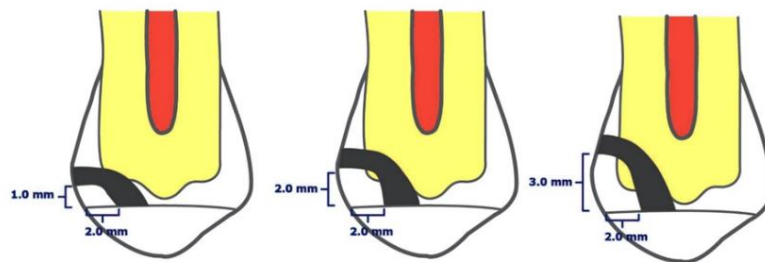
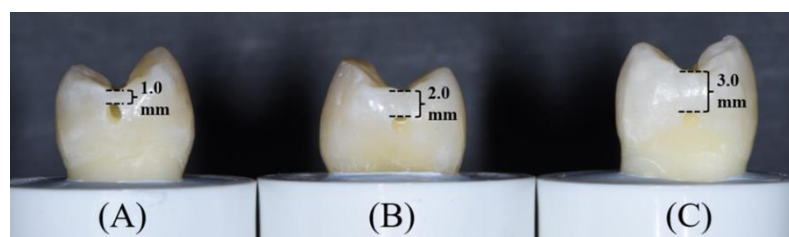
Table 1 Experimental groups classification

Tooth	Preparation	Adhesive and restorative systems	Group code
130 extracted maxillary premolars	Intact tooth, no preparation Negative control (n=10)	-	NC
	Tunnel preparation with remaining marginal ridge heights of 1.0 mm (M1) (n=40)	3-step etch and rinse adhesive and paste-like bulk fill resin composite	M1ER
		Selective enamel etching, universal adhesive and paste-like bulk fill resin composite	M1UA
		Dentin conditioner and high-viscosity glass ionomer cement	M1HGI
		No restoration (Positive control)	M1PC
	Tunnel preparation with remaining marginal ridge heights of 2.0 mm (M2) (n=40)	3-step etch and rinse adhesive and paste-like bulk fill resin composite	M2ER
		Selective enamel etching, universal adhesive and paste-like bulk fill resin composite	M2UA
		Dentin conditioner and high-viscosity glass ionomer cement	M2HGI
		No restoration (Positive control)	M2PC
	Tunnel preparation with remaining marginal ridge heights of 3.0 mm (M3) (n=40)	3-step etch and rinse adhesive and paste-like bulk fill resin composite	M3ER
		Selective enamel etching, universal adhesive and paste-like bulk fill resin composite	M3UA
		Dentin conditioner and high-viscosity glass ionomer cement	M3HGI
		No restoration (Positive control)	M3PC

Tunnel preparation

Tunnel preparation was adapted from a study by Covey et al,⁹ using a high-speed handpiece under constant water spray with a standard grit, long neck, round diamond bur #012 (FG 200L, Intensiv, Switzerland). The initial occlusal approach was located at approximately 2.0 mm from the marginal ridge in a slightly oblique direction, then

gradually curved towards the proximal surface of the tooth, extending to the distances of 1.0 mm, 2.0 mm, and 3.0 mm gingivally below the marginal ridge, according to the test groups. (Figure 1 and Figure 2) All cavity preparations were performed by one operator using loupes with a magnification of 2.7x. (PeriOptix® loupes, DenMat, USA)

**Figure 1** Illustration of tunnel preparation at different marginal ridge heights.**Figure 2** Preparation opening on proximal surface at various remaining marginal ridge heights: (A) 1.0 mm (B) 2.0 mm (C) 3.0 mm.

The occlusal opening cavity was oval, 2.3 mm mesiodistally x 1.5 mm buccopalatally in dimension, and the round proximal exit was 1.5 mm in diameter (Figure 3). Cavity size and remaining marginal ridge height were confirmed with a digital vernier caliper (Digital micrometer, Mitutoyo, Japan), then all specimens were inspected under a 10x magnification stereomicroscope (SZ 61, Olympus, Japan) to ensure absence of any defects from the preparation process. The diamond bur was replaced after every 5 preparations.

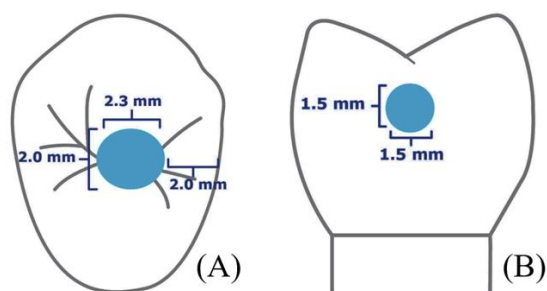


Figure 3 Illustration of tunnel preparation at occlusal opening (A) proximal exit (B).

Tunnel restoration

All the test subgroups were restored with different adhesives and restorative materials using Ivory matrix retainer and Ivory metal band no.13 (Hahnenkratt, Germany). Table 2 showed chemical compositions, manufacturers, and batch number of materials used in this study. Restoration techniques used in this experiment were presented in Table 3 and Figure 4. The amount of primer and adhesive solutions were measured by micropipette (Rainin™ Pipet-Lite SL-10XLS, Mettler-Toledo, USA). Light curing was made using a LED machine (Elipar Deep Cure-L, 3M ESPE, USA), and the irradiance at tip was constantly checked to be 1,100–1,300 mW/cm² by a radiometer (L.E.D. radiometer by Demetron, Kerr, USA). Excess restorative materials were removed using a no.12 blade (Havels, USA), and resin-based restorations were polished with a series of abrasive discs (Sof-Lex®, 3M ESPE, USA). All restorative procedures were performed by one operator.

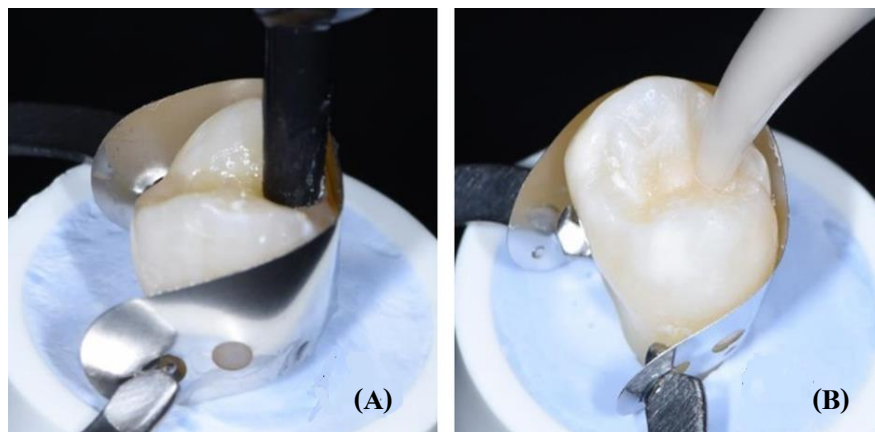
Table 2 Chemical compositions, manufacturers, batch number, and type of materials used.

Materials, Manufacturers, Batch number	Type	Compositions
Gel Etchant (Kerr, USA) Lot. 8237355	37.5% phosphoric acid	37.5% ortho-phosphoric acid, silica, thickener
OptiBond™ FL (Kerr, USA) Group name: ER Lot. 8308264	3-step etch and rinse adhesive	(Etchant: 37.5% phosphoric acid, silica thickener) Primer: HEMA, GPDM, MMEP, ethanol, water, photo-initiator Bond liquid: TEGDMA, UDMA, GPDM, HEMA, Bis-GMA, ytterbium trifluoride, fillers, photo-initiators, stabilizers.
Single Bond Universal Adhesive (3M ESPE, USA) Group name: UA Lot. 10608A	Universal adhesive	10-MDP, dimethacrylate resins, HEMA, methacrylate-modified polyalkenoic acid copolymer, nanofiller, ethanol, water, initiators, silane.
Filtek™ Bulk Fill Posterior Restorative, Compule, A2 shade (3M ESPE, USA) Lot. NE86675	Paste-like bulk fill resin composite	Bis-GMA, BisEMA, UDMA, Procrylate monomers with zirconia/silica filler, ytterbium trifluoride filler (58.4% Volume).
GC Dentin conditioner (GC, Japan) Lot. 2104161	Dentin conditioner	10% polyacrylic acid
Equia Forte Fil (GC, Japan), Capsule, A2 shade Group name: HGI Lot. 2107061	High-viscosity glass ionomer cement (HV-GIC)	Powder: fluoroaluminosilicate glass, polyacrylic acid, iron oxide Liquid: polybasic carboxylic acid, water
Equia Forte Coat (GC, Japan) Lot. 1904081	Coating material	Methylmethacrylate, multifunctional methacrylate, camphorquinone

Abbreviations; HEMA: hydroxyethyl methacrylate; GPDM: glycerol phosphate dimethacrylate; MMEP: mono-2-methacryloyloxyethyl phthalate; TEGDMA: triethylene glycol dimethacrylate; UDMA: urethane dimethacrylate; Bis-GMA: bisphenol-A diglycidyl ether dimethacrylate; 10-MDP: 10-Methacryloyloxydecyl dihydrogen phosphate; Bis-EMA: bisphenol A diglycidyl methacrylate ethoxylated.

Table 3 Adhesive systems and restorative approaches and their application.

Restorative system group	Restorative steps
ER [OptiBond™ FL, Kerr, USA]	Etch: Apply etchant (entire cavity) 15 s, rinse with water 15 s, gently air dry 3 s Prime: Apply primer 5 microliters (μl) with light agitation 15 s, gently air dry 5 s Bond: Apply a thin uniform layer of 5 μl bond liquid and light cure 40 s Restoration: Apply Filtek™ Bulk Fill Posterior Restorative in one increment (Figure 4A) and light cure 40 s on occlusal surface, another 40 s light cured on buccal and palatal surface after band removal
UA [Single Bond Universal Adhesive, 3M ESPE, USA]	Etch: Apply etchant (occlusal enamel) 15 s, rinse with water 15 s, gently air dry 3 s Bond: Apply adhesive 5 μl with light agitation 20 s, gently air dry 10 s and light cure 40 s Restoration: Apply Filtek™ Bulk Fill Posterior Restorative in one increment and light cure 40 s on occlusal surface, another 40 s light cured on buccal and palatal surface after band removal
HGI [Equia Forte Fil, GC, Japan]	Surface pretreatment: Apply GC Dentin conditioner (entire cavity) 20 s, rinse with water 10 s, gently air dry 3 s Restoration: Mixing Equia Forte Fil using amalgamator (ProMix 402E, Dentsply, USA) 10 s, apply in one increment (Figure 4B), initial setting 2 mins 30 s Coat: After band removal, apply Equia Forte Coat on occlusal and proximal surface, light cured 20 s for each surface

**Figure 4** Restoration of tunnel preparation: (A) with bulk-fill resin composite (B) with high-viscosity glass ionomer cement.

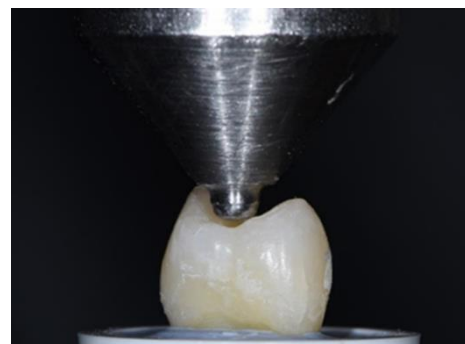
Artificial aging process

After restorative procedures, all premolars were kept in distilled water at 37°C for 24 hours, and were subsequently artificially aged by 10,000 cycles of thermocycling (Thermocycler THE-1100/THE-1200, SD mechatronic, Germany) between 5°C and 55°C with a dwell time of 30 seconds in each bath and a transfer time of 5 seconds.

Marginal ridge strength test

The fracture strength tests were achieved by axial compression^{9,18,19} using a universal testing machine (Instron 8872, UK). The specimens in the molds were installed in the test plateau of the lower member of the machine, and the load was transferred to the marginal ridge by a steel rod on the upper member of the Instron. The sphere tip of the rod is 2.0 mm in diameter and the contact point is approximately 1.0

mm away from the marginal ridge. The end tip of the loading rod was carefully established to be contacted with the tooth structure, not the restorative material (Figure 5). The crosshead speed was 0.5 mm/minute until fracture occurred. Maximum fracture strength values in Newton (N) were recorded when the specimens were fractured.

**Figure 5** Marginal ridge fracture strength test of tunnel restoration.

Failure mode analysis

The specimens were examined under a stereomicroscope at a 10x magnification (SZ 61, Olympus, Japan) to evaluate fracture patterns, which were defined as followed:¹⁷ favorable fractures, identified as restorable failures, above the level of bone simulation, and unfavorable fractures, identified as unrestorable failures, below the level of bone simulation.

Data analysis

Descriptive statistics were presented in the mean of fracture strength values and standard deviations. Remaining marginal ridge heights and adhesive systems and restorative approaches were independent variables, whereas the mean fracture strength values were dependent variables. Statistical analyses were performed using SPSS 28.0.0.0 for Windows (Chicago, USA). The normality of data distribution was determined by a Shapiro–Wilk test. Data were subsequently

statistically analyzed using two-way analysis of variance (ANOVA), one-way analysis of variance (ANOVA), and Fisher's Least Significant Difference (LSD) post-hoc multiple comparisons. Levels of significant difference were determined at $p < 0.05$.

Results

Fracture strength test

The mean fracture strength values for all experimental groups in this study were normally distributed ($p > 0.05$). Two-way ANOVA revealed that fracture strength values were significantly affected by marginal ridge heights ($p < 0.001$), but did not significantly affect by restorative systems ($p = 0.974$). The mean fracture strength values and standard deviations were presented in Table 4 and Figure 6.

Table 4 Mean fracture strength values and standard deviations of the remaining marginal ridge heights and restorative systems.

Restorative systems (Dental adhesives and restorative materials)	Remaining marginal ridge heights		
	1.0 mm Mean (SD)	2.0 mm Mean (SD)	3.0 mm Mean (SD)
Positive control (Tunnel preparation, no restoration)	245.12 (134.83) ^{a,A}	305.70 (154.55) ^{a,A,B}	372.85 (120.30) ^{a,B}
Optibond™ FL + Filtek™ Bulk Fil Posterior Restorative	336.02 (134.76) ^{a,A}	490.36 (200.91) ^{b,A,B}	511.43 (168.46) ^{a,B}
Single Bond Universal + Filtek™ Bulk Fil Posterior Restorative	334.89 (127.93) ^{a,A}	493.78 (227.89) ^{b,A,B}	511.37 (204.24) ^{a,B}
Dentin conditioner + Equia Forte Fil	326.12 (149.58) ^{a,A}	474.55 (140.93) ^{b,A,B}	511.17 (192.10) ^{a,B}
Negative control (Intact tooth)	519.16 (156.17) ^{b,A}	519.16 (156.17) ^{b,A}	519.16 (156.17) ^{a,A}

Mean fracture strength values (n=10) with standard deviations (SD) are listed in Newton (N). Values with different superscript capital letters indicate significant differences within the same row for each restorative system. Different superscript small letters indicate significant differences within the same column for each remaining marginal ridge height. Significantly difference was at $p < 0.05$ level (one-way ANOVA, Fisher's Least Significant Difference (LSD) post-hoc test)

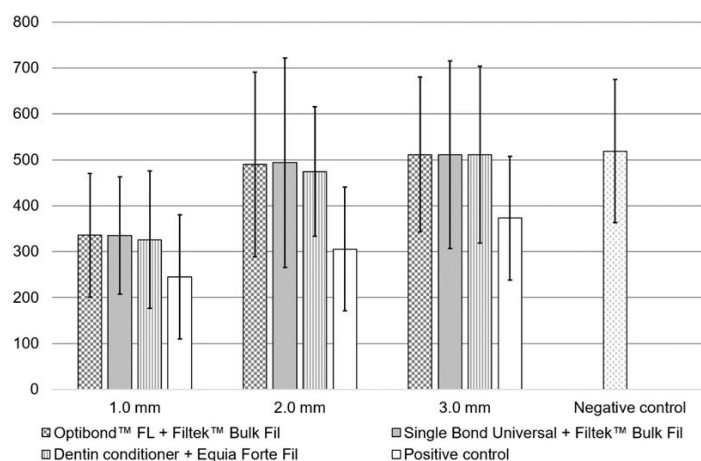


Figure 6 Mean fracture strength values and standard deviations of tunnel restoration on maxillary premolar by different remaining marginal ridge heights and restorative systems.

Statistical analysis with one-way ANOVA followed by LSD post-hoc multiple comparisons revealed that at the remaining marginal ridge height of 1.0 mm there was no statistical difference between M1PC group and all other restorative groups (M1ER, M1UA, and M1HGI). At the remaining marginal ridge height of 2.0 mm, there was a significant statistical difference between the M2PC group versus M2ER group ($p=0.031$), M2UA group ($p=0.029$) and also M2HGI group ($p=0.048$). At the remaining marginal ridge height of 3.0 mm, the fracture strength values exhibited no significant difference between all experimental groups (M3ER, M3UA, M3HGI, M3PC and NC). The NC group showed a significant statistical difference between M1PC group ($p=0.000$) and M2PC group ($p=0.005$). Statistical differences of the NC group were also demonstrated with

M1ER group ($p=0.015$), M1UA group ($p=0.014$), and M1HGI group ($p=0.010$).

In terms of the adhesive systems and restorative materials, there were statistically significant differences between the remaining marginal ridge height of 1.0 mm (M1) versus the remaining marginal ridge height of 3.0 mm (M3) in all four restorative subgroups, as identified in ER group ($p=0.029$), UA group ($p=0.049$), HGI group ($p=0.017$) and PC group ($p=0.047$).

Failure mode analysis

The data showed that all 130 maxillary premolar specimens represented favorable fractures or restorable failures, which occurred above the level of bone simulation, as presented. (Figure 7)

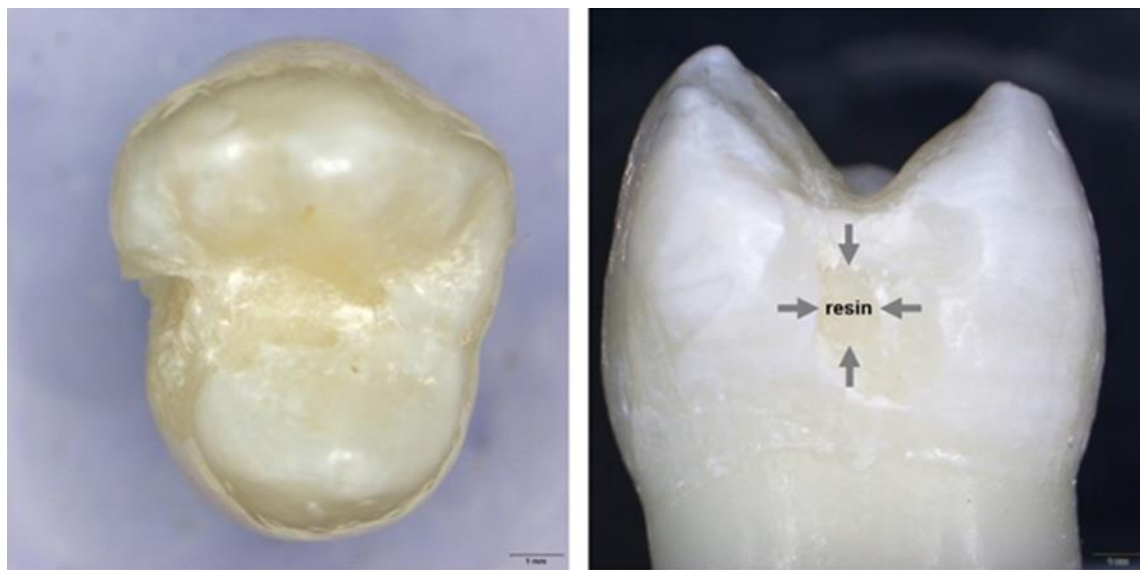


Figure 7 Favorable fracture of tunnel restoration. View from occlusal surface (left), view from proximal surface (right).

Discussion

This *in vitro* study evaluated the effect of various heights of remaining marginal ridge, at 1.0 mm, M1; 2.0 mm, M2; 3.0 mm, M3 restored using various restorative systems, which were 3 step etch and rinse adhesive with paste-like bulk fill resin composite or ER group; selective enamel etching mode universal adhesive with paste-like bulk fill resin composite or UA group; and high-viscosity glass ionomer cement or HGI group; tunnel prepared teeth without restoration as positive control (PC) group; and intact unprepared teeth negative control or NC group, on fracture strength values of maxillary premolar, after artificial aging by 10,000 thermocycled. The results of this experiment showed that fracture strength of each restored tunnel preparation revealed different values, influenced by different remaining marginal ridge heights, but did not influenced by different restorative systems. Therefore, the first null hypotheses were rejected, while fail to rejected the second null hypothesis.

The current investigation demonstrated that the mean fracture strength values at the M1 of all the ER, UA, HGI, and PC groups were found to be statistically significantly inferior to those of the M3 groups, these apparently indicated the effect of the remaining marginal ridge heights on the strength of tunnel preparation and restoration.

The tunnel preparation of M1PC and M2PC groups exhibited significantly lower fracture strength values when compared to the intact tooth or NC group, this finding is consistent with previous *in vitro* investigations.^{9,18–21} However, the M3PC group was demonstrated to be as strong as unprepared tooth, which was in accordance with Fasbinder et al.¹⁹ and Strand et al.²⁰ who had suggested that the strength of marginal ridge was not significantly subsided if the amount of tunnel preparation was conservative, compared to the size of marginal ridge. Consequently, all restorative systems in this study have not differed when restored the tunnel-prepared teeth at the remaining marginal ridge height of 3.0 mm.

The M1PC group was found to be drastically weakened compared to the NC group. All three restorative

systems in this experiment, i.e., M1ER, M1UA, and M1HGI groups, failed to restore the 1.0 mm. thickness brittle undermined tooth structure back to the strength level of natural unprepared tooth, thus, tunnel-restored teeth at remaining marginal ridge height of 1.0 mm may not withstand occlusal loading. Therefore, our results suggested that the remaining strength of prepared tooth was a major contributor affecting the success of tunnel restoration, which was also in accordance with earlier studies.^{6,22}

Some studies proposed that the mechanical properties of restorative materials were likely a main factor influencing strength of the approximal wall of the tunnel restoration.^{6,22} GIC was not recommended to be used as definitive restoration in occlusal loading area due to inadequate mechanical strength.¹⁴ Marginal ridge fractures in tunnel restoration of permanent teeth with GIC were evidenced in clinical studies.^{4,5,23,24} Development of HV-GIC has been claimed to provide better mechanical properties, but consideration for their utilization should be achieved from clinical trials.²⁵ A two-year clinical study in 2020 suggested that the use of HV-GIC as permanent class II restoration was not clinically appropriate.²⁶ Nevertheless, a five-year randomized clinical trial in small class II restorations between Equia Forte (GC, Japan) and resin composite (Filtek Z250, 3M ESPE, USA) combined with a two-step etch and rinse adhesive (Adper Single Bond 2, 3M ESPE, USA) reported that retention and fracture of both materials were found to be no statistically significant over time.²⁷

At the remaining marginal ridge height of 2.0 mm, both of the resin-based groups in this study or M2ER group and M2UA group were capable of reinforcing tunnel preparation to obtain the strength level of NC group, as well as Equia Forte Fil or M2HGI group. This outcome coincided with an *in vitro* study which revealed that conventional GIC re-established tunnel preparation to be as strong as sound tooth.²¹ When dental restorations are subjected to forces, stresses occurs and therefore absorbed and transmitted. There were a number of factors affecting stress distribution of dental restorations, and the elastic modulus of restorative materials

was one of the direct associated factors.²⁸ Some studies indicated that the higher elastic modulus materials supported higher loads and resisted the stresses, whereas the lower elastic modulus materials absorbed the forces then deformed and flexed, resulting in reduction of the stresses.²⁹ It was recognized that the elastic modulus of restorative materials close to that of dentin may reinforce and limit marginal ridge flexure and fracture.^{18,19} Elastic modulus of dentin was 14-18.6 GPa.³⁰ The restorative materials used in this study, Filtek™ Bulk Fill Posterior Restorative had an elastic modulus at 17.2 GPa.³¹ A study reported the elastic modulus of no-coat Equia Forte Fil at 20.75 GPa and the coated type was at 8.08 GPa.³² Another study revealed the elastic modulus of no-coat Equia Forte Fil at 5.6 GPa.³³ Therefore the resultant effect of the elastic modulus of Equia Forte Fil (GC, Japan) in this study may not be justified.

Other properties of the restorative materials are also factors affecting stress distribution of dental restorations. The polymerization shrinkage nature of resin-based dental restorative material was inevitable, generating stress within material itself and neighboring dental structures,⁸ and effective dental adhesive assisted to relieve the shrinkage stress.³⁴ Strand et al.²² suggested that bonding ability of restorative materials may also be highly affecting strength of the tunnel-restored tooth. Generally, GIC were reported to have low bond strength and cohesive failure that represented intrinsic brittle nature of the materials.¹⁴ To the extent of the author's knowledge, there is no literature comparing bond strength of Equia Forte Fil versus neither Optibond™ FL nor Single Bond Universal Adhesive to date. However, a 3-year clinical study of class V restoration in sclerotic dentin reported that EQUIA Forte Fil and a conventional resin composite with OptiBond FL survival rate and retention loss were not statistically differed.³⁵ The setting of conventional GIC revealed low or non-shrinking nature,⁸ and GIC has been believed to act as a stress breaker.³⁶ Studies showed that GIC could reduce effect of stress concentration when compared to resin composite.³⁷ Additionally, evidence showed that with availability of water during the maturation phase, mechanical

properties of GIC gradually increased with time.³⁸ Furthermore, the boundary conditions or cavity geometry factors and residual dental structures also played crucial roles in stress distribution.³⁹ All of the possible compensation and complex contributing factors may explained the statistical equivalent fracture strength values of the resin-based groups and the HV-GIC group at the remaining marginal ridge height 2.0 mm in this experiment.

In our investigation, fracture strength of tunnel restoration at the remaining marginal ridge height of 2.0 mm with paste-like bulk fill resin composite in conjunction with either OptiBond™ FL group (M2ER) or selective enamel etching mode Single Bond Universal Adhesive group (M2UA) were significantly equivalent to unprepared teeth group (NC), as shown in the Table 4 and Figure 6. These results were consistent with earlier published experiments that restoration with bonded resin composite reinforced the tunnel preparation equally to the strength of intact tooth.^{6,9} A recent systematic review and meta-analysis in 2020 recommended resin composite as the material of choice for permanent direct posterior restoration.⁴⁰

The fracture strength values of OptiBond™ FL and selective enamel etching mode Single Bond Universal Adhesive in this study were not statistically different. Both groups used phosphoric acid as enamel etchant, whereon resin tags were formed and created micromechanical interlocking that proved to be effective and durable.^{12,41} Regarding the challenging dentin bonding, Single Bond Universal Adhesive contained the most widely used acidic functional monomer, 10-methacryloyloxydecyl dihydrogen phosphate (10-MDP), which provided *in vitro* stability⁴² and showed excellent bond durability performance from 5-year clinical studies.^{43,44} 10-MDP partially demineralized and infiltrated into dentin substrate, creating micromechanical interlocking forming hybrid layer, whilst simultaneously releasing calcium and chemically bonded to hydroxyapatite, forming insoluble nanolayering MDP-calcium salts.⁴¹ OptiBond™ FL has been proven of outstanding bond durability in a 13-year clinical study.⁴⁵ It contained glycerol phosphate dimethacrylate

(GPDM) as functional monomer, however, the dentin bonding mechanism mainly came from hybridization of acid-conditioned hydroxyapatite-deprived collagen scaffold.^{12,41}

There were literatures comparing Optibond™ FL and Single Bond Universal Adhesive in various settings, but based on available information, this study provided the first *in vitro* investigation of the effect of Optibond™ FL versus Single Bond Universal Adhesive on tunnel restoration. There were literatures reported that *in vitro* dentin bond strength studies of OptiBond™ FL and multiple modes of Scotchbond Universal Adhesive (Single Bond Universal Adhesive's name in some countries) in various conditions were not statistical difference.^{46,47} Three year randomized clinical trial revealed that in class V resin composite restoration, cumulative failure rate in the OptiBond™ FL group was not statistically different when compared to the Scotchbond Universal Adhesive groups in self-etch, selective-enamel-etch, and etch-and-rinse modes.⁴⁸ Optibond™ FL, Single Bond Universal Adhesive, and Filtek™ Bulk Fill Posterior Restorative were clinically well-performed adhesive restoration.^{26,49}

There were suggestions to restore tunnel preparation with resin composite in conjunction with adhesive systems.^{50,51} A randomized control clinical trial by Kinomoto et al. found that the survival rate and marginal ridge fracture of conventional resin composite in class II versus tunnel restoration had no significant difference.¹⁰ A recent 5-year clinical study in 2020 reported that, with bonded resin composite restoration, annual failure rates were comparable in class II (2.2%) versus tunnel restoration (1.8%).¹¹

Fracture pattern of all specimens in this experiment was favorable or restorable, corresponding to previous laboratory investigations.^{9,18,22} In clinical situations, marginal ridge fracture or failure that occurred in tunnel preparation/restoration were recommended to be repaired into conventional class II restoration.^{22,50}

The wide standard deviation indicated a lot of variances involved. Tunnel preparation and restoration have

been recognized for high technique sensitivity, limited accessibility and visibility, and demand for operator skill.^{50,52,53} A study suggested that the effect of marginal ridge height on strength of tunnel restoration may be considered as a cavity geometry factor.⁶ All of contributing factors may affect our results.

In summary, tunnel restoration may be the contemporary treatment of choice for conservative restoration of proximal carious lesion. Proper case selection is particularly important, therefore, contributing factors for decision-making to operate tunnel restoration in approximal caries would be the balancing of dental substrate conservation, the risk of pulp exposure, and the extent of decay invasion,^{54,55} as secondary caries was another major cause of tunnel restoration failure.^{3,56} Since the development and improvement of contemporary adhesive systems and restorative materials is ongoing, further investigations including long-term clinical studies are therefore suggested to determine their effects on tunnel restoration.

Conclusion

Within the limitation of the present study, the remaining occlusogingival marginal ridge heights affected strength of tunnel restoration, but did not affect by the adhesive systems and restorative materials. At the remaining marginal ridge height of 1.0 mm, all restorative systems in this study were unable to support tunnel preparation, therefore unable to withstand occlusal force. At the remaining marginal ridge height of at least 2.0 mm, Optibond™ FL or selective enamel etching mode Single Bond Universal, combined with Filtek™ Bulk Fill Posterior Restorative, and Equia Forte Fil reinforced tunnel preparation to the level of intact teeth.

Acknowledgement

The authors sincerely thank the Dental Material Science Research Center and Oral Biology Research Center, Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University for their hospitality. The authors are grateful to Dr. Soranun Chantarangsu for her statistical consultation.

References

1. Knight GM. The use of adhesive materials in the conservative restoration of selected posterior teeth. *Aust Dent J* 1984;29(5):324–31.
2. Hunt PR. A modified class II cavity preparation for glass ionomer restorative materials. *Quintessence Int Dent Dig* 1984;15(10):1011–8.
3. Hasselrot L. Tunnel restorations in permanent teeth. A 7 year follow up study. *Swed Dent J* 1998;22(1–2):1–7.
4. Hörsted-Bindslev P, Heyde-Petersen B, Simonsen P, Baelum V. Tunnel or saucer-shaped restorations: a survival analysis. *Clin Oral Investig* 2005;9(4):233–8.
5. Pyk N, Mejäre I. Tunnel restorations in general practice. influence of some clinical variables on the success rate. *Acta Odontol Scand* 1999;57(4):195–200.
6. Ji W, Chen Z, Frencken JE. Strength of tunnel-restored teeth with different materials and marginal ridge height. *Dent Mater* 2009;25(11):1363–70.
7. Lynch CD, Opdam NJ, Hickel R, Brunton PA, Gurgan S, Kakaboura A, et al. Guidance on posterior resin composites: academy of Operative Dentistry - European Section. *J Dent* 2014;42(4):377–83.
8. Chesterman J, Jowett A, Gallacher A, Nixon P. Bulk-fill resin-based composite restorative materials: a review. *Br Dent J* 2017;222(5):337–44.
9. Covey D, Schulein TM, Kohout FJ. Marginal ridge strength of restored teeth with modified class II cavity preparations. *J Am Dent Assoc* 1989;118(2):199–202.
10. Kinomoto Y, Inoue Y, Ebisu S. A two-year comparison of resin-based composite tunnel and class II restorations in a randomized controlled trial. *Am J Dent* 2004; 17(4):253–6.
11. Preusse PJ, Winter J, Amend S, Roggendorf MJ, Dudek MC, Krämer N, et al. Class II resin composite restorations-tunnel vs. box-only in vitro and in vivo. *Clin Oral Investig* 2021;25(2):737–44.
12. 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.
13. Alex G. Universal adhesives: the next evolution in adhesive dentistry? *Compend Contin Educ Dent* 2015;36(1):15–26.
14. Xie D, Brantley WA, Culbertson BM, Wang G. Mechanical properties and microstructures of glass-ionomer cements. *Dent Mater* 2000;16(2):129–38.
15. Gurgan S, Kutuk ZB, Yalcin Cakir F, Ergin E. A randomized controlled 10 years follow up of a glass ionomer restorative material in class I and class II cavities. *J Dent* 2020;94:103175. doi: 10.1016/j.jdent. 2019.07.013.
16. Fasbinder DJ, Davis RD, Burgess JO. Marginal ridge strength in class II tunnel restorations. *Am J Dent* 1991;4(2):77–82.
17. Mergulhão VA, de Mendonça LS, de Albuquerque MS, Braz R. Fracture resistance of endodontically treated maxillary premolars restored with different methods. *Oper Dent* 2019;44(1):E1–11.
18. Purk JH, Roberts RS, Elledge DA, Chappell RP, Eick JD. Marginal ridge strength of class II tunnel restorations. *Am J Dent* 1995;8(2):75–9.
19. Fasbinder DJ, Davis RD, Burgess JO. Marginal ridge strength in class II tunnel restorations. *Am J Dent* 1991;4(2):77–82.
20. Strand GV, Tveit AB, Gjerdet NR, Eide GE. Marginal ridge strength of teeth with tunnel preparations. *Int Dent J* 1995;45(2):117–23.
21. Hill FJ, Halaseh FJ. A laboratory investigation of tunnel restorations in premolar teeth. *Br Dent J* 1988; 165(10):364–7.
22. Strand GV, Tveit AB, Gjerdet NR. Marginal ridge strength of tunnel-prepared teeth restored with various adhesive filling materials. *Cem Concr Res* 1999; 29(5):645–50.
23. Lumley PJ, Fisher FJ. Tunnel restorations: a long-term pilot study over a minimum of five years. *J Dent* 1995;23(4):213–5.
24. Pilebro CE, van Dijken JW, Stenberg R. Durability of tunnel restorations in general practice: a three-year multicenter study. *Acta Odontol Scand* 1999;57(1):35–9.

25. de Lima Navarro MF, Pascotto RC, Borges AFS, Soares CJ, Raggio DP, Rios D, et al. Consensus on glass-ionomer cement thresholds for restorative indications. *J Dent* 2021;107:103609. doi:10.1016/j.jdent.2021.103609.
 26. Balkaya H, Arslan S. A two-year clinical comparison of three different restorative materials in class II cavities. *Oper Dent* 2020;45(1):E32–42.
 27. Wafaie RA, Ibrahim Ali A, El-Negoly SAER, Mahmoud SH. Five-year randomized clinical trial to evaluate the clinical performance of high-viscosity glass ionomer restorative systems in small class II restorations. *J Esthet Restor Dent* 2023;35(3):538–55.
 28. Costa A, Xavier T, Noritomi P, Saavedra G, Borges A. The influence of elastic modulus of inlay materials on stress distribution and fracture of premolars. *Oper Dent* 2014;39(4):E160-170.
 29. Srirekha A, Bashetty K. A comparative analysis of restorative materials used in abfraction lesions in tooth with and without occlusal restoration: three-dimensional finite element analysis. *J Conserv Dent JCD* 2013; 16(2):157–61.
 30. Tay FR, Pashley DH. Monoblocks in root canals: a hypothetical or a tangible goal. *J Endod* 2007;33(4):391–8.
 31. Rizzante FAP, Mondelli RFL, Furuse AY, Borges AFS, Mendonça G, Ishikiriama SK. Shrinkage stress and elastic modulus assessment of bulk-fill composites. *J Appl Oral Sci Rev FOB* 2019;27:e20180132. doi: 10.1590/1678-7757-2018-0132.
 32. Yeo HW, Loo MY, Alkhabaz M, Li KC, Choi JJE, Barazanchi A. Bulk-fill direct restorative materials: an *in vitro* assessment of their physio-mechanical properties. *Oral* 2021;1(2):75–87.
 33. Ozan G, Mert Eren M, Yıldırım Bilmez Z, Gurcan AT, Yucel Yucel Y. Comparison of elasticity modulus and nanohardness of various dental restorative materials. *J Dent Mater Tech* 2021;10(4). doi: 10.22038/jdmt.2021.60978.1480.
 34. Ausiello P, Apicella A, Davidson CL. Effect of adhesive layer properties on stress distribution in composite restorations--a 3D finite element analysis. *Dent Mater* 2002;18(4):295–303.
 35. Schwendicke F, Müller A, Seifert T, Jeggle-Engbert LM, Paris S, Göstemeyer G. Glass hybrid versus composite for non-carious cervical lesions: survival, restoration quality and costs in randomized controlled trial after 3 years. *J Dent* 2021;110:103689. doi: 10.1016/j.jdent.2021.103689.
 36. Kemp-Scholte CM, Davidson CL. Complete marginal seal of class V resin composite restorations effected by increased flexibility. *J Dent Res* 1990;69(6):1240–3.
 37. Ausiello P, Ciaramella S, Di Rienzo A, Lanzotti A, Ventre M, Watts DC. Adhesive class I restorations in sound molar teeth incorporating combined resin-composite and glass ionomer materials: CAD-FE modeling and analysis. *Dent Mater* 2019;35(10):1514–22.
 38. Irie M, Suzuki K, Watts DC. Marginal and flexural integrity of three classes of luting cement, with early finishing and water storage. *Dent Mater* 2004;20(1):3–11.
 39. Ausiello P, Ciaramella S, De Benedictis A, Lanzotti A, Tribst JPM, Watts DC. The use of different adhesive filling material and mass combinations to restore class II cavities under loading and shrinkage effects: a 3D-FEA. *Comput Methods Biomech Biomed Engin* 2021; 24(5):485–95.
 40. Vetromilla BM, Opdam NJ, Leida FL, Sarkis-Onofre R, Demarco FF, van der Loo MPJ, et al. Treatment options for large posterior restorations: a systematic review and network meta-analysis. *J Am Dent Assoc* 2020; 151(8):614-24.
 41. Van Meerbeek B, Yoshihara K, Van Landuyt K, Yoshida Y, Peumans M. From Buonocore's pioneering acid-etch technique to self-adhering restoratives. A status perspective of rapidly advancing dental adhesive technology. *J Adhes Dent* 2020;22(1):7–34.
-

42. Marchesi G, Frassetto A, Mazzoni A, Apolonio F, Diolosa M, Cadenaro M, et al. Adhesive performance of a multi-mode adhesive system: 1-year in vitro study. *J Dent* 2014;42(5):603–12.
43. de Paris Matos T, Perdigão J, de Paula E, Coppla F, Hass V, Scheffer RF, et al. Five-year clinical evaluation of a universal adhesive: a randomized double-blind trial. *Dent Mater* 2020;36(11):1474–85.
44. Fuentes MV, Perdigão J, Baracco B, Giráldez I, Ceballos L. Effect of an additional bonding resin on the 5-year performance of a universal adhesive: a randomized clinical trial. *Clin Oral Investig* 2023;27(2):837–48.
45. Peumans M, De Munck J, Van Landuyt KL, Poitevin A, Lambrechts P, Van Meerbeek B. A 13-year clinical evaluation of two three-step etch-and-rinse adhesives in non-carious class-V lesions. *Clin Oral Investig* 2012;16(1):129–37.
46. De Munck J, Luehrs AK, Poitevin A, Van Ende A, Van Meerbeek B. Fracture toughness versus micro-tensile bond strength testing of adhesive-dentin interfaces. *Dent Mater* 2013;29(6):635–44.
47. Flury S, Peutzfeldt A, Lussi A. Two pre-treatments for bonding to non-carious cervical root dentin. *Am J Dent* 2015;28(6):362–6.
48. Haak R, Werner MS, Schneider H, Häfer M, Schulz-Kornas E. Clinical outcomes and quantitative margin analysis of a universal adhesive using a randomized clinical trial over three years. *J Clin Med* 2022;11(23):6910. doi: 10.3390/jcm11236910.
49. Sabbagh J, El Masri L, Fahd JC, Nahas P. A three-year randomized clinical trial evaluating direct posterior composite restorations placed with three self-etch adhesives. *Biomater Investig Dent* 2021;8(1):92–103.
50. Yu OY, Zaeneldin AM, Hamama HHH, Mei ML, Patel N, Chu CH. Conservative composite resin restoration for proximal caries - two case reports. *Clin Cosmet Investig Dent* 2020;12:415–22.
51. Wiegand A, Attin T. Treatment of proximal caries lesions by tunnel restorations. *Dent Mater* 2007;23(12):1461–7.
52. Pilebro CE, van Dijken JW. Analysis of factors affecting failure of glass cermet tunnel restorations in a multi-center study. *Clin Oral Investig* 2001;5(2):96–101.
53. Strand GV, Tveit AB, Espelid I. Variations among operators in the performance of tunnel preparations in vitro. *Scand J Dent Res* 1994;102(3):151–5.
54. Chu CH, Mei ML, Cheung C, Nalliah RP. Restoring proximal caries lesions conservatively with tunnel restorations. *Clin Cosmet Investig Dent* 2013;5:43–50.
55. Nizami MZI, Yeung C, Yin IX, Wong AWY, Chu CH, Yu OY. Tunnel restoration: a minimally invasive dentistry practice. *Clin Cosmet Investig Dent* 2022;14:207–16.
56. Strand GV, Nordbø H, Tveit AB, Espelid I, Wikstrand K, Eide GE. A 3-year clinical study of tunnel restorations. *Eur J Oral Sci* 1996;104(4 (Pt 1)):384–9.

Corresponding Author

Phirinat Aurpanchasin

Department of Operative Dentistry,

Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University,

Pathumwan, Bangkok, 10330.

Tel. : +66 86 542 8997

E-mail : p.aurpanchasin@gmail.com

ความต้านทานการแตกหักของการบูรณะฟันแบบ ทันเนิลที่เสริมฟันหลายระดับความสูง

พรีนาล เอื้อปัญจะสินธุ์* ศิริวิมล ศรีสวัสดิ์**

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาค่าความต้านทานการแตกหักของการบูรณะฟันในโพรงฟันแบบทันเนิลที่มีความสูงของสันริมฟันหลายระยะ โดยใช้สารยึดติดและวัสดุบูรณะแบบต่างๆ การทดลองนี้ใช้ฟันกรามน้อย 130 ซี่ แบ่งเป็น 13 กลุ่มย่อย ตามความสูงของสันริมฟัน 3 กลุ่ม (1.0 มม. 2.0 มม. และ 3.0 มม.) และตามสารยึดติดและวัสดุบูรณะ 3 กลุ่ม (สารยึดติดคอปติบอนด์เอฟแอล สารยึดติดซิงเกิลบอนด์ยูนิเวอร์แซล วิธีซีเลคทีฟเอชท์เคลือบฟัน วัสดุควิเคอร์ฟอร์เดฟฟิล) กลุ่มควบคุมแบบบวกรหรือโพรงฟันแบบทันเนิลที่ไม่ได้รับการบูรณะ และกลุ่มควบคุมแบบลบซึ่งเป็นฟันที่ไม่ผ่านการกรอ หลังจากเตรียมโพรงฟันแบบทันเนิล บูรณะฟัน และเทอร์โมไซคลิง 10,000 รอบ แล้วนำไปหาค่าความต้านทานการแตกหักและประเมินรูปแบบความล้มเหลว การวิเคราะห์ทางสถิติใช้ความแปรปรวนสองทาง ความแปรปรวนทางเดียว และการเปรียบเทียบเชิงซ้อน ผลการศึกษาพบว่าความสูงของสันริมฟันส่งผลกระทบบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อความต้านทานการแตกหักของการบูรณะ โพรงฟันแบบทันเนิล แต่สารยึดติดและวัสดุบูรณะ ไม่ได้ส่งผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อความต้านทานการแตกหักของการบูรณะ โพรงฟันแบบทันเนิล โดยที่ความสูงของสันริมฟัน 1.0 มม. การบูรณะทุกระบบไม่สามารถป้องกันการแตกหักให้เทียบเท่าฟันปกติ ที่ความสูงของสันริมฟัน 3.0 มม. พบว่าโพรงฟันแบบทันเนิลที่ยังไม่ได้บูรณะ แข็งแรงเทียบเท่ากับฟันปกติ พบว่าความสูงของสันริมฟันทั้ง 2.0 มม. และ 3.0 มม. โพรงฟันแบบทันเนิลที่บูรณะด้วยสารยึดติดคอปติบอนด์เอฟแอล สารยึดติดซิงเกิลบอนด์ยูนิเวอร์แซลวิธีซีเลคทีฟเอชท์เคลือบฟัน และวัสดุควิเคอร์ฟอร์เดฟฟิล แข็งแรงเทียบเท่าฟันธรรมชาติ สรุปผลศึกษานี้คือ การบูรณะ โพรงฟันแบบทันเนิลที่ความสูงของสันริมฟันอย่างน้อย 2.0 มม. ด้วยสารยึดติดคอปติบอนด์เอฟแอลร่วมกับวัสดุเรซินคอมโพสิตชนิดบัลค์ฟิลล์แบบเพสต์ไลค์ หรือสารยึดติดซิงเกิลบอนด์ยูนิเวอร์แซลวิธีซีเลคทีฟเอชท์เคลือบฟัน ร่วมกับวัสดุเรซินคอมโพสิตชนิดบัลค์ฟิลล์แบบเพสต์ไลค์ หรือวัสดุควิเคอร์ฟอร์เดฟฟิล พบว่ามีความแข็งแรงเทียบเท่าฟันปกติ

คำชี้แจง: สารยึดติดทางทันตกรรม/ การทดสอบความต้านทานการแตกหัก/ ความแข็งแรงของสันริมฟัน/ โพรงฟันแบบทันเนิล

ผู้รับผิดชอบบทความ

พรีนาล เอื้อปัญจะสินธุ์

ภาควิชาทันตกรรมหัตถการ

คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร 10330

โทรศัพท์ : 086 542 8997

จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ : p.aurpanchasin@gmail.com

* นิสิตปริญญาโท ภาควิชาทันตกรรมหัตถการ คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร

** ภาควิชาทันตกรรมหัตถการ คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร