

2563

ปีที่ 23 ฉบับที่ 1
มกราคม-เมษายน 2563

วิทยาลัยการ
ทันตแพทยศาสตร์
มหาวิทยาลัยขอนแก่น



KHON KAEN UNIVERSITY DENTAL JOURNAL
VOL. 23 NO. 1 JANUARY - APRIL 2020
ISSN : 0859-9254



❖ CONTENTS ❖

"ORIGINAL ARTICLES"

RESEARCH

- ⊙ Impact of Different Fluoride Treatments on Oral Health-Related Quality of Life of Primary School Children 1
Sing-in P, Pungchanchaikul P, Pitiphat W, Kitsahawong K
- ⊙ Comparison of Peel Pouch Leakage between Continuous Sealing Machine and Hand Sealing Machine 14
Luengpailin S, Klangthong A, Kongsomboon S, Mueangwaeng S, Pitanupong J, Thongnak P, Tanpleerat S
- ⊙ The Fracture Resistance of Endodontically Treated Maxillary Premolars Restored with Direct Composite Onlay Using Different Resin Composite 21
Keatdumrong P, Thitthaweerat S, Angwaravong O, Angwarawong T
- ⊙ Comparison of Wear Resistance, Surface Hardness and Surface Roughness of Dentoform Tooth and Silane-treated Alumina Reinforced Epoxy Resin 33
Arwatchanakan S, Thanaphumphong N, Suwanprateeb J, Arksornnukit M
- ⊙ Effects of Khon Kaen University Presurgical Nasoalveolar Molding Device on Maxillary Dimension in Complete Unilateral Cleft Lip and Palate Patients: A Full Protocol Evaluation 43
Prasongvaranon V, Pisek P, Manosudprasit A, Punyavong P, Manosudprasit A
- ⊙ Inhibitory Effects of Lemongrass Oil on Multispecies Subgingival Biofilm Formation *in Vitro* 52
Pinsuwan W, Suwannarong W, Khunkitti W, Taweechaisupapong S
- ⊙ Prevalence and Risk Factors of High-Level Oral Microbe among Dental Patients 61
Tantipoj C, Khovidhunkit SP, Panyayong W, Arayapisit T, Srimaneekarn N, Hiransuthikul N, Supa-Amornkul S

CLINICAL SCIENCE

- ⊙ Treatment of an Impacted Maxillary Central Incisor by 2x4 Appliance with Artificial Eruption: A Case Report 75
Tantayanon O

"REVIEW ARTICLE"

- ⊙ Space management for children 84
Kitsahawong K, Kitsahawong S





❖ สารบัญ ❖

“บทวิทยากร”

บทความวิจัย

- ๑ ผลกระทบของการใช้ฟลูออไรด์วิธีต่างๆ ต่อคุณภาพชีวิตในมิติสุขภาพช่องปากในเด็กประถม
ภณิดา สิงห์อินทร์ ปฐมพร พึ่งชายชัยกุล วราบุษ ปิติพัฒน์ เข็มพร กิจสหวงศ์ 1
- ๑๑ การเปรียบเทียบการรั่วซึมของซองฟิลปะเซอร์ระหว่างการปิดผนึกของด้วยเครื่องปิดผนึกสายพานต่อเนื่อง และเครื่องปิดผนึกแบบมือกด
สมเกียรติ เหลืองไพรินทร์ อังคณา คลังทอง สุภาพร คงสมบูรณ์ ศุภาพิชญ์ เมืองแวง จิรภา ปิตานพวงศ์ ภูริชญา ทองนาค สุปรียา ต้นพลรัตน์ 14
- ๑๑ การต้านทานต่อการแตกหักของฟันกรามน้อยบนที่ผ่านการรักษาคลองรากฟันที่บูรณะด้วยออนเลย์ทางตรงโดยใช้วัสดุเรซินคอมโพสิตแตกต่างชนิดกัน
พัชรินทร์ เกียรติดำรง ศุภคັນส์ ทิศทวิรัตน์ อรอุมา อังวรารวงค์ ธิดารัตน์ อังวรารวงค์ 21
- ๑๑ การเปรียบเทียบความต้านทานการขัดสี ความแข็งผิว และความขรุขระผิวของฟันเดนโตฟอร์ม กับอโฟกซีเรซินที่เสริมความแข็งแรงด้วยผงอลูมินาที่ผ่านการทำไซเลน
สุคนธ์ทิพย์ อ่าวชานการ นวียา ธนภูมิพงศ์ จินตมัย สุวรรณประทีป แมนสรวง อักษรมุกิจ 33
- ๑๑ ผลของเครื่องมือปรับแต่งงูมและสันเหงือกก่อนการทำคัลยกรรมของมหาวิทยาลัยขอนแก่นต่อรูปร่างสันเหงือกบนในผู้ป่วยปากแห้งเพดานโหว่ด้านเดียวโดยสมบูรณ์: การประเมินตามระเบียบการโดยสมบูรณ์
วรินันท์ ประสงค์วรานนท์ พูนศักดิ์ ภิเศก อมรัตน์ มโนสุดประสิทธิ์ ปัทมา ปัญญาวงศ์ เอกสิทธิ์ มโนสุดประสิทธิ์ 43
- ๑๑ ผลของน้ำมันหอมระเหยตะไคร้ต่อการยับยั้งการสร้างไบโอฟิล์มใต้เหงือกที่เกิดจากเชื้อก่อโรคหลายชนิด
วชิราพร บันสุวรรณ วราภรณ์ สุวรรณรงค์ วัชรี คุณกิตติ สุวิมล ทวีชัยศุภพงษ์ 52
- ๑๑ ความชุกและปัจจัยเสี่ยงที่เกี่ยวข้องกับการมีเชื้อจุลชีพในช่องปากในปริมาณสูงในผู้ป่วยทันตกรรม
ชนิดา ต้นติพจน์ สิริบังอร พิบูลนิยม โขวิฑูรกิจ วรพงษ์ ปัญญาสงค์ ทวีพงศ์ อารยะพิศิษฐ นัจชลี ศรีมณีกาญจน์ นรินทร์ หิรัญสุทธิกุล สิริรัก ศุภอมรกุล 61

บทวิทยากรคลินิก

- ๑๑ การรักษาฟันตัดซี่กลางบนคุดโดยใช้เครื่องมือจัดฟันชนิด กุบายไฟร์ แอปพลายแอนซ์ ร่วมกับการคัลยกรรมช่วย
ให้ฟันขึ้น : รายงานผู้ป่วย
อรทัย ต้นทยานนท์ 75

“บทความปริทัศน์”

- ๑๑ การจัดการช่องว่างของขากรรไกรในเด็ก
เข็มพร กิจสหวงศ์ สมศักดิ์ กิจสหวงศ์ 84



ผลกระทบของการใช้ฟลูออไรด์วิธีต่างๆ ต่อคุณภาพชีวิตใน มิติสุขภาพช่องปากในเด็กประถม

ภณิกา สิงห์อินทร์* ปฎิมาพร พิงชานุชัยกุล** วราณัฐ ปิติพัฒน์** เข็มพร กิจสหวงศ์**

บทคัดย่อ

คุณภาพชีวิตในมิติสุขภาพเป็นสิ่งสำคัญในการประเมินผลการรักษาในมุมมองของผู้ป่วย วัตถุประสงค์การศึกษานี้เพื่อประเมินคุณภาพชีวิตในมิติสุขภาพช่องปากในเด็กจากผลการรักษาด้วยฟลูออไรด์ 3 วิธี เป็นการศึกษาทางคลินิกแบบสุ่ม อาสาสมัครเป็นนักเรียนอายุ 6-7 ปี ที่มีฟันกรามน้ำนมอยู่ในชั้นเนื้อฟันชนิดดุกตามอย่างน้อย 1 ซี่ จำนวน 253 คน แบ่งเป็น 3 กลุ่ม กลุ่ม 1 ซิลเวอร์ไดเอมีนฟลูออไรด์ร้อยละ 38 กลุ่ม 2 โซเดียมฟลูออไรด์วาร์นิช ร้อยละ 5 และกลุ่ม 3 ใช้ร่วมกันทั้ง 2 ชนิด เด็กได้รับการตรวจฟัน และทาฟลูออไรด์ทุก 6 เดือน สัมภาษณ์เด็กด้วยดัชนีคุณภาพชีวิตในมิติสุขภาพช่องปากสำหรับเด็ก ณ เวลา 1 ปี พบว่าลักษณะประชากร และสภาวะทางช่องปากของทั้ง 3 กลุ่ม แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ พบฟันที่มีสีน้ำตาลในกลุ่มที่ได้รับซิลเวอร์ไดเอมีนฟลูออไรด์ทั้ง 2 กลุ่ม มากกว่ากลุ่มที่ไม่ได้รับอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$) โดยความชุกของผลกระทบสุขภาพช่องปากต่อชีวิตประจำวันของเด็กแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.64$) ส่วนคะแนนผลกระทบในด้านการรับประทานอาหาร ยิ้ม หัวเราะ ในทุกกลุ่มสูงกว่าด้านอื่นๆ แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ สาเหตุตามความรู้สึกที่เด็กรายงานบ่อยที่สุด คือ ปวดฟัน เสียฟัน ฟันเป็นรู และมีกลิ่นปาก ส่วนการรับรู้ถึงการเปลี่ยนสีฟันพบว่า กลุ่มซิลเวอร์ไดเอมีนฟลูออไรด์ทั้ง 2 กลุ่ม มีค่าสูงกว่ากลุ่มโซเดียมฟลูออไรด์วาร์นิชอย่างเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$) อย่างไรก็ตาม การเปลี่ยนสีของฟันไม่ได้เป็นสาเหตุหลักที่ส่งผลกระทบต่อด้านการยิ้ม หัวเราะ อารมณ์และการเข้าสังคมของเด็ก ดังนั้น การรักษาด้วยฟลูออไรด์ทั้ง 3 วิธี มีผลกระทบต่อคุณภาพชีวิตในมิติสุขภาพช่องปากในกลุ่มเด็กที่มีความเสี่ยงในการเกิดฟันผุสูงไม่แตกต่างกัน และการเปลี่ยนสีของฟันหลังการทาซิลเวอร์ไดเอมีนฟลูออไรด์ไม่ได้เป็นสาเหตุหลักที่มีผลกระทบต่อชีวิตประจำวันของเด็ก

คำใบ้: ซิลเวอร์ไดเอมีนฟลูออไรด์/ โซเดียมฟลูออไรด์วาร์นิช/ สุขภาพช่องปาก/ คุณภาพชีวิต

Received: September 06, 2019

Revised: October 22, 2019

Accepted: November 11, 2019

บทนำ

อัตราการเกิดฟันผุสูงในเด็กปฐมวัยยังคงเป็นปัญหาทางทันตสาธารณสุขของประเทศไทย ปัญหาที่สำคัญคือ การที่เด็กปฐมวัยมีฟันผุที่ไม่ได้รับการรักษา¹ จากผลการสำรวจสภาวะทันตสุขภาพแห่งชาติตลอด 20 ปีที่ผ่านมา พบว่าไม่มีการลดลงของสัดส่วนฟันผุที่ไม่ได้รับการรักษา¹⁻³ ซึ่งอาจทำให้เกิดอาการปวดและการติดเชื้อ ส่งผลต่อภาวะพร่องโภชนาการ พัฒนาการด้านต่างๆ และการเจริญเติบโต รวมทั้งมีผลกระทบต่อการดำเนินชีวิตประจำวันและเศรษฐกิจของครอบครัว^{4,5} นำไปสู่ปัญหาทางจิตสังคมและมีคุณภาพชีวิตที่ลดน้อยลง⁶ การที่เด็กปฐมวัยมีฟันผุและไม่ได้ได้รับการรักษาอาจเนื่องจากการจัดการพฤติกรรมและการรักษา รวมทั้งการควบคุมการดุกของรอยโรคในเด็กเล็กมีความยุ่งยาก⁷

โรคฟันผุในเด็กปฐมวัยสามารถหยุดยั้งได้หากมี

การเปลี่ยนพฤติกรรมกรบริโภคและการดูแลช่องปากซึ่งต้องใช้ระยะเวลาและความร่วมมือจากครอบครัว รอยผุที่หยุดยั้งมักจะมียึดเพิ่มขึ้น และเนื้อฟันมีการแข็งตัวเพิ่มขึ้น โยบายและนวัตกรรมทางทันตแพทยศาสตร์ที่มุ่งเน้นการป้องกันและการรักษาแบบอนุรักษ์ อาจต้องทำควบคู่ไปกับการยับยั้งฟันผุที่กำลังลุกลามอย่างรวดเร็ว กลยุทธ์หนึ่งที่มีประสิทธิภาพ คือ การเปลี่ยนรอยผุลุกลาม (Active carious lesion) ให้เกิดเป็นรอยโรคฟันผุที่หยุดยั้ง (Arrested carious lesion)^{8,9} นอกจากนี้สารประกอบแคลเซียมฟอสเฟต และไอออนเงินได้ถูกนำมาใช้ร่วมกับสารประกอบฟลูออไรด์ในการส่งเสริมให้มีความแข็งผิวเพิ่มขึ้น และการกำจัดเชื้อจุลินทรีย์ซึ่งจะช่วยให้เกิดการหยุดยั้งของรอยโรคโพรงฟันผุได้ ปัจจุบันมีการนำฟลูออไรด์เฉพาะที่มาใช้ ได้แก่ ซิลเวอร์ไดเอมีนฟลูออไรด์ (Silver diamine fluoride)

* ฝ่ายทันตสาธารณสุข โรงพยาบาลละงู อำเภอละงู จังหวัดสตูล

** สาขาวิชาทันตกรรมป้องกัน คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น

สารละลายซิลเวอร์ไดอามีนฟลูออไรด์ ความเข้มข้นร้อยละ 38 มีสารออกฤทธิ์ที่สำคัญ คือ ไอออนเงินร้อยละ 25 และ ไอออนฟลูออไรด์ 44,800 ส่วนในล้านส่วน มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการลุกลามของฟันผุ โดยมีปฏิกิริยาที่ทำให้เกิดสารประกอบเงิน ลดการทำลายคอลลาเจน ร่วมกับการคืนกลับของแร่ธาตุโดยฟลูออไรด์ที่ผิวหน้า เกิดการแข็งตัวของเนื้อฟันในโพรงฟัน¹⁰ และสามารถควบคุมเชื้อก่อโรคฟันผุ เพื่อป้องกันการเกิดฟันผุและป้องกันการลุกลามของโรคฟันผุได้^{11, 12} ใช้เวลาในการรักษาน้อยและไม่ทำให้เกิดความเจ็บปวดขณะทำการรักษา^{11, 13} รวมทั้งมีรายงานว่า มีประสิทธิภาพสูงในการยับยั้งฟันผุในชั้นเนื้อฟันของฟันน้ำนม¹¹ โดยมีการอ้างอิงข้อดีของซิลเวอร์ไดอามีนฟลูออไรด์ที่ทำให้รอยฟันผุเนื้อฟันที่แข็งขึ้นเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลอย่างถาวร แต่อย่างไรก็ตามสีน้ำตาลที่เกิดขึ้นก็มีลักษณะไม่แตกต่างจากรอยผุหูดังตามธรรมชาติ แม้ว่าไม่มีรายงานผลแทรกซ้อนที่รุนแรงจากการใช้ซิลเวอร์ไดอามีนฟลูออไรด์¹⁴ แต่ยังไม่มีการศึกษาถึงผลกระทบของการเปลี่ยนสีฟันที่ได้รับการทาสารละลายซิลเวอร์ไดอามีนฟลูออไรด์ต่อมุมมองของผู้ป่วยอีกทางเลือกหนึ่งของการใช้ฟลูออไรด์เฉพาะที่มีความนิยมใช้มากในเด็ก ได้แก่ โซเดียมฟลูออไรด์วาร์นิช (Sodium fluoride varnish) ความเข้มข้นร้อยละ 5 ใช้ได้ผลดีในรอยโรคฟันผุเริ่มต้น โดยคืนกลับแร่ธาตุบนผิวเคลือบฟัน มีประสิทธิภาพการป้องกันฟันผุร้อยละ 43 ในฟันแท้ และร้อยละ 37 ในฟันน้ำนม^{15, 16} ขึ้นอยู่กับระดับความเสี่ยงต่อการเกิดฟันผุของเด็กแต่ละบุคคล¹⁵ ซึ่งโซเดียมฟลูออไรด์วาร์นิชมีผลต่อการสร้างคราบจุลินทรีย์และยับยั้งการผลิตกรดจากเชื้อจุลินทรีย์ ป้องกันการละลายของแคลเซียมฟอสเฟตในแร่ธาตุฟัน และเพิ่มอัตราการคืนกลับแร่ธาตุเมื่อฟันมีการสูญเสียแร่ธาตุไป¹⁷ ฟลูออไรด์เฉพาะที่ทั้ง 2 ชนิดมีผลดีทางคลินิกที่แตกต่างกัน โดยโซเดียมฟลูออไรด์วาร์นิชมีประสิทธิภาพในการไหลผ่านและติดแน่นบนผิวเคลือบฟัน จึงสามารถป้องกันฟันผุและเพิ่มการคืนกลับแร่ธาตุของผิวเคลือบฟัน ในขณะที่ซิลเวอร์ไดอามีนฟลูออไรด์ส่งเสริมการแข็งตัวของชั้นเนื้อฟันที่ผุ ซึ่งกลไกการป้องกันและการยับยั้งฟันผุที่แตกต่างกันของฟลูออไรด์ทั้งสองชนิด อาจมีผลส่งเสริมกันทางคลินิก และแม้ว่าจะใช้ร่วมกันก็มีปริมาณฟลูออไรด์ไม่เกินค่าที่ทำให้เกิดความเป็นพิษในเด็ก

การศึกษาประสิทธิภาพของการใช้ฟลูออไรด์ที่ผ่านมามีการรายงานผลการหูดังฟันผุเป็นจำนวนด้าน ซี่ฟันหรือจำนวนเด็ก ซึ่งเป็นการประเมินผลลัพธ์ทางคลินิก (Clinical outcomes) ตามมุมมองของทันตแพทย์เท่านั้น ส่วนการประเมินผลลัพธ์ของการรักษาในมุมมองของผู้ป่วยถึงความรู้สึกและผลกระทบต่อการใช้ชีวิตประจำวัน เป็นอีกตัวชี้วัดหนึ่งที่บ่งบอกผลกระทบของการรักษาโรคในช่องปากต่อคุณภาพชีวิต ซึ่งอาจจะสอดคล้องหรือไม่สอดคล้องกับการประเมินผลลัพธ์ทางคลินิก และยังมีรายงานผลการศึกษาที่เกี่ยวข้องจำนวนน้อย ดังนั้นวัตถุประสงค์ของการศึกษานี้ เพื่อศึกษาผลกระทบต่อคุณภาพชีวิตในมิติสุขภาพช่องปาก (Oral Health-Related Quality of Life) ของกลุ่มอาสาสมัครเด็กที่มีการรักษาด้วยซิลเวอร์ไดอามีนฟลูออไรด์ โซเดียมฟลูออไรด์วาร์นิช และการใช้ซิลเวอร์ไดอามีนฟลูออไรด์ร่วมกับโซเดียมฟลูออไรด์วาร์นิช โดยใช้ดัชนี Child-Oral Impacts on Daily Performance (Child-OIDP)¹⁸ ซึ่งในปัจจุบันได้รับการยอมรับว่าเป็นส่วนหนึ่งในการประเมินสุขภาพช่องปาก (Oral health) และความจำเป็นในการรักษา (Oral needs) เครื่องมือดังกล่าวจึงมีคุณสมบัติในการจำแนกความแตกต่างของระดับผลกระทบต่อกิจกรรมในชีวิตประจำวัน เพื่อจำแนกความจำเป็นในการรักษาและวางแผนให้การดูแลรักษาที่สำคัญก่อนสำหรับประชากรกลุ่มเปราะบาง¹⁹ และดัชนีได้มีการพัฒนาจากกลุ่มประชากรไทย มีถ้อยคำเหมาะสมกับวัยเด็ก เป้าหมายของการประเมินด้วยดัชนีนี้ทำให้การรักษาจะมุ่งเน้นไปที่การมีสุขภาพช่องปากที่ทำให้เด็กสามารถดำเนินชีวิตประจำวันได้อย่างปกติทั้งทางกาย จิตใจ และสังคม

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษานี้เป็นงานวิจัยต่อเนื่องจากโครงการวิจัยประสิทธิภาพการใช้ซิลเวอร์ไดอามีนฟลูออไรด์ และโซเดียมฟลูออไรด์วาร์นิชต่อการยับยั้ง และป้องกันฟันผุในเด็ก ประถม: การวิจัยทางคลินิกแบบสุ่ม (Randomized clinical trial) ซึ่งเป็นการศึกษาวิจัยทางคลินิกแบบสุ่ม ที่ผ่านการรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น เลขที่โครงการ HE 602106 และเลขที่โครงการ NCT03480516 ตาม Clinical trial.gov อาสาสมัครเป็นเด็กนักเรียนจากโรงเรียนประถมศึกษาจำนวน 18

โรงเรียน ในจังหวัดขอนแก่น ประเทศไทย โดยเด็กนักเรียนมีอายุ 6-7 ปี ณ วันที่เข้าร่วมงานวิจัย เกณฑ์ในการคัดเข้าอาสาสมัคร คือ เด็กที่มีฟันขึ้นชั้นเนื้อฟันชนิดลูกกลมแต่ไม่ทะลุเนื้อเยื่อในโพรงฟันอย่างน้อย 1 ซี่ ในฟันกรามน้ำนม มีสุขภาพแข็งแรง ไม่มีโรคประจำตัวที่อาจมีผลต่อการรักษา เช่น หอบหืดรุนแรง ภูมิแพ้อาหาร ยา หรือสารเคมี และเกณฑ์การคัดออกอาสาสมัคร คือ เด็กที่ไม่ให้ความร่วมมือในการตรวจสุขภาพช่องปากหรือรักษา เด็กที่มีผลการติดเชื้อหรือมีการอักเสบของเนื้อเยื่อในช่องปาก รวมทั้งโรคเหงือก (Periodontal diseases) ขณะตรวจเพื่อรับการรักษามีประวัติแพ้สาร ได้แก่ ฟลูออไรด์คาร์นิช โลหะเงิน วัสดุที่มีลักษณะกาวเหนียวเป็นส่วนประกอบ เช่น พลาสติกเรซิน หรือวัสดุทางทันตกรรมอื่นๆ และสารยึดติดต่าง ๆ (Adhesive) ที่มีสารโคลโลฟอนี (Colophony) เป็นส่วนประกอบ เด็กที่ได้รับฟลูออไรด์เฉพาะที่ก่อนการเข้าร่วมการศึกษาไม่เกิน 3 เดือน เด็กที่ผู้ปกครองไม่สามารถอ่านและเขียนตอบแบบสอบถามได้ แบ่งกลุ่มอาสาสมัครทั้งหมด 300 คน โดยใช้การสุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้น (Multistage sampling) โดยการรวบรวมรายชื่อโรงเรียนประถมในเขตจังหวัดขอนแก่น แล้วจัดกลุ่มตามทิศ สุ่มทีละ 3 โรงเรียน ด้วยวิธีจับฉลาก และแบ่งอาสาสมัครเป็น 3 กลุ่ม โดยใช้การสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่มย่อย (Block randomization) เพื่อให้การรักษา 3 แบบ ทุก 6 เดือน เป็นเวลา 18 เดือน คือ กลุ่ม 1 (SDF) ได้รับการทาซิลเวอร์ไดออกไซด์ ฟลูออไรด์ กลุ่ม 2 (FV) ได้รับการทาฟลูออไรด์คาร์นิช และกลุ่ม 3 (SDF + FV) ได้รับการทาซิลเวอร์ไดออกไซด์ ฟลูออไรด์และฟลูออไรด์คาร์นิช โดยปิดบังอาสาสมัครไม่ทราบว่าตนเองอยู่กลุ่มใด อาสาสมัครจะได้รับฟลูออไรด์ตามกลุ่มทั้งหมด 4 ครั้ง ตลอดการศึกษา

เมื่อติดตามผลการรักษาที่เวลา 1 ปี เด็กและผู้ปกครองในโครงการดังกล่าวได้รับการชี้แจงอธิบายข้อมูลเพื่อขอทำการวิจัยเพิ่มเติมในการประเมินคุณภาพชีวิตในมิติสุขภาพช่องปาก และขอคำยินยอมอาสาสมัครเพิ่มเติมเพื่อเก็บข้อมูลในการศึกษาคุณภาพชีวิตในมิติสุขภาพช่องปาก และใช้ข้อมูลพื้นฐาน สภาวะช่องปากของอาสาสมัครจากโครงการวิจัยที่ได้ดำเนินการไปแล้วแต่ยังไม่เสร็จสิ้น การตรวจประเมินสีของฟันน้ำนมทุกซี่ในช่องปากว่ามีสีเข้มกว่าสี

เนื้อฟันตามธรรมชาติในลักษณะของรอยผุเนื้อฟันที่หลุดลูกกลม ตามรายงานการศึกษาก่อนหน้านี้^{20,21}

การศึกษานี้ใช้แบบสัมภาษณ์ดัชนี Child-OIDP ในการประเมินคุณภาพชีวิตในมิติสุขภาพช่องปากของเด็กอาสาสมัครในการติดตามผลการรักษาที่เวลา 1 ปี โดยอาสาสมัครจะได้รับการสัมภาษณ์คุณภาพชีวิตในมิติสุขภาพช่องปากสำหรับเด็ก ภายหลังจากได้รับการตรวจฟัน และทาฟลูออไรด์แล้ว เพื่อประเมินผลภายหลังการรักษา

การประเมินผลคุณภาพชีวิตในมิติสุขภาพช่องปาก

ผู้วิจัยใช้แบบสัมภาษณ์คุณภาพชีวิตในมิติสุขภาพช่องปากตามดัชนีชี้วัด Child-OIDP ซึ่งเป็นดัชนีที่มีการใช้ในกลุ่มประชากรไทย²² สัมภาษณ์อาสาสมัครทั้ง 3 กลุ่ม ตามขั้นตอนในคำชี้แจงของดัชนี²³ มีรายละเอียด คือ ให้อาสาสมัครระบุรายการสาเหตุตามความรู้สึกในช่องปาก 15 รายการ ได้แก่ ปวดฟัน เสียวฟัน ฟันผุ ฟันเป็นรู ฟันน้ำนมโยก หัก หลุด ฟันหลอ (ฟันน้ำนมหลุดแต่ฟันแท้ยังไม่ขึ้น) ฟันแท้หักบิ่น สีฟันผิดปกติ ฟันซี่เล็กหรือใหญ่เกินไป ฟันเรียงไม่ดี (ฟันเก ซ้อนห่าง ยื่น เหยิน หุบ) เลือดออกจากเหงือก มีเหงือกอักเสบ บวม มีหินปูน แผลร้อนใน แผลในปาก มีกลิ่นปาก มีความผิดปกติของปาก-หน้า ฟันกรามแท้ขึ้นขึ้น ฟันแท้หลอ ซึ่งอาสาสมัครเลือกให้เป็นปัญหาสุขภาพช่องปากที่เกิดขึ้นในช่วง 3 เดือนที่ผ่านมา และระบุกิจกรรมในชีวิตประจำวันทั้ง 8 ด้าน ที่ทำได้ลำบากขึ้นเนื่องจากปัญหาดังกล่าว ร่วมกับการใช้รูปภาพประกอบ 16 รูปภาพ ได้แก่ 1) การรับประทานอาหาร 2) การพูดหรือการออกเสียง 3) การทำความสะอาดช่องปาก 4) การพักผ่อนรวมทั้งการนอนหลับ 5) การรักษาอารมณ์ให้เป็นปกติไม่หงุดหงิดง่าย 6) การยิ้ม หัวเราะให้เห็นฟันโดยไม่อาย 7) การศึกษา เช่น ไปโรงเรียน เรียนหนังสือ ทำการบ้าน และ 8) การเข้าสังคม

สัมภาษณ์ถึง “ความถี่” “ความรุนแรง” และ “สาเหตุตามความรู้สึก” ภายหลังจากการรักษาด้วยฟลูออไรด์ ที่มีผลกระทบที่จำเพาะในแต่ละกิจกรรม แปลงผลสัมฤทธิ์ความถี่ตามลักษณะของปัญหา คือ ความบ่อยของปัญหา และจำนวนวันโดยรวมของปัญหาที่เกิดขึ้น ได้แก่ ระดับ 1 ปัญหาเกิดขึ้นเดือนละ 1-2 ครั้ง ไม่ได้เกิดขึ้นทุกสัปดาห์ หรือ มีจำนวนวันโดยรวมของปัญหาที่เกิดขึ้น 1-7 วัน

ระดับ 2 ปัญหาเกิดขึ้นเดือนละ 1-2 ครั้ง ไม่ได้เกิดขึ้นทุกสัปดาห์ หรือมีจำนวนวันโดยรวมของปัญหาที่เกิดขึ้น 8-14 วัน ระดับ 3 ปัญหาเกิดขึ้นตั้งแต่สัปดาห์ละ 3 ครั้งขึ้นไป ไม่ได้เกิดขึ้นทุกสัปดาห์หรือมีจำนวนวันโดยรวมของปัญหาที่เกิดขึ้นมากกว่า 15 วัน และการประเมินคะแนนความรุนแรงของผลกระทบที่มีต่อชีวิตประจำวันในแต่ละกิจกรรมจะใช้มาตรวัดเริ่มจากระดับ 0 ถึงระดับ 3 ได้แก่ ระดับ 0 ไม่มีผลกระทบต่อชีวิตประจำวันเลย ระดับ 1 มีผลเล็กน้อย ระดับ 2 มีผลปานกลาง และ ระดับ 3 มีผลรุนแรง คำนวณค่าความเข้มผลกระทบของแต่ละกิจกรรมจากคะแนนความถี่คูณคะแนนความรุนแรง

ทำการประเมินคุณภาพชีวิตในมิติสุขภาพช่องปาก โดยคำนวณค่าคะแนนคุณภาพชีวิตในมิติสุขภาพช่องปาก ซึ่งได้จากผลรวมของค่าความเข้มผลกระทบทั้ง 8 กิจกรรม แต่ละกิจกรรมมีค่าความเข้มผลกระทบ 0-9 คะแนน เมื่อรวมทั้ง 8 กิจกรรม คะแนนคุณภาพชีวิตในมิติสุขภาพช่องปากโดยรวมมีค่า 0-72 คะแนน และรายงานผลสาเหตุสุขภาพช่องปากตามความรู้สึกที่มีผลต่อกิจกรรมในชีวิตประจำวันทั้ง 8 ด้าน แยกตามกลุ่มการรักษา

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป IBM SPSS Statistics for Windows version 19.0 (IBM Corp, Armonk, NY, USA) โดยใช้สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ร้อยละ สัดส่วนหรือค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เพื่ออธิบายลักษณะของข้อมูลที่สนใจ เช่น ข้อมูลทั่วไป ข้อมูลพื้นฐาน ใช้สถิติเชิงอนุมานเปรียบเทียบค่าความแตกต่างของข้อมูล

พื้นฐานด้วยสถิติไคสแควร์ (Chi-square) ในข้อมูลแจกนับ และเปรียบเทียบค่าคะแนนคุณภาพชีวิตในมิติสุขภาพช่องปากของการรักษา 3 กลุ่ม โดยใช้การทดสอบของครัสคาล-วัลลิส (Kruskal-Wallis test) เนื่องการแจกแจงของข้อมูลไม่ปกติ และทำการเปรียบเทียบความแตกต่างกันทีละคู่ด้วยสถิติทดสอบแมน-วิทนี (Mann-Whitney U test) โดยมีการปรับค่าพี (p-values) กรณีการเปรียบเทียบพหุคูณ (Multiple comparison) ด้วยวิธีการของ Bonferroni โดยกำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติเท่ากับ 0.05

ผล

อาสาสมัครจากโครงการประสิทธิภาพการใช้ ซิลเวอร์ไดอามีนฟลูออไรด์ และโซเดียมฟลูออไรด์วาร์นิชต่อการยับยั้ง และป้องกันฟันผุในเด็กประถม: การวิจัยทางคลินิกแบบสุ่มจำนวน 300 คน เมื่อติดตามผลหลังได้รับการรักษาด้วยการทาฟลูออไรด์ที่ 12 เดือน คงเหลืออาสาสมัครที่ยังเข้าร่วมโครงการจำนวน 281 คน ซึ่งมีอาสาสมัครจำนวน 253 คน ที่ยินยอมเข้าร่วมในการศึกษาเพิ่มเติมในเรื่องคุณภาพชีวิตในมิติสุขภาพช่องปาก โดยเด็กอาสาสมัครในทุกกลุ่มตัวอย่างมีอายุอยู่ในช่วง 6-7 ปี เป็นเพศชายร้อยละ 51.0 เพศหญิงร้อยละ 49.0 และผลการตรวจสภาวะในช่องปากก่อนเริ่มการศึกษาในอาสาสมัครทั้ง 3 กลุ่มศึกษา มีความคล้ายคลึงกัน โดยค่าเฉลี่ยฟันผุ ถอน อุด และจำนวนฟันผุแบบลุกลามถึงชั้นเนื้อฟัน ทั้งในฟันหน้าและฟันหลังในแต่ละกลุ่มไม่แตกต่างกัน (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบลักษณะสภาวะในช่องปากของเด็กก่อนเริ่มการศึกษา

Table 1 Oral status of the children at baseline examination

		SDF group (n=87)	FV group (n=82)	SDF+FV group (n=84)	p-value
dmfs score	Median (Q1-Q3)	21.0 (10.0-34.0)	19.5 (11.0-34.3)	19.0 (12.0-32.8)	0.93 ^a
	Mean (SD)	24.5 (16.8)	23.2 (15.5)	23.1 (14.6)	
Number of surfaces with active dentin caries	Median (Q1-Q3)	5.0 (3.0-8.0)	6.0 (4.0-9.0)	6.0 (3.0-10.0)	0.27 ^a
	Mean (SD)	6.0 (4.2)	6.9 (4.2)	6.6 (3.8)	
Area of active dentin caries		Tooth surface	Tooth surface	Tooth surface	p-value
		n (%)	n (%)	n (%)	
Anterior teeth		207 (39.5)	208 (36.9)	196 (35.6)	0.91 ^b
Posterior teeth		317 (60.5)	356 (63.1)	354 (64.4)	1.00 ^b

SDF = Silver diamine fluoride treatment group; FV = Sodium fluoride varnish treatment group; SDF+FV = Combination of Silver diamine fluoride and Sodium fluoride varnish treatment group; SD = Standard deviation

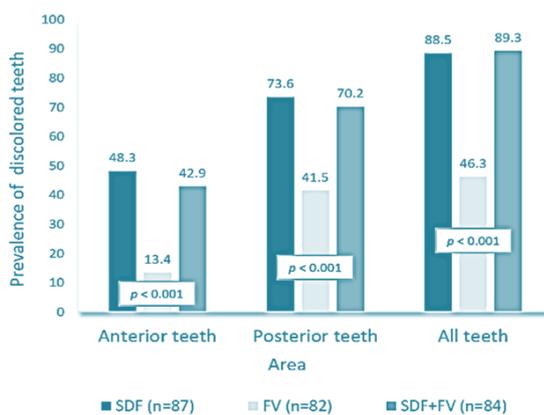
^aKruskal-Wallis test; ^bChi-square test

จากการติดตามผลการรักษาที่ 12 เดือน มีการตรวจสีของฟัน โดยแบ่งการวัดเป็น 3 ส่วน คือ ตำแหน่งฟันหน้า ฟันหลัง และรวมทุกซี่ในช่องปาก (รูปที่ 1) พบร้อยละของอาสาสมัครที่มีฟันสีดำในตำแหน่งต่างๆ ดังกล่าว ในแต่ละกลุ่มการรักษาทั้ง 3 กลุ่ม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยกลุ่มที่ได้รับการรักษาด้วยซิลเวอร์ไดอามีนฟลูออไรด์ทั้ง 2 กลุ่ม มีจำนวนอาสาสมัครที่มีฟันเป็นสีดำมากกว่ากลุ่มที่ได้รับฟลูออไรด์วานิชเพียงอย่างเดียว ทั้งในฟันหน้า ($p < 0.001$) ฟันหลัง ($p < 0.001$) และฟันทุกซี่ในช่องปาก ($p < 0.001$)

เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของจำนวนฟันที่มีสีดำต่อคนทั้งตำแหน่งฟันหน้า ฟันหลัง และรวมทุกซี่ในช่องปาก ในการรักษา 3 กลุ่มที่ละคู่ (รูปที่ 2) พบว่ากลุ่มที่ได้รับการรักษาด้วยซิลเวอร์ไดอามีนฟลูออไรด์ทั้ง 2 กลุ่ม มีค่าเฉลี่ยจำนวนฟันที่เป็นสีดำมากกว่ากลุ่มที่ได้รับฟลูออไรด์วานิชเพียงอย่างเดียว โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$) แต่กลุ่มที่ได้รับการทาซิลเวอร์ไดอามีนฟลูออไรด์เทียบกับกลุ่มที่ได้รับการทาซิล

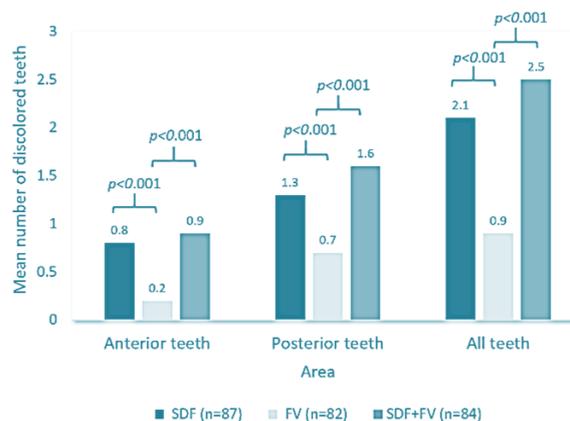
เวอร์ไดอามีนฟลูออไรด์ และฟลูออไรด์วานิช พบว่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 1.00$)

จากการวิเคราะห์คุณภาพชีวิตในมิติสุขภาพช่องปากพบว่า ความชุกของผลกระทบสุขภาพช่องปากต่อคุณภาพชีวิตมีค่าสูงในทั้ง 3 กลุ่ม โดยร้อยละ 60.5 ของอาสาสมัครทั้งหมด รายงานว่าในช่วง 3 เดือนที่ผ่านมาสุขภาพช่องปากมีผลกระทบต่อชีวิตประจำวันมากกว่า 1 กิจกรรมหลัก เมื่อพิจารณาจำแนกตามกิจกรรมในชีวิตประจำวันหลัก พบว่าทั้ง 3 กลุ่ม รายงานผลกระทบด้านการรับประทานอาหารสูงสุด คิดเป็นร้อยละ 64.8 ของอาสาสมัครทั้งหมด รองลงมาคือ การยิ้ม หัวเราะให้เห็นฟันโดยไม่อาย คิดเป็นร้อยละ 38.7 และรองลงมาคือ ด้านการทำ ความสะอาดช่องปาก (ร้อยละ 32.8) และการควบคุมอารมณ์ให้เป็นปกติ (ร้อยละ 28.9) แต่เมื่อเปรียบเทียบความชุกผลกระทบต่อกิจกรรมในชีวิตประจำวันแต่ละกิจกรรมทั้ง 8 ด้านระหว่าง 3 กลุ่ม พบว่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 2)



รูปที่ 1 ความชุกของอาสาสมัครที่มีฟันสีดำในการรักษาทั้ง 3 กลุ่ม ภายหลังติดตามผล 12 เดือน แบ่งตามตำแหน่งของฟัน

Figure 1 Prevalence of discolored teeth among 3 treatment groups at 12 months



รูปที่ 2 ค่าเฉลี่ยของจำนวนฟันที่มีสีดำในการรักษา 3 กลุ่ม ภายหลังการติดตามผล 12 เดือน แบ่งตามตำแหน่งของฟัน

Figure 2 Mean number of discolored teeth among 3 treatment groups at 12 months

ตารางที่ 2 ความชุกของผลกระทบต่อสุขภาพช่องปากต่อกิจกรรมในชีวิตประจำวัน

Table 2 Prevalence of oral health impacts in daily performances

Daily performances	Total (n=253)	SDF group (n=87)	FV group (n=82)	SDF+FV group (n=84)	p-value*
	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	
Impacted > 1 performance	153 (60.5)	54 (62.1)	50 (61.0)	49 (58.3)	0.88
Eating	164 (64.8)	55 (63.2)	56 (68.3)	53 (63.1)	0.73
Speaking	29 (11.5)	10 (11.5)	9 (11.0)	10 (11.9)	0.98
Cleaning teeth	83 (32.8)	26 (29.9)	28 (34.1)	29 (34.5)	0.77
Sleeping and relaxing	40 (15.8)	15 (17.2)	13 (15.9)	12 (14.3)	0.87
Emotion	73 (28.9)	29 (33.3)	23 (28.0)	21 (25.0)	0.48
Smiling	98 (38.7)	32 (36.8)	33 (40.2)	33 (39.3)	0.89
Study	22 (8.7)	8 (9.2)	8 (9.8)	6 (7.1)	0.82
Socialization	4 (1.6)	1 (1.1)	2 (2.4)	1 (1.2)	0.75

SDF = Silver diamine fluoride treatment group; FV = Sodium fluoride varnish treatment group; SDF+FV = Combination of Silver diamine fluoride and Sodium fluoride varnish treatment group

*Chi-square test (% within group)

จากการคำนวณค่าคะแนนผลกระทบต่อคุณภาพชีวิต (ตารางที่ 3) พบว่า ค่าคะแนนผลกระทบเฉลี่ยโดยรวมทุกกิจกรรมของอาสาสมัครทั้งหมด คือ 12.0±11.6 จากคะแนนเต็ม 72 คะแนน โดยทั้ง 3 กลุ่มมีค่าคะแนนที่ใกล้เคียงกัน เมื่อดูรายกิจกรรมพบว่า ค่าคะแนนผลกระทบเฉลี่ยของอาสาสมัครทั้งหมดในด้านการรับประทานอาหารมีค่าสูงสุด รองลงมาคือ การยิ้มหรือหัวเราะโดยไม่อาย การทำความสะอาดช่องปาก และการควบคุมอารมณ์ ตามลำดับ ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกันระหว่างทั้ง 3 กลุ่ม พบว่าค่าคะแนนผลกระทบโดยรวมเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.92) และค่าคะแนนผลกระทบโดยเฉลี่ยของกิจกรรมในชีวิตประจำทั้ง 8 ด้านระหว่าง 3 กลุ่ม มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติเช่นกัน

จากการสัมภาษณ์อาสาสมัครถึงสาเหตุตามความรู้สึกที่มีผลกระทบต่อชีวิตประจำวัน มี 9 ใน 15 สาเหตุที่อาสาสมัครให้ข้อมูล ผู้วิจัยจัดเป็น 4 กลุ่มสาเหตุ คือ 1) กลุ่มสาเหตุเกี่ยวกับฟันผุ (Dental caries) ได้แก่ ปวดฟัน เสียวฟัน ฟันผุฟันเป็นรู มีกลิ่นปาก 2) กลุ่มสาเหตุเกี่ยวกับฟันเปลี่ยนสี (Tooth discoloration) ได้แก่ สีของฟันผิดปกติ 3) กลุ่มสาเหตุเกี่ยวกับการสบฟัน (Occlusion) ได้แก่ ฟันเรียงไม่ดี (เช่น ฟันเก ซ้อน ห่างยื่น เหยิน หุบ) ฟันน้ำนมโยก หักหลุด ฟันหลอ (ฟันน้ำนมหลุดแต่ฟันแท้ยังไม่ขึ้น) และ 4) กลุ่มสาเหตุเกี่ยวกับเนื้อเยื่ออ่อนในช่องปาก (Soft tissue) ได้แก่ เหงือกอักเสบ บวม เจ็บ มีเลือดออก มีแผลร้อนใน แผลในปาก

ตารางที่ 3 ค่าคะแนนเฉลี่ยผลกระทบต่อสุขภาพช่องปากต่อกิจกรรมในชีวิตประจำวัน

Table 3 Mean impact scores of oral health in daily performances

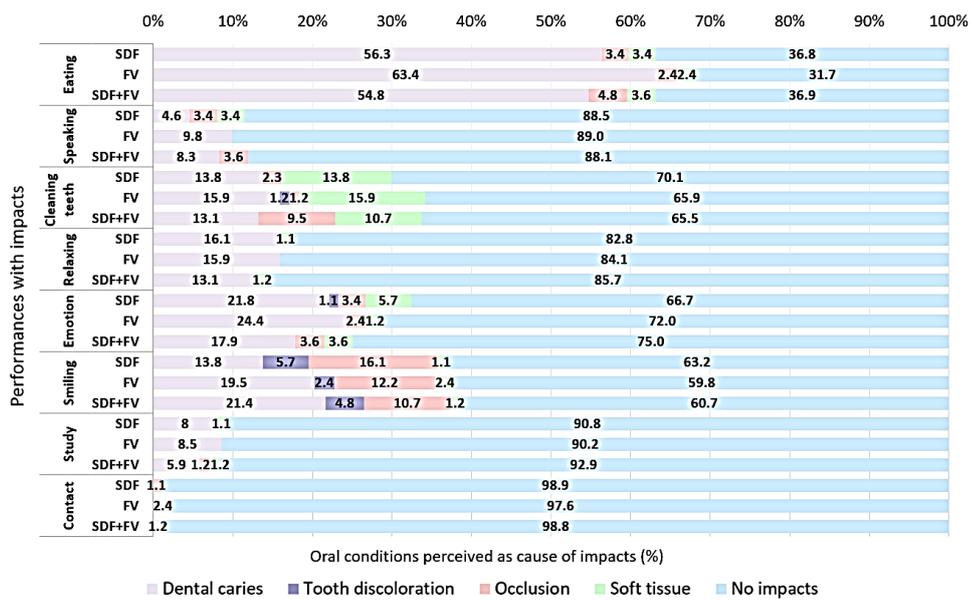
Daily performances	SDF group (n=87)		FV group (n=82)		SDF+FV group (n=84)		p-value*
	Mean (SD)	Median (Q1-Q3)	Mean (SD)	Median (Q1-Q3)	Mean (SD)	Median (Q1-Q3)	
Overall impact	12.3 (12.8)	9.7 (2.8-16.7)	11.7 (10.4)	8.3 (4.2-17.0)	11.9 (11.6)	8.3 (4.2-13.9)	0.92
Eating	2.7 (2.9)	2.0 (0.0-4.0)	2.8 (2.7)	3.0 (0.0-4.0)	2.9 (3.1)	2.0 (0.0-4.0)	0.87
Speaking	0.3 (1.0)	0.0 (0.0-0.0)	0.4 (1.3)	0.0 (0.0-0.0)	0.5 (1.5)	0.0 (0.0-0.0)	0.98
Cleaning teeth	1.2 (2.2)	0.0 (0.0-2.0)	1.2 (2.0)	0.0 (0.0-2.0)	1.2 (2.2)	0.0 (0.0-2.0)	0.95
Sleeping & relaxing	0.7 (1.9)	0.0 (0.0-0.0)	0.5 (1.4)	0.0 (0.0-0.0)	0.6 (1.6)	0.0 (0.0-0.0)	0.86
Emotion	1.5 (2.7)	0.0 (0.0-2.0)	1.0 (2.0)	0.0 (0.0-1.0)	1.1 (2.2)	0.0 (0.0-0.8)	0.44
Smiling	2.1 (3.4)	0.0 (0.0-3.0)	2.2 (3.3)	0.0 (0.0-4.0)	2.2 (3.4)	0.0 (0.0-3.0)	0.90
Study	0.2 (0.8)	0.0 (0.0-0.0)	0.2 (0.7)	0.0 (0.0-0.0)	0.2 (0.7)	0.0 (0.0-0.0)	0.83
Socialization	0.1 (1.0)	0.0 (0.0-0.0)	0.1 (0.5)	0.0 (0.0-0.0)	0.0 (0.3)	0.0 (0.0-0.0)	0.76

SDF = Silver diamine fluoride treatment group; FV = Sodium fluoride varnish treatment group; SDF+FV = Combination of Silver diamine fluoride and Sodium fluoride varnish treatment group

*Kruskal-Wallis test; Maximum overall impact score is 72; Maximum impact score of each performance is 9.

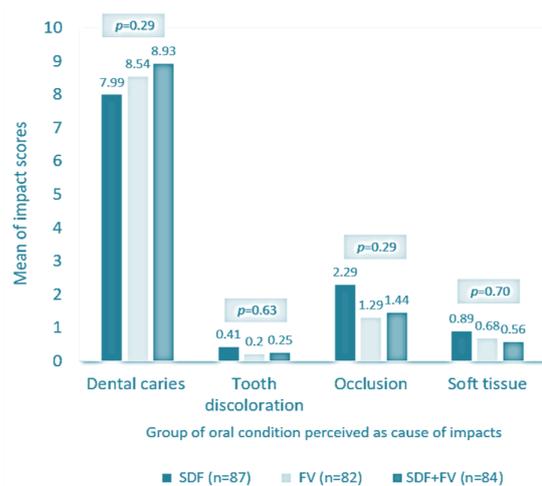
การวิเคราะห์ผลกระทบต่อชีวิตประจำวันจากสาเหตุตามความรู้สึกของอาสาสมัคร รายงานเป็นร้อยละของอาสาสมัครที่ไม่ได้รับผลกระทบ และร้อยละอาสาสมัครที่ได้รับผลกระทบจาก 4 กลุ่มสาเหตุในช่องปากตามความรู้สึกที่ส่งผลกระทบต่อกิจกรรมในชีวิตประจำวันในด้านต่างๆ ทั้ง 8 ด้านในการรักษาทั้ง 3 กลุ่ม (รูปที่ 3) พบว่า สาเหตุเกี่ยวกับฟันผุส่งผลกระทบต่อรับประทานอาหารมากที่สุด รองลงมาคือ ด้าน

การควบคุมอารมณ์ และด้านการยิ้ม หัวเราะโดยไม่อาย ในขณะที่สาเหตุเกี่ยวกับฟันเปลี่ยนสี และการสบฟันส่งผลกระทบต่อ การยิ้ม หัวเราะโดยไม่อายมากที่สุด ส่วนสาเหตุเกี่ยวกับเนื้อเยื่ออ่อนในช่องปากส่งผลต่อการทำความสะอาดช่องปากมากที่สุด ทั้งนี้ สาเหตุส่วนใหญ่ไม่ค่อยส่งผลกระทบต่อ กิจกรรมการเข้าสังคมของเด็ก



รูปที่ 3 ร้อยละของอาสาสมัครที่รายงานสาเหตุสุขภาพช่องปากที่มีผลกระทบต่อกิจกรรมในชีวิตประจำวัน 8 ด้าน แยกตามกลุ่มการรักษา
Figure 3 Percentages of participants who reported main oral condition causing impacts on each of the 8 performances among 3 treatment groups

เมื่อคำนวณค่าคะแนนผลกระทบโดยเฉลี่ยของสาเหตุตามความรู้สึกในทั้ง 4 กลุ่มสาเหตุ พบว่ากลุ่มสาเหตุเกี่ยวกับฟันผุมีค่าคะแนนผลกระทบโดยเฉลี่ยสูงที่สุดในการรักษาทั้ง 3 กลุ่ม อย่างไรก็ตามทั้ง 3 กลุ่ม มีค่าคะแนนผลกระทบในแต่ละกลุ่มสาเหตุแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.29$, $p=0.63$, $p=0.29$ และ $p=0.70$) (รูปที่ 4)



รูปที่ 4 ค่าคะแนนผลกระทบเฉลี่ยของ 3 กลุ่มการรักษา แบ่งตามสาเหตุตามความรู้สึก
Figure 4 Mean impact scores of oral conditions perceived as cause of impacts of 3 treatment groups

บทวิจารณ์

การใช้ซิลเวอร์ไดออกไซด์ฟลูออไรด์มีประสิทธิภาพในการยับยั้งฟันผุในเนื้อฟันอย่างชัดเจน โดยมีรายงานในกลุ่มเด็กปฐมวัยที่มีความเสี่ยงสูงและมีฟันผุกุหลามว่าสามารถทำให้เกิดรอยผุหยุดยั้งในชั้นเนื้อฟันได้ถึงร้อยละ 80²⁴⁻²⁶ ซึ่งเป็นการประเมินผลการรักษาทางคลินิกจากมุมมองของทันตแพทย์ จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่า ซิลเวอร์ไดออกไซด์ฟลูออไรด์มีคุณสมบัติลดอาการเสียวฟัน และทำให้เกิดการเปลี่ยนสีของรอยผุที่เกิดการหยุดยั้ง ซึ่งเป็นคุณสมบัติที่อาจมีผลกระทบต่อการใช้ชีวิตประจำวันของเด็ก ในขณะที่ฟลูออไรด์วาร์นิชมีประสิทธิภาพ สามารถทำให้เกิดการหยุดยั้งฟันผุในรอยผุระยะเริ่มต้นในชั้นเคลือบฟันร้อยละ 81.2²⁷ แต่มีการเปลี่ยนสีที่น้อยกว่าเช่นกัน การที่ซิลเวอร์ไดออกไซด์ฟลูออไรด์ไม่เป็นที่นิยมใช้มากนัก อาจเนื่องมาจากทันตแพทย์ยังมีความไม่มั่นใจในผลการรักษา และที่สำคัญคือ การเปลี่ยนสีของรอยฟันผุเป็นสีดำขัดแย้งกับการประเมินผลการรักษาเรื่องความสวยงาม ที่ทันตแพทย์คาดการณ์จากมุมมองของผู้ป่วยเด็กและผู้ปกครองต่อการรักษา มีผลการศึกษาการใช้ซิลเวอร์ไดออกไซด์ฟลูออไรด์เพื่อควบคุมฟันผุมากขึ้น รวมทั้งมีการพิจารณาเป็นนโยบายของสมาคมทันตแพทย์สำหรับเด็กแห่งอเมริกาเมื่อปี ค.ศ. 2018 ที่ผ่านมา²⁸ แต่การศึกษาทางคลินิกแบบสุ่มส่วนใหญ่ไม่มีการประเมินการรับรู้ของผู้ป่วยร่วมด้วยในการวัดผลลัพธ์การรักษา²⁹ การศึกษานี้เป็นการศึกษาแรกที่ประเมินผลการรักษาจากมุมมองผู้ป่วยเด็ก โดยเปรียบเทียบผลกระทบของการทำให้ฟันผุหยุดยั้งจากการใช้ฟลูออไรด์ต่างชนิดต่อการใช้ชีวิตประจำวัน ซึ่งเป็นการสะท้อนคุณภาพชีวิตในมิติสุขภาพช่องปากภายหลังการรักษา

การศึกษานี้เป็นการวัดผลเพิ่มเติมจากการศึกษาเดิมที่ออกแบบเป็นการศึกษาทางคลินิกแบบสุ่มแบบมีกลุ่มควบคุม โดยข้อมูลคุณลักษณะของอาสาสมัครก่อนการรักษา ได้แก่ สภาวะฟันผุในช่องปาก เศรษฐฐานะ การดูแลสุขภาพช่องปาก ประเมินได้ว่าอาสาสมัครทั้งหมดเป็นกลุ่มที่มีความเสี่ยงในการเกิดฟันผุสูง³⁰ และมีค่าเฉลี่ยฟันผุ ถอน อุด ใกล้เคียงกับการสำรวจสภาวะทันตสุขภาพแห่งชาติครั้งที่ 8 พ.ศ. 2560¹ การศึกษาคุณภาพชีวิตในมิติสุขภาพช่องปากนี้ ผู้วิจัยเลือกใช้เครื่องมือแบบสัมภาษณ์ตามดัชนีชี้วัด Child-OIDP เพื่อศึกษา ผลกระทบของสภาวะช่องปากต่อคุณภาพ

ชีวิตโดยตรงใน 8 กิจกรรมหลักในชีวิตประจำวันของเด็ก ซึ่งเครื่องมือเป็นแบบสัมภาษณ์ภาษาไทยที่มีความถูกต้อง และเที่ยงตรง ที่ดัดแปลงจากดัชนี Oral Impacts on Daily Performance³¹ ที่มีการพัฒนาปรับปรุงจากกลุ่มประชากรไทย และผ่านการทดสอบคุณสมบัติทางจิตวิทยา มีความถูกต้องของเนื้อหา (Content validity) และความเที่ยงตรงภายในดัชนี (Internal reliability)^{22,32} สำหรับแบบสัมภาษณ์ Child-OIDP ได้รับการพัฒนาถ้อยคำให้เหมาะสมกับความสามารถ การรับรู้ และการตีความหมาย มีความเหมาะสมกับวัยเด็ก เป็นที่ยอมรับในหลายประเทศ นอกจากนี้ยังได้รับการทดสอบว่าสามารถใช้ได้ทั้งในกลุ่มเด็กและวัยรุ่น³³ โดยกลุ่มอาสาสมัครของการศึกษานี้ขณะประเมินคุณภาพชีวิตในมิติสุขภาพช่องปากมีอายุ 7-8 ปี ซึ่งเป็นเด็กโตที่สามารถเข้าใจคำถามได้ และนอกจากนี้แบบสัมภาษณ์ยังมีรูปภาพประกอบ ดังนั้น การใช้เครื่องมือแบบสัมภาษณ์นี้ จะมีความแม่นยำในการทดสอบ อย่างไรก็ตาม อาจมีข้อจำกัดในเรื่องอคติเกี่ยวกับความจำ (Recall bias) เนื่องจากการตอบคำถามเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นภายใน 3 เดือน

ในการศึกษานี้ทำการประเมินผลภายหลังการรักษาด้วยฟลูออไรด์ 3 วิธี เป็นเวลา 12 เดือน ในกลุ่มที่ได้รับซิลเวอร์ไดออกไซด์ฟลูออไรด์ทั้ง 2 กลุ่ม มีจำนวนอาสาสมัครฟันน้ำนมที่มีสีดำ ประมาณ 2 เท่าของกลุ่มที่ไม่ได้รับ โดยเป็นสัดส่วนของอาสาสมัครฟันน้ำนมที่มีสีดำที่ตำแหน่งฟันหน้า คิดเป็นเกือบ 4 เท่าของกลุ่มฟลูออไรด์วาร์นิช เมื่อสัมภาษณ์สาเหตุตามความรู้สึกที่อาสาสมัครส่วนใหญ่ระบุว่าสามารถรับรู้ปัญหาในช่องปาก การเปลี่ยนสีฟันเป็นรายการที่ถูกระบุว่าเป็นปัญหาน้อยที่สุด โดยสาเหตุที่อาสาสมัครรายงานมากที่สุด คือ อาการปวดฟันและเสียวฟัน สอดคล้องกับผลการตรวจที่อาสาสมัครในการศึกษานี้เป็นมีฟันน้ำนมผุแบบลุกลามในช่องปาก

เมื่อประเมินสาเหตุตามความรู้สึกที่เกิดผลกระทบต่อ 8 กิจกรรมหลักในชีวิตประจำวัน พบว่าความชุกของการเกิดผลกระทบสูงสุดในทั้ง 3 กลุ่ม คือ ผลกระทบด้านการรับประทานอาหาร ซึ่งสอดคล้องกับการให้ข้อมูลว่ามีการรับรู้ปัญหาด้านการปวดฟันและเสียวฟัน และความชุกที่รองลงมา คือ ด้านการยิ้ม หัวเราะให้เห็นฟัน โดยไม่อาย ซึ่งพบว่าสัมพันธ์กับปัญหาการปวดฟัน เสียวฟัน ฟันเป็นรู และมีกลิ่น

ปาก มากกว่าปัญหาฟัน โขกหลุด และการเปลี่ยนสีฟัน ตามลำดับ ปัญหาการเปลี่ยนสีฟันถูกระบุว่ามีผลกระทบต่อ กิจกรรมด้านการยิ้ม หัวเราะ โดยไม่ยอมมากที่สุด โดยเป็นการ รายงานผลจากทั้ง 3 กลุ่ม รวมทั้งกลุ่มที่ได้รับฟลูออไรด์วาร นิชเพียงอย่างเดียว ในขณะที่มีอาสาสมัครเพียง 1 คน ในกลุ่ม ซิลเวอร์ไดเอมีนฟลูออไรด์ ที่รายงานว่าปัญหาฟันเปลี่ยนสีมี ผลกระทบด้านการรักษาอนามัยให้เป็นปกติ

จากผลการศึกษานี้พบว่าในทั้ง 3 กลุ่มการรักษา มี คุณภาพชีวิต ในมิติสุขภาพช่องปากแตกต่างกันอย่างไม่มี นัยสำคัญทางสถิติ อาจเนื่องจากอาสาสมัครทั้ง 3 กลุ่ม มี สภาพในช่องปากไม่แตกต่างกัน มีฟันน้ำนมที่มีการสุใน ระดับรุนแรงในช่องปาก ในการศึกษาี้เลือกไม่ทาฟลูออไรด์ ในรอยโรคฟันผุที่มีอาการ หรือรอยโรคฟันผุเล็กน้อยที่ประเมิน แล้วว่าทะลุโพรงประสาทฟัน ซึ่งซี่ฟันเหล่านี้จะเป็นสาเหตุ ที่อาสาสมัครทั้ง 3 กลุ่ม ระบุว่ามีการปวดฟันและเสียวฟัน ภายหลังการได้รับฟลูออไรด์ ทั้งนี้ ผู้ปกครองได้รับผลการ ตรวจ และคำแนะนำให้พาอาสาสมัครที่มีฟันผุไปรับการ รักษาทันตกรรมภายหลังการตรวจทุกครั้ง ที่การติดตามผล ระยะเวลา 12 เดือนพบว่า มีอาสาสมัครเพียงบางส่วนที่ได้รับการ รักษาทางทันตกรรม

ผลการศึกษาี้สอดคล้องกับผลการศึกษาที่ผ่านมา ในประเทศไทยและการศึกษาในต่างประเทศ ในอาสาสมัคร ช่วงอายุ 6-17 ปี ที่ใช้แบบสัมภาษณ์ดัชนี Child-OIDP^{22,33,34} แสดงให้เห็นว่า สาเหตุที่เด็กกรับรู้อย่างชัดเจนมากที่สุด คือ การปวดฟัน เสียวฟัน และฟันผุเป็นรู ค่าคะแนนผลกระทบต่อ สัมพันธ์กับอัตราการเกิดฟันผุและความรุนแรงของสภาวะ ช่องปากที่มีฟันผุทั้งในชุดฟันแท้และฟันน้ำนม ผลกระทบที่ เกิดขึ้นจึงเป็นเรื่องการรับประทานอาหาร และการยิ้ม หัวเราะ ให้เห็นฟันโดยไม่อาย

การศึกษาในเด็กและวัยรุ่นที่มีสีฟันผิดปกติจาก สภาวะสะสมแร่ธาตุพร่องในฟันแท้ เช่น Molar Incisor Hypomineralization และ Amelogenesis Imperfecta³⁵ มีสาเหตุ หลักคือ รูปลักษณะฟันร่วมกับอาการปวดฟันและเสียวฟัน ในขณะที่ผลกระทบต่อคุณภาพชีวิตด้านการยิ้ม และการรักษา อนามัยให้เป็นปกติ มักมีสาเหตุที่รุนแรงกว่าการเปลี่ยนสีฟัน ได้แก่ การเรียงตัวของฟันที่ผิดปกติ^{36,37} การมีภาวะปากแห้ง เพดานโหว่³⁸ การศึกษานี้พบว่าเด็กสามารถระบุสาเหตุตาม

ความรู้สึกได้ แต่สาเหตุดังกล่าวไม่ได้ส่งผลกระทบต่อ คุณภาพชีวิตอย่างมีนัยสำคัญ

จากรายงานผลการประเมินความพึงพอใจใน อาสาสมัครกลุ่มเดียวกันในช่วง 2 สัปดาห์หลังการได้รับ ฟลูออไรด์พบว่า การเปลี่ยนสีของฟันอาจจะเป็นที่ยอมรับ ได้ ทั้งในเด็กและผู้ปกครองถ้าได้มีการให้ข้อมูลที่เพียงพอ ก่อน ให้การรักษา ผู้ปกครองมากกว่าร้อยละ 90 มีความพึงพอใจต่อ ผลการรักษา ทั้ง 3 กลุ่ม มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ทางสถิติ²¹ และผู้ปกครองยอมรับการรักษาด้วยซิลเวอร์ไดเอ มีนฟลูออไรด์มากกว่าการที่ต้องรักษาทางทันตกรรมที่ต้องมี การจัดการพฤติกรรมขั้นสูงที่มีความยุ่งยาก ซับซ้อน³⁹ เช่น การใส่ยาเฉพาะที่ การทำฟันภายใต้การดมยาสลบ โดย ผู้ปกครองพึงพอใจต่อประสิทธิภาพของซิลเวอร์ไดเอมีน ฟลูออไรด์ สะดวกในการเข้าถึงการรักษา และกระบวนการไม่ ทำให้เกิดความเจ็บปวดต่อผู้ป่วย ซึ่งเป็นข้อดีเมื่อเทียบกับ ข้อเสียในเรื่องของการเปลี่ยนสีฟันและรสชาติ⁴⁰ จากผล การศึกษานี้ยืนยันได้ว่า แม้จะมีความชุกและค่าเฉลี่ยสูงในการ เปลี่ยนเป็นสีดำถาวรบริเวณฟันหน้า ฟันหลัง หรือฟันทั้งหมด ในช่องปากในทั้ง 2 กลุ่มที่ได้รับการรักษาด้วยซิลเวอร์ไดเอ มีนฟลูออไรด์อย่างมีนัยสำคัญ แต่ผลกระทบต่อกิจกรรมใน ชีวิตประจำวันของอาสาสมัครเด็กนักเรียน ด้านการยิ้ม หัวเราะให้เห็นฟันโดยไม่อาย และการเข้าสังคมแตกต่างกัน อย่างไม่มีนัยสำคัญ เมื่อเทียบกับกลุ่มที่ทาฟลูออไรด์วาร นิช อย่างเดียวซึ่งให้ผลการเปลี่ยนสีฟันน้อยกว่า

การศึกษานี้ทำการประเมินผลคุณภาพชีวิตในมิติ สุขภาพช่องปากในช่วงการติดตามผลที่ 12 เดือนหลังการ รักษา ซึ่งเป็นการ ประเมินคุณภาพชีวิต โดยรวมของ อาสาสมัคร ณ ช่วงเวลา 3 เดือนที่ผ่านมาเท่านั้น และเนื่องจาก อาสาสมัครจะมีอายุอยู่ในช่วง 7-8 ปี เป็นช่วงอายุที่อาจเริ่มมี ฟันน้ำนมน้ำนมหลุด ฟันน้ำนมแท้ขึ้นมาในช่องปาก หาก ประเมินผลหลังจากนี้ไปอาจส่งผลให้การประเมินคุณภาพ ชีวิตในมิติสุขภาพช่องปากในด้านการยิ้ม หัวเราะให้เห็นฟัน โดยไม่อายไม่ชัดเจน เนื่องจากมีการหลุดไปของฟันน้ำ นนมที่เปลี่ยนสีไปแล้ว

ขอบเขตในการศึกษานี้ คือ ทำการศึกษาในกลุ่ม ประชากรเด็กนักเรียน โรงเรียนในเขตจังหวัดขอนแก่น อายุ 6-7 ปี ที่ยังมีชุดฟันน้ำนม และการรักษาเฉพาะในฟันน้ำนม

เท่านั้น อีกทั้งเป็นประชากรกลุ่มเสี่ยงต่อการเกิดฟันผุสูง มีฟันน้ำนมผุรุนแรง และมีรายได้เฉลี่ยครัวเรือนต่อเดือนต่ำกว่าค่าเฉลี่ยระดับภูมิภาค จึงอาจจะไม่สามารถขยายผลสรุปการวิจัยไปใช้ในประชากรที่มีฟันแท้ หรือมีระดับฟันผุที่ไม่รุนแรง และเศรษฐกิจสถานะทางสังคมที่แตกต่างกัน⁴ คุณภาพชีวิตในมิติสุขภาพช่องปากเป็นสิ่งที่มีความสัมพันธ์กับปัจจัยหลายด้าน ทั้งปัจจัยส่วนบุคคล ปัจจัยทางสังคมสิ่งแวดล้อม ทำให้การเปรียบเทียบคุณภาพชีวิตในมิติสุขภาพช่องปากกับการศึกษาอื่นๆ เป็นเรื่องที่ซับซ้อน

หากสถานการณ์ฟันผุรุกรานในเด็กไทยยังมีความรุนแรงดังเช่นปัจจุบัน การกำหนดแนวทางการรักษา หรือนโยบายในอนาคตเพื่อการใช้ซิลเวอร์ไดออกไซด์ฟลูออไรด์ในการหยุดยั้งฟันผุในเด็กอาจมีความจำเป็นมากขึ้น ทันตบุคลากรควรให้ข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาสุขภาพช่องปากที่พบ ข้อดีและข้อด้อยของการรักษา หรือทางเลือกการรักษาอื่น ซึ่งรวมถึงการที่ไม่จำเป็นต้องได้รับการรักษาด้วย²² ซึ่งการประเมินผลการรักษาจากมุมมองของผู้ป่วยและผู้ปกครองเป็นส่วนสำคัญในการวัดความสำเร็จจากการรักษา

บทสรุป

กลุ่มเด็กที่มีความเสี่ยงในการเกิดฟันผุสูง ซึ่งได้รับการรักษาด้วยฟลูออไรด์ที่แตกต่างกัน 3 วิธีการ มีคุณภาพชีวิตในมิติสุขภาพช่องปากแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ โดยสีค่าของฟันจากการทาซิลเวอร์ไดออกไซด์ฟลูออไรด์ส่งผลกระทบต่ออาการ เหงาให้เห็นฟันโดยไม่อาบ และการเข้าสังคม แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับ การทาฟลูออไรด์วานิชอย่างเดี่ยว และการเปลี่ยนเป็นสีค่าของฟันในบริเวณเนื้อฟันผุหลังการทาซิลเวอร์ไดออกไซด์ฟลูออไรด์ไม่ได้เป็นสาเหตุหลักของผลกระทบต่อกิจกรรมในชีวิตประจำวันของเด็ก ซึ่งซิลเวอร์ไดออกไซด์ฟลูออไรด์อาจเป็นทางเลือกการรักษาในการหยุดยั้งฟันผุได้ในบริบทชุมชน โดยทันตแพทย์ควรคำนึงถึงมุมมองความพึงพอใจของผู้ป่วย รวมทั้งอธิบายถึงข้อดีและข้อเสีย เพื่อให้เด็กและผู้ปกครองเข้าใจก่อนการรักษาเสมอ

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ นักเรียน ครู และผู้เกี่ยวข้องทุกท่านที่สละเวลาและเอื้อเฟื้อข้อมูลในงานวิจัยนี้ ทพญ.ชลินธร วิสวะกุล ทพญ.เพ็ญศิริ สมศรี และ ทพญ. รัชฎา กิตติพระวงศ์ ที่ช่วยอำนวยความสะดวก รวมถึงผู้สนับสนุนทุนวิจัย ได้แก่ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น และกลุ่มวิจัยไบโอฟิล์ม ที่มีส่วนช่วยให้งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จ ลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

1. Dental Health Division. The 8th National Oral Health Survey 2017 of Thailand [Internet]. 2018 [Cited 2019 June]. Available from: http://dental2.anamai.moph.go.th/ewt_dl_link.php?nid=2423.
2. Dental Health Division. The 7th National Oral Health Survey 2012 of Thailand [Internet]. 2016 [Cited 2019 June]. Available from: http://dental2.anamai.moph.go.th/ewt_dl_link.php?nid=2430.
3. Dental Health Division. The 6th National Oral Health Survey 2007 of Thailand [Internet]. 2008 [Cited 2019 June]. Available from: http://dental2.anamai.moph.go.th/ewt_dl_link.php?nid=2428.
4. Chaffee BW, Rodrigues PH, Kramer PF, Vítolo MR, Feldens CA. Oral health-related quality-of-life scores differ by socioeconomic status and caries experience. *Community Dent Oral Epidemiol* 2017;45(3):216-24.
5. Alkarimi HA, Watt RG, Pikhart H, Sheiham A, Tsakos G. Dental caries and growth in school-age children. *Pediatrics* 2014;133(3):e616-23.
6. Piovesan C, Antunes JL, Guedes RS, Ardenghi TM. Impact of socioeconomic and clinical factors on child oral health-related quality of life (COHRQoL). *Qual Life Res* 2010;19(9):1359-66.
7. Ng MW, Chase I. Early childhood caries: risk-based disease prevention and management. *Dent Clin North Am* 2013;57(1):1-16.

8. González-Cabezas C. The chemistry of caries: remineralization and demineralization events with direct clinical relevance. *Dent Clin North Am* 2010;54(3):469-78.
 9. Young DA, Featherstone JD. Implementing caries risk assessment and clinical interventions. *Dent Clin North Am* 2010;54(3):495-505.
 10. Zhao IS, Gao SS, Hiraishi N, Burrow MF, Duangthip D, Mei ML, Lo EC, Chu CH. Mechanisms of silver diamine fluoride on arresting caries: a literature review. *Int Dent J* 2018;68(2):67-76.
 11. Shah S, Bhaskar V, Venkatraghavan K, Choudhary P, Trivedi K. Silver diamine fluoride: a review and current applications. *J Adv Oral Res* 2014;5(1):25-35.
 12. Horst JA, Ellenikiotis H, Milgrom PL. UCSF protocol for caries arrest using silver diamine fluoride: rationale, indications, and consent. *J Calif Dent Assoc* 2016;44(1):16-28.
 13. Contreras V, Toro MJ, Elías-Boneta AR, Encarnación-Burgos MA. Effectiveness of silver diamine fluoride in caries prevention and arrest: a systematic literature review. *Gen Dent* 2017;65(3):22-9.
 14. Seifo N, Cassie H, Radford JR, Innes NP. Silver diamine fluoride for managing carious lesions: an umbrella review. *BMC Oral Health* 2019;19(1):145.
 15. Marinho VC, Worthington HV, Walsh T, Clarkson JE. Fluoride varnishes for preventing dental caries in children and adolescents. *Cochrane Database Syst Rev* 2013;7:1-93.
 16. The Dental Association Of Thailand. Guideline on Fluoride Therapy 2017 [Internet]. 2017 [Cited 2019 June]. Available from: <https://www.thaidental.or.th/main/pdfview/upload/upload-20190213213340.pdf/221>.
 17. Chu CH, Lo EC. A review of sodium fluoride varnish. *Gen Dent* 2006;54(4):247-53.
 18. Gherunpong S, Tsakos G, Sheiham A. Developing and evaluating an oral health-related quality of life index for children; the CHILD-OIDP. *Community Dent Health J* 2004;21(2):161-9.
 19. Gherunpong S, Sheiham A, Tsakos G. A sociodental approach to assessing children's oral health needs: integrating an oral health-related quality of life (OHRQoL) measure into oral health service planning. *Bull World Health Organ* 2006;84:36-42.
 20. Chu CH, Lo EC, Lin HC. Effectiveness of silver diamine fluoride and sodium fluoride varnish in arresting dentin caries in Chinese pre-school children. *J Dent Res* 2002;81(11):767-70.
 21. Kittiprawong R, Kitsahawong K, Pitiphat W, Dasanayake AP, Pungchanchaikul P. Parent-child satisfaction and safety of silver diamine fluoride and fluoride varnish treatment. *J Int Oral Health* 2018;14:52-63.
 22. Gherunpong S, Tsakos G, Sheiham A. The prevalence and severity of oral impacts on daily performances in Thai primary school children. *Health Qual Life Out* 2004;2(1):57.
 23. Kritsadapong S. Oral Health-Related quality of life Index: The Child-Oral Impacts on Daily Performances (Child-OIDP). Oral Health-Related quality of life. 1st ed. Bangkok: Faculty of Dentistry Chulalongkorn University;2014.
 24. Zhi QH, Lo EC, Lin HC. Randomized clinical trial on effectiveness of silver diamine fluoride and glass ionomer in arresting dentine caries in preschool children. *J Dent* 2012;40(11):962-7.
 25. Duangthip D, Chu CH, Lo EC. A randomized clinical trial on arresting dentine caries in preschool children by topical fluorides-18 month results. *J Dent* 2016;44:57-63.
 26. Yee R, Holmgren C, Mulder J, Lama D, Walker D, van Palenstein Helder W. Efficacy of silver diamine fluoride for arresting caries treatment. *J Dent Res* 2009;88(7):644-7.
 27. Autio-Gold JT, Courts F. Assessing the effect of fluoride varnish on early enamel carious lesions in the primary dentition. *J Am Dent Assoc* 2001;132(9): 1247-53.
 28. American Academy of Pediatric Dentistry. Policy on the use of silver diamine fluoride for pediatric dental patients. *Pediatr Dent* 2018;4(6):51-4.
-

29. Sischo L, Broder HL. Oral health-related quality of life: what, why, how, and future implications. *J Dent Res* 2011;90(11):1264-70.
30. American Academy of Pediatric Dentistry. Caries-risk assessment and management for infants, children, and adolescents. *Pediatr Dent* 2014;40(6):205-12.
31. Adulyanon S, Vourapukjaru J, Sheiham A. Oral impacts affecting daily performance in a low dental disease Thai population. *Community Dent Oral Epidemiol* 1996; 24(6):385-9.
32. Mashoto KO, Åström AN, David J, Masalu JR. Dental pain, oral impacts and perceived need for dental treatment in Tanzanian school students: a cross-sectional study. *Health Qual Life Out* 2009;7(1):73
33. Athira S, Jayakumar HL, Chandra M, Gupta T, Dithi C, Anand PS. Oral health-related quality of life of school children Aged 12-17 years according to the Child-oral impacts on daily performances index and the Impact of oral health status on index scores. *Int J Prevent Public Health Sci* 2015;1:25-30.
34. Montero J, Rosel E, Barrios R, López-Valverde A, Albaladejo A, Bravo M. Oral health-related quality of life in 6-to 12-year-old schoolchildren in Spain. *Int J Paediatr Dent* 2016;26(3):220-30.
35. Lundgren GP, Karsten A, Dahllöf G. Oral health-related quality of life before and after crown therapy in young patients with amelogenesis imperfecta. *Health Qual Life Out* 2015;13(1):1-9.
36. Bernabé E, Flores-Mir C, Sheiham A. Prevalence, intensity and extent of Oral Impacts on Daily Performances associated with self-perceived malocclusion in 11-12-year-old children. *BMC oral health* 2007;7(1):1-7.
37. Bernabé E, Tsakos G, Messias de Oliveira C, Sheiham A. Impacts on daily performances attributed to malocclusions using the condition-specific feature of the Oral Impacts on Daily Performances Index. *Angle Orthod* 2008;78(2):241-7.
38. Pisek A, Pitiphat W, Chowchuen B, Pradubwong S. Oral health status and oral impacts on quality of life in early adolescent cleft patients. *J Med Assoc Thai* 2014;97 (Suppl.10):S7-16.
39. Crystal YO, Janal MN, Hamilton DS, Niederman R. Parental perceptions and acceptance of silver diamine fluoride staining. *J Am Dent Assoc* 2017;148(7):510-8.
40. Clemens J, Gold J, Chaffin J. Effect and acceptance of silver diamine fluoride treatment on dental caries in primary teeth. *J. Public Health Dent* 2018;78(1):63-8.

ผู้รับผิดชอบบทความ

เข็มพร กิจสรวงศ์

สาขาวิชาทันตกรรมป้องกัน

คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40002

โทรศัพท์: 0 4320 2405 #45157

โทรสาร: 0 4320 2862

จดหมายอิเล็กทรอนิกส์: kkempo@kku.ac.th

Impact of Different Fluoride Treatments on Oral Health-Related Quality of Life of Primary School Children

Sing-in P* Pungchanchaikul P** Pitiphat W** Kitsahawong K**

Abstract

Health-related quality of life has been crucial for the assessment of treatment outcomes in term of patient's perspective. This study aimed to evaluate the effect of three different types of fluoride treatment on Oral Health-Related Quality of Life (OHRQoL) of children. A randomized control trial was conducted in primary schools in Khon Kaen, Thailand. Subjects included 253 students aged 6-7 years, who assented to the OHRQoL evaluation. Participants had at least one primary molar with active dentinal caries. They were randomly assigned into three treatment groups: group A: 38% SDF; group B: 5% NaF varnish and group C: combination of 38% SDF and 5% NaF varnish. Subjects received oral examination and fluoride treatment at 6-month interval. At 1-year follow-up, they were interviewed using the Child-Oral Impacts on Daily Performance (Child-OIDP) index. Demographic characteristics and oral status among the three groups did not differ significantly. Groups received SDF had significantly higher prevalence of discolored tooth ($p < 0.001$). There was no statistically significant difference among groups in the prevalence of oral impacts in daily performances ($p = 0.64$). In all groups, the impact scores on eating, smiling, emotional stability and tooth cleaning were higher than other domains, albeit not significantly different. The most frequent perceived cause reported by children included having toothache, tooth sensitivity, tooth decay and malodor. The percentage of children who reported tooth discoloration were significantly higher in both SDF groups compared to the NaF varnish group ($p < 0.001$). However, tooth discoloration did not seem to be the main perceived cause that impacted daily performances on smiling, laughing, emotional stability and socialization. The results suggested no difference in OHRQoL among children who received 3 different types of fluoride treatment. Black discoloration of dentinal caries after SDF application was not the major cause that impacted children's daily performances.

Keyword: Silver diamine fluoride/ Sodium fluoride varnish/ Oral health/ Quality of life

Corresponding Author

Kemporn Kitsahawong
Department of Preventive Dentistry,
Faculty of Dentistry, Khon Kaen University,
Amphur Muang, Khon Kaen, 40002.
Tel.: +66 4320 2405 #45157
Fax.: +66 4320 2862
E-mail.: kkempo@kku.ac.th

* Dental Department, La-Ngu Hospital, Amphur La-Ngu, Satun.

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

การเปรียบเทียบการรั่วซึมของช่องฟิลแพชระหว่างการปิดผนึกช่องด้วยเครื่องปิดผนึกสายพานต่อเนื่อง และเครื่องปิดผนึกแบบมือกด

สมเกียรติ เหลืองไพรินทร์* อังคณา คลังทอง** สุภาพร คงสมบูรณ์** สุภาพิชญ์ เมืองเวง***
จิรภา ปิตานพวงศ์**** ภูริชญา ทองนา***** สุปรียา ตันพลีรัตน์**

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบการรั่วซึมบริเวณรอยผนึกของช่องฟิลแพชระหว่างการปิดผนึกด้วยเครื่องปิดผนึกสายพานต่อเนื่องและเครื่องปิดผนึกแบบมือกด จากกลุ่มตัวอย่าง คือ ช่องปิดผนึกด้วยเครื่องปิดผนึกแบบมือกด จำนวน 600 ช่อง และช่องปิดผนึกด้วยเครื่องปิดผนึกแบบสายพานต่อเนื่อง จำนวน 500 ช่อง ตัวอย่างประกอบด้วยช่องฟิลแพชบรรจุลูกแก้ว 1 ลูก และปิดผนึกช่องห่างจากขอบ 1 นิ้ว จากนั้นนำไปอบฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 1.5 บาร์ นาน 20 นาที ตัวอย่างทั้งหมดถูกนำไปทดสอบการรั่วซึมบริเวณรอยผนึกด้วยการฉีดสารย้อม ร้อยละ 0.05 โทลูดีนบลู ครอบคลุมตามรอยผนึก ที่ระยะห่างจากรอยผนึก 5 มิลลิเมตร แล้วปล่อยให้สารย้อมสัมผัสกับขอบของบรรจุภัณฑ์อย่างน้อย 5 วินาที แต่ไม่เกิน 20 วินาทีแล้วหมุนบรรจุภัณฑ์เพื่อให้ขอบทุกด้านสัมผัสกับสารละลายย้อมสีและเพื่อตรวจสอบรูรั่ว โดยใช้ปากกาทันน้ำทำเครื่องหมายที่บริเวณรอยรั่วไว้ เมื่อสีที่ฉีดวัดการรั่วซึมแห้งแล้ว ทำการลอกแผ่นพลาสติกออกจากกระดวยทางการแพทย์ สังเกตรอยติดสีที่แผ่นพลาสติกต้องตรงกันกับรอยรั่วที่ใช้ปากกาวงล้อมรอบไว้ อ่านผลการทดลองเฉพาะด้านที่ปิดผนึก ทำการวิเคราะห์ผลโดยการทดสอบไคสแควร์ ที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 พบว่าสัดส่วนของช่องฟิลแพชที่เกิดรอยรั่วระหว่างการปิดผนึกด้วยเครื่องสายพานต่อเนื่องและเครื่องปิดผนึกแบบมือกดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.002$) และพบความแตกต่างของสัดส่วนการรั่วซึมเท่ากับ ร้อยละ 1.83 (95% CI = 0.76% – 2.91%) สรุปผลการวิจัย พบว่าการปิดผนึกช่องฟิลแพชด้วยเครื่องปิดผนึกแบบสายพานต่อเนื่องมีอัตราการรั่วซึมน้อยกว่าการปิดผนึกด้วยเครื่องปิดผนึกแบบมือกด

คำิขรห้ส: ช่องบรรจุเวชภัณฑ์ฟิลแพช/ ระยะเวลาคงสภาพปลอดเชื้อ/ รอยรั่ว/ การอบไอน้ำร้อนแรงดันสูง

Received: February 28, 2019

Revised: October 08, 2019

Accepted: October 10, 2019

บทนำ

การให้การรักษาผู้ป่วยทางทันตกรรม โดยเฉพาะงานศัลยศาสตร์ช่องปากและกระดูกขากรรไกร เช่น ถอนฟันผ่าฟันคุด เป็นต้น จำเป็นต้องมีการใช้อุปกรณ์ต่างๆ สัมผัสเนื้อเยื่อผู้ป่วย ทำให้มีความเสี่ยงที่ผู้ป่วย จะมีโอกาสติดเชื้อได้ถ้าอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ไม่สะอาดเพียงพอ การทำให้เครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆ ปราศจากเชื้อจึงเป็นกระบวนการที่ช่วยลดความเสี่ยงดังกล่าว ซึ่งกรรมวิธีในการทำให้ปราศจากเชื้อ ต้องมีบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสม ทั้งชนิด ขนาด รูปร่าง รวมถึงวิธีการปิดผนึกที่ถูกต้องตามคู่มือของบริษัทผู้ผลิต และการเลือกกระบวนการในการทำให้ปราศจากเชื้อที่เหมาะสมกับอุปกรณ์แต่ละชนิด¹

วิธีการที่ทำให้ปราศจากเชื้อที่นิยมนำมาใช้มากที่สุดของนักศึกษาทันตแพทย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น คือ การใช้ช่องฟิลแพช (Peel pouches) ซึ่งเป็น ช่องบรรจุภัณฑ์ประกอบด้วยวัสดุ 2 ด้านประกบกัน โดยวัสดุที่นิยมนำมาใช้คือ กระดาษและพลาสติก ด้านพลาสติกใสทำให้สามารถมองเห็นเวชภัณฑ์ที่อยู่ด้านในและ แถบวัดทางเคมีได้ ส่วนด้านกระดาษจะสามารถระบายอากาศภายในช่องออกและยอมให้สารเคมีที่ใช้ในการทำให้ปราศจากเชื้อเข้าไปได้ ช่องฟิลแพช ใช้งานง่าย สามารถใช้กับการทำให้ปราศจากเชื้อได้หลายวิธี เช่น การอบฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งไอน้ำความดันสูง การอบด้วยก๊าซเอธิลีนออกไซด์ และยังสามารถใช้กับก๊าซไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ได้อีกด้วย นอกจากนี้การปิดผนึก

* สาขาวิชาชีววิทยาช่องปาก คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น

** สาขาวิชาศัลยศาสตร์ช่องปากและแม็กซิลโลเฟเชียล คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น

*** แผนกทันตกรรม โรงพยาบาลเสลภูมิ อำเภอสลภูมิ จังหวัดร้อยเอ็ด

**** โรงพยาบาลทันตกรรม คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น

***** นักศึกษาทันตแพทย์ ชั้นปีที่ 6 คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น

ของช่องยังสามารถป้องกันการปนเปื้อนหลังจากเครื่องมือผ่านการทำให้ปราศจากเชื้อแล้ว แต่อย่างไรก็ตามการปิดผนึกของถ้าไม่ปิดสนิทอาจส่งผลให้มีการปนเปื้อนของสิ่งแปลกปลอมเข้ามาภายหลังจากการทำให้ปราศจากเชื้อได้ เนื่องจากไม่สามารถพิสูจน์การปิดสนิทได้จากการสังเกตด้วยตาเปล่า^{1,2}

จากการทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า การทำให้ปราศจากเชื้อด้วยวิธีการใช้ของฟิลแพช ภายหลังจากอบฆ่าเชื้อด้วยไอน้ำมีประสิทธิภาพสามารถคงสภาพปราศจากเชื้อได้นานถึง 28 วัน³ และ การใช้ของฟิลแพช ซ้ำส่งผลให้เกิดการปนเปื้อนของเชื้อได้^{4,5} ซึ่งการศึกษาดังกล่าวเป็นการทดลองโดยใช้เครื่องปิดผนึกแบบมือกด เท่านั้น กระบวนการทำให้ปราศจากเชื้อโดยการใช้ของฟิลแพชของคณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น มีการนำเครื่องปิดผนึก 2 รูปแบบ คือ เครื่องปิดผนึกแบบสายพานต่อเนื่องและเครื่องปิดผนึกแบบมือกด มีกลไกการทำงานที่แตกต่างกัน คือ เครื่องปิดผนึกสายพานต่อเนื่องมีการทับด้วยความร้อนจากสายพานหลายครั้งในระหว่างที่ของฟิลแพชเคลื่อนในสายพาน แต่เครื่องปิดผนึกแบบมือกดมีการทับด้วยความร้อนเพียงครั้งเดียว ซึ่งการถูกกดทับด้วยความร้อน เป็นอีกหนึ่งปัจจัยสำคัญที่อาจทำให้เกิดการรั่วซึม จนอาจเกิดการปนเปื้อนของเชื้อภายในช่องฟิลแพชได้ ข้อมูลดังกล่าวสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Gardner และ Pell ที่พบว่า การปิดผนึกด้วยความร้อนสำหรับวัสดุชนิดพลาสติกหรือกระดาษที่มีพลาสติกหรือแผ่นฟิล์มเคลือบไม่ควรใช้อุณหภูมิสูงกว่า 150 องศาเซลเซียส ในการปิดผนึก เพราะจะทำให้พลาสติกเกิดการละลายรอยผนึกไม่ราบเรียบ เกิดเป็นรูรั่วทำให้เชื้อโรคสามารถปนเปื้อนเข้าไปในช่องได้⁶

ดังนั้นการวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบการรั่วซึมบริเวณรอยผนึกของช่องฟิลแพชระหว่างการปิดผนึกด้วยเครื่องปิดผนึกสายพานต่อเนื่องและเครื่องปิดผนึกแบบมือกด

วัตถุประสงค์และวิธีการ

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาเชิงทดลองเพื่อเปรียบเทียบการรั่วซึมบริเวณรอยผนึกของช่องฟิลแพชระหว่างการปิดผนึกด้วยเครื่องปิดผนึกสายพานต่อเนื่องและเครื่องปิดผนึกแบบมือกด โดยทำในกลุ่มอาสาสมัครและกลุ่มวิจัยทั้งหมด 11 คน จาก 11 คลินิก แบ่งเป็นอาสาสมัครที่ทำการทดลองในเครื่องปิดผนึกแบบมือกด 6 คน จาก 6 คลินิก ดังนี้ คลินิกศัลย์

ปริทันต์ (Clinic 1) คลินิกความเจ็บปวดบริเวณใบหน้า (Clinic 2) คลินิกทันตกรรมรวม 1 (Clinic 3) คลินิกทันตกรรมพิเศษ (Clinic 4) คลินิกทันตกรรมจัดฟัน (Clinic 5) คลินิกหน่วยบำบัดฉุกเฉิน (Clinic 6) และอาสาสมัครที่ทำการทดลองในเครื่องปิดผนึกแบบสายพานต่อเนื่อง จำนวน 5 คน จาก 5 คลินิก ดังนี้ คลินิกศัลยศาสตร์ช่องปาก (Clinic 7) คลินิกทันตกรรมสำหรับเด็ก (Clinic 8) หน่วยจ่ายกลาง (Clinic 9) คลินิกทันตกรรมบูรณะ (Clinic 10) คลินิกทันตกรรมรวม 2 (Clinic 11)

จากนั้นนำช่องฟิลแพชที่ปิดผนึกด้วยเครื่องปิดผนึกทั้ง 2 แบบนี้ไปอบฆ่าเชื้อด้วยเครื่องอบฆ่าเชื้อไอน้ำความดันสูงนำไปทดสอบการรั่วซึมบริเวณรอยผนึกด้วยการฉีดสี แล้วบันทึกผลการทดลอง

กลุ่มตัวอย่างคือช่องฟิลแพช เครื่องหมายการค้าไบโอซีล (Bioseal[®]) (รูปที่ 1) แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ ช่องปิดผนึกที่ผ่านการปิดผนึกด้วยเครื่องปิดผนึกแบบมือกด จำนวน 600 ตัวอย่าง และช่องปิดผนึกที่ผ่านการปิดผนึกด้วยเครื่องปิดผนึกแบบสายพานต่อเนื่อง จำนวน 500 ตัวอย่าง



รูปที่ 1 ช่องบรรจุเวซกันท์ฟิลแพช เครื่องหมายการค้าไบโอซีล (Bioseal[®])

Figure 1 Bioseal[®] peel pouches

เกณฑ์การคัดเลือก (Inclusion criteria) ช่องฟิลแพช เครื่องหมายการค้าไบโอซีล (Bioseal[®]) ต้องเป็นช่องปิดผนึกใหม่ที่ไม่เคยมีการใช้งานมาก่อน

เกณฑ์การคัดออก (Exclusion criteria) ช่องฟิลแพช เครื่องหมายการค้าไบโอซีล (Bioseal[®]) ที่มีรอยฉีกขาด เปื้อนหรือมีรอยพับยับบริเวณขอบ

ทดสอบการวัดการรั่วซึมของช่องปิดผนึกบริเวณรอยผนึกจากการฉีดสี เพื่อหาตัวแทนเครื่องปิดผนึกสายพานต่อเนื่องและเครื่องปิดผนึกแบบมือกด ชนิดละ 1 เครื่อง จากเครื่องปิดผนึกแบบมือกด จำนวน 6 เครื่อง และเครื่องปิดผนึก

แบบสายพานต่อเนื่อง จำนวน 5 เครื่องโดยเลือกตัวแทนเครื่องปิดผนึกที่มีระดับความสอดคล้องดีมาก (ค่า Kappa 0.81-1.00) และมีร้อยละการรั่วของช่องปิดผนึกน้อยที่สุด

ตัดช่องฟิลแพช เครื่องหมายการค้าไบโอซีล (Bioseal®) แบบม้วนที่ยังไม่ผ่านการอบฆ่าเชื้อ ให้ได้ขนาดกว้าง 10 x 10 เซนติเมตร แบ่งเป็น 4 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มที่ 1 ได้แก่ผู้วิจัยคนที่ 1 ใช้เครื่องปิดผนึกแบบมือกด จำนวน 600 ช่อง

กลุ่มที่ 2 ได้แก่ผู้วิจัยคนที่ 1 ใช้เครื่องปิดผนึกแบบสายพานต่อเนื่อง จำนวน 500 ช่อง

กลุ่มที่ 3 ได้แก่อาสาสมัครที่ใช้เครื่องปิดผนึกแบบมือกดเป็นประจำ ใช้เครื่องปิดผนึกแบบมือกด จำนวน 600 ช่อง

กลุ่มที่ 4 ได้แก่อาสาสมัครที่ใช้เครื่องปิดผนึกแบบสายพานต่อเนื่องเป็นประจำใช้เครื่องปิดผนึกแบบสายพานต่อเนื่อง จำนวน 500 ช่อง

เลือกบุคลากรที่มีหน้าที่ประจำในการปิดผนึกของฟิลแพชของแต่ละคลินิก โดยการจับสลากจากรายชื่อบุคลากรที่มีประสบการณ์ในการทำงานไม่น้อยกว่า 6 เดือน และยินยอมเป็นอาสาสมัครในการทำงานวิจัยคลินิกละ 1 คน รวมทั้งหมด 11 คน แบ่งเป็นบุคลากรที่ทำการทดลองในเครื่องปิดผนึกแบบสายพานแบบมือกด 6 คนและอาสาสมัครที่ทำการทดลองในเครื่องปิดผนึกแบบสายพานต่อเนื่อง 5 คน

กำหนดลำดับของการใช้เครื่องปิดผนึกสลับกันระหว่างอาสาสมัครกับผู้วิจัย เพื่อหลีกเลี่ยงผลที่อาจเกิดขึ้นจากความเสื่อมของเครื่องระหว่างใช้งานโดยจะใช้ลำดับที่กำหนดไว้ล่วงหน้ากับการทดสอบเครื่องปิดผนึกทั้งสองประเภท จากนั้นทำการสุ่มลำดับของอาสาสมัครแต่ละประเภทโดยการจับสลาก

ให้อาสาสมัคร/ผู้วิจัยคนที่ 1 บรรจุก้อนแก้วในช่องปิดผนึก 1 ลูก จากนั้นนำช่องไปปิดผนึกหัวและท้ายของด้วยเครื่องปิดผนึกตามลำดับที่กำหนดไว้จำนวนรอบละ 100 ช่อง โดยก่อนเริ่มทำการทดลองแต่ละรอบอาสาสมัคร/ผู้วิจัยคนที่ 1 จะต้องเป็นผู้เปิดเครื่องปิดผนึกด้วยตัวเองเพื่อแสดงวิธีการใช้เครื่องตั้งแต่ขั้นต้นแรกโดยให้อาสาสมัครแต่ละคนทำตามวิธีการที่ปฏิบัติอยู่เป็นประจำ ส่วนผู้วิจัยคนที่ 1 ทำตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต ดังนี้

เครื่องปิดผนึกแบบสายพานต่อเนื่อง (รุ่น FR-900S, M.M.M. Buxabhoy & Co (3MB), India) (รูปที่ 2) เปิดสวิตช์ Power Heater และ Fan ตั้งอุณหภูมิที่ 200 องศาฟาเรนไฮต์ และรอให้อุณหภูมิของเครื่องปิดผนึกถึง 200 องศาฟาเรนไฮต์

หมุนลูกบิดปรับความเร็วไปที่ความเร็ว 3 ใส่ช่องที่ต้องการปิดผนึกลงในสายพาน



รูปที่ 2 เครื่องปิดผนึกสายพานต่อเนื่องแนวอน รุ่น FR-900S (M.M.M. Buxabhoy & Co (3MB), India)

Figure 2 FR-900S continuous sealing machine (M.M.M. Buxabhoy & Co (3MB), India)

เครื่องปิดผนึกแบบมือกด (รุ่น SEAL, Eoronda Spa, Italy) (รูปที่3) เปิดสวิตช์บริเวณด้านข้างของเครื่อง จะเห็นไฟบริเวณด้านหน้าของเครื่องเป็นสีแดง รอจนไฟบริเวณด้านหน้าของเครื่องกลายเป็นสีเหลือง นำช่องที่ต้องการปิดผนึกใส่เข้าไปบริเวณแถบให้ความร้อน กดคันโยกลง รอจนกว่าจะได้ยินเสียงสัญญาณจึงยกคันโยกขึ้น



รูปที่ 3 เครื่องปิดผนึกแบบมือกด รุ่น SEAL (Eoronda Spa, Italy)

Figure 3 SEAL hand sealing machine (Eoronda Spa, Italy)

นำช่องปิดผนึกทั้ง 4 กลุ่ม ไปอบฆ่าเชื้อด้วยเครื่องอบฆ่าเชื้อไอน้ำความดันสูง (รูปที่ 4) เป็นระยะเวลา 20 นาที⁷⁻¹¹ จากนั้นผู้วิจัยเก็บช่องไว้โดยไม่ให้เกิดการพับบริเวณรอยที่ทำการปิดผนึก ทดสอบการรั่วบริเวณรอยผนึกโดยการฉีดสีโดยฉีด ร้อยละ 0.05 โทลูอีนบลู ครอบคลุมตามความยาวของรอยผนึกและสูงขึ้นมาจากรอยผนึก 5 มิลลิเมตร ปล่อยให้สีย้อมสัมผัสกับขอบของบรรจุภัณฑ์อย่างน้อย 5 ถึง 20 วินาที ในแต่ละด้าน หมุนบรรจุภัณฑ์เพื่อให้ขอบทุกด้านสัมผัสกับสารละลาย ย้อมสี ตรวจสอบขอบของบรรจุภัณฑ์โดยคว่ำมีรูรั่วหรือไม่ ซึ่งรูรั่วสามารถสังเกตเห็นได้ด้วยตาเปล่า อ่านผลเป็นค่าบวกเมื่อช่องเกิดรอยรั่ว อ่านผลเป็นค่าลบเมื่อช่องไม่เกิดรอยรั่วใดๆ ช่องที่อ่านค่าได้เป็นผลบวกใช้ปากกาทำเครื่องหมายที่บริเวณรอยรั่วไว้ สีที่ฉีดวัดการรั่วซึมเมื่อแห้งแล้วทำการลอกแผ่นพลาสติกออกจากกระดาษทางการแพทย์ สังเกตรอยฉีดสีที่แผ่นพลาสติกต้องตรงกันกับรอยรั่วที่ใส่ปากกาวงล้อมรอบไว้เพื่อเป็นการตรวจสอบสำหรับการ

ป้องกันผลบวกที่เป็นค่าหลอก อ่านผลการทดลองเฉพาะด้านที่ปิดผนึก แล้วบันทึกผลการทดลอง

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนซองปิดผนึกที่พบรอยรั่วบริเวณปิดผนึก กลุ่มซองปิดผนึกที่ปิดผนึกด้วยเครื่องปิดผนึกแบบมีกอด กับกลุ่มซองปิดผนึกที่ปิดผนึกด้วยเครื่องปิดผนึกแบบสายพานต่อเนื่อง โดยใช้ Z- test เพื่อเปรียบเทียบสัดส่วน 2 ประชากรที่เป็นอิสระต่อกัน และประมาณค่าความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95 (95%CI)

ผล

ผลการทดลองปิดผนึกซองฟิลแพชด้วยเครื่องปิดผนึกแบบมีกอด โดยอาสาสมัคร พบว่าซองปิดผนึกที่ปิดผนึกด้วยอาสาสมัครจาก Clinic 1 และ Clinic 3 พบรอยรั่วมากที่สุด ร้อยละ 41 (95% CI 31.86–50.80) รองลงมา คือ อาสาสมัครจาก Clinic 2 และ Clinic 4 พบรอยรั่วจำนวนร้อยละ 27 (95% CI 19.23–36.47) และร้อยละ 11 (95% CI 6.09 – 8.79) ซองปิดผนึกที่พบการรั่วน้อยที่สุด คือซองจากอาสาสมัคร Clinic 5 ตารางที่ 1 จำนวนและร้อยละการรั่วซึมของซองปิดผนึกที่ปิดผนึกด้วยเครื่องปิดผนึกแบบมีกอดโดยอาสาสมัคร

Table 1 Number and percentage of the leaked peel pouches sealed with the hand sealing machine by volunteers

Clinic	Number	Percentage	95% CI of the leakage
Clinic1 (100 peel pouches)	41	41.00 %	(31.86 % – 50.80 %)
Clinic2 (100 peel pouches)	27	27.00 %	(19.23 % – 36.47 %)
Clinic3 (100 peel pouches)	41	41.00 %	(31.86 % – 50.80 %)
Clinic4 (100 peel pouches)	11	11.00 %	(6.09 % – 18.79 %)
Clinic5 (100 peel pouches)	2	2.00 %	(0.11 % – 7.44 %)
Clinic6 (100 peel pouches)	2	2.00 %	(0.11 % – 7.44 %)
Sum (600 peel pouches)	124	20.7 %	(17.61 % – 24.09 %)

ผลการทดลองปิดผนึกซองฟิลแพชด้วยเครื่องปิดผนึกแบบสายพานต่อเนื่อง โดยอาสาสมัครพบว่า ซองปิดผนึกที่ทำการปิดผนึกด้วยอาสาสมัครจาก Clinic 11 พบรอยรั่วมากที่สุด ร้อยละ 2 (95% CI 0.11–7.44) รองลงมา คือ อาสาสมัคร

และ Clinic 6 พบรอยรั่วเท่ากันที่ร้อยละ 2 (95% CI 0.11–7.44) (ตารางที่ 1)



รูปที่ 4 เครื่องอบฆ่าเชื้อด้วยไอน้ำความดันสูงรุ่น Castle® Vacuum steam sterilizer M/C3533

Figure 4 Castle® Vacuum steam sterilizer M/C3533 Autoclave machine

จาก Clinic 9 ร้อยละ 1 (95% CI 0.00–5.99) ส่วนซองปิดผนึกจาก Clinic 7, 8 และ 10 ไม่พบการรั่วซึมของผนึกซองปิดผนึก (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ร้อยละการรั่วซึมของซองปิดผนึกที่ปิดผนึกด้วยเครื่องปิดผนึกแบบสายพานต่อเนื่องโดยอาสาสมัคร

Table 2 Number and percentage of the leaked peel pouches sealed with the continuous sealing machine by volunteers

Clinic	Number	Percentage	95% CI of the leakage
Clinic 7 (100 peel pouches)	0	0.00 %	(0.00 % – 4.44 %)
Clinic 8 (100 peel pouches)	0	0.00 %	(0.00 % – 4.44 %)
Clinic 9 (100 peel pouches)	1	1.00 %	(0.00 % – 5.99 %)
Clinic 10 (100 peel pouches)	0	0.00 %	(0.00 % – 4.44 %)
Clinic 11 (100 peel pouches)	2	2.00 %	(0.11 % – 7.44 %)
Sum (500 peel pouches)	3	0.60 %	(0.12 % – 1.83 %)

ผลการทดลองปิดผนึกของฟิลแพช โดยผู้วิจัย พบว่าของฟิลแพชที่ปิดผนึกด้วยเครื่องปิดผนึกแบบมือกดทั้งหมด 600 ซอง เกิดรอยร้าวจำนวน 11 ซอง ร้อยละ 1.83 ส่วนของฟิลแพช ที่ปิดผนึกด้วยเครื่องปิดผนึกแบบสายพานต่อเนื่องทั้งหมด 500 ซอง ไม่พบการเกิดรอยร้าว ร้อยละ 0.00 และเมื่อ

เปรียบเทียบสัดส่วนการรั่วซึมการปิดผนึกด้วยเครื่องปิดผนึกสายพานต่อเนื่องและเครื่องปิดผนึกแบบมือกดพบว่า แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.002$) และพบความแตกต่างของค่าสัดส่วนการรั่วซึมเท่ากับร้อยละ 1.83 (95 % CI = 0.76 % – 2.91 %) (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 ร้อยละการรั่วซึมและร้อยละความแตกต่างของการรั่วซึมระหว่างของปิดผนึกที่ปิดผนึกด้วยเครื่องปิดผนึกแบบมือกดและแบบสายพานต่อเนื่อง โดยผู้วิจัย

Table 3 Percentage difference of the leaked peel pouches between hand sealing machine and continuous sealing machine by researcher

Type of the sealing machine	Number of the leaked peel pouches	Percentage	Percentage difference	95% CI Percentage difference	p - value
Hand sealing machine (600 peel pouches)	11	1.83 %	1.83 %	(0.76% – 2.91%)	0.002
Continuous sealing machine (500 peel pouches)	0	0.00 %			

บทวิจารณ์

จากการทดลองการปิดผนึกของ โดยผู้วิจัยซึ่งดำเนินการปิดผนึกของตามคู่มือของเครื่องปิดผนึกแต่ละแบบ พบว่ากลุ่มของปิดผนึกที่ปิดผนึกด้วยเครื่องปิดผนึกแบบมือกดกับกลุ่มของปิดผนึกที่ปิดผนึกด้วยเครื่องปิดผนึกแบบสายพานต่อเนื่อง มีค่าสัดส่วนการรั่วของของฟิลแพชที่เกิดรอยร้าวที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยของที่ปิดผนึกด้วยเครื่องแบบมือกดมีสัดส่วนการรั่วมากกว่าแบบสายพานต่อเนื่อง โดยพบการรั่วซึมจากเครื่องปิดผนึกแบบมือกดอย่างเดียวเท่านั้น ส่วนเครื่องปิดผนึกแบบสายพานต่อเนื่องไม่พบการรั่วซึม

เมื่อพิจารณาการรั่วซึมจากของปิดผนึกที่ปิดผนึกโดยผู้วิจัยพบว่า มีร้อยละของการรั่วซึมน้อยกว่าของปิดผนึกที่ปิดผนึกโดยอาสาสมัคร ในส่วนที่พบว่ามีการรั่วซึมของของฟิลแพชที่ปิดผนึกด้วยเครื่องปิดผนึกแบบมือกดโดยอาสาสมัคร พบรอยร้าวของของฟิลแพชบริเวณรอยต่อระหว่างบริเวณรอยผนึกด้านข้างของบริษัท และบริเวณรอยผนึกที่ปิดผนึกเอง สาเหตุของรอยร้าวสามารถเกิดได้จากการที่อาสาสมัครไม่ได้รอสัญญาณไฟในการปิดผนึกของแต่ละครั้ง และมีการนำของมาทับกันในการปิดผนึกแต่ละครั้ง ส่วนลักษณะการรั่วซึมของของฟิลแพชที่ปิดผนึกด้วยเครื่องปิดผนึกแบบสายพานต่อเนื่องของอาสาสมัคร พบว่าของปิดผนึกเกิดความไม่แนบสนิท เมื่อเทียบกับผลพบว่าอาสาสมัครส่วนใหญ่มีความรู้ที่

ถูกต้องเกี่ยวกับการใช้งานเครื่องปิดผนึก แต่เมื่อการทำงานจริงด้วยเวลาที่รีบเร่ง และอุปกรณ์ที่ต้องปิดผนึกมีจำนวนมาก อาจทำให้ละเลยวิธีการปิดผนึกที่ถูกต้องไปในเรื่องเกี่ยวกับการรอเสียงสัญญาณ การซ้อนทับของของปิดผนึก การปรับความเร็วและอุณหภูมิของเครื่องปิดผนึกแบบสายพานต่อเนื่อง เป็นต้น ซึ่งหากอาสาสมัครทำตามคู่มือของเครื่องปิดผนึกในแต่ละประเภทอย่างถูกวิธี อัตราการรั่วซึมจากของปิดผนึกน่าจะจะมีจำนวนที่ลดลง แตกต่างจากการศึกษาของ Punya และ Sawasri ในปี 2007⁴ ที่ศึกษาการรั่วบริเวณรอยผนึกของของบรรจุเวชภัณฑ์ฟิลแพชใหม่และใช้ซ้ำ พบว่ากลุ่มของฟิลแพชใหม่ที่ทำกรปิดผนึกด้วยเครื่องปิดผนึกแบบมือกด มีอัตราการรั่วร้อยละ 64.9 ส่วนสาเหตุของการเกิดรอยร้าวที่มากกว่า สามารถเกิดได้จาก ตัวแปรเรื่องเครื่องปิดผนึกที่มีอายุการใช้งานที่นานกว่าหรือมีประสิทธิภาพที่ไม่ดีพอ และตัวแปรในเรื่องของบุคคล⁷

อย่างไรก็ตาม การเลือกใช้เครื่องปิดผนึกให้เหมาะสมในคลินิกทันตกรรม และปรับปรุงงานบริการภายในคลินิกทันตกรรมให้มีประสิทธิภาพ ต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับประสิทธิภาพของเครื่องปิดผนึกแต่ละประเภท ดังนั้น การศึกษาเพิ่มเติมต่อไปควรมีการควบคุมปัจจัยกวนต่างๆ ควบคุมขั้นตอนการปิดผนึกของให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยทำการตรวจเช็คสภาพเครื่องปิดผนึกเป็นระยะ และทำการเปลี่ยนแถบให้ความร้อนเมื่อครบกำหนด วันที่ทำการปิดผนึกของในแต่ละครั้งก่อนนำไปอบฆ่าเชื้อควรเป็นวันเดียวกัน ทำ

การตรวจเช็คสภาพเครื่องอบไอน้ำร้อนแรงดันสูงและกระบวนการอบแห้งก่อนทำการทดลอง ทำการศึกษาโดยเปรียบเทียบของปิดผนึกและเครื่องปิดผนึกในแต่ละประเภทด้วยวิธีที่หลากหลาย เพื่อให้ได้มาซึ่งผลงานวิจัยที่มีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น

บทสรุป

การวิจัยเชิงทดลองนี้ พบว่าการปิดผนึกของด้วยเครื่องปิดผนึกแบบสายพานต่อเนื่อง มีอัตราการรั่วซึมน้อยกว่าการปิดผนึกของด้วยเครื่องปิดผนึกแบบมือกดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และร้อยละของการรั่วซึมของของปิดผนึกที่ปิดผนึกโดยผู้วิจัยมีค่าน้อยกว่าของปิดผนึกที่ปิดผนึกโดยอาสาสมัคร นอกจากนี้ยังพบว่าเจ้าหน้าที่อาสาสมัครคณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัย ขอนแก่น ส่วนใหญ่มีความรู้เกี่ยวกับการใช้เครื่องปิดผนึกที่ถูกต้อง และการที่อาสาสมัครละเลย การปฏิบัติตามขั้นตอนการใช้งานของเครื่องปิดผนึก ส่งผลให้เกิดการรั่วซึมของของปิดผนึกเพิ่มมากขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงได้ขอขอบพระคุณคณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่สนับสนุนทุนการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ขอขอบพระคุณบุคลากรประจำแต่ละคลินิกต่างๆ ในคณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ทุกท่านที่สนับสนุนอุปกรณ์ เครื่องมือ สถานที่ และเข้าร่วมเป็นอาสาสมัครในการทำวิจัย ขอขอบคุณที่ปรึกษาด้านสถิติ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สิริพร คำสะอาด และ อาจารย์ศิวานนท์ รัตนะกนกชัย อาจารย์ประจำภาควิชาวิทยาการระบาดและชีวสถิติ คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

เอกสารอ้างอิง

1. Packaging Systems for Sterilization. [internet]. 2014. [cited 2017 November 20]. Available from: https://www.iahcsmm.org/images/Lesson_Plans/Nursing_Plans/Nursing_618.pdf
2. Sterile Packaging, Storage and Transportation. [internet]. 2015. [cited 2016 September 16]. Available from: <https://www.keysurgical.com/education/sterile-packaging-storage-and-transportation/>

3. Arunyanart O. Storage times for packages of sterilized dental instruments after sterilization by autoclave. Mahidol Dent J 2004;24(3):123–6.
4. Punya - ngarm R, Sawasri K. Shelf life of sterilized rolls used in dental practice. Thai dental public health Journal 2007;12(1):61–7.
5. Luengpailin S, Klangthongv A, Jinaporntham S, Jitpreeda N and Mahapisanpanitchakun B. The leakage of the sealed area of new and re-used peel pouches. Khon Kaen Dent J 2018;21(1):1-9.
6. Gardner Joan F and Pell Margaret M. Sterilization, disinfection and infection control. [internet]. 1998. [cited 2019 September 16]. Available from: <https://trove.nla.gov.au/work/23361676?q&sort>
7. Schwartz R, Davis R. Safe storage times for sterile dental packs. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1990;70(3):297-300.
8. Karthik R. Methods of sterilization. [internet]. 2016. [cited 2016 September 16]. Available from: <http://www.drkarthikreddy.com/tag/methods-of-sterilization/>
9. The international pharmacopoeia. Methods of sterilization. [internet].2016. [cited 2016 September 16]. Available from: <https://www.chromtech.net.au/pdf2/sterilisation/Sterilisation-Methods.pdf>
10. Bite site bio. Laboratory Sterilisation Methods. [internet]. 2009. [cited 2016 September 16]. Available from: <https://bitesizebio.com/853/5-laboratory-sterilisation-methods/>
11. Center for disease control and prevention. Steam Sterilization. [internet]. 2016. [cited 2016 September 23]. Available from: <https://www.cdc.gov/infectioncontrol/guidelines/disinfection/sterilization/steam.html>

ผู้รับผิดชอบบทความ

สุปรียา ตันพลีรัตน์
สาขาวิชาศัลยศาสตร์ช่องปากและแม็กซิลโลเฟเชียล
คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40002
โทรศัพท์: 0 4320 2405 #45152
โทรสาร: 0 4320 2862
จดหมายอิเล็กทรอนิกส์: supreeyat@kku.ac.th

Comparison of Peel Pouch Leakage between Continuous Sealing Machine and Hand Sealing Machine

Luengpailin S* Klangthong A** Kongsomboon S** Mueangwaeng S***

Pitanupong J**** Thongnak P***** Tanpleerat S**

Abstract

The purpose of this study was to compare the leakage on the peel pouch packages sealed by heat or a continuous sealing machine and a hand sealing machine. Samples included 600 packages sealed with the hand sealing machine and 500 packages sealed with the continuous sealing machine. All the samples contained one glass ball and were sealed 1 inch away from the edge. Then, the samples were sterilized at 121 degrees Celsius with 1.5 bar of pressure for 20 minutes. The samples were tested for leakage by using 0.05% blue toluidine which was sprayed along the seal line and 5 millimeters up from the seal. The color was let to coat with the package for at least 5 seconds but no more than 20 minutes. Then, the package was turned so that the color covered the entire seal line. A waterproof pen was used to mark any leakage. When the color dried, the plastic sheet was removed and the color would stick on the leaking holes which were later marked by the pen. The results were read and analyzed with statistics including Chi – square test at 95% confidence level. The results showed that the proportion of leakage on the packages sealed with the continuous sealing machine and the hand sealing machine was statistically significant ($P = 0.002$), and the difference of leakage ratio was at 1.83 percent (95% CI = 0.76% - 2.91%). In conclusion, the leakage ratio of the peel pouch packages sealed by continuous sealing machine was lower than hand sealing machine.

Key words: Peel pouches/ Sterile storage period/ Channel/ Autoclave

Corresponding Author

Supreeya Tanpleerat
Department of Oral and Maxillofacial Surgery,
Faculty of Dentistry, Khon Kaen University,
Amphur Muang, Khon Kaen, 40002.
Tel.: +66 4320 2405 #45152
Fax. : +66 4320 2862
E-mail: supreeyat@kku.ac.th

* Department of Oral Biomedical Science, 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.

*** Dental Department, Selaphum Hospital, Amphur Selaphum, Roi Et.

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

***** 6th year dental students, Faculty of Dentistry, Khon Kaen University, Amphur Muang, Khon Kaen.

การต้านทานต่อการแตกหักของฟันกรามน้อยบนที่ผ่าน การรักษาคงรากฟันที่บูรณะด้วยอเนลย์ทางตรงโดยใช้ วัสดุเรซินคอมโพสิตแตกต่างกัน

พัชรพร เกียรติคำรณ* ศุภกันต์ ทิศาวีรัตน์** อรุณา อังวรวางศ์*** ชิดารัตน์ อังวรวางศ์****

บทคัดย่อ

การศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบแรงต้านทานต่อการแตกหักและรูปแบบการแตกหักของฟันกรามน้อยบนซี่ที่หนึ่ง ที่ผ่านการรักษาคงรากฟันที่บูรณะด้วยอเนลย์ทางตรงโดยใช้เรซินคอมโพสิตที่แตกต่างกัน ฟันกรามน้อยบนซี่ที่หนึ่ง 70 ซี่ ถูกแบ่งออกเป็น 7 กลุ่ม ($n=10$) โดยลิบซี่แรกที่เป็นฟันกรามน้อยที่สมบูรณ์ (INT) ให้เป็นกลุ่มควบคุมแบบลบ ในขณะที่ฟันกรามน้อยที่เหลือได้รับการกรอเตรียม โพรงฟันกลาสทู เอ็มไอดี และทำการรักษาคงรากฟัน กลุ่มควบคุมแบบบวกทำการบูรณะด้วยวัสดุบูรณะฟันชั่วคราว (IRM) ส่วนกลุ่มทดลองทำการกรอเตรียม โพรงฟันสำหรับเรซินคอมโพสิตอเนลย์วิธีทางตรงและบูรณะด้วยฟิลเทคแซดสองห้าศูนย์ (Z250) หรือฟิลเทคบัลค์ฟิลล์ โฟสที่เรีย (FBF) หรือโซนิคฟิลล์ยู (SBF) หรือเอเวอร์เอ็กซ์ โฟสที่เรียร่วมกับฟิลเทคแซดสองห้าศูนย์ (EXP) หรือบัลด์อิทร่วมกับฟิลเทคแซดสองห้าศูนย์ (BFR) ตามที่ออกแบบไว้ เก็บชิ้นงานในตู้ที่มีความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 100 ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ก่อนทดสอบแรงต้านทานต่อการแตกหัก ชิ้นงานแต่ละชิ้นถูกตัดตั้งและทำมุม 45 องศากับพื้นราบ ทำการวัดค่าแรงต้านทานต่อการแตกหักด้วย เครื่องทดสอบสากล ที่ความเร็วหัวกด 0.5 มิลลิเมตรต่อวินาที โดยใช้หัวกดเหล็กกล้าโลหะ ไรสนิมทรงกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 มิลลิเมตร สัมผัสที่พื้นเอียงด้านเพดานของปุ่มฟันด้านแก้มของฟัน ค่าแรงสูงสุดที่ทำให้เกิดการแตกหัก (ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน) มีค่า 654.47 ± 105.32 นิวตัน 314.20 ± 93.82 นิวตัน 583.61 ± 135.04 นิวตัน 541.84 ± 144.87 นิวตัน 598.62 ± 136.45 นิวตัน 600.65 ± 166.69 นิวตัน และ 587.37 ± 91.09 นิวตัน สำหรับกลุ่ม INT IRM Z250 FBF SBF EXP และ BFR ตามลำดับ การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวและเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างตามการทดสอบเอชเอสดีของทุกีย์ ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่ม INT และทุกกลุ่มที่ทำการบูรณะด้วยเรซินคอมโพสิตอเนลย์ทางตรง ($p>0.05$) กลุ่ม IRM มีความต้านทานต่อการแตกหักต่ำที่สุดและแตกต่างจากกลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) เมื่อวิเคราะห์รูปแบบการแตกหักกันนั้นพบว่า กลุ่ม INT IRM Z250 และ SBF มีรูปแบบการแตกหักที่สามารถบูรณะใหม่ได้มากกว่าร้อยละ 70 ส่วนกลุ่ม FBF EXP และ BFR มีรูปแบบการแตกหักที่สามารถบูรณะใหม่ได้เพียงร้อยละ 50 จากผลการทดลองนี้สรุปได้ว่าการบูรณะฟันกรามน้อยบนที่ผ่านการรักษาคงรากฟันด้วยเรซินคอมโพสิตอเนลย์ทางตรงโดยใช้วัสดุที่แตกต่างกันมีความต้านทานต่อการแตกหักไม่แตกต่างกัน

คำชี้แจง: ฟันที่ผ่านการรักษาคงรากฟัน/ เรซินคอมโพสิต/ แรงต้านทานต่อการแตกหัก/ อเนลย์ทางตรง

Received: January 01, 2020

Revised: March 22, 2020

Accepted: March 23, 2020

บทนำ

ฟันที่ผ่านการรักษาคงรากฟัน (Endodontically treated tooth) มีแนวโน้มที่จะเกิดการแตกหักได้มากกว่าฟันธรรมชาติ โดยมีสาเหตุหลักมาจากการสูญเสียโครงสร้างฟันจากพยาธิสภาพต่าง ๆ ก่อนที่จะได้รับการรักษาคงรากฟัน และการเตรียมฟันระหว่างขั้นตอนการรักษาคงรากฟัน นอกจากนี้การสูญเสียความมีชีวิตของฟัน การลดลงของกลไกการตอบสนองต่อการป้องกันตนเองจากอันตรายต่างๆ

(Protective feedback mechanism) และสารเคมีที่ใช้ในกระบวนการรักษาคงรากฟันก็เป็นปัจจัยที่ช่วยส่งเสริมให้ฟันที่ผ่านการรักษาคงรากฟันเกิดการแตกหักได้มากขึ้น¹ ปัจจุบันการบูรณะฟันที่ผ่านการรักษาคงรากฟันมุ่งเน้นที่จะทำให้การสูญเสียโครงสร้างฟันน้อยที่สุด (Minimally invasive) เพื่อคงความแข็งแรงของโครงสร้างของฟันไว้ใน

* นักศึกษาหลักสูตรการฝึกอบรมทันตแพทย์ประจำบ้านเพื่อวุฒิบัตร สาขาทันตกรรมประดิษฐ์ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น

** ทันตแพทย์ โรงพยาบาลเอกชน จังหวัดกรุงเทพมหานคร

*** สาขาวิชาทันตกรรมป้องกัน คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น

**** สาขาวิชาทันตกรรมประดิษฐ์ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น

พื้นหลังและแนะนำให้บูรณะด้วยการคลุมปุ่มยอดฟันทั้งหมด (Cusp coverage) เพื่อป้องกันการแตกหักจากแรงแบบลิ้ม (Wedging effect)² ในกรณีที่มีฟันมีการสูญเสียโครงสร้างฟันไปและเหลือผนังฟันอย่างน้อยสองด้าน มีการแนะนำให้ทำการบูรณะด้วยออนเลย์ (Onlay) เนื่องจากสามารถอนุรักษ์เนื้อฟันได้มากกว่าการทำครอบฟัน³ โดยเฉพาะการบูรณะด้วยเรซินคอมโพสิตออนเลย์วิธีทางตรงที่มีการสูญเสียโครงสร้างฟันขณะที่เตรียมโพรงฟันเพียงเล็กน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับ การบูรณะออนเลย์วิธีทางอ้อม นอกจากนี้แล้วการบูรณะด้วยเรซินคอมโพสิตออนเลย์วิธีทางตรงสามารถรักษาให้เสร็จได้ภายในครั้งเดียว มีค่าใช้จ่ายถูกกว่า และสามารถใช้เป็นวัสดุบูรณะกึ่งถาวร (Semipermanent restoration) เพื่อสังเกตอาการหรือระหว่างรอการรักษาอย่างอื่นก่อนที่จะเปลี่ยนเป็นการบูรณะถาวร (Definitive restoration)⁴ มีการศึกษาพบว่า การบูรณะฟันที่ผ่านการรักษาคงรูปฟันที่มีการสูญเสียโครงสร้างของฟันเพียงเล็กน้อยถึงปานกลางด้วยเรซินคอมโพสิตทางตรงแบบไม่คลุมปุ่มฟันให้ความสำเร็จไม่แตกต่างจากการบูรณะด้วยครอบฟัน⁵ และมีแรงต้านทานต่อการแตกหักไม่แตกต่างจากฟันธรรมชาติ⁶ ดังนั้นการบูรณะด้วยเรซินคอมโพสิตออนเลย์วิธีทางตรงถือเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการบูรณะฟันที่ผ่านการรักษาคงรูปฟัน โดยเฉพาะในผู้ป่วยที่มีข้อจำกัดเรื่องค่าใช้จ่ายและเวลา

เรซินคอมโพสิตเป็นวัสดุบูรณะที่มีการพัฒนามาอย่างต่อเนื่องเพื่อให้เกิดความสวยงามและความแข็งแรง อย่างไรก็ตามการแตกหักของวัสดุบูรณะและโครงสร้างฟันยังคงเป็นสาเหตุหลักของความล้มเหลวในการบูรณะฟันที่ผ่านการรักษาคงรูปฟัน⁵ นอกจากนี้การบูรณะในโพรงฟันที่ลึกและมีขนาดใหญ่ยังเสี่ยงต่อการเกิดรูพรุนระหว่างชั้นของวัสดุและเสี่ยงต่อการปนเปื้อน⁷ ดังนั้นในปัจจุบันจึงมีการพัฒนาเรซินคอมโพสิตในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อแก้ไขปัญหาต่าง ๆ และให้ใช้งานได้สะดวกมากยิ่งขึ้น

เรซินคอมโพสิตชนิดบัลค์ฟิลล์ (Bulk fill) พัฒนามาโดยการเพิ่มขนาดของวัสดุอัดแทรกให้ใหญ่ขึ้นแต่ลดปริมาณของวัสดุอัดแทรกลง และมีการปรับปรุงตัวเริ่มปฏิกิริยา (Initiator) เพื่อให้มีความลึกในการบ่มตัว (Depth of cure) ได้ถึง 4-5 มิลลิเมตร จึงช่วยลดเวลาการทำงาน ลดความเสี่ยงต่อการปนเปื้อนของความชื้นขณะบูรณะได้ และยังสามารถทนต่อแรงบดเคี้ยวได้ดี⁷ อย่างไรก็ตาม Ilie และคณะ ในปี ค.ศ. 2013 พบว่าเรซินคอมโพสิตชนิดบัลค์ฟิลล์มีคุณสมบัติเชิงกลต่ำ แต่มีความต้านทานต่อการโค้งงอ

(Flexural strength) ใกล้เคียงกับเรซินคอมโพสิตชนิดนาโนไฮบริดและไมโครไฮบริด⁸ ขณะที่การศึกษาอื่น ๆ พบว่าเรซินคอมโพสิตชนิดบัลค์ฟิลล์มีคุณสมบัติเทียบเท่ากับเรซินคอมโพสิตทั่วไป⁹

เรซินคอมโพสิตชนิดเสริมแรงด้วยไฟเบอร์ (Fiber reinforcement) ได้รับการพัฒนาขึ้นมาโดยมีจุดประสงค์เพื่อเพิ่มคุณสมบัติทางกายภาพและเชิงกลและเพิ่มแรงต้านทานต่อการแตกหัก (Fracture resistance) จากการศึกษาของ Garoushi และคณะในปี ค.ศ. 2013 พบว่าการเสริมแรงด้วยไฟเบอร์ช่วยเพิ่มความต้านทานต่อการโค้งงอและความทนทานต่อการแตกหัก (Fracture toughness) สูงขึ้น ลดความเครียด (Strain) เนื่องจากการหดตัว นอกจากนี้ยังสามารถบ่มในโพรงฟันที่ลึก 4-5 มิลลิเมตร และป้องกันการขยายตัวของรอยแตก (Crack propagation) ได้¹⁰ ดังนั้นทางบริษัทผู้ผลิตจึงแนะนำการใช้เรซินคอมโพสิตชนิดเสริมแรงด้วยไฟเบอร์เพื่อเป็นทางเลือกในการบูรณะฟันที่ผ่านการรักษาคงรูปฟัน

จากการทบทวนวรรณกรรมที่ผ่านมาพบว่าการศึกษาส่วนใหญ่มุ่งเน้นเกี่ยวกับการบูรณะฟันที่ผ่านการรักษาคงรูปฟันด้วยอินเลย์ (Inlay) ทางตรง^{11, 12} แต่ข้อมูลเกี่ยวกับการบูรณะฟันที่ผ่านการรักษาคงรูปฟันด้วยออนเลย์ทางตรงโดยใช้วัสดุเรซินคอมโพสิตที่พัฒนาขึ้นมาใหม่ยังมีไม่มากนัก ดังนั้นการศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแรงต้านทานต่อการแตกหักและรูปแบบการแตกหักของฟันกรามน้อยบนที่ผ่านการรักษาคงรูปฟันที่บูรณะด้วยออนเลย์ทางตรงโดยใช้เรซินคอมโพสิตชนิดต่าง ๆ

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษานี้ได้ผ่านการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น (HE622049) เป็นที่เรียบร้อยแล้ว โดยฟันกรามน้อยบนที่สมบูรณ์ จำนวน 70 ซี่ ที่ไม่มีรอยโรคที่ตัวฟันและรากฟัน ไม่ผ่านการบูรณะใด ๆ มาก่อน ไม่มีรอยร้าว ไม่มีการแตกหักเมื่อตรวจสอบด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอไมโครสโคป (Stereo microscope; Nikon Measurescope, Tokyo, Japan) ที่กำลังขยาย 30 เท่า และมีขนาดเท่ากับค่าเฉลี่ยของฟันกรามน้อยบนซี่ที่หนึ่ง¹³ และมีขนาดของโพรงในตัวฟัน (Pulp chamber) ในแนวใกล้กลาง-ไกลกลาง และในแนวด้านแก้ม-ด้านลิ้น ใกล้เคียงกันเมื่อตรวจสอบจากภาพรังสี ฟันถูกเก็บในสารละลายคลอรามิน ร้อยละ 0.5 (Chloramine T trihydrate 98-103%; Loba Chemie Pvt. Ltd., Maharashtra, India) ไม่เกิน 6 เดือน ถูกสุ่มแบบง่าย

กลุ่มละ 10 ซี่ เข้ากลุ่มทดลอง 7 กลุ่ม ตามวัสดุที่เลือกใช้ในการบูรณะ (ตารางที่ 1 และ 2)

นำฟันมากำจัดหินปูนและคราบต่าง ๆ ด้วยเครื่องขูดหินปูน (Ultrasonic scaler; Eurodent part and tool LTD., Bangkok, Thailand) จากนั้นทำการเคลือบรากฟันด้วยไดน์สเปซเซอร์ (Die spacer; Distanzlack, Bredent, Germany) ให้ได้ความหนา 0.2 มิลลิเมตร เพื่อจำลองพื้นที่ของช่องเอ็นซิมปริทันต์ (Periodontal ligament space) แล้วนำฟันมาฝังในเรซิน

อะคริลิกชนิดบ่มเองในบล็อกรที่ทำจากท่อพีวีซี (Polyvinyl chloride tube, PVC) ให้อยู่กึ่งกลางบล็อก แนวแกนฟันตั้งฉากกับแนวระนาบ และฝังให้รอยต่อเคลือบฟันกับเคลือบรากฟัน หรือซีอีเจ (Cemento-enamel junction: CEJ) อยู่เหนือต่ออะคริลิกเรซิน 2 มิลลิเมตร เมื่อวัดจากทางด้านแก้มของตัวฟัน โดยใช้เครื่องสำรวจความขนาน (Ney® Surveyor; Dentsply International, Inc., York, United States) ช่วยกำหนดทิศทางและปล่อยให้เรซินอะคริลิกบ่มตัวเต็มที่

ตารางที่ 1 วัสดุที่ใช้ในการบูรณะด้วยออนเลย์ทางตรงและองค์ประกอบของวัสดุ

Table 1 The materials used in direct onlay restorations and their compositions

Materials	Manufacturer	Matrix composition	Filler content
Filtek™ Z250	3M ESPE, St. Paul, MN, USA	Bis-GMA, UDMA, Bis-EMA	Zirconia and silica particles size 0.6 μm 82% by weight, 60% by volume
Filtek™ Bulk Fill Posterior Restorative	3M ESPE, St. Paul, MN, USA	AUDMA, APF Dimethacrylate, UDMA, Dodecane dimethacrylate	Silica filler particles size 20 nm. non-agglomerated/non-aggregated, Zirconia particles size 4 -11 nm. (non-agglomerated/non-aggregated), Ytterbium trifluoride size 100 nm. , Zirconia /Silica cluster 76.5% by weight, 58.4% by volume
SonicFill™ 2 Bulk Fill	Kerr Corp , Orange, CA, USA	Dimethacrylate, Bis-GMA, Bis-EMA	Silica, Barium glass, YbF ₃ , mixed oxides. Particle size not stated 81.3% by weight, % by volume unreported.
EverX Posterior	GC EUROPE NV, Leuven, Belgium	Bis-GMA, TEGDMA, PMMA	Barium borosilicate glass filler and E glass fibres 77% by weight, 53.6% by volume
Build-It™ FR	Kerr Corp., Orange, CA, USA	Bis-GMA, UDMA, HDDMA	Bariumborosilicate, Calcium Alumino-fluro-silicate, silica and chopped glass fiber 68% by weight, 52% by volume

Bis-EMA: ethoxylated bisphenol A dimethacrylate, Bis-GMA: bisphenol A glycidyl methacrylate, AUDMA: Aromatic urethane dimethacrylate, TEGDMA: triethylene glycol dimethacrylate, UDMA: urethane dimethacrylate, PMMA: polymethyl methacrylate, HDDMA: 1,6-Hexanediol dimethacrylate

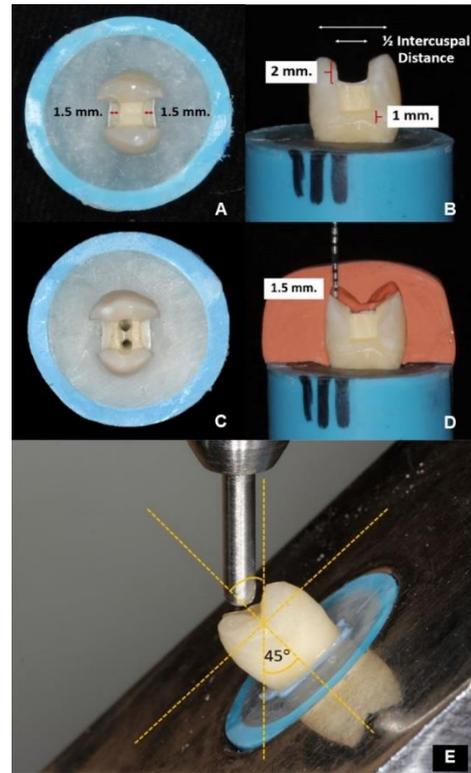
ตารางที่ 2 การเตรียมชิ้นงานในแต่ละกลุ่มทดลอง

Table 2 Methods of preparation in each experimental group

Group no.	Restoration type	Abbreviations
1	Intact teeth without any cavity preparation	INT
2	Endodontically treated teeth with mesio-occluso-distal (MOD) cavities prepared and restored with IRM (Dentsply caulk)	IRM
3	Endodontically treated teeth with MOD and onlay cavities prepared and restored with Filtek™ Z250 (3M ESPE)	Z250
4	Endodontically treated teeth with MOD and onlay cavities prepared and restored with Filtek™ Bulk Fill Posterior Restorative (3M ESPE)	FBF
5	Endodontically treated teeth with MOD and onlay cavities prepared and restored with SonicFill™ 2 (Kerr Corp.)	SBF
6	Endodontically treated teeth with MOD and onlay cavities prepared and restored with EverX Posterior (GC) plus Filtek™ Z250 (3M ESPE)	EXP
7	Endodontically treated teeth with MOD and onlay cavities prepared and restored with Build-It™ FR (Kerr Corp.) plus Filtek™ Z250 (3M ESPE)	BFR

ทำการลอกเลียนรายละเอียดของฟันแต่ละซี่ก่อนทำการกรอแต่งโพรงฟัน ด้วยซิลิโคนชนิดพัตตี (Putty silicone; 3M ESPE, MN, USA) จำนวน 3 ชุด เพื่อใช้เป็นดัชนีสำหรับตรวจสอบความลึกที่กรอ และช่วยในการบูรณะโพรงฟันด้วยเรซินคอมโพสิตออนเลย์ จากนั้นทำการกรอเตรียมโพรงฟันคลาสทูแบบเอ็มโอดี (Class II MOD) ซึ่งดัดแปลงตามการศึกษาของ Reel และคณะในปี ค.ศ. 1989¹⁴ ให้มีความกว้างในแนวด้านแก้ม-ด้านลิ้นเท่ากับครึ่งหนึ่งของระยะระหว่างปุ่มฟัน มีความลึกของโพรงฟันเมื่อวัดจากจุดสูงสุดที่ด้านบดเคี้ยวของผนังด้านแก้ม เท่ากับ 2 มิลลิเมตร มีผนังด้านเหงือกทั้งด้านใกล้กลางและไกลกลางกว้าง 1.5 มิลลิเมตร และผนังด้านเหงือกทั้งด้านใกล้กลางและไกลกลางสูงจากซีอีเจ 1 มิลลิเมตร (รูปที่ 1A และ 1B)

จากนั้นเตรียมโพรงฟันเพื่อเข้าสู่โพรงเนื้อเยื่อในให้ได้รูปร่างรูเปิดโพรงฟันในอุดมคติ (รูปที่ 1C) ตรวจสอบความยาวรากด้วยถ่ายภาพรังสี ทำการขยายคลองรากฟันด้วยไฟล์แบบหมุนระบบโปรเทเปอร์เน็กซ์ (ProTaper NEXT®; Dentsply Maillefer Corp., Ballaigues, Switzerland) ด้วยเครื่องมือมอเตอร์หัวกรอครอบเอ็กซ์สมาร์ทพลัส (X-SMART™ PLUS; Dentsply Maillefer Corp.) จนถึงขนาด X3 ลงองแท่งกัตตาเปอร์ชาแท่งหลัก (ProTaper Next® Gutta percha; Dentsply Maillefer Corp.) และอุดคลองราก จากนั้นตัดกัตตาเปอร์ชาที่ระดับต่ำกว่าซีอีเจ 2 มิลลิเมตร กดให้เรียบและแน่น สำหรับกลุ่มที่บูรณะด้วยวัสดุบูรณะฟันชั่วคราวไออาร์เอ็ม (IRM; Dentsply caulk, Delaware, USA) ให้ทำการอุดด้วยวัสดุบูรณะฟันชั่วคราวโพรวิส (Provis®; FAVODENT Karl Huber GmbH, Karlsruhe, Germany) ถึงระดับซีอีเจก่อนแล้วอุดโพรงฟันที่เหลือทั้งหมดด้วยวัสดุบูรณะฟันชั่วคราวไออาร์เอ็ม ส่วนฟันกลุ่มที่เหลือให้อุดปิดด้วยวัสดุบูรณะฟันชั่วคราวโพรวิสทั้งหมด นำฟันทุกกลุ่มไปแช่น้ำกลั่นอุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 100 เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เมื่อครบกำหนดเวลา ในกลุ่มที่บูรณะด้วยเรซินคอมโพสิตออนเลย์ ให้ทำการกรอเตรียมโพรงฟันโดยกรอที่ปุ่มฟันด้านแก้มและปุ่มฟันด้านลิ้น ลึก 1.5 มิลลิเมตร ขนานไปกับพื้นเอียง (Incline plane) ของปุ่มฟันแต่ละด้าน ตรวจสอบความลึกและรูปร่างในการกรอตัดฟันด้วยดัชนีพัตตี (รูปที่ 1D) จากนั้นบูรณะฟันด้วยวัสดุชนิดต่างๆ ตามที่ออกแบบไว้ (ตารางที่ 2)



รูปที่ 1 การเตรียมชิ้นงานและการทดสอบการแตกหัก A) มุมมองด้านบดเคี้ยวและ B) มุมมองด้านประชิดของการกรอเตรียมโพรงฟันแบบเอ็มโอดี C) การเปิดทางของฟันกรามน้อยบน D) การกรอเตรียมโพรงฟันสำหรับออนเลย์ E) ติดตั้งชิ้นงานบนเครื่องทดสอบสากล ให้หัวกดเหล็กกล้าโลหะไร้สนิมทรงกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 มิลลิเมตรสัมผัสที่พื้นเอียงด้านเพดานของปุ่มฟันด้านแก้ม โดยให้แนวแกนฟันทำมุม 45 องศากับพื้นราบ

Figure 1 Specimen preparation and fracture test A) Occlusal and B) proximal views of MOD cavity preparation. C) Access opening of maxillary premolar. D) Onlay preparation. E) The specimen mounted on the universal testing machine, with a round-ended steel cylinder of 3 mm radius applied to the palatal incline plane of buccal cusp at an angle of 45 degree to the vertical.

ในกลุ่มที่บูรณะด้วยเรซินคอมโพสิตชนิดดั้งเดิม กลุ่มฟิลเทคแซดสองห้าศูนย์ (Z250; 3M ESPE) และเรซินคอมโพสิตชนิดบิลด์อัพฟิลล์กลุ่มฟิลเทคบัลล์ฟิลล์โพสทีเรีย (FBF; 3M ESPE) และ โซนิคฟิลล์ทู (SBF; Kerr Corp., Orange, CA, USA) ให้รีอิวต์วัสดุบูรณะฟันชั่วคราวออกทั้งหมด ล้างให้สะอาด เตรียมพื้นผิวฟันด้วยกรดฟอสฟอริกความเข้มข้นร้อยละ 35 (Phosphoric acid 35%; 3M Deutschland

GmbH., Neuss, Germany) โดยทำที่บริเวณเคลือบฟันก่อนเป็นเวลา 15 วินาที ตามด้วยที่เนื้อฟันอีก 15 วินาที แล้วล้างออกด้วยน้ำเปล่านาน 10 วินาที จากนั้นใช้สำลีซับพองหมาด ทาสารยึด (Adper™ Single Bond 2 Adhesive; 3M ESPE) ในลักษณะถูวน 15 วินาที เป่าลมเบา ๆ 5 วินาที แล้วฉายแสงเป็นเวลา 10 วินาที ทำการบูรณะฟันด้วยวัสดุเรซินคอมโพสิตที่กำหนดไว้ตามคำแนะนำของบริษัท โดยใช้ดัชนีฟัดดีช่วยในการอุดเพื่อเป็นการควบคุมความหนาของวัสดุบูรณะให้เท่ากันทุกซี่ ฉายแสงด้านละ 40 วินาที ฟิล์มลิเชอรินเจล (Glycerine gel) ให้คลุมวัสดุบูรณะทั้งหมดแล้วฉายแสงด้านละ 40 วินาที ขัดแต่งวัสดุส่วนเกินด้วยหัวกรอจากเพชรชนิดละเอียดและละเอียดมาก (Fine/super fine diamond bur; Intensiv SA, Grancia, Switzerland) รูปรักบี้ และตามด้วยหัวขัดชนิดซิลิโคน (Enhance bur; Dentsply Sirona, Milford, USA) เก็บฟันในน้ำกลั่นอุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 100 เป็นเวลา 24 ชั่วโมง¹⁵ กลุ่มที่บูรณะด้วยเรซินคอมโพสิตชนิดเสริมแรงด้วยไฟเบอร์กลุ่มเอเวอร์เอ็กซ์ โปสทีเรีย (EXP; EverX Posterior; GC EUROPE NV, Leuven, Belgium) และบิลด์อิท (BFR; Build-It™ FR; Kerr Corp.) หลังจากทำวัสดุบูรณะฟันชั่วคราวออกและเตรียมพื้นผิวเนื้อฟันตามวิธีการข้างต้นแล้ว ทำการบูรณะแกนฟันต่อด้วยเรซินคอมโพสิตชนิดเสริมแรงด้วยไฟเบอร์ตามกลุ่มที่ออกแบบไว้ โดยให้ความสูงของแกนฟันอยู่ระดับเดียวกับผนังโพรงฟัน (Pulpal floor) ฉายแสง 40 วินาที จากนั้นทำการบูรณะอเนกด้านบนด้วยฟิลเทคแซดสองห้าศูนย์ตามวิธีที่กล่าวข้างต้น ขัดแต่งวัสดุ จากนั้นนำเก็บฟันในน้ำกลั่น

อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 100 เป็นเวลา 24 ชั่วโมง¹⁵

การวัดค่าแรงต้านทานต่อการแตกหัก นำฟันที่บูรณะเสร็จเรียบร้อยแล้วออกจากเบ้าเรซินอะคริลิก กำจัดไลด์สเปสเซอร์ แทนที่ด้วยวัสดุซิลิโคนชนิดเนื้อเหลว (Light body, 3M ESPE) ที่บริเวณรากฟันและนำกลับไปฝังในเบ้าเรซินอะคริลิกในตำแหน่งเดิมโดยใช้เครื่องสำรวจความขนานช่วยในการกำหนดทิศทาง หลังจากซิลิโคนแข็งตัวเต็มที่ทำการกำจัดวัสดุส่วนเกินออกด้วยไบมิดเบอร์ 15 จากนั้นนำกลุ่มตัวอย่างมาทดสอบแรงกดอัดจากเครื่องวัดกำลังแรงอัด โดยยึดข้อพิวกับฐานของเครื่องทดสอบสากล (Universal testing machine; Lloyd Instruments Ltd, Steyning Way, Bognor Regis, West Sussex) โดยให้แนวแกนฟันทำมุม 45 องศากับพื้นราบ หัวกดเหล็กกล้าโลหะไร้สนิมทรงกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 มิลลิเมตรสัมผัสกับวัสดุบนพื้นเอียงด้านเพดานของปุ่มฟันด้านแก้ม (รูปที่ 1E) เคลื่อนกดในแนวตั้งด้วยอัตราเร็ว 0.5 มิลลิเมตรต่อวินาที จนกระทั่งฟันเกิดการแตกหัก ทำการบันทึกค่าแรงสูงสุดที่ทำให้เกิดการแตกหักของฟันเป็นหน่วยนิวตันโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์

การจำแนกลักษณะการแตกหัก ทำการบันทึกรูปแบบการแตกหัก (Mode of fracture) โดยการศึกษาที่ดัดแปลงรูปแบบการแตกหักจากการศึกษาของ Burke และคณะ ในปี ค.ศ. 1992¹⁶ โดยจำแนกลักษณะการแตกหักออกเป็น 6 รูปแบบ (ตารางที่ 3) ซึ่งการแตกหักรูปแบบที่ 1 ถึง 4 ถือว่าเป็นการแตกหักที่สามารถซ่อมแซม หรือบูรณะใหม่ได้ (Restorable) ส่วนการแตกหักในรูปแบบที่ 5 และ 6 ถือว่าไม่สามารถบูรณะใหม่ได้ (Unrestorable)

ตารางที่ 3 การจำแนกรูปแบบการแตกหัก (ดัดแปลงจาก Burke และคณะ ในปี ค.ศ. 1992)

Table 3 Fracture mode classification (Modified from Burke et al. 1992)

Fracture mode	Pattern of fracture	Restorable/ Unrestorable
I	Fractures were restricted to the restoration.	
II	Fractures were less than half of crown and did not extend to the root.	
III	Fractures were more than half of crown and did not extend to the root.	Restorable
IV	Fractures of the crown extended to the root, but they were less than 2 mm above the acrylic line and were restorable.	
V	Fractures occurred in the crown and the root and extended more than 2 mm below the acrylic line and were not restorable.	Unrestorable
VI	Fractures were restricted to the root.	

การวิเคราะห์ข้อมูล นำค่าแรงสูงสุดที่ทำให้เกิดการแตกหักของฟันแต่ละซี่ที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น (Level of confidence) ร้อยละ 95 เนื่องจากข้อมูลมีการกระจายแบบปกติ (Normal distribution) จึงทำการวิเคราะห์ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างด้วยการเปรียบเทียบพหุคูณ (Multiple comparisons) ตามการทดสอบเอชเอสดีของทูกีย์ (Tukey's HSD test) และใช้สถิติพรณนาเพื่อรายงานรูปแบบการแตกหักเป็นจำนวนซี่และจำแนกการแตกหักว่าสามารถบูรณะใหม่ได้หรือไม่เป็นร้อยละ

ผล

แรงต้านทานต่อการแตกหัก ค่าเฉลี่ยแรงต้านทานต่อการแตกหักของทุกกลุ่มดังแสดงในตารางที่ 4 เมื่อทำการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่ากลุ่มทดลองทั้ง 5 กลุ่ม คือ Z250 FBF SBF EXP BFR และกลุ่ม INT มีค่าเฉลี่ยแรงต้านทานต่อการแตกหักแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่กลุ่ม IRM มีค่าเฉลี่ยแรงต้านทานต่อการแตกหักต่ำที่สุดและแตกต่างกับกลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

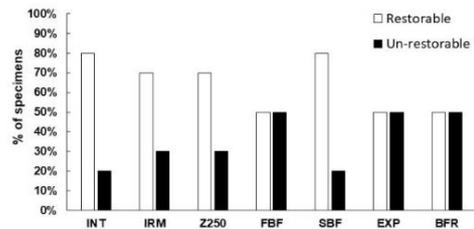
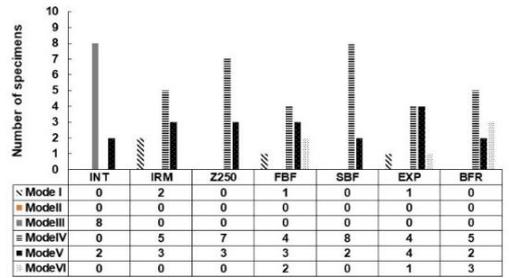
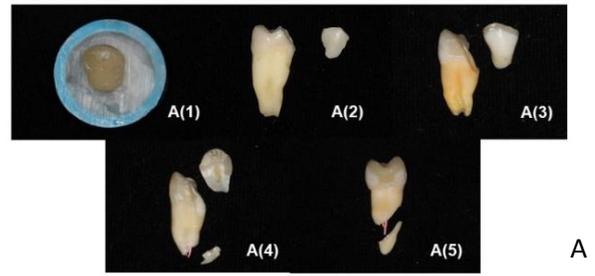
รูปแบบการแตกหัก เมื่อทำการวิเคราะห์รูปแบบการแตกหักของกลุ่มที่ทำการศึกษา พบว่ามีลักษณะของการแตกหักเกือบครบทุกรูปแบบ ยกเว้นรูปแบบที่ 2 ที่ไม่พบเลยในทุกกลุ่มการทดลอง (รูปที่ 2B) เมื่อพิจารณารูปแบบการแตกหักว่าสามารถซ่อมแซมหรือบูรณะใหม่ได้หรือไม่ พบว่าในกลุ่ม INT Z250 และ SBF มีรูปแบบของการแตกหักที่สามารถบูรณะใหม่ได้มากกว่าการแตกหักที่ไม่สามารถบูรณะใหม่ได้ ต่างจากกลุ่ม FBF EXP และ BFR ที่พบรูปแบบของการแตกหักทั้งแบบที่สามารถบูรณะใหม่ได้และไม่สามารถบูรณะใหม่ได้ใกล้เคียงกัน (รูปที่ 2C)

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ยแรงต้านทานต่อการแตกหักของกลุ่มทดลองทั้งหมด

Table 4 The mean fracture resistance values of all experimental groups

Group	Mean ± SD	Significance
INT	654.47±105.32	a
IRM	314.20±93.82	b
Z250	583.61±135.04	a
FBF	541.84±144.87	a
SBF	598.62±136.45	a
EXP	600.65±166.69	a
BFR	587.37±91.09	a

สัญลักษณ์ที่แตกต่างกันแสดงถึงความแตกต่างที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ $p < 0.05$
Different letters indicate significant differences at the level of significance of $p < 0.05$



รูปที่ 2 แสดงรูปแบบการแตกหัก รูปภาพแสดงการแตกหักในรูปแบบต่าง ๆ A(1) รูปแบบที่ 1 A(2) รูปแบบที่ 3 A(3) รูปแบบที่ 4 A(4) รูปแบบที่ 5 และ A(5) รูปแบบที่ 6 B) แสดงความถี่ของรูปแบบการแตกหักที่พบในแต่ละกลุ่ม C) แสดงความถี่ของการแตกหักที่สามารถบูรณะใหม่ได้ และไม่สามารถบูรณะใหม่ได้ (ร้อยละ)

Figure 2 Fracture modes A) Representative images of different fracture modes. A(1) mode I; A(2) mode III; A(3) mode IV; A(4) mode V; and A(5) mode VI. B) The Frequency of fracture modes among groups. C) The frequency of restorable and un-restorable teeth (%).

บทวิจารณ์

การศึกษานี้ทำการทดสอบการต้านทานต่อการแตกหักในฟันกรามน้อยบนที่ผ่านการรักษาคคลองรากฟันและบูรณะด้วยออนเลย์ทางตรงโดยใช้วัสดุเรซินคอมโพสิตชนิดต่าง ๆ ซึ่งออกแบบการทดลองโดยให้แรงกดโดยตรงต่อฟันกรามน้อยบนกระทั่งเกิดการแตกหักด้วยหัวกดเหล็กกล้าโลหะไร้สนิมทรงกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 มิลลิเมตร⁶ ซึ่งแตกต่างจากการศึกษาอื่นก่อนหน้าที่ใช้หัวกดที่มีขนาดแตกต่างกันไปตั้งแต่ตั้งแต่ 1 – 8 มิลลิเมตร¹⁶ ทั้งนี้อาจเป็นผลจากการใช้ฟันที่แตกต่างกัน นอกจากนี้ตำแหน่งที่ให้แรงและทิศทางของแรงก็มีความแตกต่างกัน บางการศึกษาให้แรงตามแนวแกนฟันโดยให้หัวกดสัมผัสทั้งพื้นเอียงด้านเพดานและพื้นเอียงด้านแก้มของปุ่มฟัน ขณะที่บางการศึกษาให้แรงทำมุม 30 องศา หรือ 45 องศา กับแนวแกนฟันเพื่อจำลองแรงบิดเคี้ยวที่ได้รับจากการเคลื่อนไหวไปด้านข้างของขากรรไกร (Lateral jaw movement) ตามวงเคี้ยว ส่วนการศึกษานี้ให้แรง 45 องศาที่พื้นเอียงด้านเพดานของปุ่มฟันด้านแก้ม เนื่องจากการศึกษาของ Cavel และคณะในปี ค.ศ.1985 พบว่าฟันกรามน้อยบนจะมีอัตราการแตกหักที่ปุ่มฟันด้านแก้มสูงถึงร้อยละ 60 ในขณะที่ปุ่มฟันด้านเพดานพบเพียงร้อยละ 40¹⁷ จากระเบียบวิธีวิจัยที่แตกต่างกันในแต่ละการศึกษา ทำให้ผลที่ได้ในแต่ละการศึกษามีความแตกต่างกันไปทั้งในแง่ของค่าแรงเฉลี่ยที่ทำให้เกิดการแตกหัก และรูปแบบของการแตกหักที่ได้ ดังนั้นในการแปลผลควรพิจารณาถึงระเบียบวิธีวิจัยที่แตกต่างกันนี้ด้วย

การบูรณะด้วยออนเลย์ถือเป็นทางเลือกในการรักษาฟันที่ได้รับการรักษาคคลองรากฟันและเหลือผนังฟันอย่างน้อยสองด้าน³ โดยเฉพาะการบูรณะด้วยเรซินคอมโพสิตออนเลย์วิธีทางตรงจะมีการสูญเสียโครงสร้างฟันขณะที่เตรียมโพรงฟันเพื่อการบูรณะเพียงเล็กน้อย โดยวัสดุเรซินคอมโพสิตที่ใช้ในปัจจุบันมีหลายชนิด มีการศึกษาพบว่าการใช้เรซินคอมโพสิตในการบูรณะฟันให้ค่าแรงต้านทานต่อการแตกหักไม่แตกต่างจากฟันธรรมชาติ⁶ เนื่องจากวัสดุเรซินคอมโพสิตนั้นมีค่ามอดูลัสของสภาพยืดหยุ่น (Modulus of elasticity) ใกล้เคียงกับเนื้อฟัน จึงทำให้มีการส่งผ่านและกระจายแรงเค้นขณะใช้งานไปยังโครงสร้างฟันที่เหลืออยู่ ความเค้นที่สะสมในวัสดุจึงน้อย และเมื่อวัสดุได้รับแรงจะมีการเปลี่ยนรูปแบบยืดหยุ่น (Elastic deformation) คล้ายกับโครงสร้างฟัน^{18,19} จึง

เป็นการช่วยเพิ่มความแข็งแรงให้กับฟันที่มีโครงสร้างฟันอ่อนแอได้ โดยเฉพาะในฟันที่มีโพรงฟันขนาดใหญ่ ดังนั้นการบูรณะด้วยเรซินคอมโพสิตร่วมกับการคลุมปุ่มยอดฟันจึงถือเป็นทางเลือกที่ปลอดภัยในการบูรณะฟันที่ผ่านการรักษาคคลองรากฟัน²

ส่วนประกอบต่าง ๆ ที่อยู่ในเรซินคอมโพสิต เช่น ชนิดและปริมาณของเรซินเมทริกซ์ ชนิด ขนาด รูปร่างและปริมาณของวัสดุอัดแทรก หรือชนิดและการเรียงตัวของไฟเบอร์ล้วนมีผลต่อคุณสมบัติเชิงกลของเรซินคอมโพสิต ไม่ว่าจะเป็นความต้านทานต่อการโค้งงอ ความทนแรงอัด (Compressive strength) ความแข็ง (Hardness) และมอดูลัสของสภาพยืดหยุ่น^{20,21} เรซินคอมโพสิตชนิดบัลค์ฟิลด์ถูกออกแบบขึ้นมาให้สามารถบ่มได้ลึกถึง 4-5 มิลลิเมตร เนื่องจากการปรับปรุงบางอย่างในตัววัสดุ ได้แก่ การลดปริมาณวัสดุอัดแทรก การเพิ่มขนาดอนุภาคของวัสดุอัดแทรก หรือใช้สารไวแสงที่ทำให้เกิดปฏิกิริยาได้ง่ายขึ้น ทำให้วัสดุที่อยู่ในโพรงฟันลึก ๆ สามารถบ่มตัวได้ดียิ่งขึ้น ร่วมกับการปรับเปลี่ยนชนิดโมโนเมอร์ทำให้วัสดุมีการหดตัวน้อยลง⁷ มีการศึกษารายงานว่าปริมาณของวัสดุอัดแทรกที่เพิ่มมากขึ้นจะทำให้คุณสมบัติเชิงกลของวัสดุสูงขึ้นด้วย เช่น ความต้านทานต่อการโค้งงอ มอดูลัสโค้งงอ (Flexural modulus) ความแข็ง และความทนทานต่อการแตกหัก¹⁸ ผลที่ได้จากการศึกษานี้พบว่าค่าเฉลี่ยแรงต้านทานต่อการแตกหักของกลุ่ม FBF SBF และ Z250 แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าวัสดุอัดแทรกของเรซินคอมโพสิตชนิดบัลค์ฟิลด์ กลุ่มฟิลเทคบัลค์ฟิลด์โพสทีเรียและโซนิคฟิลด์ทูมิปริมาณใกล้เคียงกับเรซินคอมโพสิตชนิดดั้งเดิมฟิลเทคแซดสองห้าศูนย์ แม้ว่าจะมีความแตกต่างกันที่ชนิดและขนาดของวัสดุอัดแทรกก็ตาม นอกจากนี้ยังพบว่าทั้งสามกลุ่มนี้มีค่าเฉลี่ยแรงต้านทานต่อการแตกหักไม่ต่างจากกลุ่ม INT ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาก่อนหน้านี้ของ ElAyouti A และคณะที่พบว่าการบูรณะฟันด้วยเรซินคอมโพสิตออนเลย์ให้ค่าเฉลี่ยแรงต้านทานต่อการแตกหักไม่แตกต่างจากฟันธรรมชาติ⁶

มีรายงานถึงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของวัสดุอัดแทรกกับค่ามอดูลัสของสภาพยืดหยุ่นของวัสดุ โดยพบว่าถ้าปริมาณของวัสดุอัดแทรกเพิ่มขึ้นค่ามอดูลัสของสภาพยืดหยุ่นของวัสดุก็จะเพิ่มขึ้นด้วย^{21,22} อย่างไรก็ตามมีการศึกษาที่รายงานว่าปริมาณของวัสดุอัดแทรกไม่ใช่ปัจจัยเพียงอย่างเดียวเท่านั้นที่มีผลต่อค่ามอดูลัสของสภาพยืดหยุ่นของวัสดุ

แต่รูปร่างของวัสดุอัดแทรกก็มีผลเช่นเดียวกัน²¹ ในวัสดุที่มีค่ามอดุลัสของสภาพยืดหยุ่นสูง วัสดุไม่สามารถช่วยดูดซับแรงได้ แต่จะเพิ่มความเค้นสะสมที่ปุ่มฟันรอบ ๆ ขณะรับแรง ซึ่งส่งผลให้แรงต้านทานต่อการแตกหักลดลง สอดคล้องกับการศึกษาของ Rosatto และคณะ ในปี 2015 ที่พบว่าวัสดุที่มีค่ามอดุลัสของสภาพยืดหยุ่นสูง จะมีแรงต้านทานต่อการแตกหักต่ำ²³ ในทางตรงกันข้ามวัสดุบูรณะที่มีค่ามอดุลัสของสภาพยืดหยุ่นต่ำอาจจะช่วยลดความเค้นสะสมที่เกิดขึ้นและยังสามารถช่วยดูดซับแรงได้ แต่ถ้าค่ามอดุลัสของสภาพยืดหยุ่นต่ำมากก็อาจจะไม่สามารถรองรับแรงจากการบดเคี้ยวได้อย่างเต็มที่²⁴ ดังนั้นในการเลือกวัสดุเรซินคอมโพสิตเพื่อการบูรณะนั้นจึงมีข้อเสนอแนะว่าให้เลือกวัสดุที่มีค่ามอดุลัสของสภาพยืดหยุ่นใกล้เคียงกับ โพรงฟัน โดยรอบจะให้ผลที่ดีกว่า²³ อย่างไรก็ตามมีการศึกษาที่พบว่าวัสดุสองชนิดที่มีค่ามอดุลัสของสภาพยืดหยุ่นเท่ากัน ไม่จำเป็นที่จะต้องมีความเค้นสะสมเท่ากัน เพราะความเค้นสะสมที่เกิดในวัสดุและที่ผิวงฟันนั้นเกิดจากหลาย ๆ ปัจจัยร่วมกัน^{25,26}

ไฟเบอร์เป็นอีกส่วนประกอบหนึ่งที่ถูกนำมาใช้กับเรซินคอมโพสิต ซึ่งปัจจัยที่มีผลต่อคุณสมบัติของวัสดุชนิดนี้ ได้แก่ ชนิดและปริมาณของเรซินเมทริกซ์ ความยาวและรูปร่างของไฟเบอร์ การเรียงตัวของไฟเบอร์ ความสามารถในการยึดติดระหว่างไฟเบอร์และส่วนเรซินเมทริกซ์ รวมไปถึงการชุบไฟเบอร์ด้วยเรซิน (Impregnation of fibers with the resin)²⁷ ทั้งเอเวอร์เอ็กซ์โพสทีเรีย และบิลด์อิทเป็นวัสดุเรซินคอมโพสิตที่เสริมความแข็งแรงด้วยไฟเบอร์เส้นสั้นชนิดอี (E-glass short fibre) ที่จัดเรียงตัวไม่เป็นระเบียบร่วมกับวัสดุอัดแทรกอนินทรีย์ที่แทรกอยู่ในเรซินเมทริกซ์ วัสดุเอเวอร์เอ็กซ์โพสทีเรียมีโครงสร้างพอลิเมอร์แบบเซมิอินเตอร์เพเนตเรตติงพอลิเมอร์เน็ตเวิร์ก หรือเซมิไอพีเอ็น (Semi-interpenetrating polymer network: Semi-IPN) ซึ่งมียางว่าโครงสร้างเช่นนี้ทำให้เรซินเมทริกซ์มีคุณสมบัติการยึดติดดีขึ้น และมีความเหนียวมากขึ้น ซึ่งจะช่วยควบคุมความเค้นจากการหดตัวเนื่องจากปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์ จึงช่วยลดรอยร้าวบริเวณขอบระหว่างฟันกับวัสดุได้ ร่วมกับการมีโครงสร้างแบบเซมิไอพีเอ็นนั้นทำให้การหดตัวโดยปริมาตรลดลง²⁷ มีการศึกษาในห้องทดลองหลายการศึกษาที่แสดงให้เห็นว่า เรซินคอมโพสิตเสริมแรงด้วยไฟเบอร์ที่มีโครงสร้างแบบเซมิไอพีเอ็นนั้นสามารถในการรับแรงบดเคี้ยวได้ดีขึ้น ความทนทานต่อการโค้งงอและความทนทาน

ต่อการแตกหักดีขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับเรซินคอมโพสิตชนิดดั้งเดิม^{10,27} แม้ว่าจะมีการศึกษาเกี่ยวกับการบูรณะด้วยวัสดุกลุ่มนี้หลายการศึกษา เช่น การศึกษาของ Kemalglu และคณะ ในปี ค.ศ. 2015¹² และการศึกษาของ Atalay และคณะ ในปี ค.ศ. 2016¹¹ แต่การศึกษาเกี่ยวกับการบูรณะด้วยออนเลย์โดยใช้เรซินคอมโพสิตชนิดเสริมแรงด้วยไฟเบอร์ยังมีน้อย โดยเฉพาะบิลด์อิทที่ค่อนข้างใหม่ในห้องตลาด

จากการศึกษานี้พบว่ากลุ่ม EXP และ BFR ให้ค่าเฉลี่ยแรงต้านทานต่อการแตกหักใกล้เคียงกัน ซึ่งอาจจะเกิดจากวัสดุทั้งสองกลุ่มนี้มีประกอบไปด้วยเรซินเมทริกซ์ไฟเบอร์เส้นสั้นชนิดอีที่จัดเรียงตัวไม่เป็นระเบียบเหมือนกัน และมีส่วนประกอบใกล้เคียงกัน แม้ว่าเอเวอร์เอ็กซ์โพสทีเรีย และบิลด์อิทมีปริมาณของวัสดุอัดแทรกน้อยกว่ากลุ่มทดสอบอื่น ๆ แต่การที่วัสดุทั้งสองกลุ่มนี้มีการเติมกลาสไฟเบอร์เข้าไปเพื่อเพิ่มคุณสมบัติของวัสดุ จึงอาจทำให้ค่าแรงต้านทานต่อการแตกหักที่ได้ของกลุ่ม EXP และ BFR มีค่าใกล้เคียงกับกลุ่ม Z250 และ SBF ซึ่งมีปริมาณวัสดุอัดแทรกที่สูง ในขณะที่กลุ่ม FBF นั้นพบว่ามียางวัสดุอัดแทรกน้อยกว่ากลุ่ม Z250 และ SBF เล็กน้อย ค่าแรงต้านทานต่อการแตกหักจึงต่ำกว่าทุกกลุ่มเล็กน้อยอย่างไม่มีความสำคัญทางสถิติ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Atalay และคณะ ในปี ค.ศ. 2016 ที่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของค่าเฉลี่ยแรงต้านทานต่อการแตกหักของฟันกรามน้อยบนที่ผ่านการรักษาคลองรากฟันและมีโพรงฟันแบบเอ็มโอดี ที่บูรณะด้วยเรซินคอมโพสิตชนิดดั้งเดิม (เททริกเอ็นซีเรม (Tetric N-Ceram; Ivoclar/ Vivadent)) เรซินคอมโพสิตชนิดบัลค์ฟิลล์ (ฟิลเทคบัลค์ฟิลล์โพสทีเรีย) และเรซินคอมโพสิตชนิดเสริมแรงด้วยไฟเบอร์ (เอเวอร์เอ็กซ์โพสทีเรีย ร่วมกับจีเนียลโพสทีเรีย (G-aenial posterior; GC))¹¹ นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับ Meenakumari และคณะ ในปี ค.ศ. 2018 ที่ศึกษาคุณสมบัติเชิงกลของเรซินคอมโพสิตชนิดต่าง ๆ ได้แก่ เรซินคอมโพสิตชนิดดั้งเดิม (เคลียร์ฟิล (ClearFil Majesty; Kurary) และฟิลเทคแซดสามห้าศูนย์ (Filtek Z350; 3M) เรซินคอมโพสิตชนิดบัลค์ฟิลล์ (ซัวร์ฟิลเอสดีอาร์ (SureFil SDR; Dentsply) และเททริกอีโวซีเรม (Tetric Evo Ceram bulk fill; Ivoclar/ Vivadent) และเรซินคอมโพสิตชนิดเสริมแรงด้วยไฟเบอร์ (เอเวอร์เอ็กซ์โพสทีเรีย) พบว่าเรซินคอมโพสิตยี่ห้อเคลียร์ฟิลที่มีปริมาณวัสดุอัดแทรกสูงสุด จะมีค่าความแข็งแรง ความต้านทานต่อการโค้งงอและมอดุลัสแรงดัดโค้งสูงสุด ในขณะที่

ที่ฟิลเทคแซดสามห้าศูนย์ และเอเวอร์เอ็กซ์โพสทีเรียมีค่าใกล้เคียงกัน เนื่องจากมีปริมาณวัสดุอัดแทรกอนินทรีย์ใกล้เคียงกัน ดังนั้นเรซินคอมโพสิตชนิดเสริมแรงด้วยไฟเบอร์จึงให้ค่าความแข็งแรงใกล้เคียงกับกลุ่มชนิดดั้งเดิม และสามารถต้านทานต่อการแตกหักต่อแรงบิดเคี้ยวได้ เพราะนอกจากมีวัสดุอัดแทรกแล้ว ยังมีกลาสไฟเบอร์ช่วยเพิ่มความแข็งแรงและแรงต้านต่อการดัดโค้ง (Bending) ให้กับวัสดุอีกด้วย²⁸

เมื่อพิจารณาถึงรูปแบบการแตกหักพบว่ากลุ่ม INT มีรูปแบบการแตกหักส่วนใหญ่อยู่เหนือต่อซีอีเจ (รูปแบบที่ 3) ซึ่งสามารถบูรณะใหม่ได้ สอดคล้องกับการศึกษาอื่น ๆ ที่พบว่าฟันธรรมชาติมีรูปแบบการแตกหักที่สามารถซ่อมแซมหรือบูรณะใหม่ได้มากกว่า ส่วนกลุ่ม IRM ที่มีการกรอเตรียมโพรงฟันแบบเอ็มโอดี ร่วมกับการการบูรณะด้วยวัสดุบูรณะฟันชั่วคราวโออาร์เอ็ม แม้ว่าจะมีรูปแบบการแตกหักที่สามารถบูรณะได้มากกว่าการแตกหักที่ไม่สามารถบูรณะได้ แต่เมื่อพิจารณาพร้อมกับค่าเฉลี่ยของแรงที่ทำให้เกิดการแตกหักของกลุ่มนี้พบว่าจะมีค่าประมาณ 314.2 นิวตัน ซึ่งเป็นค่าน้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มทดลองที่บูรณะด้วยเรซินคอมโพสิตออนไลน์วิธีทางตรงกลุ่มอื่น ๆ นอกจากนี้ยังมีค่าใกล้เคียงกับแรงบิดเคี้ยวปกติ (Physiological mastication forces) ที่บริเวณฟันหลังคือประมาณ 300 นิวตัน โดยค่าแรงบิดเคี้ยวสูงสุดที่บริเวณฟันกรามน้อยมีค่าประมาณ 350-500 นิวตัน²⁹ ซึ่งสอดคล้องกับทางคลินิกที่พบว่าฟันหลังที่ผ่านการรักษาลงรากฟันมาแล้วบูรณะด้วยวัสดุบูรณะฟันชั่วคราวจะพบการแตกหักมากกว่าฟันที่บูรณะด้วยเรซินคอมโพสิตออนไลน์วิธีทางตรง ดังนั้นในทางคลินิกจึงมีความจำเป็นที่ต้องบูรณะฟันหลังที่ผ่านการรักษาลงรากด้วยการคลุมปูนฟัน ส่วนเรซินคอมโพสิตชนิดดั้งเดิมกลุ่ม Z250 และเรซินคอมโพสิตชนิดบัลค์ฟิลล์กลุ่ม SBF มีรูปแบบการแตกหักที่สามารถบูรณะใหม่ได้ ตรงกันข้ามกับเรซินคอมโพสิตชนิดบัลค์ฟิลล์กลุ่ม FBF และเรซินคอมโพสิตชนิดเสริมแรงด้วยไฟเบอร์ทั้งกลุ่ม EXP และกลุ่ม BFR ที่พบว่าชิ้นงานถูกจัดอยู่ในกลุ่มที่สามารถบูรณะใหม่ได้เพียงครั้งหนึ่ง ส่วนอีกครั้งหนึ่งไม่สามารถบูรณะใหม่ได้ แม้ว่าทางบริษัทผู้ผลิตเอเวอร์เอ็กซ์โพสทีเรียกล่าวอ้างว่าการเติมกลาสไฟเบอร์เข้าไปช่วยในการป้องกันและหยุดการเกิดรอยแตกในวัสดุและเบียงเบนรอยร้าวไม่ให้มีการแตกที่รากฟันได้ก็ตาม หากพิจารณาในรูปแบบการแตกหักที่ไม่สามารถบูรณะต่อได้ของกลุ่ม FBF EXP และ

BFR ในการศึกษาพบว่ารอยแตกอยู่ต่ำกว่าระดับกระดูกและบางชิ้นงานไม่พบการแตกหักที่ตัวฟันและวัสดุบูรณะ แต่เกิดการแตกหักที่รากฟัน โดยเฉพาะกลุ่ม BFR ที่พบถึง 3 ชิ้นงาน ทั้งนี้อาจเป็นไปได้ว่าวัสดุทั้งสามชนิดนี้มีค่ามอดูลัสของสภาพยืดหยุ่นสูง^{26, 28} วัสดุไม่มีการดูดซับแรง แต่ส่งผ่านแรงไปยังรากฟัน จึงเกิดความเค้นสะสมมากที่บริเวณรากฟันและทำให้เกิดการแตกหักที่รากฟันในที่สุด อย่างไรก็ตามอาจต้องศึกษาเพิ่มเติมมากขึ้นด้วยวิธีวิเคราะห์อื่น เช่น การวิเคราะห์ด้วยระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ (Finite element analysis) เพื่อให้ได้ข้อมูลในส่วนดังกล่าวนี้ที่ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

แม้ว่าการผลการศึกษาในครั้งนี้ไม่พบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแรงต้านทานของการแตกหักของการบูรณะฟันกรามน้อยบนที่ผ่านการรักษาลงรากฟันด้วยออนไลน์จากการใช้เรซินคอมโพสิตชนิดต่าง ๆ ด้วยวิธีทางตรง อย่างไรก็ตามการเลือกใช้วัสดุทางคลินิกจำเป็นต้องพิจารณาถึงปัจจัยอื่น ๆ ร่วมด้วย เช่น เทคนิคในการอุด การควบคุมความชื้นและความสะอาดในการใช้งาน โดยทั่วไปแล้วในฟันหลังเป็นตำแหน่งที่ควบคุมความชื้นได้ยากกว่าฟันหน้า และในฟันหลังที่ผ่านการรักษาลงรากฟันมาแล้วจะมีโพรงฟันที่ต้องทำการบูรณะที่ค่อนข้างลึก การใช้เรซินคอมโพสิตชนิดดั้งเดิม เช่น วัสดุฟิลเทคแซดสองห้าศูนย์ ในการบูรณะนั้นแนะนำให้อุดเป็นชั้น ๆ ชั้นละไม่เกิน 2 มิลลิเมตร เพื่อให้เกิดพอลิเมอร์ที่สมบูรณ์ที่สุดและลดความเค้นตกค้าง (Residual stress) จากการหดตัวเนื่องจากปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์³⁰ ถึงแม้ว่าจะมีการศึกษาที่พบว่า การอุดเป็นชั้น ๆ นั้นยังคงทำให้วัสดุมีผลรวมความเค้นที่เกิดจากการหดตัวจากปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์ (Total polymerization shrinkage) สูง เนื่องจากมีความเค้นตกค้างในแต่ละชั้นของวัสดุ^{23, 26, 31} แต่ก็ให้ผลดีกว่าการอุดเรซินคอมโพสิตชนิดดั้งเดิมเป็นก้อนทีเดียว เพราะหากวัสดุเกิดการบวมตัวไม่เต็มที่จะส่งผลต่อคุณสมบัติเชิงกลของวัสดุ³² ดังนั้นในการบูรณะฟันหลังที่มีโพรงฟันขนาดใหญ่และอยู่ในบริเวณที่จัดการกับความชื้นได้ยาก การบูรณะด้วยเรซินคอมโพสิตชนิดดั้งเดิมอาจไม่ใช่ทางเลือกที่เหมาะสม การเลือกใช้วัสดุในกลุ่มเรซินคอมโพสิตชนิดบัลค์ฟิลล์อาจจะเป็นทางเลือกที่ดีกว่า เนื่องจากวัสดุชนิดนี้ได้รับการออกแบบมาเพื่อให้ใช้งานง่ายขึ้น โดยมีความลึกในการบ่มตัวได้ถึง 4-5 มิลลิเมตร ซึ่งมากกว่าเรซินคอมโพสิตชนิดดั้งเดิม จากการศึกษาของ Rosatto และคณะในปี ค.ศ. 2015 พบว่าการอุดฟันด้วยเรซินคอมโพสิตชนิดบัลค์ฟิลล์ทำให้เกิดความเค้น

หลังสถานะเจล (Post-gel shrinkage) น้อยกว่าการอุดฟันด้วยเรซินคอมโพสิตชนิดดั้งเดิม²³ และการศึกษาของ Rizzante และคณะในปี ค.ศ. 2019 ที่พบว่าเรซินคอมโพสิตชนิดบัลค์ฟิลล์ทำให้เกิดความเค้นจากการหดตัวน้อยกว่าเรซินคอมโพสิตชนิดดั้งเดิม เนื่องจากไม่ต้องอุดเป็นชั้น ๆ²⁶ อย่างไรก็ตามถ้าเปรียบเทียบถึงค่าใช้จ่าย วัสดุในกลุ่มเรซินคอมโพสิตชนิดบัลค์ฟิลล์ยังคงมีราคาสูงมากกว่าเรซินคอมโพสิตชนิดดั้งเดิม

ส่วนการใช้เรซินคอมโพสิตชนิดเสริมแรงด้วยไฟเบอร์ แม้ว่าการเติมไฟเบอร์เข้าไปช่วยหยุดการเกิดรอยร้าวขณะที่มีแรงเค้นส่งผ่านมาที่เรซินเมทริกซ์ ทำให้วัสดุมีคุณสมบัติที่ดีขึ้น อย่างไรก็ตามในการบูรณะฟันนั้นทางบริษัทผู้ผลิตมีคำแนะนำว่าให้บูรณะได้เฉพาะส่วนแกนฟันและให้บูรณะส่วนบนด้วยเรซินคอมโพสิตชนิดดั้งเดิม จากเหตุผลที่กล่าวมานี้ ทำให้การใช้เรซินคอมโพสิตชนิดเสริมแรงด้วยไฟเบอร์ไม่ได้ช่วยส่งเสริมการใช้งานในด้านความสะดวก การลดขั้นตอนในการบูรณะและคำรักษา

บทสรุป

จากการศึกษาครั้งนี้สรุปได้ว่า การบูรณะฟันกรามน้อยบนที่ผ่านการรักษาลงรากฟันด้วยออนเลย์ทางตรงโดยใช้เรซินคอมโพสิตชนิดดั้งเดิม (Z250) เรซินคอมโพสิตชนิดบัลค์ฟิลล์ (FBF และ SBF) และเรซินคอมโพสิตชนิดเสริมแรงด้วยไฟเบอร์ (EXP และ BFR) ให้ค่าเฉลี่ยแรงต้านทานต่อการแตกหักไม่แตกต่างกัน และมีค่าใกล้เคียงกับฟันธรรมชาติ เมื่อพิจารณารูปแบบการแตกหัก พบว่ากลุ่ม Z250 และ SBF มีรูปแบบการแตกหักที่สามารถบูรณะใหม่ได้มากถึงร้อยละ 70 เช่นเดียวกับกลุ่ม INT ในขณะที่กลุ่ม FBF EXP และ BFR มีรูปแบบการแตกหักที่สามารถบูรณะต่อเพียงร้อยละ 50

เอกสารอ้างอิง

- Dimitriu B, Vârlan C, Suci I, Vârlan V, Bodnar D. Current considerations concerning endodontically treated teeth: alteration of hard dental tissues and biomechanical properties following endodontic therapy. *J Med Life* 2009;2(1):60-5.
- Sorensen JA, Martinoff JT. Intracoronal reinforcement and coronal coverage: a study of endodontically treated teeth. *J Prosthet Dent* 1984;51(6):780-4.
- Peroz I, Blankenstein F, Lange KP, Naumann M. Restoring endodontically treated teeth with posts and cores--a review. *Quintessence Int* 2005;36(9):737-46.
- Torabinejad M, Walton R, Torabinejad M, Walton R. *Endodontics: principles and practice*. 4thed. Missouri: Saunders;2009.
- Suksaphar W, Banomyong D, Jirathyanatt T, Ngoenwivatkul Y. Survival rates against fracture of endodontically treated posterior teeth restored with full-coverage crowns or resin composite restorations: a systematic review. *Restor Dent Endod* 2017;42(3):157-67.
- ElAyouti A, Serry MI, Geis-Gerstorfer J, Lost C. Influence of cusp coverage on the fracture resistance of premolars with endodontic access cavities. *Int Endod J* 2011;44(6):543-9.
- 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.
- 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.
- Veloso SRM, Lemos CAA, de Moraes SLD, do Egito Vasconcelos BC, Pellizzer EP, de Melo Monteiro GQ. Clinical performance of bulk-fill and conventional resin composite restorations in posterior teeth: a systematic review and meta-analysis. *Clin Oral Investig* 2019; 23(1): 221-33.
- Garoushi S, Sailyoja E, Vallittu PK, Lassila L. Physical properties and depth of cure of a new short fiber reinforced composite. *Dent Mater* 2013;29(8):835-41.
- Atalay C, Yazici AR, Horuztepe A, Nagas E, Ertan A, Ozgunaltay G. Fracture resistance of endodontically treated teeth restored with bulk fill, bulk fill flowable, fiber-reinforced, and conventional resin composite. *Oper Dent* 2016;41(5):131-40.
- Kemaloglu H, Emin Kaval M, Turkun M, Micoogullari Kurt S. Effect of novel restoration techniques on the fracture resistance of teeth treated endodontically: An *in vitro* study. *Dent Mater J* 2015;34(5):618-22.

13. Woelfel JB, Scheid RC, Weiss G. Woelfel's dental anatomy. 8thed. Philadelphia: Lippincott Williams&Wilkins;2012.
14. Reel DC, Mitchell RJ. Fracture resistance of teeth restored with Class II composite restorations. J Prosthet Dent 1989;61(2):177-80.
15. Alshiddi IF, Aljinbaz A. Fracture resistance of endodontically treated teeth restored with indirect composite inlay and onlay restorations - An *in vitro* study. Saudi Dent J 2016;28(1):49-55.
16. Burke FJ. Tooth fracture in vivo and *in vitro*. J Dent 1992;20(3):131-9.
17. Cavel WT, Kelsey WP, Blankenau RJ. An *in vivo* study of cuspal fracture. J Prosthet Dent 1985;53(1):38-42.
18. Ausiello P, Rengo S, Davidson CL, Watts DC. Stress distributions in adhesively cemented ceramic and resin-composite Class II inlay restorations: a 3D-FEA study. Dent Mater 2004;20(9):862-72.
19. Dejak B, Mlotkowski A. Three-dimensional finite element analysis of strength and adhesion of composite resin versus ceramic inlays in molars. J Prosthet Dent 2008;99(2):131-40.
20. Zimmerli B, Strub M, Jeger F, Stadler O, Lussi A. Composite materials: composition, properties and clinical applications. A literature review. Schweiz Monatsschr Zahnmed 2010;120(11):972-86.
21. Kim KH, Ong JL, Okuno O. The effect of filler loading and morphology on the mechanical properties of contemporary composites. J Prosthet Dent 2002;87(6):642-9.
22. Masouras K, Silikas N, Watts DC. Correlation of filler content and elastic properties of resin-composites. Dent Mater 2008;24(7):932-9.
23. Rosatto CM, Bicalho AA, Verissimo C, Braganca GF, Rodrigues MP, Tantbiroj D, et al. Mechanical properties, shrinkage stress, cuspal strain and fracture resistance of molars restored with bulk-fill composites and incremental filling technique. J Dent 2015;43(12): 1519-28.
24. Sabbagh J, Vreven J, Leloup G. Dynamic and static moduli of elasticity of resin-based materials. Dent Mater 2002;18(1):64-71.
25. Bicalho AA, Tantbiroj D, Versluis A, Soares CJ. Effect of occlusal loading and mechanical properties of resin composite on stress generated in posterior restorations. Am J Dent 2014;27(3):129-33.
26. Rizzante FAP, Mondelli RFL, Furuse AY, Borges AFS, Mendonca G, Ishikiriama SK. Shrinkage stress and elastic modulus assessment of bulk-fill composites. J Appl Oral Sci 2019;27:e20180132.
27. Garoushi S, Vallittu PK, Lassila LV. Short glass fiber reinforced restorative composite resin with semi-interpenetrating polymer network matrix. Dent Mater 2007; 23(11):1356-62.
28. Meenakumari C, Bhat KM, Bansal R, Singh N. Evaluation of mechanical properties of newer nano-posterior restorative resin composites: An *in vitro* study. Contemp Clin Dent 2018;9(1):142-6.
29. Koriotoh TW, Versluis A. Modeling the mechanical behavior of the jaws and their related structures by finite element (FE) analysis. Crit Rev Oral Biol Med 1997;8(1): 90-104.
30. Kuroe T, Tachibana K, Tanino Y, Satoh N, Ohata N, Sano H, et al. Contraction stress of composite resin build-up procedures for pulpless molars. J Adhes Dent 2003;5(1): 71-7.
31. Bicalho AA, Valdivia AD, Barreto BC, Tantbiroj D, Versluis A, Soares CJ. Incremental filling technique and composite material--part II: shrinkage and shrinkage stresses. Oper Dent 2014;39(2):83-92.
32. Jadhav S, Hegde V, Aher G, Fajandar N. Influence of light curing units on failure of direct composite restorations. J Conserv Dent 2011;14(3):225-7.

ผู้รับผิดชอบบทความ

ธิดารัตน์ อังวรวงษ์

สาขาวิชาทันตกรรมประดิษฐ์

คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40002

โทรศัพท์: 0 4320 2405 #45145

โทรสาร: 0 4320 2862

จดหมายอิเล็กทรอนิกส์: thidarat_ang@hotmail.com

The Fracture Resistance of Endodontically Treated Maxillary Premolars Restored with Direct Composite Onlay Using Different Resin Composite

Keatdumrong P* Thithaweerat S** Angwaravong O*** Angwarawong T****

Abstract

The purpose of this study is to evaluate fracture resistance and fracture pattern of endodontically treated upper first premolars that were restored with direct onlay technique using different resin composite materials. Seventy upper first premolars were divided into seven groups ($n=10$). The first ten premolars were left intact (INT) as the negative control group, while the remaining premolars received class II MOD cavity preparation and conventional root canal treatment. The positive control group was restored with interim restoration (IRM), whereas the experimental groups were prepared for direct composite onlay and were then restored with Filtek™ Z250 (Z250), or Filtek™ Bulk Fill Posterior (FBF), or SonicFill™ 2 (SBF), or EverX Posterior plus Filtek™ Z250 (EXP) or Build-It™ FR plus Filtek™ Z250 (BFR), as designed. All specimens were stored in 100% humidity at 37°C for 24 hours before the fracture test. Each specimen was mounted and aligned at 45-degree angle to the horizontal plane. Measurement of fracture resistance was done with the universal testing machine at a crosshead speed of 0.5 mm/sec using a 3 mm diameter metal ball pressing at palatal incline plane of buccal cusp. The maximum force at the fracture (mean±SD) was 654.47±105.32 N, 314.20±93.82 N, 583.61±135.04 N, 541.84±144.87 N, 598.62±136.45 N, 600.65±166.69 N and 587.37±91.09 N for INT, IRM, Z250, FBF, SBF, EXP and BFR, respectively. One-way ANOVA with Tukey's HSD test showed no significant difference in the mean maximum force at fracture among the intact teeth group and all direct composite onlay groups ($p>0.05$). The IRM group had the lowest fracture resistance value, which differed statistically from the other groups ($p<0.05$). More than 70% of fractures in group INT, IRM, Z250, and SBF were restorable while only half of group FBF, EXP and BFR were considered restorable. Conclusion could be drawn that direct composite onlay restorations of endodontically treated upper first premolar with different materials had comparable fracture resistance.

Key words: Endodontically treated tooth/ Resin composite/ Fracture resistance/ Direct onlay

Corresponding Author

Thidarat Angwarawong
Department of Prosthodontics,
Faculty of Dentistry, Khon Kaen University,
Amphur Muang, Khon Kaen, 40002.
Tel.: +66 43202405 #45145
Fax: +66 43202862
E-mail: thidarat_ang@hotmail.com

* Residency Training Program in Prosthodontics, Department of Prosthodontics, Faculty of Dentistry, Khon Kaen University, Amphur Muang, Khon Kaen.

** Private Practice, Bangkok.

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

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

Comparison of Wear Resistance, Surface Hardness and Surface Roughness of Dentof orm Tooth and Silane-treated Alumina Reinforced Epoxy Resin

Arwatchanakan S* Thanaphumphong N** Suwanprateeb J*** Arksornmukit M****

Abstract

Dentof orm teeth are extensively used in the preclinical laboratory practice by dental students. Nowadays, the price of the dentof orm teeth has been increased continuously. Therefore, the substitute materials were developed in order to reduce the imported teeth thus reducing the education expenses for dental students. The purpose of this study were to compare wear resistance, surface hardness and surface roughness of dentof orm teeth (Frasaco, German; Nissin, Japan) and epoxy composite (70 wt% untreated alumina and 50, 60, 70 wt% silane-treated alumina reinforced epoxy resin) while unfilled epoxy resin served as control. Fifteen specimens of each group (n=15) were examined for pin-on-disk wear resistance, Vickers surface hardness and contact stylus profilometer surface roughness. One-Way ANOVA statistic was used to analyze the data ($\alpha = 0.05$). It was found that wear resistance of 70 wt% and 60 wt% silane-treated alumina reinforced epoxy resin groups (tx 70% and tx 60% groups) were significantly higher than those of the others including dentof orm groups. The surface hardness of dentof orm groups was significant higher than all remaining groups (Frasaco: 38.321 ± 1.278 HV, Nissin: 39.245 ± 2.060 HV). However, when comparing within the epoxy composite groups, tx 70% group (29.924 ± 0.921) had been shown the significantly highest value. In surface roughness, tx 60% group had been revealed the lowest value but it was not significantly different with tx 50% and tx 70% groups. Although tx 70% group had been shown less surface hardness when compared with that of dentof orm groups, its wear resistance and surface roughness had been superior than those of dentof orm groups. Therefore, tx 70% should be considered as a promising and cost-effective substitute material for production of dentof orm teeth.

Keywords: Epoxy resin/ Silane-treated alumina/ Dentof orm tooth

Received: January 28, 2019

Revised: June 17, 2019

Accepted: July 07, 2019

Introduction

Dentof orm teeth or plastic teeth are frequently used in the preclinical laboratory practice by dental students in several subjects such as prosthodontic and operative practices until they have skill enough to treat their patients. Dentof orm teeth have many advantages for example uniform anatomy, unlimited availability, and ease of placement into a simulated dental arch. However, they have some limits such as their tactility is not similar to that of natural teeth, their dento-enamel junction (DEJ) is absent and their bonding ability to resin-based materials is limited. Therefore, it is necessary to practice on the natural teeth in some procedures. However, natural teeth are needed to be disinfected prior to use and

limited available. In addition, arranging natural teeth in the dentof orm arch is difficult to get proper occlusion.¹ Therefore, dentof orm teeth are the favorable choice for education of dental students. Since, a large number of dentof orm teeth are used each year and the price of the dentof orm teeth increased continuously. Therefore, the effort in this study was to find the substitute material of dentof orm teeth.

According to Chamchong's study,² the analysis of dentof orm teeth components by nuclear magnetic resonance (NMR) technique found that Frasaco dentof orm teeth (Frasaco, Germany) comprised melamine as an essential component whereas Nissin dentof orm teeth (Nissin, Japan) was epoxy resin. Moreover, thermogravimetric analysis

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

** Dental Department, Sung Noen Hospital, Amphur Sung Noen, Nakhon Ratchasima.

*** Research Scholar, Biomedical Engineering Research Unit, National Metal and Materials Technology Center (MTEC), Klong Luang, Pathumtani.

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

(TGA) revealed that Frasco dentoform teeth were composed of polymer approximately 40 wt% and fillers approximately 60 wt%. However, by means of X-ray diffraction, the types of fillers could not be identified because these components were too complicated to analyze. Alumina reinforced epoxy resin without silanization was chosen as substitute material. The result had been shown that surface hardness of Frasco dentoform teeth was the highest and surface hardness of alumina reinforced epoxy resin increased with increasing alumina content. For the surface roughness, alumina reinforced epoxy resin groups had significantly higher surface roughness than that of dentoform teeth. The reason might during tooth preparation; some of the fillers might be detached.²

The facts that main component of Nissin dentoform teeth is epoxy resin and 60 wt% fillers of Frasco dentoform teeth are still an interesting issue. Epoxy resin had many required qualities including low shrinkage, easy mold ability, chemical erosion resistance, good affinity to homogeneous materials, and thermal stability.^{3,4} Meanwhile, melamine had many good properties such as high hardness, good strength, good wear resistance.⁵ However, the molding process of melamine is more difficult than that of epoxy resin, because of the production process was to be through heat and pressure with compression molding method.⁶ Thus, epoxy resin was chosen to be the experimental material in this study.

Mechanical properties and tribological behavior of epoxy resin can be improved in many ways such as glass or carbon fiber reinforcement.^{7,8} Addition of microparticle or nanoparticle, such as Al_2O_3 , SiO_2 , TiO_2 , and $CaSiO_3$, also improve mechanical properties and tribological behavior of epoxy composite. Its strength, modulus, toughness, hardness and wear resistance were higher than pure epoxy.^{2,3,9-13} However, fiber reinforcement was a cause of reduction in flowability of the composite. Hence, using particle was a better choice to improve mechanical and tribological properties of epoxy resin.⁴ When considering types of particle added, alumina was more appropriate for improving mechanical particle than any others because of its high surface hardness.^{7,9} Moreover, substitute materials made from alumina reinforced epoxy composite had advantages

which were their availability, and low price. Thus, alumina was chosen to be the filler in this study.

Silane coupling agent (SCA) is a substance being able to attach organic polymer to inorganic substrate such as glass, mineral filler, metal and metallic oxide. It creates stable bond between organic and inorganic substrate which is significantly improve properties of the composite.¹⁴ In addition, surface silanization on alumina particle provides lower surface energy and also reduced the tendency for agglomerate formation. Hence, surface modification of alumina particles is found to be effective in the improvement of flowability through the reduction of particle cohesion.¹⁵ Selection of SCA was also important because efficiency of silanization depended on types of filler and organic polymer used.¹⁶ 3-aminopropyl triethoxysilane (APTES) is amino functional silane. It was used in previous studies, and the result showed that mechanical properties of the composite such as tensile modulus, flexural modulus, flexural strength and fracture toughness, and wear resistance were increased.¹⁷⁻¹⁹ In this study, APTES was used for silanization on alumina particle. Then, the wear resistance, surface hardness, and surface roughness of silane-treated and un-treated alumina reinforced epoxy resin were investigated and compared with the dentoform teeth. Therefore, the null hypotheses of this study were that there was no significant differences in terms of the wear resistance, surface hardness, and surface roughness among test groups.

Materials and Methods

1. Silicone mold preparation

Dentoform teeth were cut by low speed diamond saw (Isomet 40003TM, Buehler, USA) and polished by polishing machine (Ecomet 3TM, Buehler, USA) to achieve a rectangular prism shape, 5 ± 0.05 mm in width on both sides and 13-14 mm in length. Then, the rectangular prisms were attached on a tile at the distance of 1 cm between one another. The tile was boxed around by pink wax. Afterwards, silicone and its hardener were mixed in the vacuum mixer (Combination unit, Whip-Mix corporation, USA) for 1 min. Silicone mixture was poured in the box and left for 2 days until it solidified. Then rectangular prisms were removed out of the silicone mold. (Figure 1)

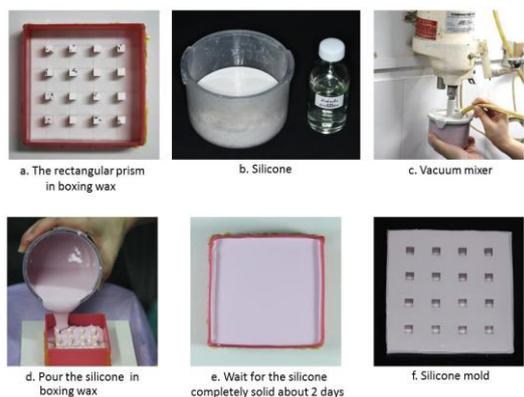


Figure 1 Silicone mold fabrication

2. Substitute material preparation

2.1 Silanization of alumina powder Spherical-shaped alumina with mean particles size of 4.5 μm (IndalCalined Alumina, HTM30, Loxley, Thailand) was selected as a filler. APTES (Sigma-Aldrich®, USA) was used for silanization of the alumina particle. The amount of APTES used was calculated from Arkle’s equation to create monolayer of silane coating on its filler surface.

Amount of silane (g) =

$$\frac{\text{Amount of filler (g)} \times \text{Surface area (m}^2\text{/g)}}{\text{Minimum coating area of silane coupling agent (m}^2\text{/g)}}$$

Where: Surface area = 1 m²/g

Minimum coating area of APTES = 353 m²/g

0.3 ml (d = 0.95 g/cm³) of APTES was added and stirred in 70 vol% ethanol 100 ml. These solutions were stored in a polyethylene cup with a cover and allowed to hydrolyze for 5 min. After that, 100 g of alumina powder was added into APTES solution. The mixture was stirred until the solvent was evaporated entirely, dried at room temperature for 14 days. Finally, silanization of the alumina powder was verified by energy dispersive spectroscopy (EDS: EMAX x-act, Horiba, Japan) and Fourier transform infrared spectroscopy (FTIR: Perkin Elmer, Spectrum One, USA).

2.2 Fabrication of alumina reinforced epoxy resin

105 specimens will be divided into seven groups (n = 15/group). The specimens of each group were prepared by its compositions (Figure 2). For the epoxy composite groups, epoxy resin was heated up to 70°C for reduce viscosity. Then, the alumina powder was gradually added into epoxy resin and stirred until it was homogeneous. After that, the mixture was left to cool (40°C). Hardener was added at an epoxy to hardener ratio of 2:1 and mixed all ingredients with vacuum mixer machine for 2 min. The mixture was poured into the silicone mold and left for 6 hr at room temperature and another 18 hr at 80°C for complete curing. Finally, the substitute materials were removed from the silicone mold and inspected (Figure 3).

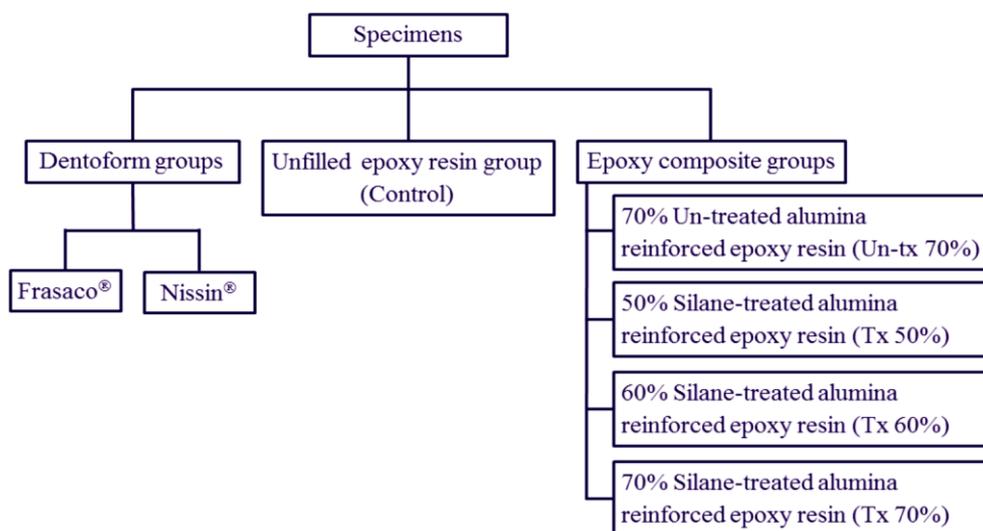


Figure 2 Specimen groups in this study

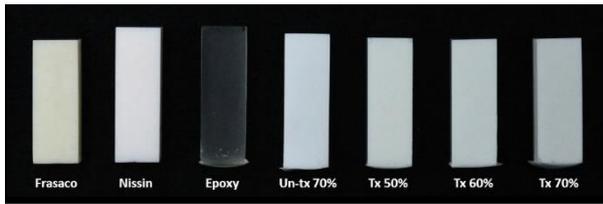


Figure 3 The specimens of dentoform groups prepared from dentoform teeth; the specimens of epoxy composite groups fabricated from the silicone mold

3. Test procedure

3.1 Wear resistance test Pin-on-disc technique (modified from ASTM G99-95a) was used by pressing the specimens against a rotating counterpart which was sandpaper 280-grit (Buehler, USA) on the polishing machine (Ecomet 3™, Buehler, USA) at room temperature (Figure 4). In each test, load of 1 kg was applied and a rotation velocity of 0.12 m/s and testing time of 2 min were employed. Wear resistance was determined by calculating the volume loss of the specimens by measuring the reduction in length of the specimens after test and calculating the volume loss.



Figure 4 Specimen holder with polishing machine that used for wear resistance test.

3.2 Surface hardness test Vickers microhardness test of all specimens was assessed by digital microhardness testing machine (FM-800, Future-Tech®, Japan). The diamond indenter was pressed into the specimens under a load of 300 gf for 15 s.² Each specimen was tested 3 times at the distance of 2 mm between each point (Figure 5). Then, diagonal lengths were measured and used to calculate Vickers hardness as follows:

$$HV = 1854.4 \times P/d^2$$

Where:

HV = Vickers hardness number (gf/μm²)

P = Force (gf)

d = Mean diagonal length of indentations (d1 and d2) (μm)

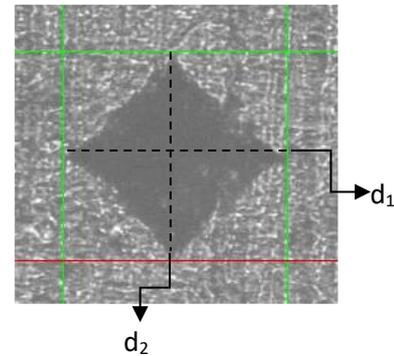
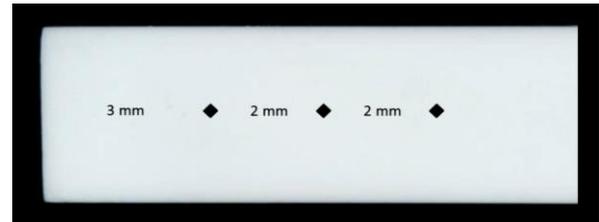


Figure 5 Vickers microhardness test; d₁ and d₂ = diagonal length of indentation.

3.3 Surface roughness test Surface roughness of all specimens was measured with contact stylus tracing profilometer (Surftest SV-3000, Mitutoyo, England). Tip of needle had to keep distance from the edge of the specimen around 1 mm. The measured distance was 3 mm, measure twice and these two times had to be 2 mm far from each other. The arithmetic average of the roughness profile (Ra), the maximum profile peak height (Rp) and the maximum profile valley depth (Rv) was recorded. Ra had been representative value for surface roughness of this study.

3.4 Scanning electron microscope (SEM) After all investigations, 5 specimens of each group were cut to 5 mm in thick by low speed diamond saw (ISOMET 40003™, Buehler, USA) and clean with ultrasonic cleanser (Vitasonic II, Vita Zahnfabrik, Germany) for 5 min. Then, cut surface was coated with gold and examined by SEM (S-3000N, Hitashi, Japan)

4. Statistical analysis

Data of wear resistance, surface hardness and surface roughness test were statistically analyzed. For test of normality, Shapiro-Wilk test was used and the results showed normal distributions. The homogeneity of variance was test by Levene statistic and the result showed that there were no significant differences. Then, the parametric ANOVA test was used and multiple comparisons were performed by Bonferroni test ($p > 0.05$).

Results

1. Energy dispersive spectroscopy (EDS) and Fourier transform infrared spectroscopy (FTIR)

Silicon was found in silane-treated group, but not in un-treated group by using EDS. Mean percentage of Al and Si composition in silane-treated alumina particles were 98.47-98.65 and 1.35-1.53 respectively. For FTIR spectral analysis was made to evaluate the chemical reaction on the surface of alumina particle due to the silane treatment. For un-treated

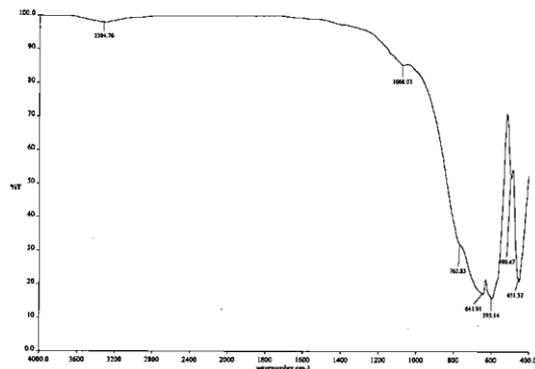


Figure 6 FTIR spectrums of un-treated alumina particle

2. Wear resistance

Figure 8 shows mean and standard deviation of volume loss of the specimens after wear resistance test; Materials with low volume loss mean that they have high wear resistance. Unfilled epoxy resin specimens which were served as control group had been disclosed significantly largest volume loss among study groups indicating its lowest wear resistance, while Tx 70% group had the highest wear resistance. Tx 70% group was significantly higher wear resistance than that of un-tx 70% group and also significantly higher than those of dentoform groups.

alumina particle (Figure 6), the peaks at 3304 cm^{-1} and 1066 cm^{-1} were caused by hydroxyl groups (Al-OH) on the surface of alumina powder due to the presence of atmospheric moisture on the surface of aluminum powder. For the silane-treated alumina particle (Figure 7), the characteristic absorption peak at 1042 cm^{-1} was attributed to Si-O stretching vibration originated from the bond between the -OH bond, which was obtained from ethanol as a diluents to the Si atom on the alumina surface or the OH bond to Si atom of the silane molecule. Moreover, the small peak at 1392 cm^{-1} corresponded to the methyl symmetrical C-H bending in the silane chain. These results had been the suggestions of the existence of an organic layer on the alumina surface. Furthermore, the other peak which indicated the existence of silane group on the alumina surface was small peak at 1555 cm^{-1} , where the peak was assigned to symmetric bending vibration of -NH_2 indicating the existence of amine group. Therefore, this confirms the reaction of APTES on aluminum particle surface.

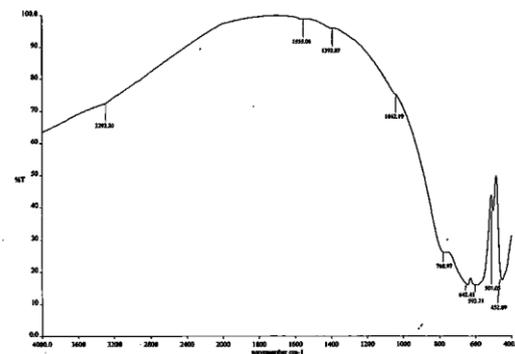


Figure 7 FTIR spectrums of silane-treated alumina particle

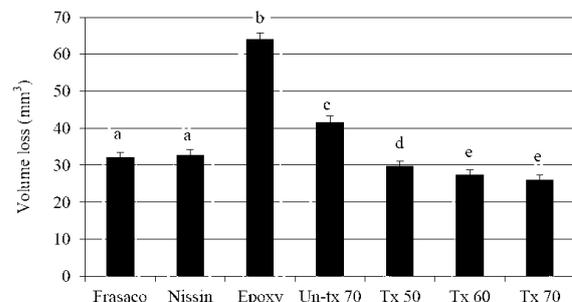


Figure 8 Mean and standard deviation of volume loss after wear resistance test (the same letters were not significantly different at $p > 0.05$).

3. Surface hardness

Significantly highest surface hardness was found for Nissin group (39.245 HV), whereas unfilled epoxy resin group (14.759 HV) had the significantly lowest surface hardness. Moreover, the surface hardness values of both dentofrom groups were significantly higher than the other experimental groups. However, within the epoxy composite groups, the surface hardness of tx 70% group (29.925 HV) was significantly highest. (Fig.9)

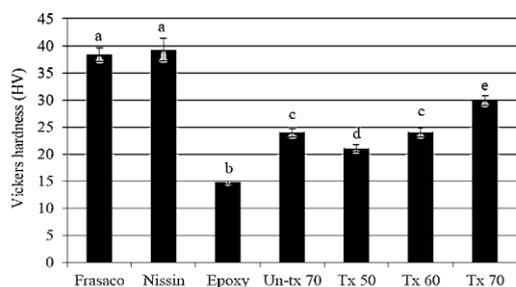


Figure 9 Mean and standard deviation of Vickers hardness (the same letters were not significantly different at $p>0.05$)

4. Surface roughness

In surface roughness (Ra), tx 60% group had the lowest surface roughness whereas unfilled epoxy resin group had the significant highest surface roughness. However, the results had been shown that no significant difference in surface roughness among the silane-treated alumina reinforced epoxy resin groups. About un-tx 70% group, it was no significant difference with dentofrom groups. (Figure10)

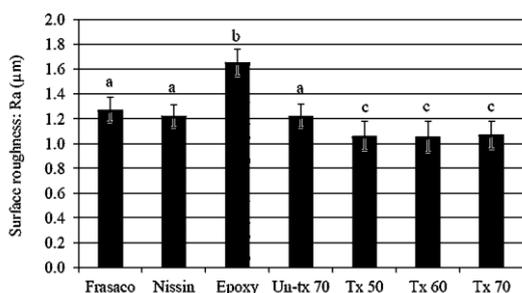


Figure 10 Mean and standard deviation of surface roughness (Ra) (the same letters were not significantly different at $p>0.05$)

5. Scanning electron microscopy

The material surfaces images by SEM after wear resistance testing at 1000 magnification had been observed (Figure11). Frasaco specimen had been obtained typical wear

mechanisms such as matrix cracking and exfoliation of matrix. For the Nissin group, it had been revealed appearance similar to that of Frasaco group but presented less matrix degradation and more exposure of air bubble. For unfilled epoxy resin group, the ploughing deformation and parallel scratching on the worn surface had been manifested. In all epoxy composite groups, the definite separation of the resin-filler interface could be detected and small craters had been seen throughout entire surface due to loss of alumina particle. However, the alumina particle of un-tx 70% group were dislodged more than tx 70% group and fracture alumina particle was found only in tx 70% group.

Discussion

The mechanical properties of epoxy composite groups had been improved by additional alumina particles with silane treatment (APTES). Consequently, wear resistance, surface hardness and surface roughness of the silane-treated alumina reinforced epoxy composite groups could be comparable to the dentofrom teeth groups. Significant differences among the groups in wear resistance, surface hardness and surface roughness investigations had been shown. Therefore, the null hypotheses had been rejected.

From silanization point of view, there are various types of silane coupling agents available in the interphase region, the area between an inorganic substrate (such as glass, metal, and minerals) and an organic substrate (such as an organic polymer, coatings, and adhesives), act as a bonding or bridging agent to improve the adhesion between the two dissimilar materials. However, APTES was selected based on its functional group and application. APTES reaction had been accomplished by its silanol groups with the hydroxyl groups on the alumina surface, which thus formed covalent bonds. Moreover, APTES can chemically react via its amino groups with the epoxy groups of the epoxy resin.²⁰ The silanization process in this study had been followed the protocol of previous studies.²¹ This wet technique was chosen because of easy manipulation and uniform coverage of filler particles. Amounts of APTES were selected based on the Arkle's equation, which were the minimum amount to create monolayer of APTES on alumina particle. The mechanical properties of composite can be improved by the silane-treated alumina when used the amount of SCA according to Arkle's equation.²¹

Pin-on-disc wear testing had been performed in this study. The advantage of this technique are easy to perform and measurement. The result had been revealed that when increasing amount of alumina particle, there was tendency for increased wear resistance. According to the prior study which was a linear relationship of filler volume on wear resistance. The wear rates were decreased with high filler volumes due to the area of resin unprotected by filler particles were decreased as well.²²

Wear resistance of tx 70% group was 37% higher than that of un-tx 70% group. Furthermore, within epoxy composite groups, the wear resistance of tx 70% group was significantly the greatest and also significantly higher than that of the dentofom teeth groups. Therefore, silanization could improve wear resistance effectively. This corresponds to previous studies which revealed that wear resistance of

silane-treated alumina reinforced epoxy resin was greater than that of un-treated alumina reinforced epoxy resin.^{17,20,23}

Considering the use of dentofom tooth for laboratory practice, a clear outline of tooth preparation could be indicative of material's surface roughness. The unfilled epoxy resin group had been revealed the highest surface roughness. It is possible that unfilled epoxy resin was the softest materials in this study, resulting in the deepest wear trace. This conforms to SEM that showed deep ploughing deformation of its surface (Figure 11; C). About void in materials, the specimen of un-tx 70% group exhibited dislodgement of alumina filler (Figure 11; D). Moreover, all silane-treated alumina reinforced epoxy resin groups had been shown less surface roughness when compared with that of other groups. This plausibility of both alumina filler and silianization could improve surface roughness property.²

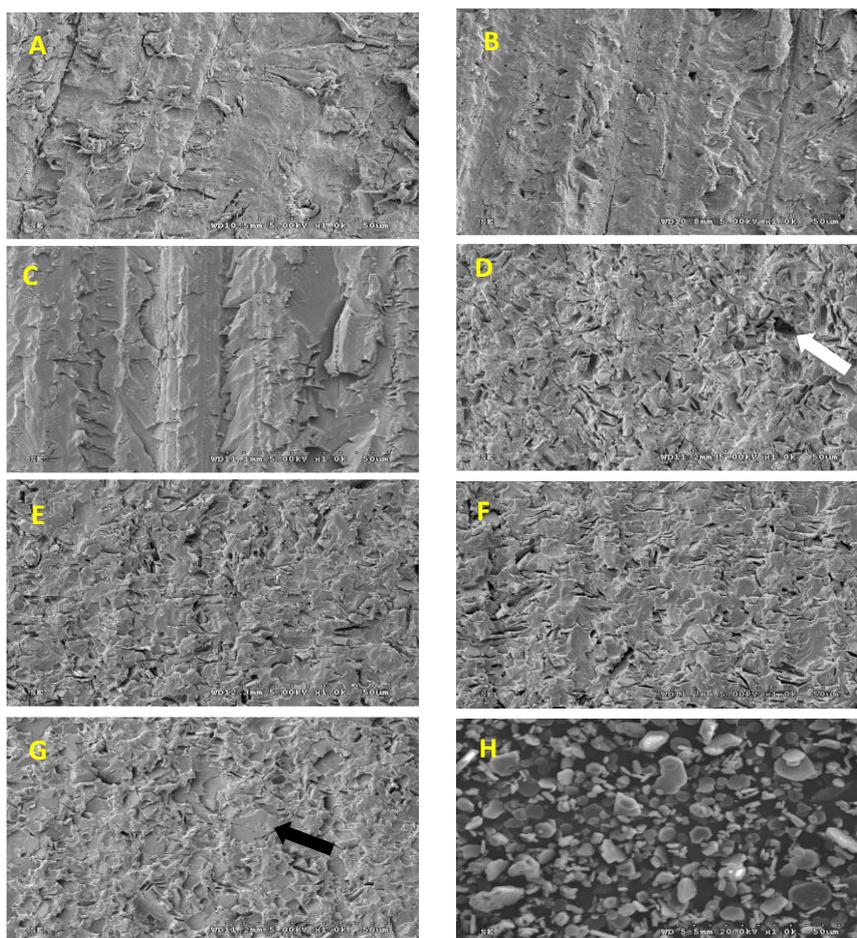


Figure 11 Surface material images of scanning electron microscope (SEM) at 1000 magnification after wear resistance test. A: Frasco, B: Nissin, C: Unfilled epoxy resin, D: Un-tx 70%, E: Tx 50%, F: Tx 60%, G: Tx 70%, and H: Alumina particle, the white arrow indicated area of alumina dislodgement whereas the black arrow indicated alumina particle.

In aspect of surface hardness, the results in this study agreed well with the results had been shown formerly that un-tx 70 had the surface hardness lower than that of the dentoform teeth.² In addition, the proportion of alumina was increased, the surface hardness was comparatively increased as well which are similar to several prior studies.^{3,8-10,20} Nevertheless, more than 70 wt% of alumina could not be added even if alumina was treated with SCA, because of the materials were too high viscosity and difficult to fabricate. However, the viscosity of tx 70% was lower than that of un-tx 70% resulting in easier molding. This is supported by Jallo's study, they reported that silanization provides lower surface energy values and the materials were expected to flow better.¹⁵ Moreover, study in dental resin composite showed that surface hardness of resin composites with silane-treated fillers is significantly greater than those of composite with untreated filler.²⁴ However, surface hardness of dentoform teeth group still significantly higher than that of tx 70% group. It is probable that polymer matrix of those are difference. Furthermore, the SEM figure had been revealed small void in epoxy composite groups, this is possible cause of lower surface hardness.

From the result, the surface hardness of tx 70% group was found to be the highest within the epoxy composite groups. Even if it was still lower than the dentoform teeth, the wear resistance and surface roughness of tx 70% group were significantly superior than those of dentoform groups. Therefore, tx 70% should be considered as a cost-effective substitute material for development of dentoform teeth.

In the future, silane-treated alumina reinforced epoxy resin may be improved in many ways such as modification of resin matrix, temperature of curing cycle of epoxy resin, shape and size of alumina particle and production process may be developed. In further study, developed substitute material should be assessed at the application level for example, material satisfaction evaluated by dental students when the materials are used for laboratory practice.

Conclusion

Silane-treated alumina particle is significantly greater to the improvement of wear resistance, surface hardness and surface roughness of the epoxy composite than the un-treated alumina particle. Wear resistance and surface hardness of epoxy composites were increased with increasing of alumina particle. Wear resistance of tx 70% group was significant highest among all test groups. Surface hardness of dentoform groups was significant higher than those of all epoxy composite groups. Surface roughness of all silane-treated alumina reinforced epoxy resin groups was significant lower than that of dentoform groups. Tx 70% is a promising substituted material for dentoform teeth. Further study of this material at the application level should be evaluated in term of the satisfaction of user.

References

1. Frazier KB, DMD. A method for mounting natural teeth in a commercial dentoform. *Oper Dent* 1999;24(4):245-8.
2. Duangduan Chamchong, S.A., Namchai Sooksunti sakunchai, Jintamai Suwanprateeb. Comparison of surface hardness, surface roughness and debris retention of dentoform tooth and replacement materials. *Khon Kaen Dent J* 2010;13(1):27-36.
3. Senthikumar N, Kalaichelvan, K, Elangovan, K. Mechanical Behaviour of Aluminum Particulate Epoxy Composite Experimental Study and Numerical Simulation. *Int J Mech Mater Eng* 2012;7(3):214-21.
4. Qiu Long Ji, MQZ, Min Zhi Rong, B. Wetzel, K. Friedrich. Tribological properties of surface modified nano-alumina/ epoxy composites. *J Mater Sci* 2004; 39(21):6487-93.
5. Melamine Plastic. 2015; Available from: <http://plastics.ulprospector.com/generics/20/melamine>.
6. Knowledge about plastic and melamine. 2015; Available from: http://www.superwardirectsales.com/tips_pr.html.
7. Ramesh K. Nayak AD, BC Ray. Effect of epoxy modifiers (Al₂O₃/SiO₂/TiO₂) on mechanical performance of epoxy/glass fiber hybrid composites. *Procedia Mat Sci*. 2014;6:1359-64.

8. Ranganatha SR, VSR. Investigation on mechanical behavior of filler Al₂O₃ in CFRP composites. *Int J Adv Sci Eng Inf Technol* 2013;105-7.
9. Ibtihal-AI-Namie, AAI. Manal Fleyah Hassan. Study the Mechanical Properties of Epoxy Resin Reinforced With silica (quartz) and Alumina Particles. *Iraqi J Mech Matl Eng* 2011;11(3):486-506.
10. Chung S, Im Y Kim, H Park S, Jeong, H.D. Evaluation for micro scale structures fabricated using epoxy-aluminum particle composite and its application. *J Mater Process Tech* 2005;160(2):168-73.
11. Wetzel B, Hauptert F, Zhang MQ. Epoxy nanocomposites with high mechanical and tribological performance. *Compos Sci Technol* 2003;63(14):2055-67.
12. Zhang MQ, Rong MZ, Yu SL, Wetzel B, Friedrich K. Effect of particle surface treatment on the tribological performance of epoxy based nanocomposites. *Wear* 2002;253(9-10): 1086-93.
13. Kishore KK. Sliding Wear Studies In Epoxy Containing Alumina Powders. Center for Advanced Studies, Department of Metallurgy, Indian Institute of Science 1998; 17(4):271-4.
14. Michael Bolgar JH, Joe Groeger, Susan Meronek. Handbook for the chemical analysis of plastic and polymer additives; 2008.
15. Jallo LJ, Schoenitz M, Dreizin EL, Dave RN, Johnson CE. The effect of surface modification of aluminum powder on its flowability, combustion and reactivity. *Powder Technol* 2010;204(1):63-70.
16. Harry S. Katz JVM. Handbook of fillers for plastics: springer publishing; 1987.
17. Kim HJ, Jung DH, Jung IH, Cifuentes JI, Rhee KY, Hui D. Enhancement of mechanical properties of aluminium/epoxy composites with silane functionalization of aluminium powder. *Compos Part B-Eng* 2012;43(4):1743-8.
18. Yu ZQ, You SL, Yang ZG, Baier H. Effect of Surface Functional Modification of Nano-Alumina Particles on Thermal and Mechanical Properties of Epoxy Nanocomposites. *Adv Compos Mater* 2011;20(5):487-502.
19. Rashid ESA, Rasyid MFA, Akil HM, Ariffin K, Kooi CC. Effect of (3-aminopropyl) triethylsilane treatment on mechanical and thermal properties of alumina-filled epoxy composites. *P I Mech Eng L-J Mat* 2011;225(L3):160-70.
20. E Vassileva, KF. Epoxy/Alumina Nanoparticle Composites. II. Influence of Silane Coupling Agent Treatment on Mechanical Performance and Wear Resistance. *J Appl Polym Sci* 2006;101:4410-7.
21. Chaijareenont P, Takahashi H, Nishiyama N, Arksornnukit M. Effect of different amounts of 3-methacryloxy-propyltrimethoxysilane on the flexural properties and wear resistance of alumina reinforced PMMA. *Dent Mater J* 2012;31(4):623-8.
22. Heintze SD, Zellweger G, Zappini G. The relationship between physical parameters and wear of dental composites. *Wear* 2007;263:1138-46.
23. O'Brien WJ. Dental materials and their selection. 4st edition: Quintessence; 2008.
24. McCabe JF, Wassell RW. Hardness of model dental composites - the effect of filler volume fraction and silanation. *J Mater Sci Mater Med* 1999;10(5):291-4.

Corresponding Author

Sukontip Arwatchanakan

Department of Prosthodontics,

Faculty of Dentistry, Khon Kaen University,

Amphur Muang, Khon Kaen, 40002.

Tel.: +66 4320 2405 #45145

Fax.: +66 4320 2862

E-mail: sukarw@kku.ac.th

การเปรียบเทียบความต้านทานการขัดสี ความแข็งผิว และความขรุขระผิวของฟันเดนโตฟอร์ม กับอีพอกซีเรซินที่เสริมความแข็งแรงด้วยผงอะลูมินาที่ผ่านการทำไซเลน

สุคนธ์ทิพย์ อวัญนาการ* นวียา ธนภูมิพงศ์** จินตมัย สุวรรณประทีป*** แมนสรวง อักษรนุกิจ****

บทคัดย่อ

ฟันเดนโตฟอร์มถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลายในการฝึกหัดในห้องปฏิบัติการของนักศึกษาทันตแพทย์ ในปัจจุบันราคาของฟันเดนโตฟอร์มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ดังนั้น วัสดุทดแทนจึงถูกพัฒนาขึ้น เพื่อเป็นการลดการนำเข้าสินค้าจากต่างประเทศและลดต้นทุนการศึกษานักศึกษาทันตแพทย์ การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความต้านทานการขัดสี ความแข็งผิว และความขรุขระผิวของฟันเดนโตฟอร์ม (พราซาโก, เยอรมัน; นิสซิน, ญี่ปุ่น) กับอีพอกซีคอมโพสิต (อีพอกซีเรซินที่เสริมความแข็งแรงด้วยผงอะลูมินาร้อยละ 70 และผงอะลูมินาที่ผ่านการทำไซเลนร้อยละ 50, 60, 70) เมื่ออีพอกซีเรซินที่ไม่มีวัสดุเสริมความแข็งแรงทำหน้าที่เป็นกลุ่มควบคุม ตัวอย่างกลุ่มละ 15 ชิ้น ถูกทดสอบความต้านทานการขัดสีด้วยวิธีฟินออนดิสก์ ความแข็งผิวแบบวิกเกอร์สและความขรุขระผิวโดยเครื่องวัดความขรุขระผิวชนิดคอนแทกสไครสไพโรฟีโลมิเตอร์ ใช้สถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวในการวิเคราะห์ข้อมูล กำหนดนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 ผลการศึกษาพบว่า ค่าความต้านทานการขัดสีของกลุ่มอีพอกซีเรซินที่เสริมความแข็งแรงด้วยผงอะลูมินาที่ผ่านการทำไซเลนร้อยละ 70 และร้อยละ 60 สูงกว่าค่าของทุกกลุ่มทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ค่าความแข็งผิวของกลุ่มเดนโตฟอร์มสูงกว่าค่าความแข็งผิวของกลุ่มที่เหลืออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ค่าวิกเกอร์สพราซาโก: 38.321 ± 1.278 , ค่าวิกเกอร์สนิสซิน 39.245 ± 2.060) อย่างไรก็ตาม การเปรียบเทียบความแข็งผิวในกลุ่มของอีพอกซีคอมโพสิต พบว่าค่าวิกเกอร์สของกลุ่มผงอะลูมินาที่ผ่านการทำไซเลนร้อยละ 70 (29.924 ± 0.921) มีค่าสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในส่วนค่าความขรุขระผิวของกลุ่มผงอะลูมินาที่ผ่านการทำไซเลนร้อยละ 60 มีค่าต่ำที่สุดแต่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกลุ่มผงอะลูมินาที่ผ่านการทำไซเลนร้อยละ 50 และร้อยละ 70 แม้ว่ากลุ่มผงอะลูมินาที่ผ่านการทำไซเลนร้อยละ 70 มีค่าความแข็งผิวน้อยกว่ากลุ่มเดนโตฟอร์ม แต่ความต้านทานการขัดสีและความขรุขระผิวมีค่าที่ต่ำกว่ากลุ่มเดนโตฟอร์ม ดังนั้นควรพิจารณาอีพอกซีเรซินที่เสริมความแข็งแรงด้วยผงอะลูมินาร้อยละ 70 เป็นวัสดุทดแทนที่มีแนวโน้มความเป็นไปได้และคุ้มค่าสำหรับการผลิตฟันเดนโตฟอร์ม

คำใบ้รหัส: อีพอกซีเรซิน/ อะลูมินาที่ผ่านการทำไซเลน/ ฟันเดนโตฟอร์ม

ผู้รับผิดชอบบทความ

สุคนธ์ทิพย์ อวัญนาการ
สาขาวิชาทันตกรรมประดิษฐ์
คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40002
โทรศัพท์: 0 4320 2405 #45145
โทรสาร: 0 4320 2862
จดหมายอิเล็กทรอนิกส์: sukarw@kku.ac.th

* สาขาวิชาทันตกรรมประดิษฐ์ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น
** แผนกทันตกรรม โรงพยาบาลสูงเนิน อำเภอสูงเนิน จังหวัดนครราชสีมา
*** กลุ่มวิจัยวัสดุและอุปกรณ์เฉพาะทางชีวภาพ อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย อำเภอลองหลวง จังหวัดปทุมธานี
**** ภาควิชาทันตกรรมประดิษฐ์ คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปทุมวัน กรุงเทพฯ

Effects of Khon Kaen University Presurgical Nasoalveolar Molding Device on Maxillary Dimension in Complete Unilateral Cleft Lip and Palate Patients: A Full Protocol Evaluation

Prasongvaranon V* Pisek P** Manosudprasit A** Punyavong P*** Manosudprasit A**.

Abstract

A prior study reported on maxillary dentoalveolar changes post-application of the full Khon Kaen University Pre-surgical Nasoalveolar Molding device (KKU-PNAM) in complete unilateral cleft lip and palate patients. However, since the KKU-PNAM consists of three separate components, the individual effect of each part is still unclear. The purpose of this study is to determine maxillary dimensional changes after using KKU-PNAM at three time points. The researcher investigated 24 maxillary ridge casts taken from infants with complete unilateral cleft lip and palate were investigated after treatment with the KKU-PNAM at initial treatment (T1), two weeks (T2) and before cheiloplasty (T3). Landmark identification and direct measurements including alveolar cleft width, anterior arch width, mid-palatal cleft width, posterior arch width, anterior arch depth, total arch depth, arch circumference and midline deviation were solely performed by one experienced investigator. Intra-examiner reliability was verified via intraclass correlation (ICC). All measurements were normally distributed, with data analyzed via repeated measure ANOVA. The results showed that the average pre-treatment and post-treatment ages were 16.33 ± 17.36 and 123.21 ± 32.76 days respectively, with mean total treatment time at 105.29 ± 33.98 days. Alveolar cleft width and midline deviation significantly reduced over time from T1 to T3 ($p < 0.01$). Furthermore, arch circumference gradually increased among T1, T2 and T3 ($p < 0.05$). There was no significant difference in anterior arch width, mid-palatal cleft width, posterior arch width, anterior arch depth and total arch depth at T2 and T3 ($p > 0.05$). In conclusion, the severity of alveolar cleft was reduced significantly after the KKU-PNAM was applied at the first two weeks, as the labial taping's effect further decreased severity by addition of the contraction-screw plate until the point of primary lip surgery, thus improving the position of the maxillary alveolar ridge which brought out better outcomes prior to lip surgical correction.

Keywords: Unilateral cleft lip and palate/ Nasoalveolar molding device/ KKU-PNAM

Received: September 24, 2019

Revised: February 04, 2020

Accepted: February 05, 2020

Introduction

Current management for newborn cleft patients applied the use of presurgical nasoalveolar molding (PNAM) to correct deformities of the maxillary alveolus, nose, and columella prior to surgical lip repair.¹ There are various types of PNAM devices; presently, Grayson's technique is the most well-known approach. This technique incorporates an all-in-one design consisting of an elastic labial tape combined with an active acrylic plate and nasal stents.² However, the alveolar molding plate dislodges easily when the nasal stent is activated and its appearance gives the impression of being bulky³.

The Khon Kaen University Presurgical Nasoalveolar Molding device (KKU-PNAM) was modified from Grayson's technique by Montian et al in 2012³ (Figure 1). It

comprises three independent components: 1) an extraoral strapping to approximate alveolar segments together, 2) a forehead supported nasal molding device to correct nasal structures and 3) an active alveolar molding plate with traction screw to realign the maxillary segments into the optimal arch form position. Cleft patients are fitted with labial strapping and the nasal molding device at the initial treatment visit. In addition, an active molding plate with contraction screw is added two weeks post-treatment with the KKU-PNAM in order to align the maxillary segments. The KKU-PNAM device is applied until cleft patients are referred for cheiloplasty at approximately 3-4 months of age.

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

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

*** Department of Surgery, Faculty of Medicine, Khon Kaen University, Amphur Muang, Khon Kaen



Figure 1 Khon Kaen University Presurgical Nasoalveolar Molding (KKU-PNAM)

A prior study was done by Wongpetch et al. in 2017⁴ to study about the maxillary dentoalveolar changes after using the full KKU-PNAM appliance. Since the KKU-PNAM consists of 3 separate components, the effect of each part upon alveolar molding is unclear at the present. The aim of this study was to compare the dimensional changes of maxillary morphology following treatment with the KKU-PNAM in unilateral complete cleft lip and palate (UCLP) patients among three time points: initial treatment (T1), post application of the KKU-PNAM for 2 weeks (T2) and prior to cheiloplasty (T3).

Materials and Methods

Participants: Maxillary alveolar ridge casts were taken from 24 non-syndromic, healthy UCLP patients registered at the Department of Orthodontics, Khon Kaen

Cleft Center between 2016 and 2018 after birth. Each series of casts were completely collected as per T1-initial treatment, T2-2 weeks, and T3-3 months post utilisation of the KKU-PNAM. The maxillary casts obtained from patients exhibiting incomplete UCLP, craniofacial anomalies, or whose parents failed to cooperate, were excluded from the study.

Procedure: According to the Khon Kaen Cleft Center’s protocol (Figure 2), the impressions were collected on three occasions prior to primary lip surgery as follows; 1) initial treatment time - as a baseline record; T1, 2) the second visit - as a record after utilising the KKU-PNAM which consisted of an extraoral labial taping as well as a nasal molding device; T2 and 3) the third visit – post-use of the KKU-PNAM, in which a contraction-screw plate was added until the point of performing cheiloplasty; T3.

Measurements: Once maxillary alveolar casts were fabricated, nine reference landmarks were marked lightly on each cast with a 0.5-mm pencil by one experienced investigator. Linear measurements were done by the same researcher with a 0.01 mm-digital vernier caliper (ORTHO-DIRECT Mini Digital Vernier Caliper 53188, 190-1446, Dalian, China) (Figure 3).

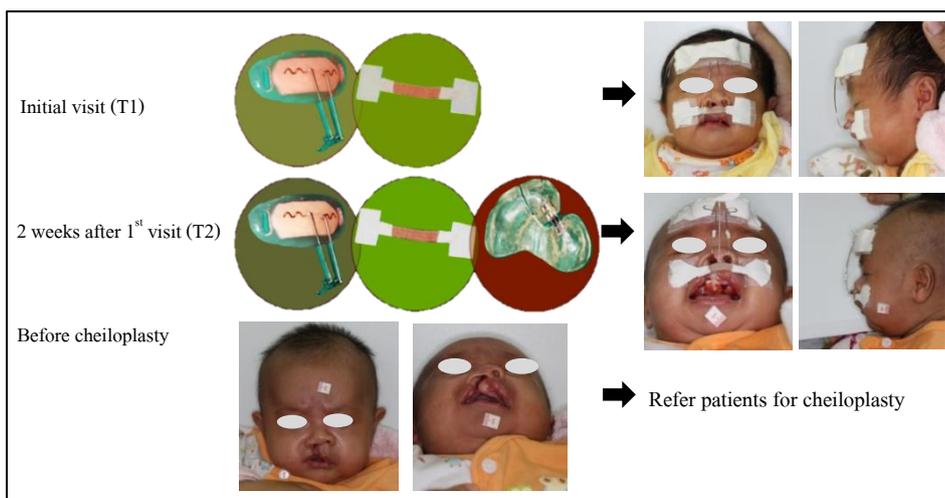


Figure 2 KKU-PNAM treatment protocol employed at Khon Kaen Cleft Center. Maxillary ridge casts were collected at three junctures: T1 - initial visit; T1 cast obtained. Nasal molding device and labial strapping inserted, T2 - 2 weeks following first visit; T2 cast obtained. Contraction-screw alveolar plate added and T3 – ahead of cheiloplasty; T3 cast obtained and patients referred for primary lip surgery.

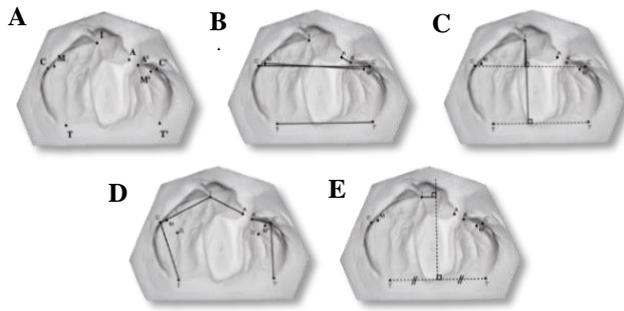


Figure 3 (A) Landmark identification. Linear measurements; (B) Distances were measured in transverse dimension including alveolar cleft width, anterior arch width, mid-palatal cleft width and posterior arch width (C) anteroposterior dimension i.e. anterior arch depth and total arch length (D) arch circumference and (E) midline deviation⁴⁻⁷.

Definitions of the landmark identification and linear measurements on the maxillary casts are shown in Figure 3, Tables 1 and 2 respectively. Each maxillary cast was examined twice at 1 month-intervals so as to test the intra-observer reproducibility of landmark identification and linear measurements.

Statistical analysis: Means, standard deviations and 95% confidence intervals were applied amid data summarization. Repeated measure ANOVA was performed to analyze changes of maxillary morphology among T1, T2 and T3. To determine the mean differences among three groups, Bonferroni post hoc test was used. Furthermore, intraclass correlation coefficients (ICC) were employed to analyze intra-examiner reliability.

The current research was approved by the Institutional Ethical Committee approval for human research, Khon Kaen University (HE602319).

Table 1 Definition of reference landmarks on maxillary casts⁴⁻⁷

Reference points	Abbreviation	Definition
Alveolar cleft margin	A/A'	Midpoint of the alveolar margin of the greater/lesser segments
Canine point	C/C'	Intersection point between the lateral sulcus and the alveolar ridge of the greater/ lesser segments
Midpalatal cleft margin	M/M'	Intersection point between midpalatal cleft margin and a line connecting canine point and gingival groove point on greater/lesser segments
Tuberosity point	T/T'	Intersection point between the alveolar ridge and hamular sulcus of the tuberosity on greater/lesser segments
Incisal point	I	Intersection point between alveolar ridge and labial frenum

Table 2 Definition of linear measurements⁴⁻⁷

Linear variables	Abbreviation	Definition
Transverse dimension		
A-A'	ACW	Alveolar cleft width— Inter-alveolar cleft margin distance
C-C'	AAW	Anterior arch width— Intercanine distance
M-M'	MCW	Midpalatal cleft width— Inter-midpalatal cleft margin distance
T-T'	PAW	Posterior arch width— Intertuberosity distance
I perp.	MD	Midline deviation— Perpendicularly distance from incisal point to an imaginary midpalatal plane
Anteroposterior dimension		
I/A-A'	AD	Anterior arch depth— Perpendicularly vertical distance from incisal point to intercanine distance
I/T-T'	TAD	Total arch depth— Perpendicularly vertical distance from incisal point to intertuberosity distance
Arch circumference		
T-C-I-A-A'-C'-T'	AC	Total arch length— Sum of distances; T-C-I-A-A'- C'-T' (AC)

Results

In total, 24 UCLP patients participated in the study: 11 males (45.8%) and 13 females (54.2%). Patients' average ages were at outset, completion of KKU-PNAM application and prior to lip surgery 16.33 ± 17.36 and 123.21 ± 32.76 days, respectively (Table 3). Moreover, mean total treatment time was 105.29 ± 33.98 days. Most patients demonstrated cleft site on the left side (19 patients, 79.2%) and only 5 patients (20.8%) exhibited cleft on the right side (Table 4).

The descriptive data pertaining to all liner measurements, including means, standard deviation and 95% confidence interval for mean, are demonstrated (Table 5). Mean treatment difference (diff), standard error (SE) and significance level of the linear measurements comparing among T1, T2 and T3 are shown (Table 6)

Table 3 Age and total treatment time among cleft patients

	Mean	Median	SD	Minimum	Maximum
Pretreatment age (days)	16.33	7.00	17.36	2	60
Posttreatment age (days)	123.21	114.00	32.76	74	204
Total treatment time (days)	105.29	104.00	33.98	26	165

Table 4 Affected sites among 24 UCLP patients in the present study

		Gender		Total
		Male	Female	
Cleft site	Right side	3 (12.5%)	2 (8.3%)	5 (20.8%)
	Left side	8 (33.3%)	11 (45.9%)	19 (79.2%)
Total		104.00	11 (45.8%)	13 (54.2%)

Table 5 Means, medians, standard deviations, minimum values, maximum values and 95% confidence interval for mean (in mm) of the linear measurements

Parameters	T1				T2				T3			
	Mean	SD	95% CI		Mean	SD	95% CI		Mean	SD	95% CI	
			L	U			L	U			L	U
ACW	10.98	2.33	10.00	11.97	8.00	2.41	6.98	9.01	4.75	2.66	3.63	5.87
AAW	34.38	4.18	32.61	36.14	34.30	4.78	32.28	36.32	34.16	5.46	31.85	36.46
MCW	30.60	3.78	29.01	32.20	29.90	4.07	28.18	31.62	28.88	5.03	27.75	32.00
PAW	32.37	2.37	31.37	33.37	32.35	2.87	31.14	33.57	33.12	3.04	31.84	34.41
AD	4.90	2.25	3.95	5.84	5.29	2.01	4.45	6.14	4.71	1.97	3.89	5.54
TAD	22.09	2.44	21.06	23.12	22.75	2.29	21.78	23.72	22.41	3.01	21.14	23.69
AC	64.12	6.75	61.27	66.97	67.43	7.17	64.41	70.46	70.64	8.05	67.25	74.04
MD	5.45	1.63	4.76	6.14	3.44	1.31	2.88	3.99	1.83	0.76	1.51	2.15

Table 6 Mean treatment difference (diff), standard error (SE) and significance level of the linear measurements as compared among T1, T2 and T3

Parameters	Bonferroni Post Hoc Comparisons								
	T1-T2			T2-T3			T1-T3		
	diff	SE	Sig.	diff	SE	Sig.	diff	SE	Sig.
ACW	2.99*	0.31	0.00	3.24*	0.43	0.00	6.23*	0.49	0.00
AAW	0.07	0.68	1.00	0.15	0.70	1.00	0.22	0.83	1.00
MCW	0.70	0.52	0.57	0.02	0.65	1.00	0.73	0.72	0.98
PAW	0.02	0.45	1.00	-0.77	0.56	0.55	-0.75	0.56	0.57
AD	-0.40	0.32	0.68	0.59	0.29	0.16	0.19	0.35	1.00
TAD	-0.66	0.38	0.28	0.34	0.43	1.00	-0.32	0.53	1.00
AC	-3.31*	0.90	0.00	-3.21*	0.98	0.01	-6.52*	1.17	0.00
MD	2.01*	0.19	0.00	1.61*	0.20	0.00	3.62*	2.49	0.00

* Statistically significant at p-value < 0.05

For landmark identification, intra-examiner reliability was excellent (Cronbach's alpha coefficient = 0.928-0.997) with no differences observed between two sessions (p -value<0.01). Whereas, for the reproducibility of linear measurements, the intra-examiner reliability was almost perfect (ICC>0.871).

Having applied the KKU-PNAM among patients, alveolar cleft width was significantly decreased over time from T1 (10.98±2.33 mm; 95% CI 10.00, 11.97) to T2 (8.00 ± 2.41 mm; 95% CI 6.98, 9.01) at p -value 0.00. What's more, alveolar cleft width additionally reduced to 4.75±2.66 mm (95% CI 3.63, 5.87) at T3 (p <0.01) ahead of cheiloplasty referral. As for midline deviation, the incisal point which deviated from the imaginary maxillary midline, was initially 5.45±1.63 mm (95% CI 4.76, 6.14) at T1. After labial taping and contraction-screw plate, the incisal point significantly moved toward the midline, i.e. 3.44±1.31 mm (95% CI 2.88, 3.99) and 1.83±0.76 mm (95% CI 1.51, 2.15) at T2 and T3 respectively (p <0.01).

In contrast, arch circumference increased among the three time periods (p <0.05). Average arch circumference significantly increased by 3.31 mm from T1 (64.12±6.75 mm; 95% CI 61.27, 66.97) to T2 (67.43±7.17 mm; 95% CI 64.41, 70.46). At T3, arch circumference additionally increased by 3.21 mm to 70.64±8.05 mm (95% CI 67.25, 74.04) at p -value 0.00. What's more, there were non-significant mean differences in anterior arch width, midpalatal cleft width, posterior arch width, anterior arch depth and total arch depth at both T1-T2 and T2-T3 periods.

Discussion

The Khon Kaen Cleft Lip and Palate Center demonstrates a uniquely designed pre-surgical orthopedic modality known as the Khon Kaen University Pre-surgical Nasoalveolar Molding device (KKU-PNAM) as modified by Montian et al, 2012.³ The KKU-PNAM incorporates three independent components:³⁻⁴ an extraoral labial strapping, a forehead supported nasal molding device and a contraction-screw molding plate. Compared to Grayson's device, the KKU-PNAM is smaller, and therefore, does not interfere with normal infant feeding. Moreover, it provides improved retention due to its independent parts. In a recent study, a

nasal molding device and an extraoral labial strapping were inserted at the first two weeks without an active contraction plate. This design was similar to Monasterio's et al; nasal elevator plus DynaCleft^{®8} and Abdiu's et al; nasal alar elevator and labial tape.⁹ Meanwhile, the design of the full KKU-PNAM which encompasses three active components is similar to Doruk's device known as an Extraoral Nasal Molding Appliance or ENMA.¹⁰ Nevertheless, the tip of the nasal stent among these appliances⁸⁻¹⁰ provides less flexibility; i.e. a single hook is used to elevate the cleft site only. Furthermore, the tip of the KKU-PNAM nasal molding part is a kidney-shaped acrylic resin piece attached to an adjustable coiled spring providing a gentle activating force. In addition, it is composed of 2 wires attached to the acrylic adhered to the forehead. This enables it to apply force, elevate the collapsed nasal aperture and also enhance nasal symmetry according to the wire on the non-affected side which acts as a supporting part to guide the nostril approaches to the same level.

The primary objective of the study was to determine the effectiveness of the KKU-PNAM on the maxillary alveolar cleft. A prior study performed by Wongpetch et al. in 2017⁴ which evaluated maxillary dentoalveolar changes post-utilisation of the full KKU-PNAM, compared two time junctures: at initiation and at therapy completion. Meanwhile, our investigation incorporated a greater number of participants at three points in time as per treatment protocol used by the Khon Kaen Cleft Center: initial visit, two weeks post-treatment and prior to primary lip correction. Comparisons made between maxillary morphology, alveolar cleft width and midline deviation were significantly similar. Non-significant findings in relation to maxillary morphology were found amid both transverse and anteroposterior dimensions in the recent study. However, the study above reported significantly decreasing arch length values.⁴ This might be due to the fact that they measured from the alveolar margin of greater segments perpendicular to inter-tuberosity distance. In contrast, incisal point was used instead in our study as representation of the middle part of the premaxilla. Moreover, we revealed that arch circumference increased as

expected amid infantile growth; yet a slight decreasing effect was reported in Wongpetch's study.

Additionally, numerous previous studies support our findings in that alveolar cleft width reduced significantly post-NAM, in spite of the differing nasoalveolar molding device designs including Latham device,¹¹ passive plate,⁵ Hotz plate,¹² physio tape therapy,¹³ nasal elevator plus DynaCleft[®] and ENMA.¹⁰ On the contrary, one study carried out in the United Kingdom⁷ reported no significant changes in alveolar cleft width when applying a pre-surgical orthopedic plate with a U-shaped spring and split overlapping shelves; this may be due to labial strapping not being utilised in their study. In this study, arch circumference showed a significant increased effect post-KKU-PNAM therapy ($p < 0.01$) in correlation with Sabarinath's study.⁶ On the other hand, some previous studies observed an insignificant change of arch circumference compared to before and after NAM treatment.^{5,7} Midline deviation exhibited a significantly reducing variable as an incisive papilla moved inward closely to the maxillary midline following KKU-PNAM therapy amid all junctures ($p < 0.01$) as consequently supported by two previous studies.^{4,6}

Non-significant mean difference of anterior arch width, midpalatal cleft width, posterior arch width, anterior arch depth and total arch depth were discovered among three different points in time. Three previous studies reported agreeable results in terms of anterior arch width, mid-palatal cleft width, posterior arch width, anterior arch depth and total arch depth⁵⁻⁷ despite the application of different appliances. This may imply that maxillary outward growth might be inhibited by a pre-surgical alveolar molding plate. Nevertheless, inadequate evidences regarding normal maxillary growth in newborns are not yet available to confirm this observation.

Labial taping therapy has been employed as a pre-surgical orthopedic therapy in cleft patients for centuries as the simplest approach.¹⁴⁻¹⁵ To achieve a proper activation force of approximately 2 ounces, an elastic tape should be stretched over the upper lip twice its initial length.¹⁶ A case report in South Africa stated that physio-taping therapy alone

was able to reduce cleft angle in eight patients.¹³ In the present study, almost half of all initial alveolar cleft widths were statistically significantly reduced over T1-T2 period as per the first two-week effect of labial strapping combined with a nasal molding device ($p < 0.01$) which conformed to one previous study.⁸ Over half of the cleft defects at T2 further significantly decreased as per the full effect of the KKU-PNAM until T3 ($p < 0.01$), as one study reported.⁴ Another previous study revealed no significant difference in the effectiveness between nasal elevator plus DynaCleft[®] and NAM-Grayson appliance on maxillary morphology.⁸ Consequently, the T1-T2 period in our study correlates with the use of Dynacleft,[®] and the T2-T3 period seem to represent the employment of the NAM-Grayson method. Additionally, all parameters from our results changed in the same way during these periods. Based on Monasterio's findings, an active alveolar plate appears unnecessary in regards to closing the alveolar cleft gap. Nevertheless, it would be difficult to control the movement of the greater and lesser segments in order to achieve a homogenous arch form. Moreover, our outcome of a significantly decreasing midline deviation demonstrated that an incisive papilla moved to the midline after T3. Therefore, the contraction-screw alveolar plate is an important component of the PNAM to establish a well-aligned arch.

Outset points among subjects were somewhat diverse in this study; the earliest pre-treatment juncture began at 2 days of age as patients were referred from Srinagarin Hospital within the first week after birth to receive KKU-PNAM therapy; whereas some treatment was delayed due to patients coming from rural areas as well as other provinces. As described in the KKU protocol, the cleft patient should be achieved in rules of ten at approximately 3-4 months prior for surgical procedure without the hazardous effect of general anesthesia. Moreover, seen as clinically beneficial, this period prevents the loss of parent-child bond as early as possible.¹⁷ Accordingly, the more treatment is delayed, the shorter the treatment time available to patients which, as a consequence, leads to undesirable outcomes.

The potential factors affecting the accuracy of landmark identification and linear measurements are maxillary alveolar anatomical structures during infancy, quality of maxillary ridge casts, and the accuracy of the measuring instrument, as well as the examiner's experience. Maxillary gum pads appear as a continuously curved ridge connecting to the palatal shelves without distinguished borders as demonstrated by each structure. Therefore, landmark identification and linear measurements can be difficult to locate and it can be challenging to reproduce those reference points precisely. Likewise, poorly detailed impressions and casts, a non-experienced investigator, or unqualified measuring instruments may also act as hindrances. Regarding this study, the investigator was a well-trained orthodontist and the intra-examiner reliability indicates substantial reproducibility. Besides that, a digital vernier caliper provides two decimal positions to the measured values.

The current study was a short-term investigation of the KKU-PNAM and its effect on maxillary alveolar cleft ridge. Long-term evidence is needed to further evaluate the effectiveness of the appliance; yet the longer the follow-up, the more confounding factors might be found, such as surgery technique and complications, scar contraction and child growth. A randomized prospective clinical trial investigation of the KKU-PNAM device compared with a negative control group is also required to affirm the effectiveness of the KKU-PNAM device amid maxillary morphology which again, ought to be considered for future study.

Conclusion

The severity of the alveolar cleft width was reduced significantly, post-application of the KKU-PNAM device among cleft patients. At the first two weeks, the labial taping's effect played a major role. Later, cleft defects progressively decrease as the combination effects of the labial tape and a contraction-screw alveolar plate until the occasion of primary lip surgery.

The KKU-PNAM device not only decrease alveolar cleft gap, it also improved the position of the maxillary segments, hence allowing for improved outcomes prior to surgical lip correction.

Pre-surgical orthopedic therapy accompanied by the KKU-PNAM device, thus, ought to be begun as early as possible.

Acknowledgement

This study was supported by a grant from The Center of Cleft Lip-Cleft Palate and Craniofacial Deformities, Khon Kaen University under the Tawanchai Royal Grant Project. The research was carried out in collaboration between the Division of Orthodontics, Department of Preventive Dentistry, Faculty of Dentistry and Department of Surgery, Faculty of Medicine, Khon Kaen University.

References

1. Spengler AL, Chavarria C, Teichgraber JF, Gateno J, Xia JJ. Presurgical nasoalveolar molding therapy for the treatment of bilateral cleft lip and palate: a preliminary study. *Cleft Palate Craniofac J* 2006;43(3):321-8.
2. Grayson BH, Santiago PE, Brecht LE, Cutting CB. Presurgical nasoalveolar molding in infants with cleft lip and palate. *Cleft Palate Craniofac J* 1999;36(6):486-98.
3. Manosudprasit M, Chongcharueyskul P. Presurgical Nasoalveolar Molding Techniques for a Complete Unilateral Cleft Lip and Palate Infant: A Case Report. *J Med Assoc Thai* 2015;98(7):S234-42.
4. Wongpetch R, Manosudprasit M, Pitiphat W, Manosudprasit A, Manosudprasit A. Dentoalveolar Changes after using nasoalveolar molding device in complete unilateral cleft lip and palate patients. *J Med Assoc Thai* 2017; 100(8):S117-22.
5. Prah C, Kuijpers-Jagtman AM, Van'T Hof MA, Prah Andersen B. A randomised prospective clinical trial into the effect of infant orthopaedics on maxillary arch dimensions in unilateral cleft lip and palate (Dutchcleft). *Eur J Oral Sci* 2001;109(5):297-305.

6. Sabarinath V, Thombare P, Hazarey P, Radhakrishnan V, Agrekar S. Changes in maxillary alveolar morphology with nasoalveolar molding. *J Clin Pediatr Dent* 2010; 35(2):207-12.
7. Adali N, Mars M, Petrie A, Noar J, Sommerlad B. Presurgical orthopedics has no effect on archform in unilateral cleft lip and palate. *Cleft Palate Craniofac J* 2012;49(1):5-13.
8. Monasterio L, Ford A, Gutiérrez C, Tastets ME, García J. Comparative study of nasoalveolar molding methods: nasal elevator plus DynaCleft® versus NAM-Grayson in patients with complete unilateral cleft lip and palate. *Cleft Palate Craniofac J* 2013;50(5):548-54.
9. Abdiu A, Ohannessian P, Berggren A. The nasal alar elevator: A new device that may reduce the need for primary operation of the nose in patients with cleft lip. *Scand J Plast Reconstr Surg Hand Surg* 2009;43(2):71-4.
10. Doruk C, Kiliç B. Extraoral nasal molding in a newborn with unilateral cleft lip and palate: a case report. *Cleft Palate Craniofac J* 2005;42(6):699-702.
11. Smith KS, Henry BT, Scott MA. Presurgical dentofacial orthopedic management of the cleft patient. *Oral Maxillofacial Surg Clin N Am* 2016;28(2):169-76.
12. Awasthi P, Thahriani A, Bhattacharya A. Nasoalveolar morphology following presurgical orthopedic treatment in unilateral cleft lip alveolus and palate infants. *Int J Dent Med Spec* 2016;3(1):6-11.
13. Dawjee S, Julyan J, Krynauw J. Lip tape therapy in patients with a cleft lip—a report on eight cases: clinical communication. *S Afr Dent J* 2014;69(2):62-9.
14. Grayson BH, Shetye PR. Presurgical nasoalveolar moulding treatment in cleft lip and palate patients. *Indian J of Plast Surg* 2009;42(Suppl):S56-61.
15. Berggren A, editor Surgical tape and the nasal alar elevator—two simple and useful tools in the early preoperative treatment of cleft lip patients. *International Congress of cleft lip-palate and craniofacial Anomalies*; 2001.
16. Grayson BH, Maull D. Nasoalveolar molding for infants born with clefts of the lip, alveolus and palate. *Clin Plast Surg* 2004;31(2):451-8.
17. Manosudprasit M, Wangsrimgkol T, Pisek P, Wiwatworakul O. Pre-surgical nasoalveolar molding technique: a literature review. *J Med Assoc Thai* 2014; 97(10): S17-24.

Corresponding Author

Aggasit Manosudprasit

Department of Preventive Dentistry,

Faculty of Dentistry, Khon Kaen University,

Amphur Muang, Khon Kaen, 40002.

Tel.: +66 4320 2405 #45147

Fax.: +66 4320 2862

Email: agg441@hotmail.com

ผลของเครื่องมือปรับแต่งจุกและสันเหงือกก่อนการทำศัลยกรรมของมหาวิทยาลัยขอนแก่นต่อรูปร่างสันเหงือกบนในผู้ป่วยปากแหว่งเพดานโหว่ด้านเดียวโดยสมบูรณ์: การประเมินตามระเบียบการโดยสมบูรณ์

วิรัชนันท์ ประสงค์วรานนท์* พูนศักดิ์ ภิเศก** อมรรัตน์ มโนสุคประสิทธิ์**
ปัทมา ปัญญาวงศ์*** เอกสิทธิ์ มโนสุคประสิทธิ์**

บทคัดย่อ

การศึกษาก่อนหน้ามีการรายงานการเปลี่ยนแปลงรูปร่างสันเหงือกบนหลังจากใช้เครื่องมือปรับแต่งจุกและสันเหงือกก่อนการทำศัลยกรรมของมหาวิทยาลัยขอนแก่นในผู้ป่วยปากแหว่งเพดานโหว่ด้านเดียวโดยสมบูรณ์ เนื่องด้วยเครื่องมือดังกล่าวประกอบด้วยองค์ประกอบสามส่วนที่แยกจากกัน ผลการรักษาเฉพาะส่วนยังไม่เป็นที่ชัดเจน จึงเป็นที่มาของการวิจัยเพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงรูปร่างสันเหงือกบนภายหลังจากใช้เครื่องมือดังกล่าว ผู้วิจัยทำการวิจัยแบบจำลองสันเหงือกบนของทารกปากแหว่งเพดานโหว่ด้านเดียวโดยสมบูรณ์ทั้งหมด 24 คนภายหลังจากใช้เครื่องมือปรับแต่งจุกและสันเหงือกก่อนการทำศัลยกรรมของมหาวิทยาลัยขอนแก่น ณ ก่อนการรักษา (T_1) ภายหลังจากใส่เครื่องมือสองสัปดาห์ (T_2) และก่อนเย็บริมฝีปากบน (T_3) ผู้วิจัยซึ่งมีประสบการณ์คนเดียวทำการกำหนดจุดอ้างอิงและวัดค่าต่างๆ โดยตรง ได้แก่ ความกว้างช่องโหว่สันเหงือก ความกว้างสันเหงือกด้านหน้า ความกว้างสันเหงือกกึ่งกลางเพดาน ความกว้างสันเหงือกด้านหลัง ความยาวสันเหงือกด้านหน้า ความยาวสันเหงือกทั้งหมด ความยาวโค้งสันเหงือก และความเบี่ยงเบนเส้นกึ่งกลางสันเหงือก ความน่าเชื่อถือของผู้วิจัย (Intra-examiner reliability) ตรวจสอบด้วยสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Intraclass correlation; ICC) ทุกค่ามีการกระจายข้อมูลปกติ ข้อมูลจึงถูกวิเคราะห์ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนเมื่อมีการวัดซ้ำ (repeated measure ANOVA) ผลการศึกษาพบว่าอายุเฉลี่ยก่อนและหลังการรักษาเท่ากับ 16.33 ± 17.36 และ 123.21 ± 32.76 วันตามลำดับ ระยะเวลาการรักษาทั้งหมด 105.29 ± 33.98 วัน ค่าความกว้างช่องโหว่สันเหงือก และความเบี่ยงเบนเส้นกึ่งกลางสันเหงือกลดลง (6.23 ± 0.49 และ 3.62 ± 2.49 มิลลิเมตรตามลำดับ) อย่างมีนัยสำคัญจาก T_1 ถึง T_3 ($p = 0.00$) นอกจากนี้ความยาวโค้งสันเหงือกค่อยๆ เพิ่มขึ้นในช่วงระหว่าง T_1 , T_2 และ T_3 ($p < 0.05$) (6.52 ± 1.17 มิลลิเมตร) ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในค่าความกว้างสันเหงือกด้านหน้า ความกว้างสันเหงือกกึ่งกลางเพดาน ความกว้างสันเหงือกด้านหลัง ความยาวสันเหงือกด้านหน้า และความยาวสันเหงือกทั้งหมด ณ T_2 และ T_3 ($p > 0.05$) จากการศึกษาสรุปได้ว่าความรุนแรงของช่องโหว่สันเหงือกบนลดลงอย่างมีนัยสำคัญภายหลังจากใช้เครื่องมือปรับแต่งจุกและสันเหงือกก่อนการทำศัลยกรรมของมหาวิทยาลัยขอนแก่นสองสัปดาห์แรกเป็นผลมาจากผ้าคาดปาก (labial taping) และความรุนแรงลดลงเพิ่มขึ้นโดยใช้เพดานเทียมร่วมกับสกรูชนิดหดตัว (contraction-screw plate) เพิ่มเติมจนกระทั่งผู้ป่วยเย็บริมฝีปากบน ดังนั้นตำแหน่งสันเหงือกบนที่ดีขึ้นทำให้ผลการรักษาก่อนการผ่าตัดได้ผลลัพธ์ที่ดีขึ้น

คำไขว้: ปากแหว่งเพดานโหว่ด้านเดียวโดยสมบูรณ์/ เครื่องมือปรับแต่งจุกและสันเหงือก/ เครื่องมือปรับแต่งจุกและสันเหงือกก่อนการทำศัลยกรรมของมหาวิทยาลัยขอนแก่น

ผู้รับผิดชอบบทความ

เอกสิทธิ์ มโนสุคประสิทธิ์

สาขาวิชาทันตกรรมป้องกัน คณะทันตแพทยศาสตร์

มหาวิทยาลัยขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40002

โทรศัพท์: 0 4320 2405 #45147

โทรสาร: 0 4320 2862

จดหมายอิเล็กทรอนิกส์: agg441@hotmail.com

* โรงพยาบาลทันตกรรม คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น

** สาขาวิชาทันตกรรมป้องกัน คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น

*** ภาควิชาศัลยศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น

Inhibitory Effects of Lemongrass Oil on Multispecies Subgingival Biofilm Formation *in Vitro*

Pinsuwan W* Suwannarong W** Khunkitti W*** Taweechaisupapong S*

Abstract

Cymbopogon citratus (lemongrass) oil is a volatile oil obtained from the lemongrass leaves. It was reported to exhibit antibacterial activity towards periodontal pathogens, such as *Aggregatibacter actinomycetemcomitans* and *Porphyromonas gingivalis*. However, there is no report on inhibitory effects of lemongrass oil (LG) against multispecies subgingival biofilm formation. The purpose of this study was to investigate the inhibitory effects of LG on subgingival biofilm formation using an *in vitro* model. Subgingival plaque samples from 5 periodontitis patients were cultivated in saliva-coated 96-well microtiter plates in the presence of LG at concentrations 1 - 6 $\mu\text{L}/\text{mL}$ under anaerobic atmosphere at 37°C for 2, 4 and 8 days by replacing every 2 days with fresh medium alone or LG-containing medium. Quantification of biofilm formation was determined by staining with crystal violet. TaqMan-based real-time polymerase chain reaction was used to quantify *A. actinomycetemcomitans* and total bacteria in subgingival biofilm. The results showed that LG exhibited more than 80% anti-biofilm activity at 6 $\mu\text{L}/\text{mL}$. Moreover, LG at concentration 6 $\mu\text{L}/\text{mL}$ was able to kill all *A. actinomycetemcomitans* in subgingival biofilm on day 2, 4, and 8. These results revealed that LG is able to inhibit *in vitro* subgingival biofilm formation and reduce the numbers of *A. actinomycetemcomitans* in multispecies subgingival biofilm.

Key words: *Aggregatibacter actinomycetemcomitans*/ Subgingival biofilm/ Lemongrass oil/ Periodontitis

Received: August 27, 2019

Revised: February 08, 2020

Accepted: March 04, 2020

Introduction

According to the World Health Organization, 10-15% of the world populations suffer from severe periodontitis.¹ Most common infections of the oral cavity, e.g. caries, gingivitis and periodontitis, are resulted from the accumulation of biofilms. It is well documented that bacteria growing in a biofilm, as is the case of periodontitis, are more recalcitrant to the action of antibiotics than bacteria growing in a planktonic state.² The bacterial species within subgingival biofilms were grouped into six bacterial complexes as described by Socransky.^{3,4} Socransky identified a red complex harboring *Porphyromonas gingivalis*, *Tannerella forsythia*, and *Treponema denticola*. Further complexes were orange, purple, green, yellow, and blue complex. The orange complex is consisted of *Fusobacterium nucleatum/periodonticum* subspecies, *Prevotella intermedia*, *Prevotella nigrescens* and *Peptostreptococcus micros*.

The purple complex is comprised of *Veillonella parvula*, *Actinomyces odontolyticus*, *Aggregatibacter actinomycetemcomitans* serotype b, *Selenomonas noxia* and *Actinomyces-naeshlundii* genospecies 2 (*A. viscosus*). The green complex is consisted of *Capnocytophaga* species, *Camphylobacter concisus*, *Eikenella corrodens* and *Aggregatibacter actinomycetemcomitans* serotype a. The yellow and blue complex are dominated by *Streptococcus* and *Actinomyces* species, respectively

Periodontitis is a polymicrobial infection caused by a group of specific microorganisms such as *A. actinomycetemcomitans*, *P. gingivalis*, *T. denticola*, *P. intermedia* and *T. forsythia*⁵⁻⁷ that are cohabitating in subgingival plaque. *A. actinomycetemcomitans* is the primary etiologic agent of localized aggressive periodontitis that causes rapid attachment and bone loss and has shown to adversely affect

* Biofilm Research Group, Faculty of Dentistry, Khon Kaen University, Amphur Muang, Khon Kaen.

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

*** Faculty of Pharmaceutical Sciences, Khon Kaen University, Amphur Muang, Khon Kaen.

the psychology, function and aesthetic of an individual.⁸⁻¹⁰ A study in a Thai population reported that the presence of *P. gingivalis*, and high colonization by *A. actinomycetemcomitans*, *T. denticola*, and *P. intermedia* play an important role in severe periodontitis.¹¹ A combination of *A. actinomycetemcomitans*, *P. gingivalis*, and *P. intermedia* also showed the strongest association with the disease in a Finnish population.¹² Another Finnish study reported that the presence of *A. actinomycetemcomitans* with *P. gingivalis* and *T. denticola* in saliva has been shown to contribute to deepened pockets.¹³ However, the presence of *A. actinomycetemcomitans* in mild chronic periodontitis in a Thai population was also reported.⁷

The complexity of the subgingival microbiota of periodontal plaque and interplay of host-immune response makes the disease difficult to treat. Previous studies reported resistance of periodontopathic bacteria isolated in patients with chronic periodontitis to several antimicrobial agents commonly used in anti-infective periodontal therapy.^{14,15} With the rise in bacterial resistance to antibiotics, there is considerable interest to search for other classes of antimicrobials for the control of subgingival plaque.

Our previous studies reported that *Cymbopogon citratus* (lemongrass) oil exhibit effective killing activity against several different bacteria, i.e. *A. actinomycetemcomitans* ATCC 43718, *P. gingivalis* W50, *Streptococcus mutans* ATCC 25175, *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus agalactiae*, *Bacillus cereus* and *Escherichia coli* and possessed a strong inhibitory effect on *Candida* biofilms.¹⁶⁻²¹ The minimum growth inhibitory and minimum bactericidal concentration values of lemongrass oil (LG) against *A. actinomycetemcomitans* ATCC43718 were 0.0313 and 0.0625 $\mu\text{L}/\text{mL}$, respectively.¹⁷ The killing and anti-biofilm activity of LG can be attributed to the presence of various chemical components in the oil such as citral and geraniol^{16,17,19} which lead to a decrease in the bacterial load and inhibit plaque biofilm formation. Several studies have demonstrated that terpenes (i.e. citral, geraniol, linalool, menthol, and thymol), which are the major components of essential oils, alter cell permeability by penetrating between

the fatty acyl chains making up the membrane lipid bilayers, disrupting lipid packing and changing membrane fluidity.^{22,23} Braga and Dal Sasso (2005) suggested that these phenomena led to major surface alterations and morphological modifications.²³ However, no report about the spectrum of action of LG against multispecies subgingival biofilm formation was found. In order to provide more information about LG for its potential development as a new potential therapeutic agent which may help in the treatment of periodontitis, we evaluated the inhibitory effects of LG on biofilm formation *in vitro* using subgingival biofilm model.

Materials and Methods

Preparation of lemongrass oil LG was purchased from Thai China Flavours & Fragrances Industry Co. (Thailand). They were dissolved in 95% ethanol to an initial concentration of 900 $\mu\text{L}/\text{mL}$ and further diluted with the solution contained 5% ethanol and 5% Tween 80 to a concentration of 64 $\mu\text{L}/\text{mL}$ before used.

Subjects and sampling of subgingival plaque
Subjects were healthy Thai adults who sought periodontal treatment at the Faculty of Dentistry, Khon Kaen University, Khon Kaen, Thailand. The criteria used for selection included: subjects between the ages of 35 and 45 years with no known systemic diseases, who had not received antibiotics within the previous 3 months, and who were not taking medications that might influence the subgingival microbiota. The study protocol was approved by the Khon Kaen University ethical review committee. Informed consent was obtained from all volunteers. Then subgingival plaque samples were collected from five individuals with chronic periodontitis. The sampling site had pocket probing depths ranging from 4 to 5 mm and clinical attachment loss ≥ 3 mm. The subgingival plaque was collected by inserting a sterile absorbent paper point to the sulcus depth and moving it laterally along the tooth surface and the sulcular epithelial lining. The paper point sample was immediately placed into 1-ml thioglycollate medium and gently sonicated to disperse the bacterial cells.

Saliva collection and processing Unstimulated saliva was obtained in 5-mL samples from the same subjects who had donated subgingival plaque and processed as previously described.²⁴⁻²⁶ In brief, each saliva sample was diluted (1:10) with pre-reduced, anaerobically-sterilized Ringer solution, containing 0.05% cysteine (Sigma Chemical Co, St Louis, MO) as a reducing agent, and centrifuged at 2,000 x g for 10 min to remove any particulate matter. The supernatant was passed through 0.45 µm sterile syringe filter.

PCR detection of *A. actinomycetemcomitans* in subgingival plaque Subgingival plaque samples were suspended in 1 mL sterile double distilled water, pelleted, and resuspended in 200 µL of DNA isolation reagent (InstaGene Matrix, Bio-Rad Lab, Hercules, CA, USA). Total DNA was extracted according to the manufacturer's instructions. The suspension was centrifuged and 5 µL of resulting supernatant was used for PCR. The PCR reactions (Taq PCR Core Kit, Qiagen, Valencia, CA, USA) were carried out as previously described using oligonucleotide primers specific for *A. actinomycetemcomitans*, sense 5' AAA CCC ATC TCT GAG TTC TTC TTC 3', antisense 5' ATG CCA ACT TGA CGT TAA AT 3'.²⁷ The PCR product was analyzed by 1% agarose gel electrophoresis. DNA of *A. Actinomycetem comitans* ATCC 43718 was used as positive control.

Inhibitory effects of lemongrass oil on subgingival biofilm formation To determine the effects of LG in inhibition of biofilm formation in test groups, subgingival plaque sample from each periodontitis patient was cultivated in saliva-coated 96-well microtiter plate in the presence of LG at concentrations 1-6 µL/mL under anaerobic atmosphere at 37°C for 2, 4 and 8 days.^{26,28} A bacterial suspension in the wells contained only medium without LG served as a control group. The initial count of total bacteria, which were inserted into each well, was 1×10^6 CFU/mL. For model 1, the supernatant was removed at 48-h intervals and the wells were added with fresh medium without LG. For model 2, the supernatant was removed and the wells were added with medium containing 1-6 µL/mL LG at 48-h

intervals. At the indicated times (2,4 and 8 days), the supernatant in each well was removed and the wells were washed with 200 µL of sterile phosphate buffered saline. The attached bacteria were stained for 15 min with 150 µL of 1% crystal violet. Excess stain was removed with running tap water. The plates were air dried and the dye bound to the adherent cells was solubilized with 150 µL of 33% (v/v) glacial acetic acid per well. After transferring the dye solution to a new plate, the optical density (OD) of each well was measured at 595 nm using microplate reader (Varioskan Flash, Thermo Fisher Scientific Inc., USA). Percentage of biofilm formation inhibition of LG was calculated using the formula $[1 - (OD_{595\text{sample}}/OD_{595\text{control}}) \times 100]$. Concentrations of LG exhibiting 50% inhibition (IC_{50}) of subgingival biofilm formation in each model were determined. All experiments were repeated on three separate occasions, with triplicate determinations in each experiment.

Real-time PCR The bacterial DNAs from biofilm in 96-well microtiter plate were extracted by using Insta Gene Matrix (Bio-Rad Lab., CA, USA) according to the manufacturer's instructions. Dilutions of known amounts of reference strains DNA (10^{-10}^8 cells) were used to determine the standard curve for real-time quantification.

Primers and probes^{29,30} used in this study are shown in Table 1. Taq Man probes were labeled with the reporter dye 6-carboxyfluorescein (FAM) at the 5' end and with non-fluorescent quencher (NFQ) at the 3' end. Amplification and detection of bacterial DNA by real-time PCR were performed using Applied Biosystem 7500 Fast Instrument (Applied Biosystems, USA). Samples were assayed in a 20 µL reaction mixture containing 2 µL of template DNA, 10 µL of 2X TaqMan® Universal PCR Master Mix (Applied Biosystem), 1 µL of 20X assay mix containing probe, forward and reverse primers (Applied Biosystem). The cycling conditions used were as follows: 50°C for 2 min, 95°C for 10 min followed by 40 cycles of 95°C for 15 s and 60°C for 1 min each. All data were analyzed using the Applied Biosystem 7500 Fast software.

Table 1 Real-time PCR primers and probes used in this study

Primers and Probes	Product size (bp)	Reference
<i>A. actinomycetemcomitans</i>	77	Morillo et al. 2004
Forward 5'-ACGCAGACGATTGACTGAATTTAA-3'		
Reverse 5'-GATCTTCACAGCTATATGGCAGCTA-3'		
Probe 5'-FAM-TCACCCTTCTACCGTTGCC-NFQ-3'		
Total bacteria	466	Nadkarni et al. 2002
Forward 5'-TCCTACGGGAGGCAGCAGT-3'		
Reverse 5'-GGACTACCAGGTATCTAATCCTGTT-3'		
Probe 5'-FAM-CGTATTACGCGGCTGCTGGCAC-TAMRA-3'		

To determine the validity of using the universal probe and primers set to estimate the total number of bacteria in a mixed culture, three bacteria, *P. gingivalis*, *A. actinomycetemcomitans* and *Streptococcus mutans*, were grown separately *in vitro* and equal volumes of the three cultures mixed together. The number of *P. gingivalis*, *A. actinomycetemcomitans* and *S. mutans* in CFU was determined by serial dilution on agar plates and compared with the relative bacterial load determined by real-time PCR using the universal probe and primers set.²⁹

Statistical analyses Kruskal-Wallis analysis and Dunn's multiple comparison tests were carried out for comparison of biofilm formation and bacterial number between the test and control groups in both models. P values of <0.05 was considered statistically significant.

Results

A. actinomycetemcomitans in the subgingival plaque samples from all periodontitis patients in this study was verified by PCR. The results showed that all subgingival plaque samples harboring *A. actinomycetemcomitans* (Figure 1). The anti-biofilm activity of LG depended on the dose and more than 80% anti-biofilm activity was observed at concentration 6 $\mu\text{L}/\text{mL}$ on day 2, 4, and 8 of both models (Figure 2). The 50% inhibition concentrations (IC_{50}) of LG in each model were showed in Table 2. It was clear that older biofilm showed less susceptible to LG. However, LG at concentration 6 $\mu\text{L}/\text{mL}$ was able to kill all *A. actinomycetemcomitans* in subgingival biofilm on day 2, 4, and 8 of both models (Figure 3A). Although lower total bacterial numbers in subgingival biofilm of test groups were found at

concentration 6 $\mu\text{L}/\text{mL}$ on day 2, 4, and 8 of both models, they were not significantly different compared with those of untreated control in both models (Figure 3B).



Figure 1 Detection of *A. actinomycetemcomitans* DNA using agarose gel electrophoresis. The gel shows staining for *A. actinomycetemcomitans* DNA amplified by conventional PCR²⁷ from five subjects. Lane 1: negative control; Lane 2: *A. actinomycetemcomitans* ATCC 43718; Lane 3-7: subgingival plaque samples from subjects No. 1-5, respectively; Lane 8: a 100 bp DNA ladder as a molecular weight marker

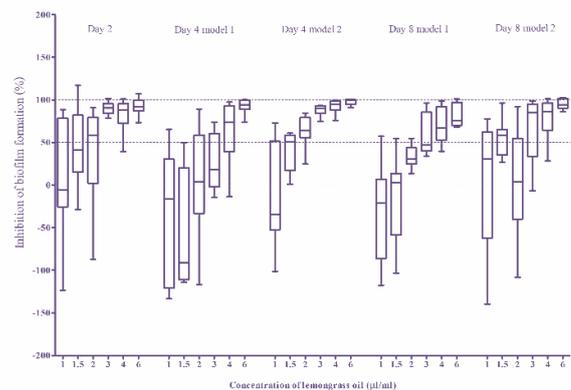
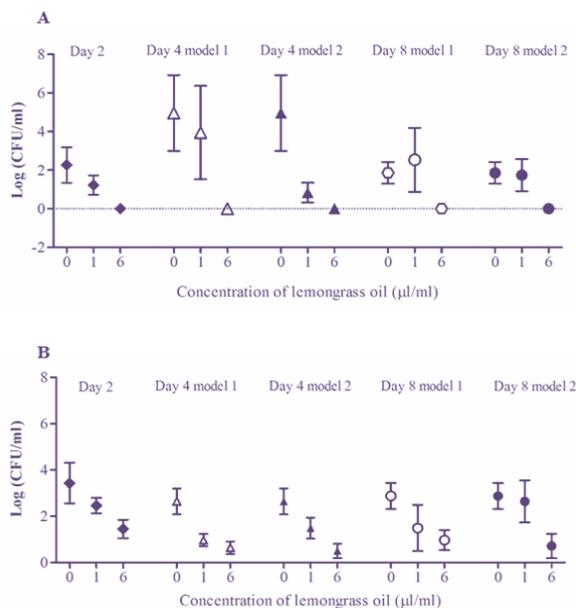


Figure 2 Effects of different concentrations of lemongrass oil on biofilm formation. The presented percentages of inhibition were calculated from the formula $[1 - (\text{OD}_{595} \text{ sample} / \text{OD}_{595} \text{ control})] \times 100 \%$. Results are from 5 periodontitis patients (N=5). The upper and lower box margins represent 75th percentile and 25th percentile, respectively. The horizontal line inside each box indicates the median (50th percentile).

Table 2 Concentrations of lemongrass oil exhibiting 50% inhibition (IC₅₀) of subgingival biofilm formation in each model

Day	2	4 model 1	4 model 2	8 model 1	8 model 2
IC ₅₀ (μl/ml)	1.7	3.6	1.8	3.1	2.9
95% Confidence Intervals	1.5 – 1.9	2.9 – 4.4	1.6 – 2.0	2.2 – 4.3	1.7 – 4.8

**Figure 3** Effects of lemongrass oil on cell numbers of *A. actinomycetemcomitans* (A), and total bacteria (B) in subgingival biofilm of tested and untreated control groups.

Discussion

Essential oils are well known for having antibacterial effect. From our previous studies, we found that LG possessed antibacterial activity towards periodontal pathogens growing in a planktonic state.¹⁷ Inhibitory effect of LG on monospecies biofilm formation was also reported.¹⁶ In addition, LG exhibited the strong inhibitory effects against several *Candida* spp. in both planktonic and biofilms form.^{19,20} In the present study, we further investigated the effects of LG on multispecies biofilm formation and biofilm-grown bacteria. Our data demonstrated that LG is able to inhibit *in vitro* subgingival multispecies biofilm formation and reduce the numbers of *A. actinomycetemcomitans* and total bacteria. These results support the antimicrobial properties of LG against *A. actinomycetemcomitans* that were reported from our previous study.¹⁷ However, killing activity of LG against *A.*

actinomycetemcomitans in multispecies biofilm was observed at concentration of 6 μL/mL which was much higher than the minimum bactericidal concentration of LG against *A. actinomycetemcomitans* growing in a planktonic state (0.0625 μL/mL) found in our previous report.¹⁷ These findings are consistent with several studies which reported that biofilm bacteria can be up to 1,000 times more resistant to antimicrobial agents than their planktonic counterpart.^{31,32} In addition, multispecies biofilms are more resistant to antimicrobial agents than monospecies biofilm.³³⁻³⁵

A. actinomycetemcomitans is one of the most common bacteria involved in periodontal disease. It is associated with the localized aggressive form of periodontitis that causes rapid attachment and bone loss.^{9,10} In this study, we found that all subgingival plaque samples harboring *A. actinomycetemcomitans* (Figure 1). Although LG at concentration 6 μL/mL was able to kill all *A. actinomycetemcomitans* in subgingival biofilm, total numbers of bacteria in test groups of both models were not significantly different compared with those of untreated control. A probable explanation for this may be that the concentration of LG used in the present study does not reach minimum bactericidal concentration towards other bacteria in subgingival biofilm. These findings indicated an advantage of using LG for periodontal disease treatment since it can kill *A. actinomycetemcomitans* without changing the subgingival ecology in an *in vitro* model. However, further clinical tests will be necessary to determine whether the results *in vivo* will be validated.

The age of the biofilm also affects its susceptibility to LG as shown in Table 2. We found that older (4- or 8-day-old) biofilms were more resistant to LG than were younger (2-day-old) biofilm. These results are in accordance with those

reported by several other groups of investigators.^{28,32,36,37} Since the compositions of bacterial species and biofilm matrix, i.e. polysaccharides, proteins, nucleic acids and lipids, between older and younger biofilm are different, these can be attributed to the higher antimicrobial resistance of older biofilms. One of the reasons for antimicrobial resistance of biofilms is that the antimicrobial agents must diffuse through the biofilm matrix to contact and inactivate the organisms within the biofilm. The extracellular polymeric substances retard diffusion either by chemically reacting with the antimicrobial molecules or by limiting their rate of transport. However, the mechanisms behind the increased resistance of older biofilms to antimicrobial agents are still the subject of much research and debate.

In conclusion, the results obtained in this study demonstrated that LG possesses inhibitory effects on multispecies subgingival biofilm formation and is able to reduce the numbers of *A. actinomycetemcomitans* and total bacteria *in vitro*. From our previous studies, LG possessed antibacterial activity towards caries and periodontal pathogens and was able to reduce oral malodour.¹⁷ Moreover, LG possessed antifungal and antibiofilm activities and could modulate candidal colonization.^{19,20} Altogether, the results obtained indicate the multiple advantages of LG and suggest potential for developing LG as a natural oral hygiene product against oral infection in people.

Acknowledgement

This work was supported by grants from Faculty of Dentistry, Khon Kaen University.

References

- Petersen PE, Ogawa H. Strengthening the prevention of periodontal disease: the WHO approach. *J Periodontol* 2005;76(12):2187-93.
- Hoiby N, Bjarnsholt T, Givskov M, Molin S, Ciofu O. Antibiotic resistance of bacterial biofilms. *Int J Antimicrob Agents* 2010;35(4):322-32.
- Socransky SS, Haffajee AD. Periodontal microbial ecology. *Periodontol* 2000 2005;38:135-87.
- Socransky SS, Haffajee AD, Cugini MA, Smith C, Kent RL, Jr. Microbial complexes in subgingival plaque. *J Clin Periodontol* 1998;25(2):134-44.
- Socransky SS, Haffajee AD, Cugini MA, Smith C, Kent RL, Jr. Microbial complexes in subgingival plaque. *J Clin Periodontol* 1998;25(2):134-44.
- Pradhan-Palikhe P, Mantyla P, Paju S, Buhlin K, Persson GR, Nieminen MS, et al. Subgingival bacterial burden in relation to clinical and radiographic periodontal parameters. *J Periodontol* 2013;84(12):1809-17.
- Wara-aswapati N, Pitiphat W, Chanchaimongkon L, Taweechaisupapong S, Boch JA, Ishikawa I. Red bacterial complex is associated with the severity of chronic periodontitis in a Thai population. *Oral Dis* 2009;15(5):354-9.
- Fine DH, Markowitz K, Furgang D, Fairlie K, Ferrandiz J, Nasri C, et al. *Aggregatibacter actinomycetemcomitans* and its relationship to initiation of localized aggressive periodontitis: longitudinal cohort study of initially healthy adolescents. *J Clin Microbiol* 2007;45(12):3859-69.
- Zambon JJ. Periodontal diseases: microbial factors. *Ann Periodontol* 1996;1(1):879-925.
- Slots J, Ting M. *Actinobacillus actinomy cetemcomitans* and *Porphyromonas gingivalis* in human periodontal disease: occurrence and treatment. *Periodontol* 2000 1999;20:82-121.
- Torrungruang K, Jitpakdeebordin S, Charatkulangkun O, Gleebua Y. *Porphyromonas gingivalis*, *Aggregatibacter actinomycetemcomitans*, and *Treponema denticola/Prevotella intermedia* Co-Infection Are Associated with Severe Periodontitis in a Thai Population. *Plos One* 2015;10(8).
- Hyvarinen K, Laitinen S, Paju S, Hakala A, Suominen-Taipale L, Skurnik M, et al. Detection and quantification of five major periodontal pathogens by single copy gene-based real-time PCR. *Innate Immun* 2009;15(4):195-204.

13. Paju S, Pussinen PJ, Suominen-Taipale L, Hyvonen M, Knuutila M, Kononen E. Detection of Multiple Pathogenic Species in Saliva Is Associated with Periodontal Infection in Adults. *J Clin Microbiol* 2009;47(1):235-8.
14. Ardila CM, Granada MI, Guzman IC. Antibiotic resistance of subgingival species in chronic periodontitis patients. *J Periodontol* 2010;45(4):557-63.
15. Rams TE, Degener JE, van Winkelhoff AJ. Antibiotic resistance in human chronic periodontitis microbiota. *J Periodontol* 2014;85(1):160-9.
16. Aiensaard J, Aiumlamai S, Aromdee C, Taweechaisupapong S, Khunkitti W. The effect of lemongrass oil and its major components on clinical isolate mastitis pathogens and their mechanisms of action on *Staphylococcus aureus* DMST 4745. *Res Vet Sci* 2011;91(3):e31-7.
17. Satthanakul P, Taweechaisupapong S, Paphangkorakit J, Pesee M, Timabut P, Khunkitti W. Antimicrobial effect of lemongrass oil against oral malodour micro-organisms and the pilot study of safety and efficacy of lemongrass mouthrinse on oral malodour. *J Appl Microbiol* 2014; 118(1):11-7.
18. Lertsatitthanakorn P, Taweechaisupapong S, Aromdee C, Khunkitti W. *In vitro* bioactivities of essential oils for acne control. *Int J Aromather* 2006;16(1):43-9.
19. Taweechaisupapong S, Aiensaard J, Chitropas P, Khunkitti W. Inhibitory effect of lemongrass oil and its major constituents on *Candida* biofilm and germ tube formation. *S Afr J Bot* 2012;81:95-102.
20. Taweechaisupapong S, Ngaonee P, Patsuk P, Pitiphat W, Khunkitti W. Antibiofilm activity and post antifungal effect of lemongrass oil on clinical *Candida dubliniensis* isolate. *S Afr J Bot* 2012;78:37-43.
21. Aiensaard J, Aiumlamai S, Taweechaisupapong S, Aromdee C, Khunkitti W. Chemical composition, antioxidant activity and antibacterial action of eight essential oils against clinical isolates of mastitis pathogens. *Int J Essential oil Ther* 2010;4:37-43.
22. Bard M, Albrecht MR, Gupta N, Guynn CJ, Stillwell W. Geraniol interferes with membrane functions in strains of *Candida* and *Saccharomyces*. *Lipids* 1988;23(6):534-8.
23. Braga PC, Dal Sasso M. Morphostructural alterations of *Candida albicans* induced by thymol. A scanning electron microscopy study. *J Chemother* 2005;17:109.
24. Walker C, Sedlacek MJ. An in vitro biofilm model of subgingival plaque. *Oral Microbiol Immunol* 2007;22(3): 152-61.
25. Ruangcharoen S, Suwannarong W, Lachica M, Bolscher JGM, Nazmi K, Khunkitti W, et al. Killing activity of LFchimera on periodontopathic bacteria and multispecies oral biofilm formation in vitro. *World J Microbiol Biotechnol* 2017;33(9):167.
26. Taweechaisupapong S, Pinsuwan W, Suwannarong W, Kukhetpitakwong R, Luengpailin S. Effects of *Streblus asper* leaf extract on the biofilm formation of subgingival pathogens. *S Afr J Bot* 2014;94:1-5.
27. Ashimoto A, Chen C, Bakker I, Slots J. Polymerase chain reaction detection of 8 putative periodontal pathogens in subgingival plaque of gingivitis and advanced periodontitis lesions. *Oral Microbiol Immunol* 1996; 11(4):266-73.
28. Sedlacek MJ, Walker C. Antibiotic resistance in an in vitro subgingival biofilm model. *Oral Microbiol Immunol* 2007;22(5):333-9.
29. Nadkarni MA, Martin FE, Jacques NA, Hunter N. Determination of bacterial load by real-time PCR using a broad-range (universal) probe and primers set. *Microbiology* 2002;148(1):257-66.
30. Morillo JM, Lau L, Sanz M, Herrera D, Martin C, Silva A. Quantitative real-time polymerase chain reaction based on single copy gene sequence for detection of periodontal pathogens. *J Clin Periodontol* 2004;31(12):1054-60.
31. Lewis K. Riddle of biofilm resistance. *Antimicrob Agents Chemother* 2001;45(4):999-1007.
32. Donlan RM, Costerton JW. Biofilms: survival mechanisms of clinically relevant microorganisms. *Clin Microbiol Rev* 2002;15(2):167-93.

33. Schwering M, Song J, Louie M, Turner RJ, Ceri H. Multi-species biofilms defined from drinking water microorganisms provide increased protection against chlorine disinfection. *Biofouling* 2013;29(8):917–28.
34. van der Veen S, Abee T. Mixed- species biofilms of *Listeria monocytogenes* and *Lactobacillus plantarum* show enhanced resistance to benzalkonium chloride and peracetic acid. *Intl J Food Microbiol* 2011;144(3):421–31.
35. Wang R, Kalchayanand N, Schmidt JW, Harhay DM. Mixed biofilm formation by Shiga toxin- producing *Escherichia coli* and *Salmonella enterica* serovar Typhimurium enhanced bacterial resistance to sanitization due to extracellular polymeric substances. *J Food Prot* 2013;76(9):1513–22.
36. Anwar H, Strap JL, Chen K, Costerton JW. Dynamic interactions of biofilms of mucoid *Pseudomonas aeruginosa* with tobramycin and piperacillin. *Antimicrob Agents Chemother* 1992;36(6):1208-14.
37. Amorena B, Gracia E, Monzon M, Leiva J, Oteiza C, Perez M, et al. Antibiotic susceptibility assay for *Staphylococcus aureus* in biofilms developed in vitro. *J Antimicrob Chemother* 1999;44(1):43-55.

Corresponding Author

Suwimol Taweechaisupapong

Department of Oral Biomedical Sciences

Faculty of Dentistry, Khon Kaen University,

Amphur Muang, Khon Kaen 40002.

Tel.: +66 4320 2405 #45125

Fax: +66 4320 2862

E-mail: suvi_taw@kku.ac.th

ผลของน้ำมันหอมระเหยตะไคร้ต่อการยับยั้งการสร้างไบโอฟิล์มได้เหงือกที่เกิดจากเชื้อก่อโรคหลายชนิด

วชิราพร ปิ่นสุวรรณ* วรากรณ์ สุวรรณรงค์** วังรี คุณกิตติ*** สุวิมล ทวีชัยสุภพงษ์*

บทคัดย่อ

น้ำมันตะไคร้ เป็นน้ำมันหอมระเหยที่ได้จากใบตะไคร้ มีรายงานการศึกษาพบว่าน้ำมันตะไคร้มีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อก่อโรคปริทันต์ เช่น เชื้อแอกกรีเทิแบกเทอร์ แอคทีโนมัยซิเทม โคมิแทนส์ และพอร์ไฟโรโมแนส จึงจิวาลิส แต่ยังไม่มีการศึกษาถึงประสิทธิภาพของน้ำมันตะไคร้ต่อการยับยั้งการสร้างไบโอฟิล์มได้เหงือกที่เกิดจากเชื้อก่อโรคหลายชนิด การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของน้ำมันตะไคร้ต่อการยับยั้งการสร้างไบโอฟิล์มได้เหงือกในห้องปฏิบัติการ โดยทำการเก็บคราบจุลินทรีย์ได้เหงือกจากผู้ป่วยโรคปริทันต์อักเสบจำนวน 5 คน มาเลี้ยงในเพลทชนิด 96 หลุม ที่เคลือบด้วยน้ำลายและใส่น้ำมันตะไคร้ที่ความเข้มข้น 1-6 ไมโครลิตรต่อมิลลิลิตร จากนั้นนำไปบ่มเพาะในสภาวะปราศจากออกซิเจน ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2, 4 และ 8 วัน โดยทำการเปลี่ยนอาหารเลี้ยงเชื้อทั้งที่มีและไม่มีน้ำมันตะไคร้ทุก 2 วัน จากนั้นทำการวัดปริมาณไบโอฟิล์มด้วยการย้อมคริสตัล ไวโอเลต และศึกษาปริมาณเชื้อแอกกรีเทิแบกเทอร์ แอคทีโนมัยซิเทม โคมิแทนส์ และเชื้อแบคทีเรียโดยรวมในไบโอฟิล์มได้เหงือกด้วยวิธีเรียลไทม์ ทีซีอาร์ ผลการศึกษา พบว่า น้ำมันตะไคร้ที่ความเข้มข้น 6 ไมโครลิตรต่อมิลลิลิตรสามารถยับยั้งการสร้างไบโอฟิล์มได้มากกว่าร้อยละ 80 นอกจากนี้ยังพบว่าน้ำมันตะไคร้ที่ความเข้มข้น 6 ไมโครลิตรต่อมิลลิลิตร มีประสิทธิภาพในการทำลายเชื้อแอกกรีเทิแบกเทอร์ แอคทีโนมัยซิเทม โคมิแทนส์ ในไบโอฟิล์มได้เหงือกได้หมด ณ เวลา 2, 4 และ 8 วัน ผลการศึกษานี้ บ่งชี้ว่าน้ำมันตะไคร้มีประสิทธิภาพยับยั้งการสร้างไบโอฟิล์มได้เหงือก และลดเชื้อแอกกรีเทิแบกเทอร์ แอคทีโนมัยซิเทม โคมิแทนส์ ในไบโอฟิล์มได้เหงือก ที่เกิดจากเชื้อก่อโรคหลายชนิดได้

คำนำขรหัส: แอกกรีเทิแบกเทอร์ แอคทีโนมัยซิเทม โคมิแทนส์/ไบโอฟิล์มได้เหงือก/น้ำมันตะไคร้/โรคปริทันต์อักเสบ

ผู้รับผิดชอบบทความ

สุวิมล ทวีชัยสุภพงษ์

สาขาวิชาชีวเวชศาสตร์ช่องปาก

คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40002

โทรศัพท์: 0 4320 2405 #45125

โทรสาร: 0 4320 2862

จดหมายอิเล็กทรอนิกส์: suvi_taw@kku.ac.th

* กลุ่มวิจัย ไบโอฟิล์ม คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น

** สาขาวิชาชีวเวชศาสตร์ช่องปาก คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น

*** คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น

Prevalence and Risk Factors of High-Level Oral Microbe among Dental Patients

Tantipoj C* Khovidhunkit SP* Panyayong W* Arayapisit T** Srimaneekarn N**
Hiransuthikul N*** Supa-Amornkul S****

Abstract

The composition of oral microbiota is associated with a health status of the host. However, the shifting of microbiome is related to various factors. We statistically examined a possible correlation between the risk factors and the amount of three selected types of oral microbes that are important to oral diseases (*Streptococcus mutans*, *Lactobacilli* and *Candida*) using the cross-sectional study method and multiple logistic regression analysis. A total of 258 subjects who live in the urban area (Bangkok) and three randomly selected rural areas (Ratchaburi, Nakhon Nayok and Sukhothai) were recruited to this study from January to July 2015. The results showed that participants with the high level of *S. mutans* ($>10^5$ CFU/ml) are more likely to 1) live in the urban area than in the rural area by a factor of 14.73 (95% CI=2.65-82.00), 2) have secondary education than primary or no education by a factor of 5.26 (95% CI=1.41 -19.67), and 3) have hyposalivation than normal salivary flow rate by a factor of 23 (95% CI=4.15 -127.36). In addition, participants who lost one more tooth have higher risk of having the high level of *S. mutans* than those losing less teeth by a factor of 1.08 (95% CI=1.003-1.17). In the case of high level of *Lactobacilli* ($>10^5$ CFU/ml), participants with hyposalivation have higher risk than those with normal salivary flow rate by a factor of 7.67 (95% CI=1.89-31.21), while having one more tooth loss increases the risk by a factor of 1.08 (95% CI=1.02-1.13). Moreover, losing one more tooth increases the risk of having the high level of *Candida* ($>10^4$ CFU/ml) by a factor of 1.07 (95% CI=1.01-1.12) when the hyposalivation and underlying health conditions have been controlled. This result might be able to be used as a guideline to examine the risk factors of having high levels of oral microbes in the future.

Keywords: Cariogenic microbes/ Risk factors/ Hyposalivation/ Hyperglycemia/ Dental patients

Received: December 27, 2019

Revised: April 09, 2020

Accepted: April 13, 2020

Introduction

Oral microbiome is one of the most diverse microbiomes in human.¹ Diversity of oral microbiome is influenced by various factors including time, age, diet, environment, geography and health conditions.²⁻³ Xu et al. (2014) found that age is strongly correlated to the abundance of core bacteria phyla.⁴ In addition, the difference in a socioeconomic status resulted in different abundance of many oral bacterial species.⁵ A study in African groups in different regions show that life style, geography and/or diet seem to affected saliva microbiome.⁶ In Thailand, geographic difference was found to show significant impacts on dentals

caries among children.⁷ The difference of income among Thai people in rural and urban area influences the health and nutrition status.⁸

Dysbiosis of oral microbes is found to correlate with caries, periodontitis, peri-implantitis, mucosal disease and oral cancer.⁹ The high level of oral pathogens (e.g., *S. mutans*, *Actinomyces* and *Lactobacillus*) is associated with high incidence of dental caries.¹⁰⁻¹¹ Many studies suggested that dysbiosis of oral microbiome also contributes to various systemic diseases such as gastrointestinal system disease, pancreatic cancer, Alzheimer's disease and Type 2 Diabetes

* Department of Advanced General Dentistry, Faculty of Dentistry, Mahidol University, Bangkok.

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

*** Department of Preventive and Social Medicine, Faculty of Medicine, Chulalongkorn University, Bangkok.

**** Mahidol International Dental School, Faculty of Dentistry, Mahidol University, Bangkok.

Mellitus (DM).^{9,12-13} The latter is one of the top ten causes of death in Thailand.¹⁴ Chronic hyperglycemia in DM increases the risk of oral diseases such as dental caries¹⁵ and candidiasis.¹⁶ It therefore suggest that the glycemic level is likely related to the incidence of dental caries, which can be diagnosed by studying the levels of *S. mutans* and *Lactobacilli*. In addition, patients with hypertension have abundance of oral microbes different from those with normal blood pressure.¹⁷

Oral cavity contains many types of habitats such as teeth, gingival sulcus, tongue, hard/soft palate and subgingival making oral microbiome greatly diverse in microbe composition.¹⁸ Change in habitats may result in drastic changes of oral microbiome. For example, tooth loss might change microbiome in oral cavity. It affects not only oral microbiome, but also quality of life and appearance of the patient.¹⁹ Tooth loss can be caused by caries and periodontal disease. Kida et al. (2006) reported that 63.4% of tooth loss cases in Tanzania were caused by caries.²⁰

Saliva plays an important role in buffering pH in oral cavity, possessing antibacterial properties and inhibiting microbial adherence. Consequently, hypofunction of salivary gland (i.e., hyposalivation) might increase the risk of opportunistic infections.²¹ Khovidhunkit et al. (2009) reported association between hyposalivation and oral microbiota.²²

Besides bacteria, shifting in fungal population also influences the oral condition. *Candida albicans* is the most common *Candida* species causing the candidiasis in oral cavity.²³ Many predisposing factors such as poor oral hygiene,²⁴ low salivary secretion²⁵ and diabetes¹⁶ have been identified as a significant factor in the development of this opportunistic infection.

Despite intensive studies of correlations between oral microbiomes and physical conditions of patients and those between oral and systemic diseases, strength of association of risk factors related to oral microbes causing diseases has not been constrained yet. Until recently, data on the prevalence and its risk factors underlying the potential association of oral microbiota (*S. mutans*, *Lactobacilli* and *Candida*) in adult Thai population are limited. In this work,

we conducted a cross-sectional study of potential risk factors statistically associated with the levels of salivary *S. mutans*, *Lactobacilli* and *Candida* in Thai dental patients.

Materials and Methods

This research was approved by the Institutional Review Board, Faculty of Medicine, Chulalongkorn University (Reference Number: 255/2014) and the Committee on Human Rights and Human Experimentation, Faculty of Dentistry/ Faculty of Pharmacology, Mahidol University (MU-DT/PY-IRB 2014/057.2611). All participants were asked to sign inform consents during participations in this study.

The study was conducted in one urban and three rural provinces in Thailand. The first setting was the Special Clinic of the Faculty of Dentistry, Mahidol University (SCMU). This clinic is located in Bangkok, Thailand and represents an urban group. The second setting has been conducted in His Majesty the King's Mobile Dental Service Unit (HMDSU), which is the biggest mobile dental service unit in Thailand. This unit provides dental service to people in the suburban areas in various parts of the country. We used simple random sampling technique to select 3 study sites from the HMDSU annual list of the provincial service as rural groups. Specifically, we assigned a random number to each province in the HMDSU annual list using RAND function in Microsoft Excel and selected 3 provinces with the highest numbers. Despite its simplicity, this method ensures that every province in the list has an equal chance to be included in the study sites. As a result, we obtained Ratchaburi, Nakhon Nayok and Sukhothai as the study sites.

Study population: The participating inclusion criteria for patients were 1) aged between 25-89 years old, 2) not having been diagnosed with diabetes, and 3) seeking dental treatment at either SCMU or HMDSU. It is noteworthy that our criteria excluded only those who already knew that they have diabetes; however, those who actually had diabetes but were not yet formally diagnosed were still included in the study. Other exclusion criteria were pregnant women and participants who had been diagnosed with severe anemia or

polycythemia because these conditions might affect the result of a Point-of-care glycated hemoglobin (POC HbA_{1c}) test.

Demographic data collection: A questionnaire was used to gather participant information regarding age, gender, education attainment, household income, smoking habit, and the family history of diabetes. In addition, we inquired the history of medical illness including hyperlipidemia, hypertension, cardiovascular disease and gout. If a participant had at least one of these diseases, he/she would be considered as having medical illness.

The body weight and height of the participants were measured to the precision of 1 kg and 0.01 m, respectively. Body Mass Index (BMI) was calculated as weight in kilograms divided by the square of height in meters. Overweight was defined as BMI larger than 23kg/m².²⁶

Systolic and diastolic blood pressures were monitored by using the standard method. Hypertension is defined as systolic blood pressure higher than 140 mmHg and/or diastolic blood pressure higher than 90 mmHg²⁷ or the participant was previously informed by a medical doctor that they have high blood pressure.

Oral cavity examination: Oral examination was performed by one experienced dentist. We assured that the examination was reliable by measuring the intraclass correlation coefficient (ICC) and obtained ICC of 0.73. Periodontal examination was determined by using mouth mirror and periodontal probes. The parameters that determine the periodontal health status were set and defined based on the previously published study.¹⁵ Probing depth (PD), defined as the distance from the gingival margin to the base of the sulcus, was measured in all teeth except the third molar. Gingival recession was measured in six locations (i.e., mesiobuccal, midbuccal, distobuccal, mesiolingual, midlingual and distolingual) for all teeth except the third molars. The clinical attachment level (CAL) was defined as the distance between the cemento-enamel junction and the base of the periodontal sulcus and was computed from the measurements of PD and gingival recession. Tooth loss was evaluated by counting remaining teeth in oral cavity.

Periodontal status was classified into three levels: severe, moderate, and mild or no periodontitis. The severe

level is the case with more than 2 interproximal sites on different teeth with the CAL larger than 6 mm and more than 1 interproximal site with PD of ≥ 5 mm. The moderate level is for those with more than 2 interproximal sites with the CAL larger than 4 mm or more than 2 interproximal sites with the PD deeper than 5 mm. Lastly, the cases that did not satisfy the above criteria for the severe and moderate levels would be classified as the mild or no periodontitis level.

Evaluation of salivary flow rate: Modified Schirmer Test (MST) was used to evaluate the unstimulated salivary flow rate in all participants.²⁸ After sitting in the upright position and swallowing all saliva to clear the secretion in the mouth, participants were asked to raise their tongue gently against anterior palate. Then the round edge of the Schirmer test strip was placed to the participants' floor of mouth. The length of soaked strip as indicated by the level of blue dye was read at 1, 2 and 3 minutes. In the case that the length of the soaked strip was less than 25 mm at 3 minutes, we considered that the participant had hyposalivation.²⁸

Glycemic measurement: HbA_{1c} level was assessed from each participant by using a finger-prick blood sample and a bench top analyzer (DCA Vantage Analyzer, Siemens Medical, Deerfield, IL, USA). Only one DCA Vantage Analyzer was used to test all samples in this study. Participants are considered as having a prediabetic condition if they have HbA_{1c} in the ranges of 5.7-6.4% and a diabetic condition if their HbA_{1c} is greater than or equal to 6.5%. We defined a hyperglycemic condition as potential prediabetes or diabetes (HbA_{1c} $\geq 5.7\%$).²⁹

Evaluation of oral microbe: Unstimulated whole saliva samples were obtained from all participants. The saliva samples were then poured over the selective agar media for *Streptococci spp.*, *Lactobacilli spp.* and *Candida spp.* in the plastic tray.³⁰ Excess of saliva was removed by blotting the edge on absorbent paper and then the dip-slide was placed into the sterile plastic tubes. All of the samples were incubated at 37°c for 48-72 hours in a 5% CO₂ incubator. *S. mutans* was identified under microscope before determining its abundance. The abundance of *S. mutans*, *Lactobacilli* and *Candida* were recorded and scored by comparison with a chart provided with the test.³⁰ The chart originally divided

the abundance into four categories according to colony-forming units (CFU)/ml, but in this study, we grouped it into low and high levels. *S. mutans* and *Lactobacilli* were classified as low level with $<10^5$ CFU/ml, whilst *Candida* was classified as low level with $<10^4$ CFU/ml.

Statistical Analysis: Descriptive statistics were used to determine the distributions of sociodemographic, medical history, clinical and oral characteristics. Various statistical tools were applied according to the nature of collected data. Independent t-test was used to calculate the difference of the number of missing teeth among the participants with high and low amounts of microbes. Fisher-exact test was used to analyze the association of dichotomous and multiple categorical variables when more than 20% of cells have the expected values of less than five. Meanwhile, the chi-square test was used to evaluate the association among other categorical risk factors

Multiple logistic regression analysis were used to examine the risks of having high level of *S. mutans*, *Lactobacilli* and *Candida*. We considered the following covariates as possible confounders: age, gender, site, education level, household income, smoking status, history of medical illness, HbA_{1c} status, periodontal status, number of

missing teeth and hyposalivation. All postulated potential confounders were adjusted and then deleted one-by-one in a backward stepwise approach until the odds ratio had changed from the fully adjusted odds ratio by at least 10%.³¹ The probability for entry and removal of factors were set to 0.05 and 0.1, respectively. All analyses were completed by using STATA (STATA statistical software; version 14.0)

Results

The characteristics of all 258 participants in this study are presented in Table 1. About half (48%) of population reside in urban area of Thailand. Urban and rural subjects were similar in regard to age, gender, smoking status, history of medical illness, HbA_{1c} status, BMI and hyposalivation status. However, participants who reside in rural area showed significantly lower fraction of having higher education (33.6% vs. 70.2%, $p<0.001$) and living comfortably (40.3% vs. 71.0%, $p<0.001$) than those in the urban area. Severe periodontitis was found to be more common in rural population than urban one (21.3% vs 7.4%, $p=0.002$). The number of missing teeth was also relatively high in the rural subjects (5.51 teeth vs. 3.64 teeth, $p=0.03$).

Table 1 Demographic data of study population

Variables	Urban	Rural	p-value	Total
	n=124	n=134		n=258
	n (%)	n (%)		n (%)
Age (yrs)			0.775	
25-40	41 (33.1)	39.0 (29.1)		80.0 (31.0)
41-60	53.0 (42.7)	62.0 (46.3)		115.0 (44.6)
61-89	30.0 (24.2)	33.0 (24.6)		63.0 (24.4)
Gender			0.112	
Male	23 (18.6)	36 (26.9)		59 (22.9)
Female	101 (81.5)	98 (73.1)		199 (77.1)
Education level			<.001	
None/primary education	15 (12.1)	62 (46.3)		77 (29.8)
Secondary education	22 (17.7)	27 (20.2)		49 (19.0)
Higher education	87 (70.2)	45 (33.6)		132 (51.2)
Household income			<.001	

Variables	Urban	Rural	p-value	Total
	n=124	n=134		n=258
	n (%)	n (%)		n (%)
Living comfortably	88 (71.0)	54 (40.3)		142 (55.0)
Coping	35 (28.2)	71 (53.0)		106 (41.1)
Difficult	1 (0.8)	9 (6.7)		10 (3.9)
Smoking status			0.057	
Not smoked	113 (91.1)	118 (88.1)		231 (89.5)
Current smoker	11 (8.9)	16 (11.9)		27 (10.5)
History of medical illness			0.484	
No	82 (66.1)	83 (61.9)		165 (64.0)
Yes	42 (33.9)	51 (38.1)		93 (36.1)
HbA _{1c} status			0.963	
Normal (HbA _{1c} <5.7)	79 (63.7)	85 (63.4)		164 (63.6)
Hyperglycemia (HbA _{1c} ≥5.7)	45 (36.3)	49 (36.6)		94 (36.4)
BMI			0.09	
<23	48 (38.7)	38 (28.4)		86 (33.3)
23 - <27.5	46 (37.1)	49 (36.6)		95 (36.8)
≥27.5	30 (24.2)	47 (35.1)		77 (29.8)
Periodontal status			0.002	
Normal and mild	66 (54.1)	46 (36.2)		112 (45.0)
Moderate	47 (38.5)	54 (42.5)		101 (40.6)
Severe	9 (7.4)	27 (21.3)		36 (14.5)
Number of missing teeth			0.003 ^a	
Mean (SD)	3.65 (4.0)	5.71 (6.4)		4.7 (5.4)
Hyposalivation			0.888	
No	118 (95.2)	127 (94.8)		245 (95.0)
Yes	6 (4.8)	7 (5.2)		13 (5.0)

^aP-values for continuous outcomes which based on independent t-test

The levels of *S. mutans*, *Lactobacilli* and *Candida* for each parameter are summarized in Tables 2-4. In short, the numbers of the participants in the rural area with high levels of *S. mutans* and *Lactobacilli* were found to be remarkably higher than those in the urban area ($p < 0.001$ and $p = 0.008$, respectively). On the other hand, there was no statistically significant difference in the *Candida* level ($p = 0.278$). According to Tables 2 and 4, participants with the high level of *S. mutans* were mostly at ages of 41-60 years old ($p = 0.022$), had the educational level below higher education

($p = 0.012$), average tooth loss of 7 teeth ($p = 0.005$) and hyposalivation ($p < 0.001$). Participants with the high level of *Lactobacilli* were more likely to be male ($p = 0.039$), had average number of tooth loss of 6 teeth ($p = 0.002$) and hyposalivation ($p < 0.001$). Participants with the high level of *Candida* were more likely to have a history of medical illness ($p = 0.007$) and have average number of tooth loss of 6 teeth ($p = 0.018$). In this study, the clinical variables did not have an influence on the abundance of these three microbes (Table 3).

Table 2 Influence of demographic variables to the abundance of oral microbes.

Characteristics	<i>S. mutans</i>			<i>Lactobacilli</i>			<i>Candida</i>		
	Low n=234	High n=24	<i>p</i> -value	Low n=177	High n=81	<i>p</i> -value	Low n=194	High n=64	<i>p</i> -value
	n (%)	n (%)		n (%)	n (%)		n (%)	n (%)	
Site			<0.001			0.008			0.278
Urban	122 (52.1)	2 (8.3)		95 (53.7)	29 (35.8)		97 (50.0)	27 (42.2)	
Rural	112 (47.9)	22 (91.7)		82 (46.3)	52 (64.2)		97 (50.0)	37 (57.8)	
Age (yrs)			0.022			0.382			0.184
25-40	77 (32.9)	3 (12.5)		58 (32.8)	22 (27.2)		66 (34.0)	14 (21.9)	
41-60	98 (41.9)	17 (70.8)		80 (45.2)	35 (43.2)		82 (42.3)	33 (51.6)	
61-89	59 (25.2)	4 (16.7)		39 (22.0)	24 (29.6)		46 (23.7)	17 (26.6)	
Gender			0.204			.039			0.366
Male	56 (23.9)	3 (12.5)		34 (19.2)	25 (30.9)		47 (24.2)	12 (18.8)	
Female	178 (76.1)	21 (87.5)		143 (80.8)	56 (69.1)		147 (75.8)	52 (81.3)	
Education level			0.012			0.117			0.274
None/primary education	68 (29.1)	9 (37.5)		46 (26.0)	31 (38.3)		53 (27.3)	24 (37.5)	
Secondary education	40 (17.1)	9 (37.5)		34 (19.2)	15 (18.5)		37 (19.1)	12 (18.8)	
Higher education	126 (53.9)	6 (25.0)		97 (54.8)	35 (43.2)		104 (53.6)	28 (43.8)	
Household income			0.872			0.203			0.469
Living comfortably	130 (55.6)	12 (50.0)		104 (58.8)	38 (46.9)		111 (57.2)	31 (48.4)	
Coping	95 (40.6)	11 (45.8)		67 (37.9)	39 (48.2)		76 (39.2)	30 (46.9)	
Difficult	9 (3.9)	1 (4.2)		6 (3.4)	4 (4.9)		7 (3.6)	3 (4.7)	
Smoking status			0.176 ^b			0.098			0.767 ^b
Not smoked	221 (94.4)	21 (87.5)		169 (95.5)	73 (90.1)		181 (93.3)	61 (95.3)	
Current smoker	13 (5.6)	3 (12.5)		8 (4.5)	8 (9.9)		13 (6.7)	3 (4.7)	
History of medical illness			0.135			0.057			0.007
No	153 (65.4)	12 (50.0)		120 (67.8)	45 (55.6)		133 (68.6)	32 (50.0)	
Yes	81 (34.6)	12 (50.0)		57 (32.2)	36 (44.4)		61 (31.4)	32 (50.0)	

Table 3 Influence of clinic variables to the abundance of oral microbes.

Characteristics	<i>S. mutans</i>			<i>Lactobacilli</i>			<i>Candida</i>		
	Low	High	<i>p</i> -value	Low	High	<i>p</i> -value	Low	High	<i>p</i> -value
	n=234	n=24		n=177	n=81		n=194	n=64	
	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)			
HbA _{1c} status			0.437			0.211			0.924
Normal (HbA _{1c} <5.7)	147 (62.8)	17 (70.8)		117 (66.1)	47 (58.0)		123 (63.4)	41 (64.0)	
Hyperglycemia (HbA _{1c} ≥5.7)	87 (37.2)	7 (29.2)		60 (33.9)	34 (42.0)		71 (36.6)	23 (36.0)	
BMI (kg/m ²)			0.883			0.537			0.34
<23	79 (33.8)	7 (29.2)		56 (31.6)	30 (37.0)		60 (30.9)	26 (40.6)	
23 - <27.5	86 (36.8)	9 (37.5)		69 (39.0)	26 (32.1)		75 (38.7)	20 (31.3)	
≥27.5	69 (29.5)	8 (33.3)		52 (29.4)	25 (30.9)		59 (30.4)	18 (28.1)	

Table 4 Influence of oral health to the abundance of oral microbes.

Characteristics	<i>S. mutans</i>			<i>Lactobacilli</i>			<i>Candida</i>		
	Low	High	<i>p</i> -value	Low	High	<i>p</i> -value	Low	High	<i>p</i> -value
	n=234	n=24		n=177	n=81		n=189	n=60	
	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)			
Periodontal status*			0.078			0.666			0.34
Normal and mild	108 (47.2)	8 (33.3)		83 (47.4)	33 (42.3)		84 (43.5)	32 (53.3)	
Moderate	92 (40.2)	9 (37.5)		69 (39.4)	32 (41.0)		79 (40.9)	22 (36.7)	
Severe	29 (12.7)	7 (29.2)		23 (13.1)	13 (16.7)		30 (15.5)	6 (10.0)	
Number of missing teeth*			0.005 ^a			0.001 ^a			0.01 ^a
Mean (SD)	4.4 (5.2)	7.7 (6.8)		3.9 (4.7)	6.5 (6.5)		4.1 (4.8)	6.5 (6.9)	
Hyposalivation			0.004 ^b			0.001 ^b			0.095 ^b
No	226 (96.6)	19 (79.2)		174 (98.3)	71 (87.6)		187 (96.4)	58 (90.6)	
Yes	8 (3.4)	5 (20.8)		3 (1.7)	10 (12.4)		7 (3.6)	6 (9.4)	

*Each variable might have different numbers of participants due to missing data.

^a*P*- values for continuous outcomes which based on independent t-test

^b*P*- values for dichotomous outcomes which based on Fisher-exact test

Demographic, clinical and oral health variables that have influences on the high levels of three microbes were examined based on an adjusted odd ratio (AOR) at 95% confidence intervals (CI). Table 5 shows that the risk of the high level of *S. mutans* in individuals increased in rural residents (AOR=14.73, 95% CI=2.65-82.00). The AOR of having high-level *S. mutans* for participants with secondary education was determined to be 5.26 (95% CI= 1.41-19.67)

by using participants with non/primary education as a reference. Participants who have hyposalivation had 23.00-fold increasing risk of having the high level of *S. mutans* (95% CI= 4.15-127.36). With one increasing tooth loss, the risk of having high level of *S. mutans* seems to be increased by 8 percent (95% CI= 1.003-1.17, p=0.041); however, the association is not significantly different.

Table 5 Odd ratios (OR) and 95% confidence intervals (CI) of covariates associated with oral microbes (n=249)

Covariates	<i>S. mutans</i>			<i>Lactobacilli</i>			<i>Candida</i>		
	Unadjusted	Adjusted	p-value	Unadjusted	Adjusted	p-value	Unadjusted	Adjusted	p-value
	OR (95%CI)	OR (95%CI)		OR (95%CI)	OR (95%CI)		OR (95%CI)	OR (95%CI)	
Site									
Urban	1.00	1.00	Ref.	1.00	1.00	Ref.	-	-	-
Rural	11.98 (2.75-52.12)	14.73 (2.65-82.00)	0.002*	2.08 (1.21-3.57)	1.72 (0.96-3.10)	0.07	-	-	-
Hyposalivation									
No	1.00	1.00	Ref.	1.00	1.00	Ref.	1.00	1.00	Ref.
Yes	7.43 (2.21-24.97)	23.00 (4.15-127.36)	<0.001*	8.17 (2.18-30.56)	7.67 (1.89-31.21)	0.004*	2.76 (0.89-8.55)	3.37 (0.95-12.00)	0.06
Number of tooth loss									
1.09 (1.02-1.16)	1.08 (1.003-1.17)	0.041*	1.09 (1.04-1.14)	1.08 (1.02-1.13)	0.004*	1.07 (1.02-1.13)	1.07 (1.01-1.12)	0.014*	
Education level									
None/primary education	1.00	1.00	Ref.	-	-	-	-	-	-
Secondary education	1.70 (0.62-4.64)	5.26 (1.41-19.67)	0.014*	-	-	-	-	-	-
Higher education	0.36 (0.12-1.05)	1.97 (0.49-7.86)	0.339	-	-	-	-	-	-
Gender									
Male	-	-	-	1.00	1.00	Ref.	-	-	-
Female	-	-	-	0.53 (0.29-0.97)	0.56 (0.29-1.06)	0.076	-	-	-
Medical history									
No	-	-	-	-	-	-	1.00	1.00	Ref.
Yes	-	-	-	-	-	-	2.18 (1.23-3.88)	1.68 (0.91-3.13)	0.099

Covariates not included in final models are indicated as (-). Each OR and 95%CI is adjusted for all other covariates listed in this table.

*Statistically significantly at $p < 0.05$

In addition to the risk of living area, the level of *Lactobacilli* increases with hyposalivation and the number of tooth loss. Hyposalivation participants had 7.67-fold increased risk of having high level of *Lactobacilli* (95% CI= 1.89-31.21). With one increasing tooth loss, the risk of having high level of *Lactobacilli* seems to be increased by 8 percent (95% CI= 1.02-1.13). However, Table 5 indicates no clear correlation between having high level of *Lactobacilli* and the residence site (AOR 1.72, 95% CI= 0.96-3.10).

Similarly, the risk of having high level of *Candida* increases with the increasing number of tooth loss. One increasing tooth loss is able to boost the risk of having high level of *Candida* up to 7 percent (95%CI= 1.01-1.12). Nevertheless, there was no significant association between having high level of *Candida* and having hyposalivation (AOR 3.37, 95% CI= 0.95-12.00) or having history of medical illness (AOR 1.68, 95%CI= 0.91-3.13; Table 5).

Discussion

This study investigated the prevalence of *S. mutans* and *Lactobacilli*, two known cariogenic bacteria, and *Candida* and their risk factors in dental patients who live in various parts of Thailand. Our study shows that the participants in urban area has higher fraction of having higher education and household income than those in rural area. The latter shows severe periodontitis and has greater numbers of tooth loss than urban-area participants. This suggests that rural-area participants tend to have relatively unhealthy oral conditions as compared with urban-area participants. It is similar to the results by Mbawalla et al. (2010) that children from a family with low socio-economic status have poor oral hygiene index.³² The prevalence of high-level *S. mutans* and *Lactobacilli* were higher among participants living in the rural than in the urban area, while the high-level *Candida* in both areas were not significantly different. Our results suggest that higher levels of cariogenic bacteria are associated with sociodemographic and oral characteristics.

Salivary *S. mutans*, *Lactobacillus* and *Actinomyces* were found to be positively correlated with caries in both mixed and permanent dentition.³³ It is implied that prevalence of *S. mutans* and *Lactobacillus* is associated with dental

caries. The 8th Thai National Oral Health Survey had reported the higher prevalence of active caries in population with ages of 35-44 years old who live in rural than those in urban areas (46.6% vs 38.1%; Department of Dental Health, 2018). Studies in both Brazilian and Thai children suggested similar results.³⁴⁻³⁵ They found the higher prevalence of dental caries in the residents living in the rural area. Our result is consistent with the above studies in that the high level of *S. mutans* and *Lactobacillus* indicative of dental caries is associated with the rural residence area. Oral health services are mostly offered at the regional or central hospitals of urban centers and preventive or restorative dental cares are not substantially aware.³⁶ It can be inferred that the effect of geographic difference to the prevalence of selected bacteria can be related to diet and accessibility to oral health service.

Tooth loss in adult may also be attributable to poor oral health. Missing teeth would affect food choices and would further affect the microbial community in saliva. Individual susceptible from tooth loss may need prosthetic replacement. We found the positive relationship between tooth loss and the abundance of *Lactobacilli* and *Candida*. It is suggested that the numbers of teeth may have an effect on the high levels of *Lactobacilli* and *Candida*. This is also consistent with the result by Sato et al. (2017) who reported negative correlations between the number of remaining teeth and the amount of *Candida*.³⁷

In agreement with earlier studies, the present study demonstrated that hyposalivation can be considered as a risk factor of high-level *S. mutans* and *Lactobacilli*. On the other hand, low salivary flow rate is a risk factor for caries incidence.³⁸ Saliva plays a crucial role in maintaining the oral hygiene and buffering the pH in oral cavity. Furthermore, it has immunological and bacteriostatic properties.³⁹ Jawed et al. (2012) found a positive correlation between salivary pH and flow rate.⁴⁰ The decrease of salivary flow rate might contribute to the buffering capacity of saliva resulting in an increasing level of cariogenic bacteria. However, we did not find the association between hyposalivation and *Candida* counts, although there was trend for higher CFU counts in hyposalivation subject ($p=0.06$).

Torres et al. (2002) evaluated the relationship between salivary flow and *Candida* colony count in the saliva of patients with xerostomia. Their results revealed an inverse relationship between salivary flow rate (SFR) and participants with high *Candida* CFU counts (≥ 400 CFU/ml).⁴¹ Nadig et al. (2017) also evaluated the relationship between salivary flow rate and *Candida* colony counts in the saliva of xerostomia patients. They found the significant association among reduced SFR and increased *Candida* counts.²⁵ However, Almstahl, et al. (2003) analyzed the association between *Candida* counts and less severe hyposalivation where the decrease in salivary secretion is smaller. They found that this group had an oral flora similar to the controls.⁴²

Association between diabetes mellitus and cariogenic bacteria were controversial. Although some studies demonstrated the higher prevalence of caries due to the increased concentration of salivary glucose, acidity of the oral cavity, salivary viscosity, reduced salivary flow rate, and salivary gland dysfunction, other studies reported a reduction of caries levels, probably caused by decreased sucrose ingestion.⁴³ Participants with potential prediabetes and diabetes ($HbA_{1c} \geq 5.7$) have salivary flow rate and prevalence of high levels of the three microbes similar to participants with the normal glycemic level (Table 3). These results are in agreement with the study by El-Tekeya et al. (2012). They evaluated the non-stimulated saliva from groups of children with and without type 1 diabetes, and found no differences regarding salivary concentrations of *S. mutans* and *Lactobacilli* spp.,⁴⁴ which is similar to the results of our study. Likewise, Akpata et al. (2012) evaluated the association among type 1 DM and *S. mutans*, *Lactobacilli* spp and yeast counts in 12-15-year-old children in Kuwait. The association among type 1 DM and these cariogenic bacteria could not be detected.⁴⁵ In contrast, Singh-Hüsgen et al. (2016) studied children and adolescents (3 to 18 years old) with and without type 1 diabetes, and found higher concentrations of *S. mutans* and *Lactobacilli casei* in diabetics' saliva,⁴⁶ which is in agreement with those reported by Swanljung et al. 1992.⁴⁷

It is important to note some limitations of our study that may affect the interpretation of the results. We did not investigate the numbers of dental caries because of the

difficulty in examining the Decayed, Missing due to caries, and Filled Teeth (DMFT) in the field work. As explained in Material and Method section, in the rural area we conducted the investigation in His Majesty the King's Mobile Dental Service Unit (HMDSU), where tremendous numbers of patients came at once. DMFT examination is thus not a practical choice. Instead, we used the commercial modified-dip-slide test kit to examine the cariogenic bacteria that are a good indicator of dental caries.³⁰ The abundance of cariogenic bacteria like *S. mutans* and *Lactobacilli* obtained by using the commercial kit was found to be significantly correlated with DMFT³³. Although we did not have the numbers of caries in our study, the amount of cariogenic bacteria can be used as a surrogate outcome of dental caries to look into oral hygienic status. Another limitation is that the numbers of study subjects might be too small that the generalization to the entire population of Thailand need to be done with caution. Lastly, our work was a cross-sectional study. Therefore, a contributing temporality cannot be recognized between the exposure and the outcome.

Conclusion

In this study, we explored the correlation among demographic, health conditions and oral health conditions with three types of oral microbes, *S. mutans*, *Lactobacillus*, *Candida* spp. Sociodemographic status of studying populations is different in that the education level of participants living in urban area is statistically higher than rural-area participants. Moreover, 71% of urban participants are living comfortably, whereas the fraction is only 40.3% for those in rural area. Two oral conditions, which are periodontal status and number of missing teeth, are significantly different between these two groups of participants. These might suggest that in our study population, the urban participants have better oral health conditions than the rural ones.

Multivariate step-wise regression analyses demonstrated that the salivary level of *S. mutans* was related to residency in rural area, education level, hyposalivation and number of tooth loss. Salivary *Lactobacilli* level was

associated with hyposalivation and the numbers of tooth loss. *Candida* level was also related to the numbers of tooth loss. Identification of the persons at risk as a preventive measure is of importance. Once these persons are identified, available therapeutic modalities should be offered. Management of these conditions may include daily oral hygiene maintenance, frequent professional oral evaluations and cares, hydrating lubrication and nutritional counseling. This study can be a preliminary guideline in studying the correlation between the risk factors and oral microbes of other diseases.

Acknowledgement

We would like to thank Special Clinic of the Faculty of Dentistry, Mahidol University and His Majesty the King's Mobile Dental Service Unit for allowing us to collect the samples in their units. This research was supported by Dental Innovation Foundation under Royal Patronage and the Ratchadapiseksompotch Faculty of Medicine Research Fund.

References

1. Wade WG. The oral microbiome in health and disease. *Pharmacol Res* 2013;69(1):137-43.
2. Lu Gao TX, Gang H, Song J, Yan G, Feng C. Oral microbiomes: more and more importance in oral cavity and whole body. *Protein Cell* 2018;9(5):488-500.
3. Wang B, Yao M, Lv L, Ling Z, Li L. The Human Microbiota in Health and Disease. *Engineering* 2017;3(1):71-82.
4. Xu X, He J, Xue J, Wang Y, Li K, Zhang K, et al. Oral cavity contains distinct niches with dynamic microbial communities. *Environ Microbiol* 2015;17(3):699-710.
5. Belstrøm D, Holmstrup P, Nielsen CH, Kirkby N, Twetman S, Heitmann BL, et al. Bacterial profiles of saliva in relation to diet, lifestyle factors, and socioeconomic status. *J Oral Microbiol* 2014;6(1): 23609.
6. Li J, Quinque D, Horz H-P, Li M, Rzhetskaya M, Raff JA, et al. Comparative analysis of the human saliva microbiome from different climate zones: Alaska, Germany, and Africa. *BMC Microbiol* 2014;14(1):316.
7. Krisdapong S, Prasertsom P, Rattarangsim K, Sheiham A. Sociodemographic differences in oral health-related quality of life related to dental caries in Thai school children. *Community Dent Health* 2013;30(2):112-8.
8. Kelly M, Banwell C, Dixon J, Seubsman S-A, Yiengprugsawan V, Sleigh A. Nutrition transition, food retailing and health equity in Thailand. *Australas epidemiol* 2010;17(3):4-7.
9. Gao L, Xu T, Huang G, Jiang S, Gu Y, Chen F. Oral microbiomes: more and more importance in oral cavity and whole body. *Protein Cell* 2018;9(5):488-500.
10. Struzycka I. The oral microbiome in dental caries. *Pol J Microbiol* 2014;63(2):127-35.
11. Kampoo K, Teanpaisan R, Ledder RG, McBain AJ. Oral bacterial communities in individuals with type 2 diabetes who live in southern Thailand. *Appl Environ Microbiol* 2014;80(2):662.
12. Harding A, Gonder U, Robinson SJ, Crean S, Singhrao SK. Exploring the association between Alzheimer's disease, oral health, microbial endocrinology and nutrition. *Front Aging Neurosci* 2017;9:398.
13. Fan X, Alekseyenko AV, Wu J, Peters BA, Jacobs EJ, Gapstur SM, et al. Human oral microbiome and prospective risk for pancreatic cancer: a population-based nested case-control study. *Gut* 2018;67(1):120.
14. Porapakkham Y, Rao C, Pattaraarchachai J, Polprasert W, Vos T, Adair T, et al. Estimated causes of death in Thailand, 2005: implications for health policy. *Popul Health Metr* 2010;8(1):14.
15. Hintao J, Teanpaisan R, Chongsuvivatwong V, Dahlen G, Rattarasarn C. Root surface and coronal caries in adults with type 2 diabetes mellitus. *Community Dent Oral Epidemiol* 2007;35(4):302-9.
16. Mohammadi F, Javaheri MR, Nekoeian S, Dehghan P. Identification of *Candida* species in the oral cavity of diabetic patients. *Curr Med Mycol* 2016;2(2):1-7.
17. Gordon JH, LaMonte MJ, Genco RJ, Zhao J, Li L, Hovey KM, et al. Is the oral microbiome associated with blood pressure in older women? *High Blood Press Cardiovasc Prev* 2019;26(3):217-25.

18. Dewhirst FE, Chen T, Izard J, Paster BJ, Tanner ACR, Yu W-H, et al. The human oral microbiome. *J Bacteriol* 2010;192(19):5002.
 19. Saintrain MVdL, de Souza EHA. Impact of tooth loss on the quality of life. *Gerodontology* 2012;29(2):e632-e6.
 20. Kida IA, Åström AN, Strand GV, Masalu JR. Clinical and socio-behavioral correlates of tooth loss: a study of older adults in Tanzania. *BMC Oral Health* 2006;6(1):5.
 21. Diaz-Arnold AM, Marek CA. The impact of saliva on patient care: A literature review. *J Prosthet Dent* 2002;88(3):337-43.
 22. Khovidhunkit SO, Suwantuntula T, Thaweboon S, Mitrirattanakul S, Chomkhakhai U, Khovidhunkit W. Xerostomia, hyposalivation, and oral microbiota in type 2 diabetic patients: a preliminary study. *J Med Assoc Thailand* 2009;92(9):1220-8.
 23. Navazesh M, Wood GJ, Brightman VJ. Relationship between salivary flow rates and *Candida albicans* counts. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1995;80(3):284-8.
 24. Wahlin YB. Salivary secretion rate, yeast cells, and oral candidiasis in patients with acute leukemia. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1991;71(6):689-95.
 25. Nadig S, Ashwathappa D, Manjunath M, Krishna S, Annaji A, Shivaprakash P. A relationship between salivary flow rates and *Candida* counts in patients with xerostomia. *J Oral and Maxillofac Pathol* 2017;21(2):316.
 26. World Health Organization. Regional Office for the Western P. The Asia-Pacific perspective : redefining obesity and its treatment: Sydney : Health Communications Australia; 2000.
 27. Williams B, Mancia G, Spiering W, Agabiti Rosei E, Azizi M, Burnier M, et al. 2018 ESC/ESH Guidelines for the management of arterial hypertension: The Task Force for the management of arterial hypertension of the European society of cardiology and the European society of Hypertension. *J Hypertens* 2018;36(10).
 28. Fontana M, Zunt S, Fau - Eckert GJ, Eckert GJ, Fau - Zero D, Zero D. A screening test for unstimulated salivary flow measurement. *Oper Dent* 2005;30(1):3-8.
 29. American Diabetes A. Standards of medical care in diabetes--2013. *Diabetes Care* 2013;36 (Suppl 1):S11-S66.
 30. Thaweboon B, Thaweboon S, Sopavanit C, Kasetsuwan R. A modified dip-slide test for microbiological risk in caries assessment. *Southeast Asian J Trop Med Public Health* 2006;37:400-4.
 31. Rothman KJ, Greenland S. *Modern Epidemiology*. 2 ed. Philadelphia: Lippincott-Raven Publishers; 1998.
 32. Mbawalla HS, Masalu JR, Åström AN. Socio-demographic and behavioural correlates of oral hygiene status and oral health related quality of life, the Limpopo - Arusha school health project (LASH): A cross-sectional study. *BMC Pediatr* 2010;10(1):87.
 33. Chokshi A, Mahesh P, Sharada P, Chokshi K, Anupriya S, Ashwini BK. A correlative study of the levels of salivary *Streptococcus mutans*, *Lactobacilli* and *Actinomyces* with dental caries experience in subjects with mixed and permanent dentition. *J Oral Maxillofac Pathol* 2016;20(1):25-8.
 34. Borges TS, Schwanke NL, Reuter CP, Neto LK, Burgos MS. Factors associated with caries: a survey of students from southern Brazil. *Rev Paul Pediatr* 2016;34:489-94.
 35. Srisilapanan P, Nirunsittirat A, Roseman J. Trends over time in dental caries status in urban and rural Thai children. *J Clin Exp Dent* 2017;9(10):e1201-e6.
 36. Petersen PE, Bourgeois D, Ogawa H, Estupinan-Day S, Ndiaye C. The global burden of oral diseases and risks to oral health. *Bull World Health Organ* 2005;83(9):661-9.
 37. Sato T, Kishi M, Suda M, Sakata K, Shimoda H, Miura H, et al. Prevalence of *Candida albicans* and non-*albicans* on the tongue dorsa of elderly people living in a post-disaster area: a cross-sectional survey. *BMC Oral Health* 2017;17(1):51.
-

38. Pedersen AM, Reibel J, Nordgarden H, Bergem HO, Jensen JL, Nauntofte B. Primary Sjögren's syndrome: salivary gland function and clinical oral findings. *Oral Dis* 1999;5(2):128-38
39. Mandel ID. The role of saliva in maintaining oral homeostasis. *J Am Dent Assoc* 1989;119(2):298-304.
40. Jawed M, Khan RN, Shahid SM, Azhar A. Protective effects of salivary factors in dental caries in diabetic patients of Pakistan. *Exp Diabetes Res* 2012;2012:947304.
41. Torres SR, Peixoto CB, Caldas DM, Silva EB, Akiti T, Nucci M, et al. Relationship between salivary flow rates and *Candida* counts in subjects with xerostomia. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2002;93(2):149-54.
42. Almståhl A, Wikström M, Stenberg I, Jakobsson A, Fagerberg-Mohlin B. Oral microbiota associated with hyposalivation of different origins. *Oral Microbiol Immunol* 2003;18(1):1-8.
43. Sampaio N, Mello S, Alves C. Dental caries-associated risk factors and type 1 diabetes mellitus. *Pediatr Endocrinol Diabetes Metab* 2011;17(3):152-7.
44. El-Tekeya M, Tantawi ME, Fetouh H, Mowafy E, Khedr NA. Caries Risk Indicators in children with type 1 diabetes mellitus in relation to metabolic control. *Pediatr Dent* 2012;34(7):510-6.
45. Akpata ES, Alomari Q, Mojiminiyi OA, Al-Sanae H. Caries experience among children with type 1 diabetes in Kuwait. *Pediatr Dent* 2012;34(7):468-72.
46. Singh-Hüsgen P, Meissner T, Bizhang M, Henrich B, Raab WHM. Investigation of the oral status and microorganisms in children with phenylketonuria and type 1 diabetes. *Clin Oral Investig* 2016;20(4):841-7.
47. Swanljung O, Meurman JH, Torkko H, Sandholm L, Kaprio E, Mäenpää J. Caries and saliva in 12–18-year-old diabetics and controls. *Eur J Oral Sci* 1992;100(6):310-3.

Corresponding Author

Sirirak Supa-amornkul

*Mahidol International Dental School,
Faculty of Dentistry, Mahidol University,
6 Yothi St, Rajtchathevi, Bangkok 10400.*

Tel.: +66 2200 7764

E-mail: sirirak.sup@mahidol.ac.th

ความชุกและปัจจัยเสี่ยงที่เกี่ยวข้องกับการมีเชื้อจุลินทรีย์ในช่องปากในปริมาณสูงในผู้ป่วยทันตกรรม

ชนิดา ตันติพจน์* สิริบงอร พิบูลนิยม โขวิฑูรกิจ* วรพงษ์ ปัญญาพงศ์* ทวีพงศ์ อารยะพิศิษฐ์**
 นัจชลี ศรีรมณีกาญจน์** นรินทร์ หิรัญสุธาธิกุล*** สิริรัก ศุภอมรรกุล****

บทคัดย่อ

ชนิดและปริมาณของจุลินทรีย์ในช่องปากมีความสัมพันธ์กับสภาวะสุขภาพของแต่ละบุคคล แต่การเปลี่ยนแปลงของจุลินทรีย์ในช่องปากเกี่ยวข้องกับปัจจัยหลายประการ การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยเสี่ยงต่าง ๆ กับปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อโรคในช่องปาก 3 ชนิด ได้แก่ สเตรปโตคอคคัส มิวแทนส์ แลคโตบาซิลลัส และ แคนดิดา โดยทำการศึกษาแบบตัดขวาง และอาศัยการวิเคราะห์การถดถอยพหุโลจิสติกส์ ในอาสาสมัครจำนวน 258 คน จากทั้งเขตเมืองในพื้นที่กรุงเทพมหานครและเขตชนบทในพื้นที่จังหวัดราชบุรี นครนายก และ สุโขทัย (มกราคม ถึง กรกฎาคม 2558) ผลจากการศึกษาพบว่า อาสาสมัครที่พบเชื้อสเตรปโตคอคคัส มิวแทนส์ ในปริมาณสูง ($>10^7$ โคโลนีฟอร์มมิงยูนิตต่อมิลลิลิตร) จะอาศัยในเขตเมืองมากกว่าในเขตชนบท 14.73 เท่า (95% CI 2.65 -82.00) มีการศึกษาระดับมัธยมศึกษา มากกว่าผู้ที่ไม่ได้รับการศึกษา หรือมีการศึกษาระดับประถมศึกษา 5.26 เท่า (95% CI 1.41 -19.67) มีภาวะน้ำตาลหลั่งน้อยกว่ามีภาวะน้ำตาลหลั่งปกติ 23 เท่า (95% CI 4.15-127.36) และในผู้ที่สูญเสียฟันธรรมชาติเพิ่มขึ้น 1 ซี่ จะมีความเสี่ยงสูงกว่าผู้ที่สูญเสียฟันธรรมชาติน้อยกว่า 1.08 เท่า (95% CI 1.003-1.17) พบว่าอาสาสมัครที่มีเชื้อแลคโตบาซิลลัสปริมาณสูง ($>10^7$ โคโลนีฟอร์มมิงยูนิตต่อมิลลิลิตร) เป็นผู้ที่มีการศึกษาระดับมัธยมศึกษา มากกว่าผู้ที่มีการศึกษาระดับประถมศึกษา 7.67 เท่า (95% CI=1.89-31.21) และพบว่าผู้ที่สูญเสียฟันธรรมชาติเพิ่มขึ้น 1 ซี่มีความเสี่ยงสูงขึ้นที่จะมีเชื้อแลคโตบาซิลลัสในระดับสูง สูงเป็น 1.08 เท่า (95% CI=1.02 -1.13) ของผู้ที่สูญเสียฟันธรรมชาติน้อยกว่า เมื่อควบคุมอิทธิพลของปัจจัยอื่นที่อยู่อาศัย และเพศ นอกจากนี้ยังพบว่าผู้ที่มีการศึกษาระดับสูง ($>10^7$ โคโลนีฟอร์มมิงยูนิตต่อมิลลิลิตร) คือ ผู้ที่สูญเสียฟันธรรมชาติเพิ่มขึ้น 1 ซี่ โดยพบว่ามีความเสี่ยงสูงขึ้นเป็น 1.07 เท่า (95% CI 1.01 -1.12) ของผู้ที่สูญเสียฟันธรรมชาติน้อยกว่าเมื่อควบคุมอิทธิพลของปัจจัยภาวะน้ำตาลหลั่งน้อย และปัจจัยประวัติโรคประจำตัว ผลการศึกษานี้อาจสามารถใช้เป็นแนวทางในการศึกษาปัจจัยเสี่ยงต่างๆ ที่ส่งผลต่อปริมาณของเชื้อในช่องปากต่อไป

คำใบ้รหัส: เชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อให้โรคฟันผุ/ ปัจจัยเสี่ยง/ การหลั่งน้ำตาลลดน้อยลง/ ภาวะน้ำตาลในเลือดสูง/ ผู้ป่วยทันตกรรม

ผู้รับผิดชอบบทความ

สิริรัก ศุภอมรรกุล

โรงเรียนทันตแพทยศาสตรบัณฑิต

คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

ถนนโยธี เขตราชเทวี กรุงเทพฯ

โทรศัพท์: 0 2200 7764

จดหมายอิเล็กทรอนิกส์: sirirak.sup@mahidol.ac.th

* ภาควิชาทันตกรรมทั่วไปชั้นสูง คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล กรุงเทพฯ

** ภาควิชากายวิภาคศาสตร์ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล กรุงเทพฯ

*** ภาควิชาเวชศาสตร์ป้องกันและสังคม คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ

**** โรงเรียนทันตแพทยศาสตรบัณฑิต คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล กรุงเทพฯ

การรักษาฟันตัดซี่กลางบนคุดโดยใช้เครื่องมือจัดฟันชนิด ทูบายโฟรี แอปพลายแอนซ์ ร่วมกับการศัลยกรรมช่วยให้ฟัน ขึ้น: รายงานผู้ป่วย

อรทัย ตันตยานนท์ *

บทคัดย่อ

ฟันตัดซี่กลางบนคุดเป็นปัญหาที่ไม่ถูกพบบ่อยนักในการรักษาทางทันตกรรม แต่มีความสำคัญมากเนื่องจากมีผลกระทบโดยตรงต่อความสวยงาม สภาพจิตใจ และอาจนำไปสู่ปัญหาด้านการออกเสียงในอนาคต การตรวจพบและการรักษาตั้งแต่ในระยะแรกๆ มีความสำคัญมากต่อการป้องกันผลกระทบต่างๆ ที่จะเกิดขึ้นภายหลัง ทั้งในแง่ของผลการรักษา สภาพจิตใจของผู้ป่วย ระยะเวลาและค่าใช้จ่ายในการรักษา ซึ่งควรทำการรักษาให้เร็วที่สุดเมื่อพร้อม การรักษาโดยใช้เครื่องมือจัดฟันชนิด ทูบายโฟรี แอปพลายแอนซ์ เป็นทางเลือกหนึ่งที่มีประโยชน์มากเนื่องจากสามารถทำการรักษาได้ตั้งแต่ในระยะฟันชุดผสม รายงานฉบับนี้เป็นกรณีศึกษาในผู้ป่วยเด็กชายอายุ 9 ปี ได้รับการวินิจฉัยว่ามีฟันตัดซี่กลางบนซ้ายไม่สามารถขึ้นได้เองในช่องปาก ผู้ป่วยได้รับการรักษาโดยใช้เครื่องมือจัดฟันชนิด ทูบายโฟรี แอปพลายแอนซ์ ร่วมกับการศัลยกรรมช่วยให้ฟันขึ้น โดยการเปิดเหงือกวิธีที่แผ่นเหงือกอยู่ในตำแหน่งเดิม และใช้แรงจากเครื่องมือจัดฟัน เพื่อเคลื่อนฟันให้เข้าสู่ตำแหน่งที่เหมาะสม ผลการรักษาได้ผลสำเร็จเป็นที่น่าพอใจ

คำใบ้: ฟันตัดซี่กลางบนคุด/ ทูบายโฟรี แอปพลายแอนซ์/ การช่วยให้ฟันขึ้น/ การเปิดเหงือกวิธีที่แผ่นเหงือกอยู่ในตำแหน่งเดิม

Received: September 24, 2019

Revised: February 04, 2020

Accepted: February 05, 2020

บทนำ

แม้ว่าฟันตัดซี่กลางบนคุดเป็นปัญหาที่ไม่ถูกพบบ่อยนักในการรักษาทางทันตกรรม แต่มีความสำคัญมากเนื่องจากมีผลกระทบโดยตรงต่อความสวยงาม สภาพจิตใจ¹⁻³ และอาจนำไปสู่ปัญหาด้านการออกเสียงในอนาคต และเป็นสาเหตุที่ผู้ปกครองพามาพบทันตแพทย์เพื่อทำการรักษา การวินิจฉัยว่าฟันขึ้นช้านั้นอาจดูได้จากกรันขึ้นของฟันช้ากว่าฟันด้านตรงข้ามมากกว่า 6 เดือน ฟันหน้าบนยังไม่ขึ้นหลังจากฟันหน้าล่างขึ้นมากกว่า 1 ปี หรือมีความผิดปกติของลำดับการขึ้นของฟัน เช่น ฟันตัดซี่ข้างบนขึ้นก่อนฟันตัดซี่กลางบน⁴

ฟันที่ขึ้นเองไม่ได้โดยธรรมชาติเป็นปัญหาหนึ่งที่พบบ่อยในทางทันตกรรม โดยมีอุบัติการณ์พบบ่อยเรียงตามลำดับดังต่อไปนี้ ฟันกรามล่างซี่ที่สาม ฟันกรามบนซี่ที่สาม ฟันเขี้ยวบน ฟันกรามน้อยล่างซี่ที่สอง ฟันกรามน้อยบนซี่ที่สอง^{1,5} และฟันตัดบน ฟันตัดซี่กลางบนคุดนั้นพบรายงานน้อยมากประมาณ 0.13% ในกลุ่มเด็กอายุ 5-12 ปี⁶ บางรายงานพบ 1-3%⁷

สาเหตุของฟันตัดซี่กลางบนคุดนั้นมักเกิดจาก^{4,5,8-10}

1) มีพยาธิสภาพที่ขัดขวางการขึ้นของฟัน เช่น ฟันเกินเนื่องจากโอดอนโตมา (Odontoma) ถูงน้ำ รากฟันน้ำนมที่

เหลืออยู่ แนวทางการขึ้นของฟันที่ผิดปกติ ซึ่งสาเหตุที่พบได้บ่อยได้แก่ฟันเกินและโอดอนโตมา พบว่า 56-60% ของฟันเกินเป็นสาเหตุให้เกิดฟันตัดซี่กลางบนคุด เนื่องจากการขัดขวางการขึ้นของฟันโดยตรง ความล้มเหลวของการขึ้นของฟันยังอาจเป็นสาเหตุให้การสร้างฟันผิดปกติและเกิดการโค้งงอของรากฟัน

2) ตำแหน่งของหน่อฟันที่ผิดปกติหรืออยู่ลึกเกินไป
หน่อฟันได้รับความกระทบกระเทือนหรือติดเชื้อ

3) มีการยึดแน่นของฟันกับกระดูกเบ้ารากฟันน้ำนม
เนื่องจากฟันได้รับการกระทบกระเทือน

4) เหงือกมีความเหนียวแน่นมากกว่าปกติ

5) การสูญเสียฟันน้ำนมเร็วเกินไป ทำให้ขาดช่องว่างในการขึ้นของฟัน

6) กรรมพันธุ์

7) โรคทางระบบอื่นๆ เช่นความผิดปกติของระบบต่อมไร้ท่อ

การวิเคราะห์วินิจัยหาสาเหตุได้อย่างถูกต้อง และมีแผนการรักษาที่เหมาะสมจะช่วยให้ฟันสามารถขึ้นในช่องปากในตำแหน่งที่ดีได้ โดยไม่เกิดอันตรายต่อเนื้อเยื่อข้างเคียง วัตถุประสงค์ในการรักษา คือ 1) เพิ่มช่องว่างบริเวณที่เป็นตำแหน่งของฟันคุดซี่กลางบนคุดเพื่อให้ฟันซี่นั้นสามารถขึ้นได้ในช่องปาก 2) เหนี่ยวนาให้เกิดการขึ้นของฟันคุดซี่กลางบนคุดซึ่งอาจใช้วิธีทางศัลยกรรมมาช่วย 3) ใช้การเคลื่อนฟันตามวิธีการจัดฟัน เพื่อให้ฟันคุดซี่กลางบนคุดสามารถขึ้นมาอยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสม 4) ส่งเสริมให้เกิดความยาวของตัวฟันที่เหมาะสม มีความสมดุลของฟันหน้าบนทั้งด้านซ้ายและขวา ระดับเหงือกยึด (Attached gingiva) อยู่ในลักษณะที่เหมาะสม 5) ทำให้เกิดความคงตัวของการสบฟันและป้องกันการเคลื่อนฟันกลับหลังการรักษา และ 6) ทำให้เกิดความสวยงามของใบหน้า¹¹⁻¹²

ทางเลือกในการรักษามีหลายแนวทางขึ้นกับความเหมาะสมในแต่ละราย ดังนี้ 1) การขยายกระดูกขากรรไกรบนและขยายช่องว่าง และใช้แรงจากการเคลื่อนฟันของการจัดฟันเพื่อให้ฟันคุดซี่กลางบนคุดนั้นสามารถขึ้นเข้าสู่ตำแหน่งที่เหมาะสม 2) ถอนฟันคุดและปิดช่องว่าง เคลื่อนฟันด้านข้างเข้ามาแทนที่ ปรับแต่งรูปร่างฟันให้ใกล้เคียงกับฟันหน้าแทนที่ฟันคุดซี่นั้นๆ 3) ถอนฟันคุดและทำการปรับตำแหน่งให้อยู่ในตำแหน่งที่ต้องการ และ 4) ถอนฟันคุดและเปิดช่องว่างเพื่อใส่รากฟันเทียม^{2, 11-13}

การวางแผนการรักษาจำเป็นต้องมีการปรึกษาร่วมกันระหว่างผู้ป่วย ญาติและผู้ทำการรักษา อาจรวมถึงทันตแพทย์เด็ก ทันตแพทย์จัดฟัน และทันตแพทย์สาขา ศัลยศาสตร์ช่องปากและแม็กซิลโลเฟเชียล โดยพิจารณาถึงแนวทางการรักษาแบบต่างๆ ระยะเวลาการรักษา ความร่วมมือของผู้ป่วยและผู้ปกครอง ค่าใช้จ่าย ผลการรักษาที่คาดว่าจะได้รับ และผลไม่พึงประสงค์ที่อาจเกิดขึ้นได้ ทั้งนี้เพื่อให้สามารถรักษาฟันและนำฟันคุดดังกล่าวขึ้นมาอยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสม ปัจจัยของความสำเร็จของการรักษา^{2, 14-16} มักขึ้นกับ อายุ เพศ ตำแหน่งและทิศทางของฟันคุดซี่กลางบนคุด ลักษณะของปลายรากว่าปิดแล้วหรือไม่ ระดับของความโค้งงอของปลายราก และช่องว่างที่เหลือในตำแหน่งของฟันคุดซี่นั้น หลายการศึกษาพบว่าการรักษาในเด็กที่อายุน้อย ผลการรักษาจะสำเร็จมากกว่า^{4, 17-18}

เครื่องมือจัดฟันชนิด ทูบายโฟร์ แอพพลายแอนซ์

(Two by Four appliance)^{8, 19-20}

การแก้ไขความผิดปกติของการสบฟันที่ผิดปกติตั้งแต่ในระยะเริ่มแรกไม่เพียงแต่ช่วยรักษาให้มีการสบฟันที่ปกติเท่านั้น แต่ยังช่วยให้เกิดการเจริญเติบโต การพัฒนาของกระดูกขากรรไกร ใบหน้าและโครงสร้างรอบๆ เป็นไปในลักษณะที่เหมาะสม และช่วยลดความผิดปกติที่รุนแรงที่อาจเกิดขึ้นได้ในอนาคต เครื่องมือจัดฟันชนิด ทูบายโฟร์ แอพพลายแอนซ์ เป็นเครื่องมือที่ใช้บ่อยในระยะฟันชุดผสมสามารถใช้เสมือนเครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่นบางส่วนระหว่างการรักษาในระยะเริ่มแรกเพื่อป้องกันปัญหาการสบฟันที่ผิดปกติมากขึ้น และสามารถทำให้แก้ไขการสบฟันที่ผิดปกติในระยะเริ่มแรกของช่วงฟันชุดผสม (Early mixed dentition stage) เครื่องมือชนิดนี้มีประสิทธิภาพในการปรับตำแหน่งของฟันในลักษณะ 3 ทิศทาง ซึ่งช่วยแก้ไขการสบฟันที่ผิดปกติเช่น การสบฟันแบบฟันล่างคร่อมฟันบน ฟันหน้าหมุม ฟันหน้าห่าง การเรียงตัวของฟันที่ผิดปกติไปทางด้านเพดาน ฟันหน้าบนคุด ซึ่งการใช้เครื่องมือนี้จะให้ผลได้อย่างรวดเร็วโดยเฉพาะเมื่อเทียบกับเครื่องมือชนิดถอดได้ เครื่องมือชนิดนี้ไม่เพียงแต่ช่วยให้ฟันหน้ามีความสวยงามเท่านั้น แต่ยังลดความยุ่งยากและระยะเวลาของการรักษาในการจัดฟัน ลักษณะของเครื่องมือจะประกอบด้วยการใช้แบรคเก็ต (Bracket) 4 ตัว ติดที่ตำแหน่งฟันหน้าบนที่ขึ้นมาในช่องปากแล้ว และใช้การติดแบนด์ (Band) หรือบัคคอลทิว (Buccal tube) ที่ฟันกรามแท้ซี่ที่ 1 ร่วมกับการใช้ลวดจัดฟันเพื่อส่งเสริมให้เกิดการเรียงตัวของฟันที่เหมาะสม ทั้งนี้ขึ้นกับเทคนิควิธีการของผู้ทำการรักษา

ประโยชน์ของเครื่องมือจัดฟันชนิดทูบายโฟร์ แอพพลายแอนซ์²⁰ คือ ง่ายต่อการนำมาใช้ มีประสิทธิภาพป้องกันการเกิดการสบฟันที่ผิดปกติตั้งแต่ระยะแรก ระยะเวลาการรักษาน้อย ใช้แรงน้อยเมื่อเทียบกับการจัดฟันชนิดติดแน่น ไม่ค่อยพบการละลายของราก สร้างเสริมความมั่นใจของผู้ป่วย ถ้าสามารถแก้ปัญหาได้ตั้งแต่ระยะเริ่มแรก ข้อเสียของเครื่องมือจัดฟันชนิดนี้ คือ ไม่ช่วยแก้ไขการสบฟันที่มีปัญหาจากโครงสร้างกระดูกขากรรไกรและใบหน้า ต้องการความร่วมมือของผู้ป่วยและปกครองอย่างมาก และไม่เหมาะสมกับการใช้ในการรักษาในระยะฟันน้ำนม

การช่วยให้ฟันขึ้น (Artificial eruption) เป็นการรักษาทางทันตกรรมจัดฟันร่วมกับการศัลยกรรม โดยมีเป้าหมายเพื่อให้ฟันคุณนั้นสามารถเข้าสู่ตำแหน่งที่เหมาะสมด้วยการจัดฟันต่อไป มีขั้นตอนดังนี้²¹

1. ก่อนการผ่าตัดเปิดเหงือก (Pre-surgery) เป็นขั้นตอนเริ่มแรก เพื่อจัดตำแหน่งฟันในช่องปากเพื่อเปิดช่องว่างให้ฟันที่คุณนั้นสามารถขึ้นได้

2. การผ่าตัดเปิดเหงือก (Surgical exposure)^{1,9,15, 22-23} เป็นขั้นตอนการศัลยกรรมร่วมกับการติดเครื่องมือทางทันตกรรมจัดฟันเพื่อให้สามารถนำฟันขึ้นมาในช่องปากได้ การผ่าตัดเปิดเหงือก มี 2 วิธีหลัก คือ

2.1 วิธีที่แผ่นเหงือกถูกเย็บใต้ต่อตัวฟันคุณที่เปิดออกมา (Open eruption technique) โดยอาจทำได้ 2 เทคนิคคือ เทคนิควินโดว์ (Window technique) เทคนิคนี้อาจทำให้เกิดแผลเป็นที่บริเวณเหงือกหรือทำให้ความยาวของตัวฟันเพิ่มขึ้น และเทคนิคการผ่าตัดครั้นแผ่นเหงือก (Apically positioned flap) เทคนิคนี้ใช้เพื่อรักษาเนื้อเยื่อเคอราตินไนซ์ (Keratinized tissue) แต่ไม่สามารถใช้ได้ไนรายที่ฟันคุณอยู่ลึก

2.2 วิธีที่แผ่นเหงือกอยู่ในตำแหน่งเดิม (Closed eruption technique) เป็นวิธีที่ได้ผลการรักษาในระยะยาวค่อนข้างดี สภาพเหงือกหลังรักษาสวยงาม แผลเป็นน้อย มักเป็นทางเลือกที่ผู้ทำการรักษาเลือกใช้

เครื่องมือทางทันตกรรมจัดฟันที่นำมาใช้ติดที่ตัวฟันคุณเพื่อให้สามารถนำฟันขึ้นมาในช่องปากได้นั้นสามารถทำได้หลายวิธี แต่ในปัจจุบันวิธีที่นิยมที่สุดคือการติดเครื่องมือจัดฟันบนตัวฟันที่คุณนั้น เช่น กระจุกม (Button) ตะขอ (Hook) แบรคเก็ต โดยวิธีใดเร็คบอนดิง (Direct bonding) ติดที่ตัวฟันเนื่องจากวิธีนี้สามารถทำได้โดยไม่ต้องกรอกระดูกออกมาก

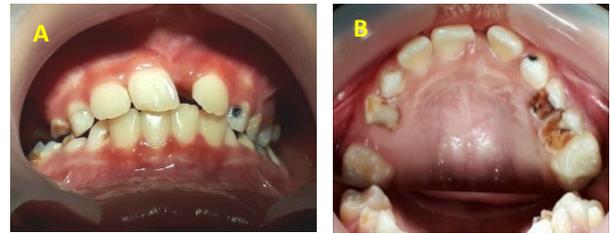
3. การเคลื่อนฟันหลังการผ่าตัดเปิดเหงือก (Post-surgery) เป็นขั้นตอนของการใช้แรงทางทันตกรรม เพื่อทำการเคลื่อนฟันที่ขึ้นมาในช่องปากให้อยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสม

รายงานผู้ป่วย

ผู้ป่วยชายไทยอายุ 9 ปี และผู้ปกครองมาพบทันตแพทย์ด้วยปัญหาฟันหน้าบนซ้ายไม่ขึ้นในช่องปาก ประวัติทางการแพทย์ ไม่พบว่ามีโรคประจำตัวและไม่มีประวัติแพ้ยา จาก

การซักประวัติผู้ปกครองเล่าว่าฟันหน้าบนซ้าย หลุดแล้วไม่มีฟันแท้ขึ้นมา มีความกังวลกับปัญหานี้มาก

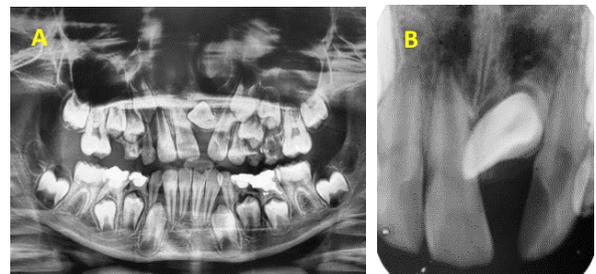
ลักษณะทางคลินิก รูปหน้าภายนอกปกติ สภาพฟันในช่องปาก (รูปที่ 1) พบว่ามีฟันคู่ที่ต้องทำการรักษาหลายซี่ ฟันกรามน้ำนมบนซ้ายซี่ที่หนึ่ง และฟันกรามน้ำนมบนซ้ายซี่ที่สอง สภาพฟันไม่ดีพิจารณาถอน และฟันกรามน้ำนมบนขวาซี่ที่สอง ได้ถูกถอนไปแล้ว ฟันตัดซี่กลางบนซ้ายยังไม่ขึ้น และฟันน้ำนมที่ตำแหน่งนี้ถูกถอนไปนานแล้ว ไม่สามารถคลำหาตำแหน่งของฟันตัดซี่กลางบนซ้ายได้ ช่องว่างสำหรับตำแหน่งฟันนี้มีขนาดประมาณ 4 มิลลิเมตร เนื่องจากมีการเคลื่อนที่ของฟันตัดซี่กลางบนขวา และฟันตัดซี่ข้างบนซ้าย สัมเข้ามาในช่องว่าง



รูปที่ 1 ภาพถ่ายสภาพฟันในช่องปาก ก่อนการรักษา (A, B)

Figure 1 Pretreatment intraoral photographs (A, B)

ลักษณะทางภาพรังสี จากภาพรังสีชนิดแพโนราม่า (Panoramic radiograph) และ ภาพรังสีรอบปลายราก (Periapical radiograph) (รูปที่ 2) พบว่าฟันตัดซี่กลางบนซ้าย (ซี่ 21) ขึ้นอยู่ในตำแหน่งที่ค่อนข้างลึกและทิศทางไม่เป็นไปในทิศทางเดียวกับกรันขึ้นของฟันโดยวางตัวในลักษณะเกือบ 90 องศากับแนวกรันขึ้นของฟัน ลักษณะปลายรากไม่สามารถมองเห็นได้ ปลายรากฟันตัดซี่กลางบนขวา (ซี่ 11) ยังไม่ปิด

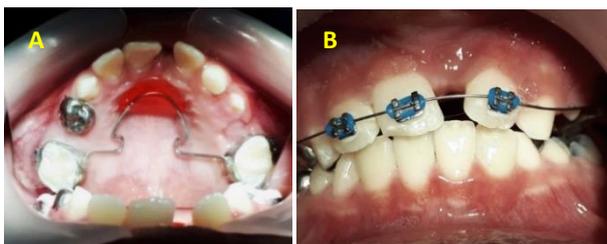


รูปที่ 2 ภาพถ่ายรังสีแพโนราม่า (A) และภาพรังสีรอบปลายรากก่อนการรักษา (B)

Figure 2 Pretreatment panoramic (A) and periapical radiographs (B)

แผนการบำบัดรักษา วางแผนการรักษาทางทันตกรรมเพื่อเตรียมช่องปากก่อนทำการแก้ปัญหาเรื่องฟันคุดซี่กลางบนซ้ายคุด เมื่อรักษาทางทันตกรรมเรียบร้อยแล้ว จึงวางแผนแก้ปัญหาเรื่องฟันคุดซี่กลางบนซ้าย ในผู้ป่วยรายนี้ หลังจากได้มีการปรึกษาร่วมกันของผู้ปกครอง ทันตแพทย์ผู้ทำการรักษา ทันตแพทย์จัดฟันและทันตแพทย์สาขา ศัลยศาสตร์ช่องปากและแม็กซิลโลเฟเชียล สรุปการรักษาว่า แนวทางการรักษาที่จะใช้ คือ ใช้เครื่องมือจัดฟันชนิด ทูบยาไฟร์ แอปพลายแอนซ์ ซึ่งสามารถเริ่มรักษาได้ทันทีในระยะฟันชุดผสม แล้วจึงส่งต่อทันตแพทย์ด้านศัลยศาสตร์ช่องปาก เพื่อเปิดเหงือกและติดเครื่องมือที่ตัวฟัน เพื่อดึงฟันซี่ดังกล่าวให้อยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสม หลังจากนั้นถอดเครื่องมือเพื่อรอประเมินการจัดฟันหรือไม่ต่อไป

การรักษา ทำการรักษาโดยใช้เครื่องมือจัดฟันชนิด ทูบยาไฟร์ แอปพลายแอนซ์ โดยพิจารณาติดแบรคเก็ตชนิดรอต (Roth system) 0.022 นิ้ว ที่ฟันหน้าบน 3 ซี่ ที่ขึ้นมาแล้วในช่องปาก ใส่แบนด์ที่ฟันกรามแท้บนซี่ที่หนึ่ง ทั้งด้านซ้ายและด้านขวา และเนื่องจากผู้ป่วยได้ถูกถอนฟันกรามน้ำนมบนขวาซี่ที่สอง ฟันกรามน้ำนมบนซ้ายซี่ที่หนึ่ง และฟันกรามน้ำนมบนซ้ายซี่ที่สองไปแล้ว จึงพิจารณาตัดแปลงใช้รูปแบบเครื่องมือชนิด แนนซ์ แอปพลายแอนซ์ (Nance appliance) ร่วมด้วย เพื่อป้องกันการเคลื่อนที่มาด้านใกล้กลางของฟันกรามแท้บนทั้งสองด้าน และช่วยเพิ่มหลักยึดในการเคลื่อนฟัน (Anchorage) (รูปที่ 3)



รูปที่ 3 ภาพถ่ายในช่องปากแสดงเครื่องมือที่ใช้ในการรักษา (A-B)

Figure 3 Intraoral photographs showing appliance used during treatment (A-B)

การติดเครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่นบางส่วนนี้ เพื่อปรับระดับฟันและการจัดเรียงของฟัน โดยเริ่มจากการใช้ลวดนิเกิล-ไทเทเนียม (Nickel-titanium archwire) ขนาด 0.014 นิ้ว หลังจากนั้นใช้ลวดไร้สนิม (Stainless steel archwire) ขนาด 0.016×0.022 นิ้ว ร่วมกับขดลวดนิเกิล-ไทเทเนียมชนิดเปิด (Nickel-titanium open coil spring) เพื่อเพิ่มขนาดของช่องว่าง

ระหว่างฟันคุดซี่กลางบนขวา และฟันคุดซี่ข้างบนซ้าย เมื่อได้ช่องว่างขนาดที่เพียงพอหรือใกล้เคียงสำหรับฟันคุดซี่กลางบนซ้ายที่คุดนั้นแล้ว จึงส่งต่อให้ทันตแพทย์สาขา ศัลยศาสตร์ช่องปากและแม็กซิลโลเฟเชียล เปิดเหงือกเพื่อติดเครื่องมือจัดฟันแบบกระดุมที่บริเวณด้านลิ้นของฟัน ของตัวฟันคุดซี่กลางบนซ้ายที่คุด ซึ่งใช้การเปิดเหงือกแบบวิธีที่แผ่นเหงือกอยู่ในตำแหน่งเดิม และที่กระดุมนั้นมีลวดไร้สนิมขนาด 0.001 นิ้ว (Ligature wire) ทำเป็นตะขอยื่นออกมาเหนือเหงือกเพื่อคล้องยาง (รูปที่ 4)



รูปที่ 4 ภาพถ่ายในช่องปาก หลังจากเปิดเหงือก 2 อาทิตย์

Figure 4 Intraoral photograph 2 weeks after closed eruption

และเริ่มดึงฟัน โดยใช้อีลาสติคซีเชน (Elastic c-chain) ภายหลังจากแผลหายประมาณ 2 สัปดาห์ โดยใช้แรงขนาดเบา (Light force) ในทิศทางดึงฟันขึ้น (Extrusion) มาสู่ระนาบบดเคี้ยว (Occlusal plane) โดยใช้แรงขนาดที่ผู้ป่วยจะรู้สึกตึงเล็กน้อยบริเวณฟันที่ถูกดึงแต่ไม่รู้สึกตึงมากหรือปวดฟัน นัดทุก 4 สัปดาห์ เพื่อปรับให้มีแรงดึงฟันจากอีลาสติคซีเชนไปที่ตัวฟัน เนื่องจากฟันคุดซี่กลางบนซ้ายที่คุดนั้นอยู่ในตำแหน่งที่ค่อนข้างลึกและทิศทางในลักษณะไม่เป็นไปในทิศทางเดียวกับการขึ้นของฟัน โดยวางตัวในลักษณะเกือบ 90 องศา กับแนวการขึ้นของฟัน ทำให้การดึงฟันให้ฟันจากเหงือกใช้เวลานาน โดยทำการติดตามผลประมาณ 4 เดือนพบว่าฟันซี่ดังกล่าวยังไม่สามารถโผล่ขึ้นมาในช่องปากได้ จึงทำการถ่ายภาพรังสีฟันเพื่อดูทิศทางฟันขึ้นขณะปัจจุบันอีกครั้งหนึ่ง (รูปที่ 5)



รูปที่ 5 ภาพรังสีรอบปลายราก ก่อนการเปิดเหงือกครั้งที่ 2

Figure 5 Periapical radiograph before the 2nd closed eruption

พบว่าฟันอาจไม่สามารถขึ้นได้ จึงปรึกษาทันตแพทย์สาขา ศัลยศาสตร์ช่องปากและแม็กซิลโลเฟเชียล เพื่อพิจารณาเปิด เหงือกอีกครั้ง โดยใช้วิธีที่แผ่นเหงือกอยู่ในตำแหน่งเดิม ถอด ลวดไร้สนิมที่ครอบคลุมบริเวณด้านลิ้นของฟันออก ทำการติด แบรคเก็ตที่ด้านใกล้ริมฝีปากของฟันตัดซี่กลางบนซ้ายที่คุด นั้นเพิ่ม โดยมีลวดไร้สนิมขนาด 0.001 นิ้ว ทำเป็นตะขอยื่น ออกมาเหนือเหงือกเพื่อคล้องยาง และเริ่มดึงฟัน โดยใช้ลวด สติคซีเซน ภายหลังจากแผลหายประมาณ 2 สัปดาห์ นัดทุก 4 สัปดาห์เช่นเดียวกับการเปิดเหงือกในครั้งแรก

หลังจากนั้นประมาณ 4 เดือน ฟันตัดซี่กลางบนซ้าย ที่คุดนั้นได้โผล่ขึ้นมาในปาก โดยตัวฟันที่ขึ้นมีทิศทางล้มไป ในทางใกล้แก้มมาก และเอียงหมุนไปในทิศทางทวนเข็มนาฬิกา (Counterclockwise rotation) (รูปที่ 6A) จึงค่อย ๆ ปรับ

ฟันซี่ดังกล่าวโดยใช้ลวดสติคซีเซนด้วยขนาดแรงที่เบา เพื่อให้ มีการปรับตำแหน่งของตัวฟันให้เคลื่อนมาในทิศทางเข้าสู่ ระบายบดเคี้ยว และเคลื่อนเข้าหาด้านเพดาน จนฟันอยู่ใน ตำแหน่งเกือบถึงระบายบดเคี้ยว แล้วจึงเปลี่ยนเป็นติดแบรค กเก็ตบนตัวฟันในตำแหน่งเหมาะสมที่จะใช้ในการเคลื่อนฟัน ทำการเปลี่ยนลวดโดยใช้ลวดนิเกิล-ไทเทเนียมขนาด 0.014 นิ้ว เพื่อปรับตำแหน่งของฟันตัดซี่กลางบนซ้าย นัดทุก 4 สัปดาห์ เพื่อปรับแรงและขนาดของลวดให้เหมาะสมในการ เคลื่อนฟัน ต่อมาทำการปรับตำแหน่งโดยใช้ลวดนิเกิล- ไทเทเนียมขนาด 0.016×0.016 นิ้ว และลวดไร้สนิมขนาด 0.016×0.022 นิ้ว ตามลำดับ ค่อย ๆ ปรับตำแหน่งของฟันจน เคลื่อนมาสู่ตำแหน่งที่เหมาะสม (รูปที่ 6 B-C)



รูปที่ 6 ภาพถ่ายในช่องปาก แสดงตำแหน่งของฟันตัดซี่กลางบนซ้ายตามลำดับ ขณะทำการรักษา (A-C)

Figure 6 Intraoral photographs showing location of the left maxillary central incisor during treatment (A-C)

เมื่อฟันตัดซี่กลางบนซ้ายที่คุดนั้นสามารถขึ้นอยู่ใน ตำแหน่งที่เหมาะสมแล้ว คงสภาพฟันดังกล่าวระยะหนึ่งแล้ว จึงทำการถอดเครื่องมือ พบว่าฟันอยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสม ใกล้เคียงกับฟันตัดซี่กลางบนขวา ทั้งตัวฟันและเหงือก ทำการ ถ่ายภาพรังสีเพื่อดูลักษณะฟันตัดซี่กลางบนซ้าย พบว่า มีการ โค้งงอของปลายรากไปทางด้านใกล้กลาง ตรวจสอบความมีชีวิต

ของฟันพบว่าฟันมีชีวิต หลังจากนั้นรอประเมินในขั้นตอนจัด ฟันหรือไม่ต่อไป รวมระยะเวลาที่ใช้ในการรักษาให้ฟันอยู่ใน ตำแหน่งที่เหมาะสมประมาณ 22 เดือน ติดตามผลประมาณ 6 เดือน (รูปที่ 7) ถ่ายภาพรังสีฟัน ทดสอบความมีชีวิตของฟัน จากการตรวจ พบว่าฟันตัดซี่กลางบนซ้ายยังอยู่ในตำแหน่งที่ เหมาะสม และฟันมีชีวิต



รูปที่ 7 ภาพรังสีรอบปลายรากและภาพถ่ายในช่องปาก หลังจากติดตามผลประมาณ 6 เดือน (A-C)

Figure 7 Posttreatment periapical radiographs and intraoral photographs follow up 6 months (A-C)

บทวิจารณ์

รายงานฉบับนี้เป็นกรณีศึกษาผู้ป่วย 1 รายที่มีฟันคุด ซึ่งกลางบนซ้ายเป็นฟันคุด เนื่องจากตำแหน่งของหน่อฟันอยู่ผิดปกติ ทิศทางการขึ้นของฟันผิดปกติ และขนาดของช่องว่างที่เหมาะสมในการขึ้นของฟัน ผู้ป่วยอายุ 9 ปี ยังอยู่ในช่วงระยะฟันชุดผสม ดังนั้นเมื่อศึกษาภาพถ่ายรังสีและวิเคราะห์วินิจฉัยแล้วจึงเลือกการรักษาจัดฟันโดยใช้เครื่องมือจัดฟันชนิดทูบายโพร แอปพลายแอนซ์ ร่วมกับการช่วยให้ฟันขึ้น โดยการศัลยกรรมเปิดเหงือกวิธีที่แผ่นเหงือกอยู่ในตำแหน่งเดิม

ปัจจัยของความสำเร็จของการรักษามักขึ้นกับตำแหน่งและทิศทางของฟันคุดซึ่งกลางบนคุดชั้นนั้น ลักษณะของปลายรากว่าปิดแล้วหรือไม่ ระดับของความโค้งงอของปลายราก และช่องว่างที่เหลือในตำแหน่งของฟันคุดชั้นนั้น¹⁵⁻¹⁶ ซึ่งทั้งนี้ในปัจจุบันมีเครื่องมือที่เรียกว่าเครื่อง โคนบีมคอมพิวเตอร์โทโมกราฟี²⁴ (Cone-beam computed tomography, Cone-beam CT: CBCT) สามารถช่วยให้ทันตแพทย์ประเมินโครงสร้างหรือรอยโรคบริเวณใบหน้าขากรรไกรได้ในลักษณะ 3 มิติ โดยมีการบิดเบี้ยวของภาพ (distortion) น้อย ซึ่งสามารถใช้ในการวินิจฉัยตำแหน่งฟันคุด ความสัมพันธ์ของฟันคุดกับฟันข้างเคียง ลักษณะของปลายราก ระดับของความโค้งงอของปลายรากได้อย่างแม่นยำขึ้นมาก แต่ถึงแม้ CBCT จะมีประโยชน์ดังที่กล่าวมา แต่มีข้อจำกัดในเรื่องราคา เนื่องจากมีราคาที่สูงกว่าในผู้ป่วยรายนี้ไม่ได้ใช้ CBCT มาช่วยในการวินิจฉัย

ในขั้นตอนของการศัลยกรรมเปิดเหงือกมีการศึกษาพบว่า ปัจจัยที่ช่วยในการเลือกวิธีการเปิดเหงือก²³ ขึ้นกับขนาดของเนื้อเยื่อเยื่อในช่องของเหงือกรอบตัวฟัน ตำแหน่งของปลายฟัน (Incisal edge) ของตัวฟันที่คุด และความสัมพันธ์ของตัวฟันกับรอยต่อเหงือกกับเยื่อเมือก (Mucogingival junction) หลายการศึกษาใช้การเปิดเหงือกวิธีที่แผ่นเหงือกอยู่ในตำแหน่งเดิม^{4,7,9-10,15,22} และมักเป็นทางเลือกที่ผู้ทำการรักษาเลือกใช้ เนื่องจากผลหลังการรักษาจะมีอวัยวะปริทันต์ที่ดี และมีความสวยงามมากกว่า แต่ในบางกรณีวิธีนี้อาจไม่สามารถใช้ได้ ทั้งนี้เนื่องจากตำแหน่งของฟันคุดที่อยู่ลึกมาก แนววางตัวของฟันคุดอยู่ในลักษณะแนวอน การมีปลายรากที่โค้งงอ (Dilacerated root) ในบางการศึกษาได้ใช้เทคนิควินโดว²⁵ หรือเทคนิคการผ่าตัดร่นแผ่นเหงือก¹² หรือใช้การผ่าตัดเปิดเหงือก 2 ครั้ง¹⁷ โดยครั้งแรกจะทำการเปิด

เหงือกด้วยวิธีที่แผ่นเหงือกอยู่ในตำแหน่งเดิม ดัดเครื่องมือจัดฟันทางด้านใกล้ลิ้นของฟันที่คุด ทำการเคลื่อนฟันระยะหนึ่ง แล้วจึงเปิดเหงือกอีกครั้งด้วยเทคนิคการผ่าตัดร่นแผ่นเหงือก แล้วดัดเครื่องมือจัดฟันทางด้านใกล้แก้มของฟันคุด ทำการเคลื่อนฟันอีกครั้ง หรือใช้การผ่าตัดเปิดเหงือก 2 ครั้ง โดยเปิดเหงือกวิธีที่แผ่นเหงือกอยู่ในตำแหน่งเดิมทั้งสองครั้ง² ทั้งนี้เพื่อป้องกันการสูญเสียกระดูกรอบรากฟันด้านใกล้แก้ม

เครื่องมือจัดฟันที่ใช้ในการจัดฟันคุดเพื่อให้แรงในการดึงฟันคุดขึ้นมานั้นมีหลายชนิด ซึ่งการเลือกใช้แตกต่างกันไปหลายการศึกษา เช่น กระจุก^{1,14,15,18,25} ตะขอ^{10,11} แบริกเก็ต⁷ เป็นต้น แต่ที่นิยมที่สุดคือการใช้กระจุก เนื่องจากมีพื้นที่ยึดติดกับฟันพอเหมาะและสามารถผูกมัดได้ง่าย ในการเคลื่อนฟันคุดให้ขึ้นมาสู่ช่องปากนั้น แรงที่ใช้ในการดึงฟันเป็นสิ่งสำคัญที่ควรพิจารณา ทั้งนี้ควรให้ใช้แรงขนาดเบา หลายการศึกษาใช้แรงขนาดต่าง ๆ กันเช่น ใช้แรงไม่เกิน 2 ออนซ์ (60 กรัม)²⁶ ใช้แรงประมาณ 60-90 กรัม^{2,11} ใช้แรงประมาณ 100 กรัม⁷ ซึ่งหากใช้แรงมากเกินไปฟันจะโยกและฟันคุดที่ถูกดึงขึ้นมาจะมีการสร้างกระดูกเบ้าฟันน้อย

หลังจากที่ฟันคุดขึ้นสู่ช่องปากแล้ว เป็นขั้นตอนของการเคลื่อนฟันให้ไปอยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสมโดยทางการศึกษาใช้อัลตราสติกซีเซน^{1,14} โดยใช้แรงขนาดเบา ในทิศทางดึงฟันขึ้น เมื่อเข้าใกล้มาสู่ระนาบคดเคี้ยวแล้ว จึงเปลี่ยนเป็นดัดแบรคเก็ตบนตัวฟันในตำแหน่งเหมาะสมที่จะใช้ในการเคลื่อนฟัน ใช้ลดขนาดเล็กหลังจากนั้นค่อยๆ ปรับขนาดเส้นลวดให้ใหญ่ขึ้นจนฟันเคลื่อนได้ตำแหน่งที่เหมาะสม บางการศึกษาใช้วิธีโอเวอร์เลย์ อาร์ทไวร์ เทคนิค (Overlay archwire technique)^{10,15,18,25} โดยมักใช้ลวดนิเกิล-ไทเทเนียมขนาด 0.014 นิ้วอยู่ซ้อนบนลวดที่มีความแข็งแรงเพื่อใช้ในการเคลื่อนฟัน บางการศึกษาเมื่อฟันคุดขึ้นสู่ช่องปากอยู่ในตำแหน่งที่สามารถเปลี่ยนเป็นดัดแบรคเก็ตบนตัวฟันในตำแหน่งเหมาะสมที่จะใช้ในการเคลื่อนฟันแล้ว ใช้ลวดนิเกิล-ไทเทเนียมขนาด 0.012 นิ้ว เพื่อปรับตำแหน่งของฟัน⁷ ทั้งนี้ในการวางแผนรักษาจะเลือกใช้วิธีใดนั้นขึ้นอยู่กับทักษะความชำนาญและประสบการณ์ของผู้ทำการรักษา

ผลที่ไม่พึงประสงค์ที่อาจเกิดขึ้นได้จากการรักษา^{2,15} ได้แก่ พบการละลายของราก การทะลุของกระดูกรอบรากฟันด้านใกล้แก้ม การยึดติดของรากฟันกับกระดูก (Ankylosis) ทำให้ไม่สามารถเคลื่อนฟันได้ ซึ่งกรณีนี้แนะนำให้ใช้วิธีการขยับฟันให้หลวมจากเบ้าฟันเล็กน้อย (Surgical luxation) เพื่อให้สามารถเคลื่อนฟันได้

จากผลการรักษาในผู้ป่วยรายนี้พบว่าได้ผลสำเร็จเป็นที่น่าพอใจโดยฟันถูกดึงขึ้นมาในตำแหน่งที่เหมาะสม แม้ว่ารากมีความโค้งงอ แต่ฟันยังมีชีวิต ระยะเวลาที่ใช้ในการรักษาประมาณ 22 เดือน เนื่องจากใช้เวลาในการดึงฟันให้ขึ้นมาในช่องปากนาน และต้องทำการเปิดเหงือก 2 ครั้ง ทั้งนี้ระยะเวลาในการรักษาอาจขึ้นกับเพศ อายุ ตำแหน่งของฟันที่คุด ลักษณะความโค้งงอของราก มุมและทิศทางการขึ้นของฟันคุดจากตำแหน่งกึ่งกลาง^{14,17} ในผู้ป่วยบางรายอาจใช้เวลาในส่วนการดึงฟันให้โผล่ขึ้นมาในช่องปากนานถึง 11 เดือน¹⁷ ผู้ป่วยและผู้ปกครองมีความพึงพอใจในการรักษา ดังนั้นวิธีการรักษาจึงเป็นวิธีที่เหมาะสมเนื่องจากสามารถรักษาฟันแท้ให้อยู่ในตำแหน่งที่ปกติและสวยงามเมื่อเปรียบเทียบกับทางเลือกในการรักษาแบบอื่น

บทสรุป

แม้ว่าผู้ป่วยที่มีฟันคุดซี่กลางบนคุดนั้นจะพบไม่บ่อยนัก แต่ก็ยังเป็นปัญหาใหญ่ในแง่ความสวยงาม บุคลิกภาพ และการออกเสียง โดยการแก้ไขความผิดปกติของการสบฟันที่ผิดปกติตั้งแต่ในระยะเริ่มแรกไม่เพียงแต่ช่วยรักษาให้มีการสบฟันที่ปกติเท่านั้น แต่ยังช่วยให้เกิดการเจริญเติบโตและการพัฒนาของกระดูกขากรรไกร ใบหน้า และโครงสร้างรอบ ๆ เป็นไปในลักษณะที่เหมาะสมและช่วยลดความผิดปกติที่รุนแรงที่อาจจะเกิดขึ้นได้ในอนาคต การรักษาโดยใช้เครื่องมือจัดฟันชนิด ทูบายโพร แอปพลายแอนซ์ ร่วมกับการศัลยกรรมเพื่อช่วยให้ฟันขึ้น เป็นการรักษาที่ค่อนข้างยุ่งยากแต่ได้ผลเป็นที่น่าพอใจกว่าทางเลือกในการรักษาแบบอื่น ทั้งนี้ต้องทำการวางแผนการรักษาให้ถูกต้องและเหมาะสม และจากการรักษาในผู้ป่วยรายนี้พบว่า ผู้ป่วยและผู้ปกครองมีความพึงพอใจในการรักษาเป็นอย่างดี

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ ทพ. อุดม เชื้อศิริถาวร ทันตแพทย์ สาขาศัลยศาสตร์ช่องปากและแม็กซิลโลเฟเชียล กลุ่มงานทันตกรรม โรงพยาบาลนครปฐม ผู้ทำการศัลยกรรมเปิดเหงือกในการรักษาครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

1. Leela-adisorn N, Itharatana P. Treatment of embedded tooth maxillary incisor by artificial eruption with fixed orthodontic appliance: A case report. *J Health Sci* 2008;17:2151-8.
2. Pavlidis D, Daratsianos N, Jäger A. Treatment of an impacted dilacerated maxillary central incisor. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2011;139(3):378-87.
3. Lyu J, Lin Y, Lin H, Zhu P, Xu Y. New clues for early management of impacted central incisors based on 3-dimensional reconstructed models. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2018;154(3):390-6.
4. Tanki JZ, Naqash TA, Gupta A, Singh R, Jamwal A. Impacted maxillary incisors: causes, diagnosis and management. *J Dent Med Sci* 2013;5(2):41-5.
5. Ericson S, Kurol J. Early treatment of erupting maxillary canine by extraction of the primary canines. *Eur J Orthod* 1988;10(4):283-95.
6. Mac P. The incidence of erupted supernumerary teeth in consecutive series of 4000 school children. *Br Dent J* 1935;58:59-60.
7. Shi X, Xie X, Quan J, Wang X, Sun X, Zhang C, et al. Evaluation of root and alveolar bone development of unilateral osseous impacted immature maxillary central incisors after the closed-eruption technique. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2015; 148(4):587-98.
8. Dowsing P, Sandler PJ. How to effectively use a 2x4 appliance. *J Orthod* 2004;31(3):248-58.
9. Chaushu S, Dykstein N, Ben-Bassat Y, Becker A. Periodontal status of impacted maxillary incisors uncovered by 2 different surgical techniques. *J Oral Maxillofac Surg* 2009;67(1):120-4.
10. Chandhoke TK, Agarwal S, Feldman J, Shah RA, Upadhyay M, Nanda R. An efficient biomechanical approach for the management of an impacted maxillary central incisor. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2014; 146(2): 249-54.

11. Rizzato SM, de Menezes LM, Allgayer S, Batista EL Jr, Freitas MP, Loro RC. Orthodontically induced eruption of a horizontally impacted maxillary central incisor. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2013;144 (1):119-29.
12. Pinho T, Neves M, Alves C. Impacted maxillary central incisor: Surgical exposure and orthodontic treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2011;140(2):256-65.
13. Jiang Q, Yang R, Mei L, Ma Q, Wu T, Li H. A novel approach of torque control for maxillary displaced incisors. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2019; 155(6):860-70.
14. Bhikoo C, Xu J, Sun H, Jin C, Jiang H, Hu R. Factors affecting treatment duration of labial inversely impacted maxillary central incisors. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2018;153(5):708-15.
15. Chang NY, Park JH, Kim SC, Kang KH, Cho JH, Cho JW, et al. Forced eruption of impacted maxillary central incisor with severely dilacerated roots. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2016;150(4):692-702.
16. Kannan PKKPS, Palanisamy SKKP, Kumar TS. A case of impacted maxillary central incisor and its management. *J Pharm Bioallied Sci* 2012;4(Supple 2):174-6.
17. Chaushu S, Becker T, Becker A. Impacted central incisor: Factors affecting prognosis and treatment duration. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2015;147(3):355-62.
18. Lertnimulchai S, Godfrey K, Lertnimulchai R. Early treatment of unilaterally severe horizontally impacted maxillary central and transversely impacted lateral incisors. *J Thai Assoc Orthod* 2018;8(2):4-12.
19. Quinzi V, Ferro R, Rizzo FA, Marranzini EM, Federici CF, Mummolo S, et al. The two by four appliance: a nationwide cross-sectional survey. *Eur J Paediatr Dent* 2018; 19(2):145-50.
20. Naidu S, Suresh A. The applications of 2x4 appliance during mixed dentition treatment. *Acta Sci Dent Sci* 2016;5:81-6.
21. Kowitvanicha S, Prasertsom W. Artificial eruption for unerupted teeth. *Thai Pedia J* 2009;16:133- 4.
22. Becker A, Brin I, Ben-Bassat Y, Zilberman Y, Chaushu S. Closed-eruption surgical technique for impacted maxillary incisor: A postorthodontic periodontal evaluation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2002; 122(1):9-14.
23. Wei YJ, Lin YC, Kaung SS, Yang SF, Lee SY, Lai YL. Esthetic periodontal surgery for impacted dilacerated maxillary central incisors. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2012;142(4):546-51.
24. Tantanapornkul W. Applications of cone-beam computed tomography in dentistry. *NUJST* 2011;19(2): 97-103.
25. Lu P, Chew MT. Orthodontic-surgical management of an unusual dilacerated maxillary incisor. *J Orthod Sci* 2018;7:24.
26. Bishara SE. Impacted maxillary canines: A review. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1992;101(2):159-71.

ผู้รับผิดชอบบทความ

อรทัย ตันตยานนท์

แผนกทันตกรรม โรงพยาบาลนครปฐม

อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม 73000

โทรศัพท์: 0 3427 1558, 0 8148 1778 3

โทรสาร: 0 3427 1558

จดหมายอิเล็กทรอนิกส์: oratai53@gmail.com

Treatment of an Impacted Maxillary Central Incisor by 2×4 Appliance with Artificial Eruption: A Case Report

Tantayanon O*

Abstract

Impacted maxillary central incisor is occasionally reported in dental practice, but quite important because it could significantly affect a child facial esthetics, psychology, and induce a problem of pronunciation in the future. Early detection of such teeth is important. Complications frequently encountered are poor clinical outcome, psychology, duration of treatment and cost for treatment. It should be managed as early as possible. Artificial eruption is one choice of treatment that is useful because it is applicable in early mixed dentition. This article describes a case of a 9-year-old male with an impacted left maxillary central incisor. The child was treated by 2×4 appliance combined with artificial eruption using closed eruption technique and the application of an orthodontic force brought the impacted maxillary central incisor down to its proper position. This approach showed favorable outcomes.

Key words: *Impacted maxillary central incisor/ 2×4 appliance/ Artificial eruption/ Closed eruption*

Corresponding Author

Oratai Tantayanon

Dental Department, Nakhonpathom Hospital,

Amphur Muang, Nakhonpathom 73000

Tel.: +66 3427 1558, +66 8148 1778 3

Fax.: +66 3427 1558

E-mail: oratai53@gmail.com

การจัดการช่องว่างของขากรรไกรในเด็ก

เข็มพร กิจสหวงศ์* สมศักดิ์ กิจสหวงศ์**

บทคัดย่อ

การสูญเสียฟันน้ำนมไปก่อนกำหนดเกิดจากหลายสาเหตุ ผลตามคือทำให้เกิดการเสียสมดุลของแรงต่างๆ ที่กระทำต่อฟันข้างเคียง โดยอาจทำให้ฟันเคลื่อนที่เข้าหาช่องว่าง ส่งผลให้ช่องว่างในขากรรไกรสั้นลง การสูญเสียช่องว่างในขากรรไกรอาจมีผลต่อพัฒนาการในชุดฟันแท้ ทำให้เกิดการสบฟันที่ผิดปกติจากการซ้อนเกของฟันตามมาได้ ดังนั้นการใช้เครื่องมือกันที่สำหรับฟันแท้เพื่อรักษาช่องว่างในขากรรไกรภายหลังการสูญเสียฟันน้ำนมไปก่อนกำหนดจึงเป็นสิ่งสำคัญ เพื่อการรักษาผู้ป่วยแต่ละบุคคลอย่างเหมาะสม การวางแผนการรักษาที่ดีและการเลือกใช้เครื่องมือกันที่ถูกต้องจึงมีความสำคัญ ซึ่งต้องคำนึงถึงปัจจัยต่างๆ ร่วมด้วย บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ข้อมูลรายละเอียดเกี่ยวกับสาเหตุและปัจจัยที่มีผลต่อการสูญเสียช่องว่างในขากรรไกรในกรณีสูญเสียฟันน้ำนมไปก่อนกำหนด แนวทางการตรวจวินิจฉัยและวางแผนการรักษาที่เหมาะสมในผู้ป่วยแต่ละบุคคล นอกจากนี้เพื่อให้ข้อมูลเกี่ยวกับข้อควรพิจารณาในการเลือกใช้เครื่องมือกันที่และวิธีการรักษาช่องว่างในขากรรไกร รวมทั้ง ข้อดี ข้อด้อย และข้อจำกัดของการใช้เครื่องมือชนิดต่างๆ เพื่อเป็นแนวทางในการวางแผนการรักษาและตัดสินใจเลือกใช้เครื่องมือชนิดต่างๆ ได้อย่างเหมาะสมในผู้ป่วย

คำใบ้รหัส: ฟันน้ำนม/ การสูญเสียฟัน/ การจัดการช่องว่างในขากรรไกร/ เครื่องมือกันที่

Received: March 06, 2019

Revised: November 20, 2019

Accepted: February 04, 2020

บทนำ

การจัดการช่องว่างในขากรรไกรมีวัตถุประสงค์เพื่อป้องกันการสูญเสีย ความยาวส่วนโค้งแนวนอน (Arch length) ความกว้างส่วนโค้งแนวนอน (Arch width) และพื้นที่ในขากรรไกร (Arch perimeter)^{1,2} ซึ่งการสูญเสียฟันน้ำนมไปก่อนกำหนดอาจมีผลให้ฟันข้างเคียงและฟันคู่สบเกิดการเคลื่อนที่เข้าหาช่องว่างที่เกิดขึ้น โดยหากไม่ได้รับการดูแลวางแผนรักษาช่องว่างในขากรรไกรที่เหมาะสมอาจทำให้เกิดการสูญเสียช่องว่างและมีพื้นที่ของขากรรไกรไม่เพียงพอต่อการขึ้นของฟันแท้ ทำให้เกิดการซ้อนเกและการสบฟันที่ผิดปกติตามมาได้ การศึกษาในต่างประเทศรายงานว่าความผิดปกติของการสบฟันที่พบมากที่สุดคือการซ้อนเกของฟัน³ สอดคล้องกับการสำรวจสถานะการสบฟันของเด็กมัธยมศึกษาในเขตจังหวัดขอนแก่น ซึ่งพบการสบผิดปกติแบบฟันซ้อนเกมากถึงร้อยละ 52⁴ ดังนั้นการรักษาช่องว่างที่เพียงพอสำหรับการขึ้นของฟันแท้จึงเป็นสิ่งสำคัญ เพื่อนำไปสู่การสบฟันที่ดีต่อไป ฟันน้ำนมเป็นเครื่องมือกันที่สำหรับฟันแท้ (Space maintainer) ที่ดีที่สุด⁵ ดังนั้นการให้ทันตกรรมป้องกัน หรือการบูรณะฟันน้ำนมให้อยู่ในสภาพที่ดี ไม่มีพยาธิสภาพเป็นสิ่งที่จำเป็น เพื่อให้เด็กมีพัฒนาการด้านร่างกาย จิตใจและการ

สบฟันที่ดีต่อไปในอนาคต แต่หากจำเป็นต้องมีการสูญเสียฟันน้ำนมก่อนกำหนด การพิจารณาวางแผนเพื่อรักษาช่องว่างในขากรรไกรที่ถูกต้องในเวลาที่เหมาะสมและมีการติดตามผู้ป่วยจนฟันแท้สามารถขึ้นมาในช่องปากได้ จึงเป็นสิ่งที่ทันตบุคลากรต้องคำนึงถึง

บทบาทและหน้าที่ของฟันน้ำนม การสูญเสียฟันน้ำนมก่อนกำหนดจะทำให้ขาดความสมดุลของแรงที่กระทำต่อฟันที่เหลือในช่องปาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งฟันที่อยู่ติดช่องว่างที่สูญเสียฟันไป ทำให้เกิดการล้มเอียงหรือเคลื่อนที่ของฟันเข้าหาบริเวณช่องว่างเกิดการสูญเสียช่องว่าง (Space loss) ตามมาได้⁶ และส่งผลให้เกิดการสบฟันผิดปกติ มีรายงานว่า การสูญเสียฟันน้ำนมก่อนกำหนดเป็นสาเหตุของฟันซ้อนเกในชุดฟันแท้ แต่ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ เช่น ตำแหน่งฟันที่สูญเสีย ระยะพัฒนาการของการสบฟัน ช่องว่างที่มีอยู่ในขากรรไกร รวมทั้งลักษณะการสบฟันระหว่างฟันบนและฟันล่างในขากรรไกร⁷ โดยมีรายงานว่า การสูญเสียฟันน้ำนมไปก่อนกำหนดเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดปัญหาเกี่ยวกับความยาวส่วนโค้งแนวนอนในชุดฟันน้ำนม⁸

* สาขาวิชาทันตกรรมป้องกัน คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น

** สาขาวิชาทันตกรรมป้องกัน คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น (อาจารย์พิเศษ)

การสูญเสียฟันน้ำนมเกิดจากหลายสาเหตุ เช่น ฟันผุ ฟันที่ได้รับความบาดเจ็บ ความผิดปกติแต่กำเนิด เป็นต้น⁹ แต่มีรายงานว่าฟันผุเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดการสูญเสียฟันที่ของขากรรไกร^{1,10} เนื่องจากการลุกลามของรอยผุทางด้านข้าง (Proximal caries) จะทำให้ขนาดฟันด้านใกล้กลาง-ไกลกลาง (Mesio-distal) ลดลง ซึ่งการสูญเสียเนื้อฟันด้านข้างจากฟันผุ จะทำให้มีการเคลื่อนที่ของฟันข้างเคียงเข้ามาชิดปิดช่องว่างนั้น เป็นผลให้มีการสูญเสียช่องว่างในขากรรไกรได้ถึงแม้ไม่ได้ถอนฟัน ส่วนกรณีฟันผุที่มีการติดเชื้อในโพรงฟันอาจทำให้เกิดละลายตัวของกระดูกรอบรากฟันส่งผลให้เกิดการขึ้นของฟันแต่ก่อนกำหนด (Premature eruption) หรือเกิดแรงดันจากการอักเสบไปยังหน่อฟันแท้ข้างใต้ทำให้หน่อฟันเคลื่อนที่ไปจากตำแหน่งเดิม (Displacement of tooth bud) ทำให้เกิดการสบฟันที่ผิดปกติได้ นอกจากนี้ในกรณีที่ขากรรไกรเล็กมีพื้นที่ไม่เพียงพอในการขึ้นของฟันแท้ อาจทำให้เกิดการละลายของรากฟันน้ำนมก่อนกำหนด (Premature resorption of roots)¹⁰ ซึ่งการหลุดของฟันกรามน้ำนมซี่ที่สองก่อนกำหนดเนื่องจากการขึ้นผิดตำแหน่ง (Ectopic eruption) ของฟันกรามแท้ซี่ที่หนึ่ง จะทำให้เกิดการสูญเสียช่องว่างในขากรรไกรและส่งผลให้เกิดการซ้อนเกในชุดฟันแท้ได้¹¹

ส่วนการสูญเสียฟันน้ำนมบนไปก่อนกำหนด มักจะเกิดจากการได้รับบาดเจ็บจากอุบัติเหตุ^{5,10} โดยหากรุนแรงจนฟันน้ำนมยุบตัวเข้าไปในเบ้ากระดูกรองรับฟัน อาจทำให้หน่อฟันแท้ที่อยู่ข้างใต้ได้รับการบาดเจ็บ¹² และส่งผลให้ฟันแท้ขึ้นช้าหรือเกิดความผิดปกติของหน่อฟันจนไม่สามารถขึ้นได้ มีรายงานว่าฟันน้ำนมที่ได้รับการบาดเจ็บอาจทำให้เกิดการเคลื่อนตัวของหน่อฟันแท้ไปทางด้านใกล้และขึ้นผิดตำแหน่งเกิดสบฟันผิดปกติชนิดฟันหน้าสบไขว้ได้¹³

ผลของการสูญเสียฟันน้ำนมก่อนกำหนด หากสูญเสียฟันน้ำนมจะทำให้เกิดการสูญเสียช่องว่างในขากรรไกร¹⁴ ซึ่งเชื่อว่าเป็นผลมาจากฟันหลังเคลื่อนที่มาทางด้านใกล้กลาง (Mesial drift) เนื่องจากได้รับแรงจากการบดเคี้ยว (Mesial-directed occlusal forces) ซึ่งมักเกิดกับฟันกรามแท้ เพราะตัวฟันจะมีลักษณะการเอียงตัวมาทางด้านใกล้กลาง (Mesial inclination) โดยการสูญเสียฟันกรามน้ำนมซี่ที่สอง มักทำให้เกิดการเคลื่อนของฟันกรามแท้ซี่ที่หนึ่งมาทางด้านใกล้กลาง ส่วนการสูญเสียฟันกรามน้ำนมซี่ที่หนึ่ง มักทำให้เกิดการเคลื่อนของฟันเขี้ยวหน้ามาทางด้านใกล้กลาง แต่อาจมีการเคลื่อนฟันกรามน้ำนมซี่ที่สองมาทางด้านใกล้กลางได้ขึ้นกับอายุเด็กและระยะเวลาที่สูญเสียฟันกรามน้ำนมซี่ที่หนึ่งไป¹⁵

โดยหากสูญเสียฟันกรามน้ำนมซี่ที่หนึ่ง ขณะอยู่ในชุดฟันน้ำนม (อายุ 3-5 ปี) จะทำให้เกิดการสูญเสียช่องว่างเพียงเล็กน้อยหรือไม่สูญเสียเลยจากการเคลื่อนตัวมาทางด้านใกล้กลางของฟันกรามแท้ซี่ที่หนึ่ง แต่อย่างไรก็ตามในช่วงที่กำลังมีการขึ้นของฟันกรามแท้ซี่ที่หนึ่ง (อายุ 5-7 ปี) อาจมีการเคลื่อนของฟันมาทางใกล้กลางได้บ้าง และหากมีการสูญเสียฟันกรามน้ำนมซี่ที่หนึ่ง ในช่วงที่ฟันกรามแท้ซี่ที่หนึ่งขึ้นมาแล้วและยังมีฟันกรามน้ำนมซี่ที่สองอยู่ อาจมีการเคลื่อนของฟันหลังมาทางใกล้กลางได้แต่น้อย⁶ ในกรณีที่มีการสูญเสียฟันเขี้ยวหน้า จะสูญเสียช่องว่างจากการที่ฟันหน้ามีการเคลื่อนที่มาทางด้านใกล้และด้านไกลกลาง (Distal drift)¹⁵ และอาจทำให้เกิดภาวะสบลึก (deep bite) และการเคลื่อนมาทางด้านใกล้กลางของฟันหน้าจะมากขึ้นหากมีการเสริมแรงดันของริมฝีปากและแก้ม ดังนั้นเมื่อมีการสูญเสียฟันเขี้ยวหน้าหรือฟันกรามน้ำนมซี่ที่หนึ่งในด้านใดด้านหนึ่งของขากรรไกรไปก่อนกำหนดมักจะทำให้เกิดการไม่สมมาตร (Asymmetry) ของการสบฟันและมีโอกาสเกิดฟันซ้อนเกได้⁶

ปัจจัยที่มีผลต่อการเคลื่อนตัวของฟัน ปัจจัยที่มีผลต่อการเคลื่อนตัวของฟัน หรือเพิ่มความรุนแรงของการสูญเสียช่องว่างในขากรรไกร คือ

1. ชนิดของฟันน้ำนมที่สูญเสียไปก่อนกำหนด การถอนฟันกรามน้ำนมซี่ที่สองจะมีผลทำให้เกิดการเคลื่อนมาทางด้านใกล้กลางของฟันกรามแท้ซี่ที่หนึ่ง แต่ไม่ค่อยมีผลต่อการเคลื่อนของเส้นกึ่งกลางใบหน้า (Midline shift) ส่วนการถอนฟันกรามน้ำนมซี่ที่หนึ่งจะทำให้มีการเคลื่อนมาทางด้านใกล้กลางของฟันหลังและมีการเคลื่อนมาทางด้านใกล้กลางของฟันหน้า แต่การถอนฟันเขี้ยวหน้าจะมีผลทำให้เกิดการเคลื่อนที่มาทางด้านใกล้กลางของฟันหน้าได้มากแต่มีผลให้ฟันหลังเคลื่อนมาทางด้านใกล้กลางได้น้อย มีรายงานว่า การสูญเสียฟันน้ำนมก่อนกำหนดในขากรรไกรล่างจะทำให้เกิดการสูญเสียช่องว่างในขากรรไกรได้มากกว่าในขากรรไกรบน^{1, 16-19} และการสูญเสียฟันกรามน้ำนมซี่ที่สองจะเกิดการสูญเสียช่องว่างในขากรรไกรได้มากกว่าเมื่อมีการสูญเสียฟันกรามน้ำนมซี่ที่หนึ่ง¹ อย่างไรก็ตามการสูญเสียฟันน้ำนมไปก่อนกำหนด ไม่ได้เป็นสิ่งที่กำหนดว่าการสบฟันจะผิดปกติเสมอไป¹⁰ เนื่องจากอาจมีการเคลื่อนของฟันเข้าหาช่องว่างเพียงเล็กน้อยหรือไม่มีการเคลื่อนเลย ทั้งนี้การเคลื่อนของฟันเข้าหาช่องว่างนั้นขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น ตำแหน่งของฟันที่สูญเสียไป ลักษณะของการสบฟัน ความสัมพันธ์ในแนวหน้าหลัง (Sagittal relation) ระหว่างขากรรไกรบนและล่าง รวมทั้ง

อิทธิพลของลิ้นและกล้ามเนื้อทางด้านกระพุ้งแก้ม เป็นต้น มีรายงานว่า การสูญเสียฟันน้ำนมก่อนกำหนดก่อให้เกิดการปิดช่องว่างได้ร้อยละ 96 โดยการสูญเสียฟันกรามน้ำนมบนจะเกิดการปิดช่องว่างเร็วกว่าการสูญเสียฟันกรามน้ำนมล่าง โดยเฉพาะช่วง 6 เดือนหรือ 1 ปีแรก และการสูญเสียฟันกรามน้ำนมซี่ที่สองบน ทำให้เกิดการปิดช่องว่างมากที่สุดและเร็วที่สุดประมาณ 2 มิลลิเมตรต่อปี ในขณะที่การสูญเสียฟันกรามน้ำนมล่างอาจไม่มีการสูญเสียช่องว่าง เด็กที่มีการสูญเสียฟันกรามน้ำนมซี่ที่สอง มีความจำเป็นต้องได้รับการรักษาทางทันตกรรมจัดฟันมากกว่ากลุ่มเด็กที่มีการสูญเสียฟันกรามน้ำนมซี่ที่หนึ่ง²⁰ อย่างไรก็ตาม การสูญเสียช่องว่างในขากรรไกรที่ทำให้เกิดการซ้อนเกของฟันอาจไม่จำเป็นต้องได้รับการรักษาทางทันตกรรมจัดฟันทุกราย ดังนั้นควรมีการประเมินความจำเป็นในการรักษาก่อนพิจารณาวางแผนการรักษาต่อไป²¹

2. อายุของเด็กขณะถอนฟัน¹⁸⁻¹⁹ การถอนฟันเมื่ออายุยังน้อยจะทำให้ฟันเคลื่อนเข้าหาช่องว่างได้มากขึ้น และหากถอนในช่วงที่ฟันกรามแท้ซี่ที่หนึ่งยังไม่ขึ้นจะทำให้มีความเสี่ยงต่อการสูญเสียช่องว่างมากยิ่งขึ้น²² มีรายงานว่าพบความชุกของการสูญเสียฟันกรามน้ำนมก่อนกำหนดประมาณร้อยละ 11-83 ซึ่งจะทำให้มีการสูญเสียช่องว่างในขากรรไกรมากที่สุดในช่วง 1 ปีแรกภายหลังการถอนฟัน การสูญเสียฟันกรามน้ำนมบนในเด็กเล็กจะทำให้เกิดการสูญเสียช่องว่างในขากรรไกรมากกว่าในเด็กโต โดยพบว่าในเด็กอายุ 6 ปี จะเกิดการสูญเสียช่องว่างในขากรรไกรมากที่สุด คือ 4.1 มิลลิเมตร ส่วนเด็กอายุ 7 ปีและมากกว่า 7 ปี พบเกิดการสูญเสียช่องว่างในขากรรไกรประมาณ 2.1 มิลลิเมตร และ 1.5 มิลลิเมตรตามลำดับ ในขณะที่การสูญเสียฟันในขากรรไกรล่างไม่มีความแตกต่างระหว่างอายุ¹⁹ มีการศึกษาผลของการสูญเสียฟันกรามน้ำนมเพียงด้านหนึ่งของขากรรไกร ในช่วงอายุที่มีการขึ้นของฟันเขี้ยวแท้และฟันกรามแท้ซี่ที่สองพบว่า การสูญเสียฟันกรามน้ำนมซี่ที่หนึ่งในเด็กอายุ 9 ปี มีการลดลงของช่องว่างในขากรรไกรอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม แต่ในเด็กอายุ 13 ปี มีการลดลงของช่องว่างแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ²³

3. ความผิดปกติของกล้ามเนื้อรอบช่องปาก เช่น การมีลิ้นอยู่ในตำแหน่งที่สูงและมึกล้ามเนื้อเมนทอลิส (Mentalis muscle) ที่แข็งแรงจะทำให้ฟันหน้าล่างเคลื่อนไปทางด้านลิ้นได้มาก

4. พฤติกรรมในช่องปาก (Oral habits) เช่น การดูดนิ้ว แร่รอบช่องปากจากการดูดนิ้วจะทำให้เกิดการยุบของขากรรไกร (Collapse of dental arch) มากขึ้นหากมีการสูญเสียฟันไปก่อนกำหนด นอกจากนี้การดูดนิ้วอาจทำให้เกิดการสบเปิดฟันหน้า การสบเหลื่อมแนวราบที่มากกว่าปกติ และส่วนโค้งแนวฟันในขากรรไกรบนแคบร่วมกับฟันหลังล่างคร่อมฟันหลังบน²⁴ ดังนั้นหากมีการสูญเสียฟันน้ำนมไปก่อนกำหนดในเด็กเหล่านี้จะทำให้ความผิดปกติดังกล่าวรุนแรงยิ่งขึ้น ทันตบุคลากรควรให้ข้อมูลถึงปัญหาของการสบฟันที่ผิดปกติที่อาจเกิดขึ้นจากการดูดนิ้วและหาแนวทางร่วมกันเพื่อเลิกนิสัยดังกล่าวก่อนอายุ 4 ปี²⁵ นอกจากนี้ความผิดปกติแบบสบไขว้ฟันหลังมักไม่สามารถแก้ไขได้เองและควรรีบทำการแก้ไข เพื่อลดความผิดปกติของลักษณะการสบฟันและข้อต่อขากรรไกร รวมทั้งเพื่อช่วยลดความยุ่งยากและระยะเวลาในการรักษาทางทันตกรรมจัดฟัน²⁶

5. ลักษณะการสบฟันที่ผิดปกติ (Existing malocclusion) เช่น ในขากรรไกรที่มีฟันซ้อนเกอยู่แล้วจะทำให้มีการเคลื่อนตัวของฟันเข้าสู่ช่องว่างได้เร็วและมากกว่าในขากรรไกรที่ฟันไม่ซ้อนเก^{1,27}

6. ระยะของพัฒนาการสบฟัน (Stage of occlusal development) เช่น ในกรณีที่มีการสูญเสียฟันกรามน้ำนมซี่ที่สองขณะที่ฟันกรามแท้ซี่ที่หนึ่งยังไม่ขึ้นหรือกำลังจะขึ้นอาจทำให้ฟันกรามแท้ล้มเอียงมาในช่องว่างได้มากขึ้น²² นอกจากนี้หากมีการสูญเสียฟันกรามน้ำนมซี่ที่สอง ตั้งแต่อายุยังน้อยที่ฟันกรามแท้ซี่ที่หนึ่งกำลังสร้างตัวอยู่ในขากรรไกร อาจทำให้เกิดการเคลื่อนตัวของหน่อฟันแท้เข้ามาแทนที่บริเวณฟันกรามน้อยและขึ้นมาก่อนทำให้ฟันกรามน้อยไม่สามารถขึ้นมาในตำแหน่งดังกล่าวได้ในภายหลัง (รูปที่ 1)



รูปที่ 1 ฟันกรามแท้ซี่ที่หนึ่งเคลื่อนตัวเข้ามาในช่องว่างขึ้นแทนที่บริเวณของฟันกรามน้อยซี่ที่สอง

Figure 1 Moving of first permanent molar into space of second premolar tooth

การสูญเสียช่องว่างในขากรรไกรนอกจากจะมีสาเหตุจากการสูญเสียฟันน้ำนมก่อนกำหนดแล้ว อาจเกิดจากสาเหตุอื่นๆ⁵ เช่น การขึ้นผิดตำแหน่งของฟัน (Ectopic eruption) ฟันเกิน (Supernumerary teeth) ฟันเชื่อม (Fusion teeth) ขนาดฟันผิดปกติ (Tooth size discrepancies) ฟันแท้บางซี่หายไป (Missing permanent teeth) ซึ่งการหายไปของฟันแต่กำเนิด มักทำให้เกิดการพัฒนาการของขากรรไกรได้น้อย²⁸ ดังนั้นการตรวจวินิจฉัย และประเมินการสูญเสียช่องว่างในขากรรไกรควรพิจารณาถึงปัจจัยต่างๆ เหล่านี้ร่วมด้วย การสูญเสียช่องว่างในขากรรไกรหรือมีพื้นที่ไม่เพียงพอต่อการขึ้นของฟันแท้ อาจส่งผลให้เกิดการซ้อนเกของฟันแท้และเกิดการสบฟันที่ผิดปกติ²⁹⁻³¹ ซึ่งฟันน้ำนมเป็นเครื่องมือกันที่สำหรับฟันแท้ที่ดีที่สุด แต่หากมีการสูญเสียฟันน้ำนมไปก่อนกำหนด การรักษาช่องว่างในขากรรไกรโดยใช้เครื่องมือกันที่ (Space maintainer) ที่เหมาะสมจึงจำเป็น เพื่อนำไปสู่การสบฟันที่ดีในอนาคต ดังนั้นการวางแผนการรักษาและเลือกใช้เครื่องมือกันที่ในการรักษาช่องว่างในขากรรไกรที่ดีในเวลาที่เหมาะสม รวมทั้งมีการติดตามผลการรักษาจนฟันแท้สามารถขึ้นมาในช่องปากได้จึงเป็นสิ่งจำเป็นที่ทันตบุคลากรต้องตระหนักถึง

ข้อควรพิจารณาในการทำเครื่องมือกันที่สำหรับฟันแท้
การพิจารณาใส่เครื่องมือกันที่สำหรับฟันแท้ภายหลังจากการสูญเสียฟันน้ำนมก่อนกำหนด ยังมีการถกเถียงกัน²⁰ บางกลุ่มเชื่อว่าการสูญเสียฟันน้ำนมจะทำให้มีการลดลงของพื้นที่ในขากรรไกร ส่งผลให้มีพื้นที่ไม่เพียงพอให้ฟันแท้ขึ้นทำให้เกิดปัญหาการสบฟัน จึงควรใส่เครื่องมือกันที่เพื่อลดความรุนแรงของการสูญเสียช่องว่างในขากรรไกร³² ส่วนกลุ่มที่ไม่เห็นด้วยกับการใส่เครื่องมือกันที่เพราะเชื่อว่าหลังการสูญเสียฟันน้ำนมไปก่อนกำหนดอาจไม่มีการสูญเสียช่องว่างในขากรรไกร รวมทั้งผู้ป่วยบางรายที่ในอนาคตต้องจัดฟันอยู่แล้วการใส่เครื่องมือกันที่อาจเป็นการเพิ่มความยุ่งยากในการจัดฟัน

สิ่งสำคัญที่ต้องพิจารณาก่อนการใส่เครื่องมือกันที่ คือ ระยะเวลาในการขึ้นของฟันแท้ ซึ่งภาพถ่ายรังสีจะช่วยให้สามารถทำนายระยะเวลาและลำดับการขึ้นของฟัน และเป็นข้อมูลในการพิจารณาความจำเป็นและกำหนดระยะเวลาในการใส่เครื่องมือกันที่ โดยหากประเมินว่าฟันแท้จะขึ้นมาภายในเวลา 6 เดือน การใส่เครื่องมือกันที่อาจไม่จำเป็น ดังนั้นในการวางแผนการใส่เครื่องมือกันที่ จึงมีสิ่งที่ต้องคำนึงถึงดังต่อไปนี้

1. ระยะเวลาในการสูญเสียฟัน เนื่องจากการสูญเสียช่องว่างในขากรรไกรมักจะเกิดภายใน 6 เดือนหลังจากการถอนฟันน้ำนม³³ ดังนั้นควรใส่เครื่องมือกันที่สำหรับฟันแท้ให้เร็วที่สุด หรือทันทีหลังการถอนฟัน

2. อายุฟัน (Dental age) ของผู้ป่วย ในเด็กที่มีการสูญเสียฟันกรามน้ำนมหลังอายุ 7 ปีจะมีผลให้ฟันแท้ขึ้นเร็ว แต่หากมีการสูญเสียฟันกรามน้ำนมในช่วงอายุ 4-6 ปี จะทำให้ฟันแท้ขึ้นช้ากว่าปกติ มีรายงานว่าหากมีการสูญเสียฟันน้ำนมในเด็กเล็กจะเกิดการสูญเสียช่องว่างในขากรรไกรได้มากกว่าเด็กโต โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อมีการสูญเสียฟันน้ำนมในช่วง 6 ขวบ¹⁹

3. ปริมาณกระดูกที่ปกคลุมหน่อฟัน เมื่อตรวจด้วยภาพถ่ายรังสีชนิดกัดสบ (Bite wing) หากมีปริมาณกระดูกปกคลุมบริเวณหน่อฟันแท้หนา 1 มิลลิเมตร อาจคาดคะเนได้ว่าฟันแท้จะขึ้นมาในช่วง 4-6 เดือน⁶ มีรายงานว่าการขึ้นของฟันแท้สัมพันธ์กับปริมาณกระดูกที่ปกคลุมหน่อฟัน แต่ไม่สัมพันธ์กับปริมาณรากฟันที่สร้าง³⁴ ดังนั้นหากมีการสูญเสียกระดูกหรือมีการอักเสบของกระดูกรอบรากฟันแบบเรื้อรัง ฟันแท้ก็จะขึ้นมาในช่องปากเร็วกว่าปกติแม้ว่าการสร้างรากฟันยังไม่มากพอและไม่สัมพันธ์กับระยะเวลาการขึ้นของฟัน

4. ลำดับการขึ้นของฟัน กรณีที่ถอนฟันกรามน้ำนมซี่ที่สอง ในขณะที่ฟันกรามแท้ซี่ที่หนึ่งกำลังขึ้นจะทำให้ฟันกรามแท้เคลื่อนมาทางด้านใกล้กลางมากขึ้น หรือหากถอนฟันกรามน้ำนมซี่ที่หนึ่ง ในขณะที่ฟันตัดซี่ข้างแท้กำลังขึ้นจะทำให้ฟันเขี้ยวเคลื่อนไปทางด้านไกลกลาง และมีผลให้มีการเบี่ยงเบนของเส้นกึ่งกลางไบบนหน้าและเกิดการยุบของขากรรไกรบริเวณฟันหน้า (Anterior segment) ตามมาได้

5. การขึ้นช้ากว่าปกติของฟันแท้ ในกรณีที่ฟันแท้ที่อยู่ข้างใต้มีลักษณะเป็นฟันคุดหรือมีทิศทางการขึ้นที่ผิดปกติอาจพิจารณาใส่เครื่องมือกันที่เพื่อรักษาช่องว่างไว้หากมีการถอนฟันน้ำนม

6. กรณีไม่มีหน่อฟันแท้ (Congenital missing tooth) ควรปรึกษาทันตแพทย์จัดฟันเพื่อวางแผนการรักษาที่เหมาะสมในผู้ป่วยแต่ละรายว่า ควรใส่เครื่องมือกันที่ไว้เพื่อรอใส่ฟันปลอมชนิดติดแน่นในภายหลังเมื่อมีพัฒนาการของกระดูกขากรรไกรและไบบนหน้าสมบูรณ์หรืออาจจัดฟันเพื่อปิดช่องว่าง⁶

คุณสมบัติของเครื่องมือกันที่สำหรับฟันแท้ เครื่องมือกันที่ที่ดีควรมีคุณสมบัติดังนี้ คือ สามารถรักษาช่องว่าง และป้องกันการขึ้นของฟันคู่สบ ไม่ทำให้เกิดการหมุนและล้ม

เสียงของฟันหลักยึดของเครื่องมือ ไม่ขัดขวางการพัฒนาของกระดูกขากรรไกร ทำหน้าที่ในการบดเคี้ยวได้ ทำจากวัสดุที่เนื้อเยื่อยอมรับ สามารถต้านทานต่อการบิดเบี้ยว ปรับและซ่อมได้ ง่าย¹⁵ รวมทั้งสามารถทำความสะอาดได้ง่าย ช่วยในการออกเสียงและสวยงาม⁶ นอกจากนี้ควรเป็นเครื่องมือที่อาศัยความร่วมมือจากผู้ป่วยน้อยและราคาไม่แพง

ข้อบ่งชี้ในการใส่เครื่องมือกันที่สำหรับฟันแท้³² ใช้ในกรณีที่มีการสูญเสียฟันน้ำนมก่อนกำหนด ที่ยังไม่มี การสูญเสียฟันที่ในขากรรไกร โดยควรมีการวิเคราะห์ลักษณะการสบฟันที่ดี (Favorable mixed dentition analysis) และสามารถติดตามผลการรักษาทุก 6 เดือน เพื่อดูการยึดอยู่หรือการรั่วซึมของวัสดุยึดแบบดัด รวมทั้งติดตามการขึ้นของฟันแท้ ส่วนข้อห้ามในการใช้เครื่องมือกันที่คือไม่ควรใส่เครื่องมือกันที่ในผู้ป่วยดังต่อไปนี้ คือมีสิ่งกีดขวางการสบฟัน (Cuspal interference) มีช่องว่างระหว่างฟัน (Interdental spacing) มีการสบฟันผิดปกติ (Malocclusion) ฟันแท้จะขึ้นภายใน 6 เดือน ผู้ปกครองไม่ยินยอม เด็กไม่ให้ความร่วมมือหรือมีอนามัยช่องปากไม่ดี และควรมีการประเมินช่องว่างในขากรรไกรก่อนว่าเพียงพอหรือไม่ หากไม่เพียงพออาจจำเป็นต้องมีการเคลื่อนฟันเพื่อหาช่องว่างโดยอาศัยเครื่องมือทางทันตกรรมจัดฟัน เช่น เครื่องมือสเปซริเทนเนอร์ (Space regainer) (รูปที่ 2I) ส่วนกรณีไม่มีหน่อฟันแท้ที่อยู่ข้างใต้ (Absence of permanent successor) อาจไม่จำเป็นต้องใส่เครื่องมือกันที่สำหรับฟันแท้โดยควรปรึกษาทันตแพทย์จัดฟันว่าจำเป็นต้องใส่เครื่องมือหรือไม่

ชนิดของเครื่องมือกันที่สำหรับฟันแท้ เครื่องมือกันที่สำหรับฟันแท้มีหลากหลายชนิด (รูปที่ 2) โดยแบ่งเป็น 2 ชนิดใหญ่ๆ คือ เครื่องมือกันที่ชนิดติดแน่น (Fixed appliances) และเครื่องมือกันที่ชนิดถอดได้ (Removable appliances)³⁴

1. เครื่องมือกันที่ชนิดติดแน่น จะยึดแน่นในช่องปาก มีหลากหลายชนิด เช่น

- แบนด์และลูป (Band and loop) (รูปที่ 2A) ใช้ในกรณีที่มีการสูญเสียฟันน้ำนมเพียงหนึ่งซี่⁸ และต้องมีฟันอยู่ทางด้านหน้าและด้านท้ายของช่องว่าง ส่วนข้อด้อยของเครื่องมือนี้คืออาจมีการขยับของแบนด์หากมีการสูญเสียซีเมนต์ (De-cementation) และทำให้ส่วนของลวด หรือแบนด์กดทับไปยังเนื้อเยื่ออ่อนได้³⁶ มีรายงานว่าความล้มเหลวของเครื่องมือชนิดนี้มักเกิดจากการสูญเสียซีเมนต์ที่ใช้ยึดแบนด์ไป³⁶⁻³⁷

- แบนด์และลูปแบบย้อนกลับ (Reverse band and loop) (รูปที่ 2B) ใช้ในกรณีที่มีการสูญเสียฟันน้ำนมซี่ที่สอง โดยยังมีฟันน้ำนมซี่ที่หนึ่งอยู่และมีฟันน้ำนมแท้ซี่ที่หนึ่งขึ้นมาแล้ว โดยมีการสูญเสียฟันน้ำนมซี่ที่สองข้างใดข้างหนึ่งหรือทั้งสองข้างของขากรรไกร ก่อนที่ฟันหน้าล่างแท้จะขึ้น ซึ่งมีข้อเสียคือฟันน้ำนมซี่ที่หนึ่งที่เป็นหลักยึดมักจะหลุดไปตามธรรมชาติก่อนการขึ้นของฟันน้ำนมซี่ที่สอง ดังนั้นอาจต้องพิจารณาทำเครื่องมือกันที่ขึ้นใหม่ภายหลังที่ฟันน้ำนมแท้ซี่ที่หนึ่งและฟันหน้าล่างแท้ขึ้นเต็มที่แล้ว

- คราวน์และลูป (Crown and loop) (รูปที่ 2C) ใช้ในกรณีที่มีการสูญเสียฟันน้ำนมซี่ที่หนึ่ง³⁰ ลักษณะการทำคล้ายแบนด์และลูปเพียงยึดลวดไว้กับครอบฟันโลหะไร้สนิม ใช้ในกรณีที่ฟันหลักจำเป็นต้องบูรณะด้วยครอบฟันโลหะไร้สนิม มีรายงานว่าเครื่องมือแบนด์และลูป มีอัตราความล้มเหลวร้อยละ 83 ซึ่งเกิดจากการสูญเสียซีเมนต์ที่ยึดแบนด์เทียบกับคราวน์และลูป มีอัตราความล้มเหลวร้อยละ 22 ซึ่งมักเกิดจากการหักของเครื่องมือ (Solder breakage)³⁷ แต่อย่างไรก็ตามการทำคราวน์และลูปจะทำค่อนข้างยากเพื่อจะให้ได้ตำแหน่งของลวดและตำแหน่งของครอบฟันที่เหมาะสมในเวลาเดียวกันนอกจากนี้ยังต้องใส่ครอบฟันชั่วคราวก่อนระหว่างรอการทำเครื่องมือคราวน์และลูป³⁶

- ดิสทอลชู (Distal – Shoe) (รูปที่ 2D) ใช้ในกรณีที่มีการสูญเสียฟันน้ำนมซี่ที่สองก่อนที่ฟันน้ำนมแท้ซี่ที่หนึ่งจะขึ้น เครื่องมือนี้ใช้เพื่อเป็นแนวนำทางให้ฟันน้ำนมแท้ซี่ที่หนึ่งขึ้นในทิศทางที่ถูกต้อง แต่มีข้อเสียคือ อาจมีการติดเชื้อได้ง่ายเนื่องจากมีส่วนของเครื่องมือยื่นฝังลงไปเนื้อเยื่ออ่อน ดังนั้นจึงมีข้อห้ามใช้ในเด็กที่มีโรคทางระบบที่เสี่ยงต่อการติดเชื้อและเด็กที่เสี่ยงต่อการติดเชื้อที่ลิ้นหัวใจ⁸ มีรายงานว่าลักษณะทางจุลวิทยาของเนื้อเยื่อบริเวณที่ใส่เครื่องมือลงไปใต้เหงือกจะมีการเกิดการสร้างเนื้อเยื่อบุผิว (Epithelialization) ที่ไม่สมบูรณ์³⁸

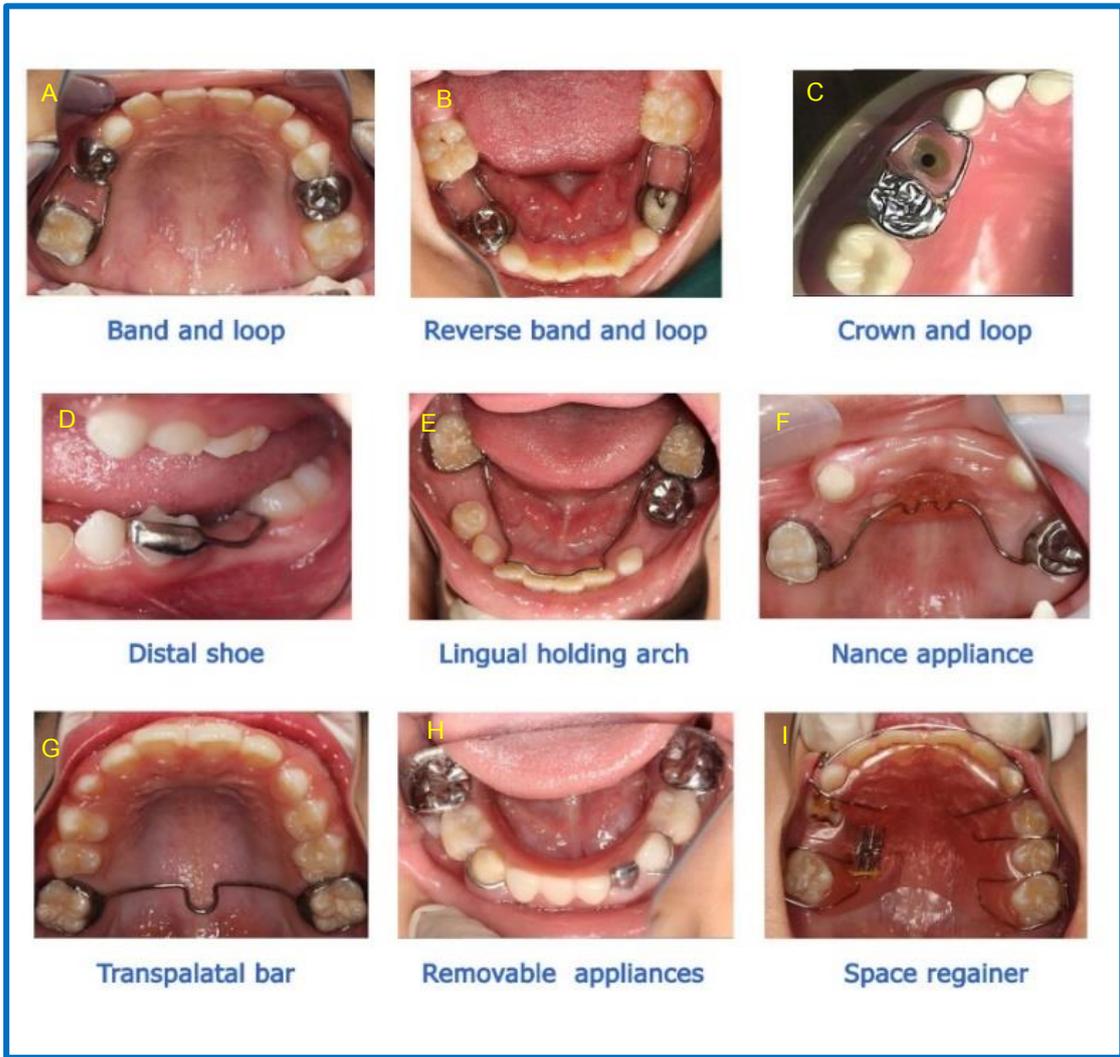
- เครื่องมือกันที่เรซินบอนด์ (Resin bonded space-maintainer) มีรายงานว่า เป็นเครื่องมือที่ทำได้ง่าย คนไข้รู้สึกสบาย³⁹ แต่อย่างไรก็ตามยังไม่มีการใช้อย่างแพร่หลายเนื่องจากอาจมีปัญหาเรื่องความแข็งแรง ดังนั้นแนะนำให้ใช้เป็นเครื่องมือกันที่ในช่วงเวลาสั้นๆ เท่านั้นและสาเหตุหลักของความล้มเหลวคือการยึดอยู่ของวัสดุคอมโพสิตกับผิวเคลือบฟัน ดังนั้นแนะนำให้ใช้แผ่นยางกันน้ำลายขณะทำ³⁶

- ลิงกวล โฮลดิ้งอาร์ช (Lingual holding arch) (รูปที่ 2E) ใช้ในกรณีขากรรไกรล่างมีการสูญเสียฟันกรามน้ำนมทั้งสองข้าง หรือมีการสูญเสียฟันกรามน้ำนมข้างใดข้างหนึ่งมากกว่าหนึ่งซี่ โดยจะพิจารณาใส่เครื่องมือชนิดนี้เมื่อฟันหน้าตัดล่างแท้ขึ้นแล้วทั้ง 4 ซี่ เพราะไม่สามารถวางลวดที่ฟันหน้าน้ำนมได้ เนื่องจากลวดที่สัมผัสบริเวณฟันหน้าน้ำนมจะรบกวนการขึ้นของฟันแท้ได้ มีรายงานว่าผลข้างเคียงของการใส่เครื่องมือชนิดนี้คืออาจขัดขวางการขึ้นของฟันแท้และอาจทำให้เกิดการบาดเจ็บหรือเป็นแผลที่เนื้อเยื่ออ่อน³⁶

- แนนซ์แอปโพลแอนซ์ (Nance appliance) (รูปที่ 2F) ใช้ในขากรรไกรบน โดยจะมีแผ่นอะคริลิกคล้ายกระดุม (Acrylic button) แตะยื่นไว้ที่บริเวณเพดาน (Palate) ซึ่งอาจทำให้เกิดการระคายเคืองที่เนื้อเยื่ออ่อนได้⁸ โดยมักเกิดในกรณี

ที่แผ่นอะคริลิกมีขนาดใหญ่เกินไปหรือมีการกดทับเนื้อเยื่ออ่อน อย่างไรก็ตามเครื่องมือชนิดนี้สามารถใช้ในกรณีที่มีการสูญเสียฟันหลายซี่ในทั้งสองข้างของขากรรไกรได้ ในขณะที่เครื่องมือชนิดทรานส์พาลาตอลบาร์ไม่สามารถใช้ในกรณีดังกล่าวได้¹⁵

- ทรานส์พาลาตอลบาร์ (Transpalatal bar) (รูปที่ 2G) ใช้ในขากรรไกรบน ลักษณะเป็นลวดเชื่อมระหว่างแบนด์ ทั้ง 2 ข้างโดยไม่ต้องมีแผ่นอะคริลิก จึงจะทำความสะอาดได้ง่าย แต่อย่างไรก็ตามมีรายงานว่าเครื่องมือชนิดนี้อาจทำให้เกิดการเคลื่อนหรือมีหมุดตัวของฟันหลักเข้าสู่ช่องว่างทำให้สูญเสียช่องว่างได้⁸ ดังนั้นจึงควรใช้ในกรณีที่มีการสูญเสียฟันน้ำนมไปก่อนกำหนดเพียงข้างเดียวของขากรรไกร¹⁵



รูปที่ 2 ชนิดของเครื่องมือกันที่
Figure 2 Types of space maintainer

2. เครื่องมือกันที่ชนิดถอดได้ (Removable appliance) (รูปที่ 2H) เครื่องมือกันที่ชนิดถอดได้มักจะประกอบด้วย แผ่นอะคริลิกและตะขอลวดคัด ใช้ในกรณีมีการสูญเสียฟันมากกว่า 1 ซี่ สามารถเรียงฟันพลาสติกเหมือนฟันปลอมเพื่อใช้บดเคี้ยวและป้องกันการยื่นยาวของฟันซี่ตรงข้ามได้ แต่เครื่องมือกันที่ชนิดถอดได้ ต้องอาศัยความร่วมมือของผู้ป่วยในการใส่ และเนื่องจากเครื่องมือชนิดนี้มักมีตะขอเพื่อช่วยการยึดอยู่ จึงอาจเพิ่มความเสี่ยงต่อการเกิดฟันผุ และอาจระคายเคืองเนื้อเยื่ออ่อนได้⁸ ดังนั้นการใช้เครื่องมือกันที่ชนิดติดแน่นจึงเหมาะสมในกรณีที่ต้องใส่เครื่องมือไว้เป็นระยะเวลานาน เนื่องจากข้อดีของเครื่องมือชนิดถอดได้ซึ่งอาจมีปัญหาเรื่องการยึดอยู่ของเครื่องมือ รวมทั้งเด็กอาจไม่ค่อยให้ความร่วมมือในการใส่³⁹ และมีรายงานว่า การใส่เครื่องมือกันที่ชนิดถอดได้ที่มีตะขอตัวซี (Removable space-maintainer with c clas) มีผลยับยั้งการขยายของระยะระหว่างฟันเขี้ยว

ในช่วงที่มีการเปลี่ยนจากฟันเขี้ยวแน่นมาเป็นฟันเขี้ยวแท้⁴⁰ ดังนั้นควรออกแบบเครื่องมือไม่ให้ขัดขวางการขยายตัวของขากรรไกร ถึงแม้เครื่องมือกันที่สำหรับฟันแท้จะช่วยรักษาช่องว่างในขากรรไกร แต่อย่างไรก็ตามปัญหาที่อาจพบจากการใช้เครื่องมือกันที่ คือ มีการระคายเคืองเนื้อเยื่ออ่อนทำให้เกิดแผลและเจ็บปวดได้ มีการรบกวนการขึ้นของฟันแท้ มีการเคลื่อนของฟันไปในทิศทางที่ไม่ปกติ มีการสะสมแผ่นคราบจุลินทรีย์ที่ฟันหลัก⁴¹ ที่อาจเป็นสาเหตุให้เกิดฟันผุ และเครื่องมืออาจแตกหักหรือหลุดเคลื่อนไปจากตำแหน่งเดิมหรือหายไป เป็นต้น

ดังนั้นการเลือกใช้เครื่องมือกันที่เพื่อรักษาช่องว่างในขากรรไกรตามความเหมาะสมต้องพิจารณาถึง ลักษณะการสูญเสียฟันแน่น อายุผู้ป่วย และพัฒนาการสบฟัน ซึ่งสามารถสรุปดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การเลือกใช้เครื่องมือกันที่สำหรับฟันแท้สำหรับเด็ก

Table 1 Space maintainer selections for children

Type of space-maintainer	Single tooth loss either side	Single tooth loss both sides	multiple teeth loss both sides
Band and loop	☺	☺	✗
Reverse band and loop	☺	☺	✗
Crown and loop	☺	☺	✗
Distal – Shoe	☺	☺	✗
Lingual holding arch	☺	☺	☺
Nance appliance	☺	☺	☺
Transpalatal bar	☺	☺	☺
Removable appliances	☺ (not recommended)	☺	(not recommended) ☺

☺ : Can use ✗ : Cannot use

บทวิจารณ์

สุขภาพดีตามความหมายขององค์การอนามัยโลก (WHO) หมายถึง การมีความสมบูรณ์ทั้งทางร่างกาย จิตใจ และสามารถดำรงชีวิตอยู่ในสังคมได้โดยปราศจากโรคและทุพพลภาพ โดยการมีสุขภาพดีจัดเป็นปัจจัยพื้นฐานของมนุษย์ทุกคนโดยไม่คำนึงถึง เชื้อชาติ ศาสนา เพศ อายุ รายได้ ถิ่นฐาน⁴² ซึ่งการสูญเสียฟันแน่นไปก่อนกำหนด หากไม่ได้รับการดูแลหรือใส่เครื่องมือกันที่สำหรับฟันแท้ที่เหมาะสม อาจส่งผลให้เกิดการสบฟันที่ผิดปกติตามมาได้ซึ่ง

ทันตบุคลากรมักให้ความสำคัญในการป้องกันและรักษาฟันผุ แต่ความผิดปกติของการสบฟันอาจนำไปสู่ความผิดปกติที่รุนแรงขึ้นต่อไปในอนาคตและทำให้มีการสูญเสียการทำหน้าที่ของระบบช่องปาก⁴³ การสบฟันผิดปกติโดยเฉพาะการซ้อนเกของฟันมีความสัมพันธ์กับการเกิดโรคฟันผุ⁴⁴ และโรคเหงือกอักเสบหรือโรคปริทันต์อักเสบ⁴⁵⁻⁴⁷ เนื่องจากฟันซ้อนเกทำให้การทำความสะอาดได้ยาก มีรายงานว่าฟันที่ซ้อนเกจะมีร่องลึกปริทันต์ (Periodontal pocket) ลึกกว่าฟันที่มีการเรียง

ตัวปกติ⁴⁷ และการขึ้นของฟันที่ผิดปกติอาจเป็นปัจจัยเสี่ยงต่อการเกิดเหงือกอักเสบและสูญเสียเหงือกยึด (Attached gingiva) รวมทั้งการมีฟันหน้าบนยื่นจะเสี่ยงต่อการเกิดกษัยนทรายต่อฟันหน้าที่ยื่นได้มากกว่าฟันที่ปกติ^{43,48} นอกจากนี้การสบฟันผิดปกติอาจเป็นสาเหตุหนึ่งของการเกิดรอยโรคการละลายของแร่ธาตุที่ผิวเคลือบฟันเฉพาะที่ (Enamel focal demineralization) และรอยผุบนผิวเรียบของฟัน โดยฟันเบียดซ้อนกันจะเป็นแหล่งสะสมของเชื้อโรคได้ง่าย⁴⁹ นอกจากนี้ยังทำให้เกิดปัญหาอื่นๆ ตามมา เช่นปัญหาทางด้านจิตใจและสังคม (Psychosocial problems)⁵⁰ รวมทั้งปัญหาเกี่ยวกับการทำหน้าที่ของช่องปาก (Oral function) และข้อต่อขากรรไกร⁵¹

การศึกษาที่ผ่านมาพบความล้มเหลวของการใส่เครื่องมือกันที่สำหรับฟันแท้ร้อยละ 30-40 โดยพบว่ามีความล้มเหลวใน 6 เดือนแรกเป็นร้อยละ 11-30³² และจากการศึกษาของ Qudeimat และ Fayle ในปี ค.ศ. 1998⁵² พบความล้มเหลวในการใส่เครื่องมือถึงร้อยละ 63 จากปัญหาการหลุดของวัสดุยึดเครื่องมือกันที่ มีการแตกหักของเครื่องมือกันที่ และปัญหาผู้ป่วยไม่กลับมาติดตามผลการรักษา นอกจากนี้ Brothwell ในปี ค.ศ. 1997³² รายงานว่าไม่พบหลักฐานที่เป็นข้อบ่งชี้ว่าการใส่เครื่องมือกันที่สำหรับฟันแท้จะสามารถป้องกันการเกิดการสบฟันที่ผิดปกติได้ ดังนั้นการวางแผนใส่เครื่องมือกันที่สำหรับฟันแท้จึงควรพิจารณาปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง และการตัดสินใจใส่เครื่องมือกันที่ให้ผู้ป่วยแต่ละรายควรพิจารณาถึงความจำเป็น รวมทั้งต้องอธิบายให้ผู้ปกครองรับทราบถึงประโยชน์และข้อจำกัดของการใส่เครื่องมือกันที่ การติดตามผลการรักษาและต้องได้รับความยินยอมจากผู้ปกครอง

นอกจากนี้ถึงแม้เครื่องมือกันที่สำหรับฟันแท้จะมีประโยชน์ในการรักษาช่องว่างในขากรรไกร แต่อย่างไรก็ตามทันตแพทย์ยังคงต้องตระหนักถึงผลเสียของการใส่เครื่องมือดังกล่าวที่อาจมีผลกระทบต่อสุขภาพช่องปาก เช่น การเพิ่มความเสียหายในการเกิดฟันผุ รวมทั้งปัญหาเรื่องความร่วมมือในการใส่เครื่องมือกันที่ โดยเฉพาะกรณีเด็กที่มีการสูญเสียฟันไปหลายซี่ที่มีความจำเป็นต้องใส่เครื่องมือกันที่ชนิดถอดได้ ซึ่งอาจไม่ให้ความร่วมมือในการใส่เครื่องมือกันที่¹⁴

บทสรุป

การสูญเสียฟันน้ำนมไปก่อนกำหนดเกิดจากหลายสาเหตุ ทำให้เกิดการเสียสมดุลของสภาวะในช่องปากและอาจเป็นสาเหตุให้เกิดการสูญเสียช่องว่างในขากรรไกร และมีผลต่อพัฒนาการของกระดูกขากรรไกรและใบหน้า การรักษา

ไว้ซึ่งช่องว่างที่เพียงพอสำหรับการขึ้นของฟันแท้เป็นสิ่งจำเป็นที่จะนำไปสู่การสบฟันที่ดีในอนาคต ฟันน้ำนมเป็นเสมือนเครื่องมือรักษาช่องว่างตามธรรมชาติที่ดีตามแนวอุดมคติ จึงต้องมีการป้องกันและรักษาฟันน้ำนมไว้ แต่หากจำเป็นต้องสูญเสียฟันน้ำนมก่อนกำหนด ควรมีการเลือกใช้เครื่องมือกันที่ฟันอย่างเหมาะสมสำหรับผู้ป่วย ซึ่งในการพิจารณาใส่เครื่องมือกันที่หรือไม่นั้น ขึ้นอยู่กับแต่ละบุคคลว่ามีการสบฟันอย่างไร มีปัจจัยอื่นๆ ที่จะทำให้ความผิดปกติของการสบฟันรุนแรงเพิ่มขึ้นหรือไม่ รวมทั้งต้องคำนึงถึงความร่วมมือของผู้ปกครองและผู้ป่วยเด็กร่วมด้วย และสิ่งสำคัญคือผู้ป่วยต้องสามารถติดตามผลการรักษาจนถึงเวลาที่ต้องถอดเครื่องมือเมื่อฟันแท้จะขึ้นมาในช่องปากได้

เอกสารอ้างอิง

1. Flores-Mir C. Space Maintenance: what is the clinical evidence behind it? In: Splieth CH, editor. *Revolutions in Pediatric Dentistry*. Germany: Quintessence Publishing Co. Ltd.; 2011. 201-9.
2. American Academy of Pediatric Dentistry. Guideline on Management of the Developing Dentition and Occlusion in Pediatric Dentistry. *Pediatr Dent* 2016;38(6):289-301.
3. Bjork A, Helm S. Need for orthodontic treatment as reflected in the prevalence of malocclusion in various ethnic groups. *Acta Socio-Med. Scand* 1969 Suppl. 1:209-21.
4. Kitsahawong S, Kitsahawong K. Prevalence of malocclusion of secondary school student in Muang district, Khon Kaen. *Khon Kaen Dent J* 2000;3(1):56-65.
5. Christensen JR, Fields HW. Space maintenance in the primary dentition. In: Casamassimo PS, Fields HW, McTigue DJ, Nowak AJ, editors. *Pediatric Dentistry Infancy through Adolescence*. 5th ed. St. Louis: Elsevier Saunders;2013.379-84.
6. Bell RA, Dean JA, McDonald RE, Avery DR. Managing the developing Occlusion. In: Dean JA, Avery DR, McDonald RE, editors. *McDonald and Avery's Dentistry for the Child and Adolescent*. 9thed. Haryana, India: ELSEVIER Mosby;2011. 550-613.

7. Mohlin B, Westerlund A, Ransjo M, Kurol J. Occlusal Development, Malocclusions, and Preventive and Interceptive Orthodontics. In: Koch G, Poulsen S, Espelid I, Haubek D, editors. *Pediatric Dentistry A Clinical Approach 3rd ed.* Singapore: WILEY Blackwell; 2017. 291-309.
 8. Christensen JR, Fields HW. Orthodontic treatment in the primary dentition. In: Casamassimo PS, Fields HW, McTigue DJ, Nowak AJ, editors. *Pediatric Dentistry Infancy Through Adolescence. 5th ed.* St. Louis: ELSEVIER SAUNDERS; 2013. 393-7.
 9. Eckles RL, Shulman ER. A removable distal shoe for premature loss of first and second primary molars. *Gen Dent* 1990;38(1):49-51.
 10. van der Linden FPGM. Results of Premature Loss of Deciduous Teeth. Development of the Dentition. Chicago: Quintessence Publishing Co.; 1983. 129-60.
 11. Kitsahawong K. Ectopic eruption of the maxillary first molar: a case report. *Khon Kaen Dent J* 1999;2(2):103-9.
 12. Kitsahawong K, Lertsirivorakul J. Sequelae of trauma in primary teeth. *Khon Kaen Dent J* 2002;5(2):26-33.
 13. Kitsahawong K. Anterior crossbite correction in the primary dentition: case report. *Khon Kaen Dent J* 2004; 7(1):25-33.
 14. Rodd H, Wray A. Treatment planning for the developing dentition. London: Quintessence Publishing Co. Ltd.; 2006. 23-45.
 15. Litsas G. Recent Advances in Dentistry, Volume 2, Pediatric Orthodontics: Theory and Practice. Sharjah: Bentham Science Publisher Ltd; 2018. 98-126.
 16. Padma Kumari B, Retnakumari N. Loss of space and changes in the dental arch after premature loss of the lower primary molar: A longitudinal study. *J Indian Soc Pedod Prev Dent* 2006;24:90-6.
 17. Lin YT, Chang LC. Space changes after premature loss of the mandibular primary first molar: a longitudinal study. *J Clin Pediatr Dent* 1998;22(4):311-6.
 18. Ngan P, Alkire RG, Fields H Jr. Management of space problems in the primary and mixed dentitions. *J Am Dent Assoc* 1999;130(9):1330-9.
 19. Northway WM, Wainright RL, Demirjian A. Effects of premature loss of deciduous molars. *Angle Orthod* 1984; 54(4):295-329.
 20. Owen DG. The incidence and nature of space closure following the premature extraction of deciduous teeth: A literature survey study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1971;59(1):37-49.
 21. Kitsahawong S, Kitsahawong K, Wangsrimongkol T. Orthodontic treatment need of secondary school student in Maung distric, Khon Kaen. *Khon Kaen Dent J* 2001;4(2):77-81.
 22. Kisling E, Hoffding J. Premature loss of primary teeth: part III, drifting patterns for different types of teeth after loss of adjoining teeth. *ASDC J Dent Child* 1979;46(1): 34-8.
 23. Rönnerman A. The effect of early loss of primary molars on tooth eruption and space conditions: a longitudinal study. *Acta Odontol Scand* 1977;35:229-39.
 24. Godfrey K, Rattanayatikul C, Kitsahawong K, Dhummarungrong S. The use of pacifiers and bottle feeding in infants. *Khon Kaen Dent J* 2001;4(2):2-8.
 25. Kitsahawong S, Kitsahawong K, Monpraneet P. Posterior crossbite part I: Definition and etiology. *Khon Kaen Dent J* 2006;9(1):39-47.
 26. Kitsahawong S, Kitsahawong K. Posterior crossbite part II: Treatment and appliances. *Khon Kaen Dent J* 2006; 9(1):49-56.
 27. Wright GZ, Kennedy DB. Space control in primary and mixed dentition. *Dent Clin North Am* 1978;22(4):579-601.
 28. Kitsahawong K, Kitsahawong S, Peamkaroonrath C, Wonggarndee M. Hemisection in the second primary molar: a case report. *Khon Kaen Dent J* 2008;11(2): 0-9.
 29. Kapala JT. Space Management and Interceptive Orthodontics. In: Braham RL, Morris ME, editors. *Textbook of Pediatric Dentistry 2nd ed.* Toronto: B.C. Decker Inc; 1988. 610-53.
 30. Nakata M, Wei SHY. Occlusal Guidance in Pediatric Dentistry. St. Louis: Ishiyaku Euro America Inc.; 1988. 7-104.
-

31. Richardson A. Interceptive Orthodontics. 3rd ed. London: Eyre & Spottiswoode Ltd.; 1995. 1-74.
32. Brothwell DJ. Guidelines on the use of space maintainers following premature loss of primary teeth. J Can Dent Assoc 1997;63(10):753, 757-60, 764-6.
33. Lin Y-T, Lin W-H, Lin Y-TJ. Immediate and six-month space changes after premature loss of a primary maxillary first molar. JADA [Internet] Elsevier BV;2007; 138(3):362–8. Available from: <http://dx.doi.org/10.14219/jada.archive.2007.0169>
34. Fanning E. Effect of extraction of deciduous molars on the formation and eruption of their successors. Angle Orthod 1962;32: 44–53.
35. Mich J. Space maintenance in the primary and mixed dentitions. Dent Assoc 2012 94(1):38-40.
36. Ahmad AJ, Parekh S, Ashley PF. Methods of space maintenance for premature loss of a primary molar: a review. Eur Arch of Paediatr Dent 2018;19:311–320.
37. Qudeimat MA, Sasa IS. Clinical success and longevity of band and loop compared to crown and loop space maintainers. Arch Paediatr Dent. 2015; 16(5): 391-6.
38. Mayhew MJ, Dilley GJ, Dilley DC, Jacoway J, Johnson PT. Tissue response to intralingual appliances in monkeys. Pediatr Dent 1984;6(3):148-52.
39. Ramakrishnan M, Dhanalakshmi R, Subramanian EMG. Survival rate of different fixed posterior space maintainers used in Paediatric Dentistry – A systematic review. Saudi Dental Journal 2019; 31: 165–172.
40. Dincer M1, Haydar S, Unsal B, Turk T. Space maintainer effects on intercanine arch width and length. J Clin Pediatr Dent 1996 Fall;21(1):47-50.
41. Arikian V, Kizilci E, Ozalp N, Ozcelik B. Effects of fixed and removable space maintainers on plaque accumulation, periodontal health, candidal and enterococcus faecalis carriage. Med Princ Pract 2015;24(4):311-7.
42. World Health Organization. (1997). Oral health surveys: basic methods, 4th ed. Geneva: World Health Organization. <http://www.who.int/iris/handle/10665/41905>
43. Proffit WR, Fields HW, Sarver DM, Ackerman JL. Contemporary Orthodontics. 5thed. Canada: MOSBY ELSEVIER; 2013.2-459.
44. Hixon EH, Maschka PJ, Fleming PT. Occlusal status, caries and mastication. J Dent Res 1962;41:514-24.
45. Buckley LA. The relationship between malocclusion and periodontal disease. J Periodontol 1972 Jul;43(7):415-7.
46. Vadiakas GP, Roberts MW. Primary posterior crossbite: Diagnosis and Treatment. J Clin Pediatr Dent 1991 Fall; 16(1):1-4.
47. Ramfjord SP. Orthodontics and periodontal prophylaxis. In: HosI E, Zachrisson BU, Baldauf A editors. Orthodontics and Periodontics. Germany: Quintessence Publishing Co., Inc.; 1985.113-26.
48. Shaw WC, O'Brien KD, Richmond S, Brook P. Quality control in orthodontics: risk/benefit considerations. Br Dent J 1991;170(1):33-7.
49. Kolmakow S, Honkala E, Puranen M, Sainio P. Dento-facial morphology and caries experience: an epidemiological study. J Clin Pediatr Dent 1991;16(1):31-7.
50. Shaw WC. The influence of children's dentofacial appearance on their social attractiveness as judged by peers and lay adults. Am J Orthod 198;79(4):399-415.
51. El-Mangoury NH, Gaafar SM, Mostafa YA. Mandibular anterior crowding and periodontal disease. Angle Orthod 1987;57(1):33-8.
52. Qudeimat MA, Fayle SA. The longevity of space maintainers: a retrospective study. Pediatr Dent 1998; 20(4):267-72.

ผู้รับผิดชอบบทความ:

เข็มพร กิจสหวงศ์

สาขาวิชาทันตกรรมป้องกัน

คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40002

โทรศัพท์: 0 4320 2405 #45157

โทรสาร: 0 4320 2862

จดหมายอิเล็กทรอนิกส์: kkempo@kku.ac.th

Space Management for Children

Kitsahawong K* Kitsahawong S**

Abstract

There are several causes of early loss of primary teeth. Consequences of early loss of primary teeth are imbalance of force to adjacent teeth, which may lead to undesirable tooth movements and create space shortage in the dental arch. Space deficiency can provide detrimental effects on the developing permanent dentition or increase the severity of malocclusions with crowding. Therefore, using an intra-oral space maintainer to preserve arch length following the premature loss of primary teeth/tooth is crucial. To ensure proper treatment in individual patient, appropriate treatment planning and designing the right appliance are very important and need to consider the relevant factors. This article aims to provide detailed information about the causes and factors affecting the loss of space due to premature loss of primary teeth, including guidelines for examination and treatment planning for appropriately manage individual patient. In addition, to deliver information about the considerations for the use of space maintainers and how to maintain the space in the dental arch. The advantages, disadvantages and limitations of different kind of appliances were discussed in order to assist on decision making for selecting appropriately appliances in patients.

Key words: Deciduous teeth/ Tooth loss/ Space Maintenance/ Space maintainers

Corresponding Author

*Kemporn Kitsahawong
Department of Preventive Dentistry,
Faculty of Dentistry, Khon Kaen University,
Amphur Muang , Khon Kaen, 40002.
Tel.: +66 4320 2405 #45157
Fax.: +66 4320 2862
E-mail.: kkempo@kku.ac.th*

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

** Department of Preventive Dentistry, Faculty of Dentistry, Khon Kaen University, Amphur Muang, Khon Kaen. (Part time staff).