



2566

ปีที่ 26 ฉบับที่ 1

มกราคม-เมษายน 2566

วิทยาสาร

ทันตแพทยศาสตร์

มหาวิทยาลัยขอนแก่น

KHON KAEN UNIVERSITY DENTAL JOURNAL



VOL. 26 NO.1 JAN-APR 2023

E-ISSN : 2730-1699

สารบัญ

วิทยาสารทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ปีที่ 26 ฉบับที่ 1 มกราคม - เมษายน 2566

❖ บทวิทยาการ

บทความวิจัย

- ◆ ผลของระยะเวลาในการใช้กรดกัดต่อค่ากำลังยึดติดบนเนื้อฟันที่เกิดการเปลี่ยนสีจากวัสดุอะมัลกัม 1
ณัฐพจี นรเศรษฐ์ตระกูล วาริณี ศรีมหาโชค สรนันท์ จันทรางศุ ทวีศักดิ์ ประสานสุทธิพร อรณิชา ธนทวารกรณ์
- ◆ การประเมินทางคลินิกของเรซินมอดิฟายด์กลาส ไอโอโนเมอร์ที่พัฒนาขึ้นในประเทศต่อการใช้เป็นวัสดุรองฟัน 10
ในการบูรณะฟันด้วยเรซินคอมโพสิต
รัชชา รักศักดิ์มนุษย์ วิรัชชา วชิรมน ละอองทอง วัชรภักย์ สุวรรณมา ก่อสุวรรณวงศ์ พสุธา ธีรณัฐกิจไพศาล
- ◆ ผลของวิธีการล้างคลองรากฟันด้วยสารละลายอีทีทีที่เอื้อต่อปริมาณทรานส์ฟอร์มมิงโกรทแฟกเตอร์-เบต้า 1 22
ที่ปลดปล่อยจากเนื้อฟันที่ผนังคลองรากฟัน
ชิดหทัย ว่องวิทย์เดชา พิรพร ทวีวัฒนไพศาล ชินาลย์ ปิยะชน
- ◆ ผลของโปรแกรมแซทเททสร้างเสริมสุขภาพช่องปากต่อความรู้ในการดูแลสุขภาพช่องปากของผู้สูงอายุ 33
สุภาวค์ วงษ์วรรณรัตน์ จริญญา หุ่นศรีสกุล อัจฉรา วัฒนาภา เดชา วรรณพาทูล
- ◆ รูปแบบบริการทันตกรรมกับการเข้าถึงบริการและภาวะสุขภาพช่องปากผู้สูงอายุ: พื้นที่ศึกษาแห่งหนึ่ง 44
จังหวัดเพชรบูรณ์
โสภณ เหลี่ยมสมบัติ ทรงวุฒิ ดวงรัตนพันธ์
- ◆ ความสามารถในการต้านการรั่วซึมของวัสดุอุดคลองรากฟันประเภทแคลเซียมซิลิเกตเบส ซิลิเลอร์และ 56
อีพ็อกซีเรซินเบส ซิลิเลอร์ ที่ความยาวต่างๆ
ศุภิสรา ลิกานนท์สกุล ลลิตา องค์สวัสดิ์ รัชชพิน เหล่าวานิช ศรีสังข์ลักษณ์
- ◆ ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของสารละลายคลอเฮกซิดีน ที่ความเข้มข้นแตกต่างกันและ 68
ผลของคลอเฮกซิดีนต่อความแข็งแรงยึดติดของเรซินคอมโพสิตในฟันที่ผ่านการฟอกสีฟัน
นภัสวรรณ บุญฤทธิ์ สุวานุฒิ คงปรีชา
- ◆ ความแม่นยำของโปรแกรมวางแผนจำลองการผ่าตัดกระดูกขากรรไกรในผู้ป่วยที่มีความผิดปกติของ 78
กระดูกขากรรไกร ประเภทที่ 3
รยพัทธ์ บัวผัน ศรีนา ตันติธนเศรษฐ์ สมชาติ เราเจริญพร พาสันศิริ นิสาลักษณ์ พิรพงศ์ ลั่นดวงศ์ กรกมล กริธาภิรมย์

บทวิทยาการคลินิก

- ◆ การจัดการภาวะการขึ้นซ้ำของฟันตัดกลางบนซี่หน้า: รายงานผู้ป่วย 1 ราย 90
รัชพงศ์ ศักดิ์ศรีสุวรรณ อุทัยวรรณ อารยะตระกูลลิขิต เสาวลักษณ์ ลัมมณฑล

❖ บทความปริทัศน์

- ◆ การป้องกันและแก้ไขการเปลี่ยนสีของฟันที่เกิดจากการรักษาด้วยวิธีเอนโดเทอพี เอนโดคอนดิกส์ 100
เฉลิมขวัญ ภูววรรณ ปาริมา บุญฤทธิ์ ธิญพิชชา พงศ์ชัยไพบูลย์

CONTENTS

Khon Kaen Dent J Volume 26 Number 1 January - April 2023

❖ ORIGINAL ARTICLES

Research

- ◆ Effect of Etching Time on Microtensile Bond Strength to Amalgam-Discolored Dentin 1
Norasettrakoon N Srimahachota V Chantarangsu S Prasansuttiporn T Thanatvarakorn O
- ◆ Clinical Evaluation of A Thai Dental Inventive Light Activated Resin Modified Glass Ionomer Liner 10
Under Resin Composite Restorations
Raksakmanut R Vachiramon V Vajrabhaya L Korsuwannawong S Thunyakitpisal P
- ◆ The Effect of EDTA with Different Irrigation Protocols to Transforming Growth Factor- β 1 Released 22
from Root Canal Dentin
Wongwitdecha C Taweewattanapaisan P Piyachon C
- ◆ Effect of Oral Health Promoting Chatbot Program on Knowledge in Oral Health Care of the Elderly 33
Wongworasun S Hunsrisakhun J Watanapa A Wannapahool D
- ◆ Dental Service Model with Access to Care and Oral Health Status of Elderly: A Study Area, 44
Phetchabun Province
Leamsombat S Tuongratanaphan S
- ◆ Sealing Ability between Calcium Silicate-based Sealer and Epoxy Resin-based Sealer at Various 56
Lengths: an In Vitro Study
Likanonsakul S Ongchavalit L Laovanitch Srisatjaluk R
- ◆ Antioxidant Activity of Chlorhexidine in Various Concentrations and Effect of Chlorhexidine on 68
Tooth Bond Strength with Resin Composite after Non-Vital Tooth Bleaching
Bunrit N Khongpreecha T
- ◆ Accuracy of Computer-Aided Surgical Simulation (CASS) Planning Program for Orthognathic Surgery 78
in Skeletal Type III Relationship
Buaphan R Tantidhnazet S Raocharernporn S Nisalak P Santiwong P Kretapirom K

Clinical Science

- ◆ Management of Delayed Eruption of Maxillary Central Incisor: A Case Report 90
Saksrisuwan R Arayatrakoollikit U Limmonthol S

❖ REVIEW ARTICLE

- ◆ Prevention and Correction of Tooth Discoloration due to Regenerative Endodontic Treatment 100
Phuvoravan C Boonyarith P Pongchaipaiboon T

ผลของระยะเวลาในการใช้กรดกัดต่อค่ากำลังยึดติดบนเนื้อฟันที่เกิดการเปลี่ยนสีจากวัสดุอะมัลกัม

ณัฐพจิ นรเศรษฐ์ตระกูล* วาริณี ศรีมหาโชค** สรณันท์ จันทรางศุ*** ทวีศักดิ์ ประสานสุทธิพร**** อรณิชา ธนัฏวารการณ*****

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึงผลของระยะเวลาในการใช้กรดกัดต่อประสิทธิภาพการยึดติดของสารยึดติดทางทันตกรรมบนเนื้อฟันที่เกิดการเปลี่ยนสีจากวัสดุอะมัลกัม โดยเตรียมกลุ่มตัวอย่างจากฟันกรามมนุษย์ที่ไม่มีการบูรณะ (กลุ่มเนื้อฟันปกติ) และฟันกรามที่มีการบูรณะด้วยอะมัลกัม (กลุ่มเนื้อฟันเปลี่ยนสี) ที่ผ่านการถอนจากเหตุจำเป็นกลุ่มละ 20 ซี่ หลังจากนำวัสดุอะมัลกัมออกจากฟันที่ใช้ทดลองแล้ว นำฟันทั้งสองกลุ่มมาเตรียมให้ได้เนื้อฟันด้านบดเคี้ยวผิวเรียบ โดยในฟันแต่ละซี่จะแบ่งเป็นสองส่วนเพื่อใช้ทำการทดสอบการวัดค่าการซึมผ่านร้อยละ 37.5 เป็นเวลา 15 วินาที และ 60 วินาที ตามด้วยการใช้สารยึดติดระบบเอกซ์แอนดรีนส์ชนิด 3 ขั้นตอน และบูรณะด้านบนด้วยวัสดุเรซินคอมโพสิต เพื่อทดสอบค่ากำลังยึดติดระดับจุลภาคและตรวจสอบรูปแบบความล้มเหลวด้วยกล้องจุลทรรศน์ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทาง และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแบบจับคู่พหุคูณชนิดทูเคย์ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ผลการทดลองพบว่าเมื่อใช้กรดกัดเนื้อฟันเป็นเวลา 15 วินาที เนื้อฟันเปลี่ยนสีจะมีกำลังแรงยึดติดระดับจุลภาคต่ำกว่าเนื้อฟันปกติอย่างมีนัยสำคัญ และเมื่อเพิ่มเวลาการใช้กรดกัดเนื้อฟันเปลี่ยนสีเป็น 60 วินาที จะทำให้มีกำลังยึดติดระดับจุลภาคสูงกว่าเนื้อฟันเปลี่ยนสีที่ใช้กรดกัดเป็นเวลา 15 วินาทีอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) จากผลการทดลองสามารถสรุปได้ว่า การเพิ่มเวลาการใช้กรดกัดเป็น 60 วินาที สามารถเพิ่มค่ากำลังยึดติดระดับจุลภาคของสารยึดติดทางทันตกรรมระบบเอกซ์แอนดรีนส์บนเนื้อฟันที่เกิดการเปลี่ยนสีจากอะมัลกัมได้อย่างมีนัยสำคัญ

คำใบ้รหัส: เวลาการใช้กรดกัด/ เนื้อฟันที่มีการเปลี่ยนสีจากอะมัลกัม/ กำลังยึดติดระดับจุลภาค/ สารยึดติดทางทันตกรรม

Received: Nov 01, 2021

Revised: Aug 03, 2022

Accepted: Oct 04, 2022

บทนำ

วัสดุอะมัลกัมเป็นวัสดุทางทันตกรรมที่มีการใช้งานอย่างแพร่หลายและยาวนานกว่า 150 ปี¹ เนื่องจากวัสดุอะมัลกัมเป็นวัสดุประเภทโลหะผสมที่มีความแข็งแรง ทนทาน ใช้งานสะดวก มีอายุการใช้งานยาวนานและมีราคาไม่สูงเมื่อเทียบกับวัสดุบูรณะชนิดอื่น อย่างไรก็ตามจากการศึกษาความสำเร็จของการบูรณะฟันด้วยวัสดุอะมัลกัม พบว่าอุบัติการณ์ของความล้มเหลวจากการบูรณะส่วนใหญ่เกิดจากการรั่วซึมบริเวณรอยต่อของอะมัลกัมกับโพรงฟันก่อให้เกิดการผุกลับซ้ำ (Secondary caries) การแตกหักของวัสดุอะมัลกัมภายหลังการใช้งาน การเกิดฟันร้าว รวมไปถึงความไม่สวยงามของตัววัสดุเองซึ่งเป็นสีโลหะแตกต่างไปจากสีฟันธรรมชาติ² ด้วยเหตุเหล่านี้ จึงทำให้ต้องมีการเปลี่ยนวัสดุบูรณะขึ้นใหม่เข้าไปทดแทน ในปัจจุบันวัสดุประเภทเรซินคอมโพสิตถูกนิยมนำมาทดแทนวัสดุอะมัลกัม เนื่องจากมีการยึดติดที่ดีกับฟัน

ธรรมชาติ มีสีที่หลากหลาย สามารถสร้างความสวยงามได้ใกล้เคียงกับฟันธรรมชาติภายหลังการบูรณะ³

เมื่อวัสดุอะมัลกัมสัมผัสกับเนื้อฟันเป็นระยะเวลาหนึ่ง ในช่องปากสามารถทำให้เนื้อฟันเกิดการเปลี่ยนสีได้ หากทำการรื้อวัสดุอะมัลกัมออกจากโพรงฟัน จะสังเกตได้ว่ามีการเปลี่ยนสีของเนื้อฟันได้วัสดุ หรือบริเวณรอยต่อระหว่างวัสดุกับเนื้อฟันที่มีการสัมผัสกัน⁴⁻⁵ เนื้อฟันที่สัมผัสวัสดุอะมัลกัมดังกล่าว จึงมีการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพอย่างชัดเจน ซึ่งส่งผลต่อการยึดติดของวัสดุบูรณะที่มีเรซินเป็นองค์ประกอบจากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าประสิทธิภาพการยึดติดของสารยึดติดทางทันตกรรมระบบเอกซ์แอนดรีนส์และระบบเซลล์เพปไทด์บนเนื้อฟันที่เกิดการเปลี่ยนแปลงจากวัสดุอะมัลกัมไม่มีความแตกต่างกัน แต่ค่ากำลังการยึดติดที่ได้จะต่ำกว่าเนื้อฟันปกติอย่างมีนัยสำคัญ⁶

* สถาบันทันตกรรม กรมการแพทย์ อำเภอเมือง จังหวัดนนทบุรี

**ภาควิชาทันตกรรมทันตการ คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ

***ภาควิชาทันตกรรมบูรณะและปริทันตวิทยา คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ

****ภาควิชาทันตกรรมบูรณะและปริทันตวิทยา คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่

***** ภาควิชาทันตกรรมอนุรักษ์ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยกรุงเทพมหานครบุรี กรุงเทพฯ

อย่างไรก็ตาม การศึกษาถึงวิธีการเพิ่มประสิทธิภาพการยึดติดกับเนื้อฟันที่เกิดการเปลี่ยนสีจากวัสดุอะมัลกัมให้ดีขึ้นยังมีจำนวนไม่มาก การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึงผลของระยะเวลาในการใช้กรดกัดต่อกำลังการยึดติดในระดับจุลภาคของสารยึดติดทางทันตกรรมระบบเอทซ์แอนด์รินส์กับเนื้อฟันที่เกิดการเปลี่ยนสีจากวัสดุอะมัลกัม โดยมีสมมติฐานการวิจัยคือ ระยะเวลาในการใช้กรดกัดไม่มีผลต่อกำลังยึดติดของสารยึดติดทางทันตกรรมบนเนื้อฟันปกติและเนื้อฟันที่เกิดการเปลี่ยนสีจากวัสดุอะมัลกัม

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

การเตรียมชิ้นงาน

การศึกษานี้ใช้ฟันกรามมนุษย์ ซึ่งได้รับอนุญาตจากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรม คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (HREC-DCU 2017-058) โดยใช้ฟันกรามมนุษย์ที่ผ่านการถอน ซึ่งไม่มีรอยโรคฟันผุ รอยร้าว รอยแตกบิ่น จำนวน 25 ซี่ (กลุ่มเนื้อฟันปกติ) และฟันกรามของมนุษย์ที่ผ่านการถอน และมีการบูรณะด้วยวัสดุอะมัลกัมชนิดคลาสสิกที่ด้านบดเคี้ยว (C.I. occlusal) มีความลึกอย่างน้อย 2 มิลลิเมตรแต่ไม่เกิน 3 มิลลิเมตร จำนวน 25 ซี่ (กลุ่มเนื้อฟันเปลี่ยนสี) ฟันทุกซี่ถูกเก็บในสารละลายไทมอลแซมซัน ร้อยละ 0.1 และนำมาใช้ทดสอบภายในระยะเวลาไม่เกิน 6 เดือน โดยก่อนเริ่มการทดลอง ฟันตัวอย่างถูกนำออกมาเก็บไว้ในน้ำกลั่นที่อุณหภูมิห้อง (25 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 1 วัน

ในส่วนของกลุ่มเนื้อฟันเปลี่ยนสี วัสดุอะมัลกัมถูกกำจัดออกด้วยเข็มกรอกากเพชรรูปทรงกระบอก โดยกรอรอบขอบของสิ่งบูรณะอะมัลกัมร่วมกับการใช้เครื่องมือสเกดวัสดุออกจากโพรงฟัน สำหรับในกรณีที่พบว่าวัสดุรองพื้นโพรงฟันเนื้อฟันไม่มีการติดสีจากวัสดุอะมัลกัม ฟันที่มีโพรงฟันลึกมากกว่า 3 มิลลิเมตร หรือฟันมีรอยผุซึ่งทดสอบจากการใช้สีย้อมฟันผุ (Sable™ Seek®; Ultradent, UT, USA) ฟันเหล่านี้จะถูกคัดออกจากการทดลอง หลังจากนั้นทำการตัดเคลือบฟันและเนื้อฟันส่วนที่อยู่เหนือระดับบริเวณฟันโพรงฟันที่มีการติดสีออกทั้งหมด ด้วยเครื่องตัดความเร็วต่ำ (IsoMet™; Buehler, USA) ส่วนการเตรียมฟันในกลุ่มเนื้อฟันปกติ จะทำการกรอหน้าเพื่อกำหนดความลึกของเนื้อฟันไว้ที่ 2 มิลลิเมตร ด้วยหัวกรอกากเพชรทรงกระบอก เส้นผ่านศูนย์กลาง 1 มิลลิเมตร หลังจากนั้นจึงทำการตัดฟันด้านบดเคี้ยวออกให้เผยเนื้อฟันบริเวณด้านบดเคี้ยวจนถึงความลึกที่กรอหน้าไว้ด้วยเครื่องตัดความเร็วต่ำ (IsoMet™; Buehler, USA) จากนั้นนำเนื้อฟันทั้งสองกลุ่มไปขัดด้วยกระดาษทรายเบอร์ 600 เป็นเวลา 30 วินาที จนเนื้อฟันมีลักษณะแบนเรียบ

การวิเคราะห์แร่ธาตุของเนื้อฟันที่มีการเปลี่ยนสีจากอะมัลกัม

สุ่มเลือกชิ้นงานจากกลุ่มเนื้อฟันปกติและเนื้อฟันเปลี่ยนสีกลุ่มละ 5 ตัวอย่าง เพื่อวิเคราะห์ชนิดและปริมาณธาตุที่พบบนผิวฟันด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดชนิดสุญญากาศต่ำพร้อมชุดวิเคราะห์ธาตุ (EDS-SEM JSM-6610LV; JEOL, Tokyo, Japan)

การใช้สารยึดติดทางทันตกรรม

ชิ้นงานจากกลุ่มเนื้อฟันปกติและเนื้อฟันเปลี่ยนสีที่เหลือน้อยกว่า 20 ตัวอย่าง ถูกนำไปเตรียมกลุ่มย่อยสำหรับการใช้กรดกัด 15 และ 60 วินาที โดยนำฟันแต่ละซี่มาตัดในแนวด้านแก้มและลิ้นด้วยเครื่องตัดความเร็วต่ำเพื่อแบ่งฟันเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนใกล้กลางและส่วนไกลกลาง ใช้กรดฟอสฟอริกที่ความเข้มข้นร้อยละ 37.5 (Gel Etchant; Kerr Corp., CA, USA) ทาลงบนเนื้อฟันส่วนใกล้กลางและส่วนไกลกลางเป็นเวลา 15 วินาที และ 60 วินาทีตามลำดับ หลังจากนั้นล้างกรดออกด้วยน้ำเป็นเวลา 20 วินาที และเป่าลมเบา ๆ ให้เนื้อฟันยังมีความชื้นอยู่

ขั้นตอนต่อไปทั้งหมดจะถูกนำมาทาด้วยสารยึดติดทางทันตกรรมระบบเอทซ์แอนด์รินส์ชนิด 3 ขั้นตอน (OptiBond™ FL, Kerr Corp., CA, USA) ตามคู่มือกำกับการใช้งานจากบริษัทผู้ผลิต (ตารางที่ 1) ทำให้สามารถแบ่งกลุ่มการทดลองได้ (รูปที่ 1)

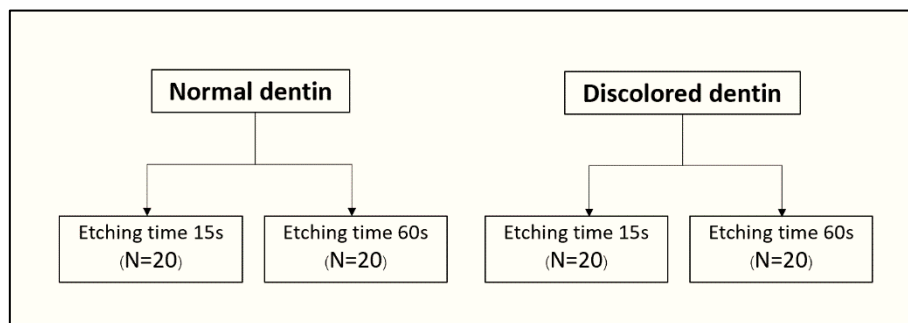
จากนั้นทำการบูรณะด้วยเรซินคอมโพสิตสี เอ 1 (Filtek™ Z350 XT; 3M ESPE, USA) โดยอุดเป็นชั้นหนา 1.5 มิลลิเมตร ทั้งหมดสามชั้น แต่ละชั้นทำการฉายแสงด้วยเครื่องฉายแสง (Demi™ Plus; Kerr Corp., CA, USA) เป็นเวลา 20 วินาทีที่ความเข้มแสง 1,100 มิลลิวัตต์ต่อตารางเซนติเมตร หลังจากนั้นนำชิ้นงานเก็บในน้ำที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

การทดสอบค่ากำลังยึดติดระดับจุลภาค หลังจากการเก็บชิ้นตัวอย่างในน้ำเป็นเวลา 24 ชั่วโมง นำชิ้นตัวอย่างมาตัดเป็นรูปแท่งให้พื้นที่หน้าตัดบริเวณรอยต่อของเนื้อฟันและวัสดุเรซินคอมโพสิตมีขนาด 1x1 ตารางมิลลิเมตร หลังจากนั้นนำชิ้นงานไปทดสอบค่ากำลังยึดติดด้วยเครื่องทดสอบแรงดึง (EZ-S, SHIMADZU, Kyoto, Japan) ที่ความเร็วในการดึง 1 มิลลิเมตร/นาที ด้วยน้ำหนักแรงขนาด 500 นิวตัน วิเคราะห์ข้อมูลค่ากำลังยึดติดระดับจุลภาคโดยใช้สถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทางและทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแบบจับคู่พหุคูณชนิดทุกคู่ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ด้วยโปรแกรม IBM SPSS Statistics 27.0 (IBM, Chicago, IL, USA)

ตารางที่ 1 แสดงส่วนประกอบและการทำงานของสารยึดติดในการทดลอง

Table 1 Tested materials, their compositions and application

วัสดุ	บริษัท	องค์ประกอบ	วิธีใช้งาน
Gel Etchant (Lot No.6235573)	Kerr Corp., CA, USA	37.5% Phosphoric acid, Cobalt alumina blue spinel, water	1. ทากรดทิ้งไว้บนผิวฟันเป็นเวลา 15 หรือ 60 วินาที 2. ล้างน้ำเป็นเวลา 20 วินาทีและเป่าลม เบา ๆ ให้เนื้อฟันยังคงมีความชื้น
OptiBond™ FL (Lot No.6114198)	Kerr Corp., CA, USA	สารไพรเมอร์ 2-hydroxyethyl methacrylate, glycerophosphate-dimethacrylate, phthalic acid monomethacrylate, ethanol, water, camphorquinone สารแอตชีฟ bisphenol A alycidyl dimethacrylate, 2-hydroxyethyl methacrylate, glycerophosphate-dimethacrylate, camphorquinone, glycerol dimethacrylate resins, barium aluminoborosilicate glass, silicon dioxide, sodium hexafluorosilicate (filled 48% by wt)	1. ทาสารไพรเมอร์บนผิวฟันโดยการถูวนไป มาเบา ๆ เป็นเวลา 15 วินาที เป่าด้วย ลมสะอาดให้แห้ง 2. ทาสารแอตชีฟบนผิวฟันให้ทั่ว ใช้ฟู่กัน ขับสารส่วนเกินออก และฉายแสงเป็น เวลา 20 วินาที



รูปที่ 1 แสดงการแบ่งกลุ่มการทดลองตามชนิดของเนื้อฟันและระยะเวลาในการใช้กรดกัดเนื้อฟัน

Figure 1 The diagram showed experimental group of normal and discolored dentin with the duration of etching time.

การประเมินความล้มเหลวของการยึดติด นำชิ้นงานที่ผ่านการทดสอบค่ากำลังยึดติดระดับจุลภาคมาตรวจสอบด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ ที่กำลังขยาย 40 เท่าเพื่อวิเคราะห์ความล้มเหลวของการยึดติด โดยแบ่งความล้มเหลวออกเป็น 4 ลักษณะ คือ การยึดติดล้มเหลว (Adhesive failure) หมายถึงมีการแตกหักบริเวณรอยต่อของเนื้อฟันกับชั้นเรซินมากกว่าร้อยละ 80 ของหน้าตัดชิ้นงาน การเชื่อมแน่นล้มเหลวในชั้นเนื้อฟัน (Cohesive failure in dentin) หมายถึงมีการแตกหักในเนื้อฟันมากกว่าร้อยละ 80 ของหน้าตัดชิ้นงาน การเชื่อมแน่นล้มเหลวในชั้นเรซิน (Cohesive failure in resin) หมายถึงมีการแตกหักในชั้นเรซินมากกว่าร้อยละ 80 ของหน้าตัดชิ้นงาน และความล้มเหลวแบบผสม (Mixed failure) หมายถึงมีการแตกหักหลายแบบผสมกัน โดยที่ไม่มีแบบใดแบบ

หนึ่งมากกว่าร้อยละ 80 ของหน้าตัดชิ้นงาน วิเคราะห์ลักษณะความล้มเหลวหลังการทดสอบค่ากำลังยึดติดระดับจุลภาคด้วยสถิติ Chi-square ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ด้วยโปรแกรม IBM SPSS Statistics 27.0 (IBM, Chicago, IL, USA).

ผล

การวิเคราะห์แร่ธาตุของเนื้อฟันที่มีการเปลี่ยนสีจากอะมัลกัม

จากการวิเคราะห์ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดชนิดสุญญากาศต่ำพร้อมชุดวิเคราะห์ธาตุสามารถตรวจพบธาตุโลหะดีบุกและสังกะสีในชิ้นตัวอย่างทุกชิ้นในกลุ่มเนื้อฟันเปลี่ยนสี โดยไม่พบธาตุดังกล่าวในเนื้อฟันปกติ (ตารางที่ 2)

ผลการทดสอบค่ากำลังยึดติดระดับจุลภาค

ค่าเฉลี่ยของกำลังยึดติดระดับจุลภาคแต่ละกลุ่ม (ตารางที่ 3) พบว่า ค่าเฉลี่ยของกำลังยึดติดระดับจุลภาคของกลุ่มเนื้อฟันปกติที่ใช้กรดกัดเป็นเวลา 15 วินาทีมีค่าสูงสุด และกลุ่มเนื้อฟันปกติที่ใช้กรดกัดเป็นเวลา 60 วินาทีมีค่าต่ำสุด เมื่อใช้กรดกัดเนื้อฟันเป็นเวลา 15 วินาที กลุ่มเนื้อฟันเปลี่ยนสีจะมีกำลังแรงยึดติดระดับจุลภาคต่ำกว่ากลุ่มเนื้อฟันปกติอย่างมีนัยสำคัญ และเมื่อเพิ่มเวลาการใช้กรดกัดบนเนื้อฟันเปลี่ยนสีเป็น 60 วินาที จะทำให้มีกำลังยึดติดระดับจุลภาคสูงกว่าการใช้

กรดกัดเป็นเวลา 15 วินาทีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และสูงขึ้นเทียบเคียงกับกลุ่มเนื้อฟันปกติที่ใช้กรดกัดเป็นเวลา 15 วินาที

การประเมินความล้มเหลวของการยึดติดระดับจุลภาค

ผลการทดสอบความล้มเหลว (รูปที่ 2) ซึ่งพบว่าทุกกลุ่มการทดลองมีความล้มเหลวแบบผสมมากกว่าความล้มเหลวในแบบอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญ แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) ของความล้มเหลวในแต่ละกลุ่มการทดลอง

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์จากเนื้อฟันปกติและเนื้อฟันเปลี่ยนสี

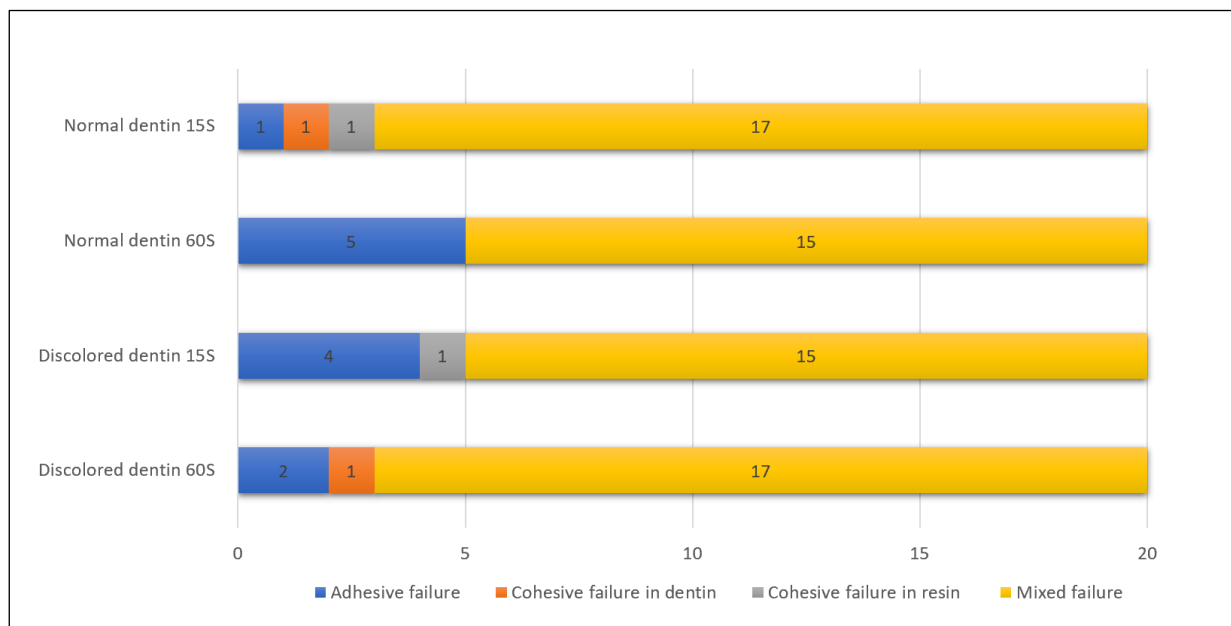
Table 2 EDS Micro-analysis of normal and discolored dentin (N=5)

น้ำหนักโลหะธาตุ (ร้อยละ)	ชิ้นตัวอย่างเนื้อฟันเปลี่ยนสี					ชิ้นตัวอย่างเนื้อฟันปกติ				
	ชิ้นที่ 1	ชิ้นที่ 2	ชิ้นที่ 3	ชิ้นที่ 4	ชิ้นที่ 5	ชิ้นที่ 1	ชิ้นที่ 2	ชิ้นที่ 3	ชิ้นที่ 4	ชิ้นที่ 5
คาร์บอน	18.79	37.71	20.70	20.41	14.92	18.50	16.70	22.69	19.62	18.92
ออกซิเจน	40.77	38.12	36.51	41.79	31.95	41.98	41.70	41.56	42.65	40.50
โซเดียม	0.71	0.25	0.11	0.68	0.39	0.68	0.63	0.75	0.65	0.46
แมกนีเซียม	0.45	0.30	0.34	0.33	0.95	0.54	0.32	0.33	0.50	0.42
ฟอสฟอรัส	13.54	7.91	2.06	12.09	2.20	13.79	14.52	12.28	13.35	14.34
แคลเซียม	22.34	12.87	3.30	20.48	6.80	24.51	26.13	22.39	23.23	25.36
ดีบุก	1.56	2.45	36.29	3.24	41.82	-	-	-	-	-
สังกะสี	1.84	0.39	0.69	0.98	0.97	-	-	-	-	-

ตารางที่ 3 แสดงค่าเฉลี่ยกำลังแรงยึดติดระดับจุลภาค

Table 3 Mean of microtensile bond strengths for each experimental group (MPa $\pm$ SD) (N=20)

ระยะเวลาในการใช้กรดกัด (วินาที)	ค่าเฉลี่ยของกำลังแรงยึดติดระดับจุลภาค (MPa $\pm$ SD)	
	เนื้อฟันปกติ	เนื้อฟันเปลี่ยนสี
15	42.89 $\pm$ 13.12 ^a	30.14 $\pm$ 11.20 ^b
60	29.17 $\pm$ 10.20 ^b	41.48 $\pm$ 8.89 ^a



ไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญของความล้มเหลวในแต่ละกลุ่มการทดลอง ($p > 0.05$) โดยใช้สถิติ Chi-square

รูปที่ 2 แสดงความล้มเหลวยึดติดระดับจุลภาค

Figure 2 Numbers of specimen for each mode of failure in each experimental group (N=20)

บทวิจารณ์

จากผลการทดลองพบว่า เมื่อใช้กรดฟอสฟอริกกัดบนเนื้อฟันเป็นเวลา 15 วินาที กลุ่มเนื้อฟันที่เปลี่ยนสีจากวัสดุอะมัลกัม จะมีค่ากำลังยึดติดระดับจุลภาคน้อยกว่ากลุ่มเนื้อฟันปกติอย่างมีนัยสำคัญ แต่หากเพิ่มเวลาการใช้กรดกัดเป็น 60 วินาที ค่ากำลังยึดติดระดับจุลภาคของกลุ่มเนื้อฟันที่เปลี่ยนสีจากวัสดุอะมัลกัมจะมีค่าเพิ่มขึ้น และเทียบเคียงได้กับกลุ่มเนื้อฟันปกติที่มีการใช้กรดกัดเป็นเวลา 15 วินาที จึงเป็นการปฏิเสธสมมติฐานของการวิจัยนี้

ภายหลังการกำจัดวัสดุอะมัลกัมเกาออกจากโพรงฟันสามารถพบการเปลี่ยนสีของเนื้อฟันได้ 2 ลักษณะ ซึ่งเกิดจากสาเหตุที่ต่างกัน โดยลักษณะแรกเป็นเนื้อฟันที่เกิดการเปลี่ยนสีจากวัสดุอะมัลกัมจะมีลักษณะเด่นเป็นสีเขียวถึงเทาดำ ส่วนลักษณะที่สองคือเนื้อฟันเกิดการเปลี่ยนสีจากฟันผุ ซึ่งจะมีลักษณะเด่นเป็นสีน้ำตาล⁴ อย่างไรก็ตามการแยกสีดังกล่าวด้วยตาเปล่าจะทำได้ยากและมีความคลาดเคลื่อนสูง การทดลองนี้จึงใช้สารย้อมสีฟันผุ ซึ่งสามารถย้อมติดสีเนื้อฟันที่มีการสูญเสียแร่ธาตุ คอลลาเจนถูกทำลาย และมีช่องว่างภายในได้⁷⁻⁹ ในขณะที่เนื้อฟันที่มีการเปลี่ยนสีจากอะมัลกัมจะไม่มีการสูญเสียแร่ธาตุหรือเกิดรูพรุนภายใน จึงไม่ติดสีของสารย้อมสีฟันผุดังกล่าว

อย่างไรก็ตาม เนื้อฟันที่มีการเปลี่ยนสีจากอะมัลกัมจะสามารถตรวจพบโลหะธาตุที่มาจากวัสดุอะมัลกัม เช่น โลหะดีบุกและสังกะสี แต่จะไม่มีพบโลหะดังกล่าวในบริเวณเนื้อฟันที่ไม่มีการเปลี่ยนสีหรือเนื้อฟันปกติ^{4-5,10-15} ดังนั้น การตรวจพบธาตุโลหะดีบุกและสังกะสีในชิ้นตัวอย่างทุกชิ้นในกลุ่มเนื้อฟันเปลี่ยนสีในการศึกษานี้ จึงสามารถยืนยันถึงความถูกต้องของระเบียบวิธีการเตรียมชิ้นงานสำหรับกลุ่มเนื้อฟันเปลี่ยนสีได้อีกด้วย

นอกจากนี้บางการศึกษาพบโลหะปรอท เงิน และทองแดง⁴ ในขณะที่บางการศึกษาไม่พบโลหะปรอทและเงิน^{10,16} การตรวจพบชนิดและปริมาณของโลหะที่แตกต่างกันในแต่ละการศึกษาสามารถอธิบายได้จากองค์ประกอบของอะมัลกัมที่แตกต่างกันตามประเภทและบริษัทผู้ผลิต¹⁶⁻¹⁷ โดยการเปลี่ยนสีของเนื้อฟันอันเกิดจากวัสดุอะมัลกัมนั้น สามารถอธิบายได้จากกระบวนการกัลวานิก (Galvanic action) ที่ทำให้เกิดการกัดกร่อนของวัสดุอะมัลกัมซึ่งสัมผัสกับของเหลวในช่องปาก¹¹ ไม่ว่าจะเป็นน้ำลายหรือของเหลวจากท่อเนื้อฟัน (Dentinal fluid) แรงดันไฟฟ้าที่เกิดจากกระบวนการนี้ จะทำให้อิออนโลหะจากวัสดุอะมัลกัมเคลื่อนตัวไปสะสมที่บริเวณเนื้อฟันใกล้เคียง โดยอยู่ในรูปของโลหะเกลือซัลไฟด์⁴ ส่งผลให้ลักษณะทางกายภาพของเนื้อฟันบริเวณนั้นเปลี่ยนไป

ในการศึกษานี้ พบว่าค่ากำลังแรงยึดติดระดับจุลภาคของการใช้กรดกัดที่ระยะเวลา 15 วินาที ในกลุ่มเนื้อฟันเปลี่ยนสี มีประสิทธิภาพการยึดติดที่ต่ำกว่ากลุ่มเนื้อฟันปกติอย่างมีนัยสำคัญ สอดคล้องกับการศึกษาก่อนหน้านี้⁶ ที่พบว่าการยึดติดของสารยึดติดทางทันตกรรมระบบเอกซ์แอนดรีนส์ที่มีการใช้กรดกัดเป็นระยะเวลา 15 วินาที กับเนื้อฟันที่เปลี่ยนสีจากวัสดุอะมัลกัมมีประสิทธิภาพต่ำกว่าเนื้อฟันปกติอย่างมีนัยสำคัญ เนื่องมาจากการมีโลหะจากกระบวนการกัดกร่อนของวัสดุอะมัลกัมในเนื้อฟันบริเวณนั้นเป็นจำนวนมาก ส่งผลให้เกิดการขัดขวางการละลายออกของแร่ธาตุในเนื้อฟันเมื่อใช้กรดฟอสฟอริกในการกัดได้ รวมทั้งผลิตภัณฑ์จากการกัดกร่อนของวัสดุอะมัลกัมที่ตกตะกอนสะสมอยู่ในท่อเนื้อฟัน ยังไปลดความสามารถในการแทรกซึมของเรซินมอนอเมอร์ที่จะกลายเป็นแท่งเรซิน (Resin tag) อันเป็นองค์ประกอบสำคัญของชั้นยึดติด นอกจากนี้ผลิตภัณฑ์จากการกัดกร่อนของวัสดุอะมัลกัมจะไปเกาะติดบริเวณพื้นผิวของเส้นใยคอลลาเจน¹⁸ ซึ่งโลหะไอออนเหล่านี้จะรบกวนปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์ของสารเรซิน ส่งผลให้มีประสิทธิภาพการยึดติดที่ต่ำลง⁶

แนวทางในการเพิ่มกำลังยึดติดของสารยึดติดทางทันตกรรมบนผิวฟันที่ผิวดัดปกติ ประกอบด้วยหลากหลายวิธี ซึ่งการเพิ่มเวลาการใช้กรดฟอสฟอริกกัดผิวฟัน¹⁹⁻²⁵ เป็นวิธีหนึ่งที่สามารถทำได้ทันทีโดยไม่ต้องมีวัสดุหรืออุปกรณ์เพิ่มเติม อย่างไรก็ตามการเพิ่มเวลาการใช้กรดกัดในกลุ่มเนื้อฟันปกตินั้นไม่เป็นที่แนะนำ ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาในการทดลองนี้ที่พบว่าการเพิ่มระยะเวลาในการใช้กรดกัดจาก 15 วินาทีเป็น 60 วินาที ในกลุ่มเนื้อฟันปกติทำให้ค่ากำลังยึดติดระดับจุลภาคลดลงอย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากการเพิ่มระยะเวลาการใช้กรดกัดที่มากยิ่งขึ้นบนเนื้อฟันปกติ จะทำให้เกิดการละลายของแร่ธาตุบริเวณเนื้อฟันระหว่างหลอดฝอยเนื้อฟัน (Intertubular dentin) และบริเวณเนื้อฟันรอบหลอดฝอยเนื้อฟัน (Peritubular dentin) มากขึ้นและลึกขึ้น จากการศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดพบว่าการใช้กรดกัดที่ระยะเวลา 15 วินาที จะเกิดการละลายออกของแร่ธาตุที่บริเวณเนื้อฟันระหว่างหลอดฝอยเนื้อฟันประมาณ 1.6–2.2 ไมครอน และยังสามารถพบเนื้อฟันรอบหลอดฝอยเนื้อฟันได้อยู่ แต่ถ้าเพิ่มระยะเวลาการใช้กรดกัดเป็น 60 วินาที สามารถเกิดการละลายออกของแร่ธาตุที่บริเวณเนื้อฟันระหว่างหลอดฝอยเนื้อฟันได้ถึง 3.9–4.5 ไมครอน และไม่พบลักษณะของเนื้อฟันรอบหลอดฝอยเนื้อฟันอีก²⁶⁻²⁷ การละลายออกของแร่ธาตุในเนื้อฟันปกติที่ลึกเกินไปนี้ ส่งผลให้เรซินมอนอเมอร์ไม่

สามารถแทรกซึมลงไปได้อย่างสมบูรณ์²⁷⁻²⁸ จึงเกิดขึ้นไฮบริดที่มีคุณภาพต่ำ มีช่องว่างเกิดขึ้นภายใต้ชั้นไฮบริด ซึ่งบริเวณนี้จัดเป็นบริเวณที่มีความอ่อนแอที่สุด (Weakest zone) ของชั้นยึดติด ส่งผลให้กำลังยึดติดบนเนื้อฟันปกติที่ใช้กรดกัดเป็นเวลา 60 วินาทีมีค่าลดลง²⁹ โดยมีข้อสังเกตจากผลการศึกษานี้คือพบแนวโน้มความล้มเหลวแบบการยึดติดล้มเหลวบริเวณรอยต่อของเนื้อฟันกับชั้นเรซินมากกว่ากลุ่มที่ใช้กรดกัดเป็นเวลา 15 วินาที

ในทางกลับกันการเพิ่มระยะเวลาในการใช้กรดกัดเป็น 60 วินาที ในกลุ่มเนื้อฟันเปลี่ยนสี กลับส่งผลดีต่อค่ากำลังยึดติดระดับจุลภาคในระยะสั้น (Immediate bond strength) อย่างมีนัยสำคัญ อาจสันนิษฐานได้ว่าการใช้กรดกัดเนื้อฟันที่มีการปนเปื้อนจากการกัดกร่อนของวัสดุอะมัลกัมที่นานขึ้น สามารถทำให้เกิดรูพรุนในเนื้อฟันระหว่างหลอดฝอยเนื้อฟันและรูเปิดของหลอดฝอยเนื้อฟันที่กว้างขึ้น จึงสามารถกำจัดโลหะที่ปนเปื้อนบริเวณเนื้อฟันรวมถึงโลหะที่อุดตันภายในหลอดฝอยเนื้อฟันให้ออกไปได้ส่งผลให้การแทรกซึมของเรซินมอนอเมอร์ลงไปในเนื้อฟันที่ถูกกรดกัดเกิดได้ดีขึ้น และให้ค่ากำลังยึดติดที่สูงขึ้นได้

จากการศึกษาก่อนหน้านี้พบว่าชนิดและองค์ประกอบของวัสดุอะมัลกัมที่มาจากต่างแหล่งผลิต ทำให้เกิดผลิตภัณฑ์การกัดกร่อนที่แตกต่างกัน โดยวัสดุอะมัลกัมที่มีปริมาณทองแดงต่ำ สามารถเกิดกระบวนการกัดกร่อนได้มากกว่าวัสดุอะมัลกัมที่มีปริมาณทองแดงสูง¹⁶ ดังนั้นประสิทธิภาพการยึดติดของสารยึดติดทางทันตกรรมประเภทเรซินบนเนื้อฟันเปลี่ยนสีที่ถูกบุรณะด้วยวัสดุอะมัลกัมที่มีปริมาณทองแดงต่ำ อาจลดลงได้มากกว่า เมื่อเทียบกับเนื้อฟันเปลี่ยนสีที่ถูกบุรณะด้วยวัสดุอะมัลกัมที่มีปริมาณทองแดงสูง สำหรับการศึกษานี้เป็นการทดลองโดยไม่ทราบชนิดของวัสดุอะมัลกัมที่ใช้ ซึ่งเป็นการจำลองสถานการณ์ทางคลินิกที่ทันตแพทย์ไม่อาจทราบชนิดของวัสดุอะมัลกัมที่ใช้มาก่อนได้ ดังนั้นในอนาคตอาจทำการศึกษาเพิ่มเติมโดยเปรียบเทียบวัสดุอะมัลกัมแต่ละชนิดเพื่อเป็นการขยายต่อความรู้จากการศึกษานี้ รวมทั้งศึกษาถึงประสิทธิภาพการยึดติดในระยะยาว เนื่องจากการใช้กรดกัดเนื้อฟันเป็นระยะเวลานาน อาจส่งผลต่อการแทรกซึมของเรซินมอนอเมอร์³⁰ และเป็นการกระตุ้นเอนไซม์เมทริกเมทัลโลโปรติเอส (Matrix metalloproteinases; MMPs) ที่อาจนำไปสู่การเสื่อมสลายของเส้นใยคอลลาเจนและชั้นสารยึดติดในระยะยาว³¹

หากอ้างอิงจากผลการศึกษานี้สามารถสรุปโดยให้ข้อแนะนำทางคลินิกคือให้ใช้กรดที่ค่อนข้างมีความคงตัว ไม่มีลักษณะที่เหลวไหลแผ่ไปบริเวณอื่นได้ง่าย และพยายามทำการทาเฉพาะบริเวณที่เนื้อฟันติดสีทิ้งไว้ 45 วินาที หลังจากนั้นจึงทำการลบบริเวณเนื้อฟันปกติเพิ่มเติมอีก 15 วินาที จึงล้างน้ำออกพร้อมกันในทีเดียว ซึ่งการทำเช่นนี้ จะคล้ายคลึงกับเทคนิค selective etching ที่เลือกทาเฉพาะบริเวณเคลือบฟันเท่านั้น

บทสรุป

ในกรณีที่ทำการบูรณะฟันด้วยสารยึดติดทางทันตกรรมระบบเอกซ์แอนดรีนส์บนเนื้อฟันที่เปลี่ยนสีจากวัสดุอะมัลกัม ควรเพิ่มเวลาการใช้กรดกัดเฉพาะเนื้อฟันบริเวณที่มีการเปลี่ยนสีเป็นเวลา 60 วินาที จะสามารถเพิ่มค่ากำลังยึดติดระดับจุลภาคในระยะสั้นได้อย่างมีนัยสำคัญ

เอกสารอ้างอิง

- Ritter AV. Sturdevant's Art & Science of Operative Dentistry. 7th ed. St. Louis: Elsevier, 2017:306-10.
- Moraschini V, Fai CK, Alto RM, Dos Santos GO. Amalgam and resin composite longevity of posterior restorations: A systematic review and meta-analysis. J Dent 2015;43(9):1043-50.
- Mjor I, Gordan V. Failure, repair, refurbishing and longevity of restorations. Oper Dent 2002;27(5): 528-34.
- Massler M, Barber TK. Action of amalgam on dentin. J Am Dent Assoc 1953;47(4):415-22.
- Kurosaki N, Fusayama T. Penetration of elements from amalgam into dentin. J Dent Res 1973;52(2): 309-17.
- Harnirattisai C, Senawongse P, Tagami J. Microtensile bond strengths of two adhesive resins to discolored dentin after amalgam removal. J Dent Res 2007; 86(3):232-6.
- Sato Y, Fusayama T. Removal of dentin by fuchsin staining. J Dent Res 1976;55(4):678-83.
- Kuboki Y, Liu CF, Fusayama T. Mechanism of differential staining in carious dentin. J Dent Res 1983;62(6):713-4.
- Fusayama T, Terashima S. Differentiation of the two layers of carious dentin by staining. J Dent Res 1972;51(3):866.
- Wei SH, Ingram M. Analyses of the amalgam-tooth interface using the electron microprobe. J Dent Res 1969;48(2):317-20.
- Mateer RS, Reitz CD. Galvanic degradation of amalgam restorations. J Dent Res 1972;51(6): 1546-51.
- Holland GA, Asgar K. Some effects on the phases of amalgam induced by corrosion. J Dent Res 1974;53(5):1245-54.
- Halse A. Metals in dentinal tubules beneath amalgam fillings in human teeth. Arch Oral Biol 1975;20(1):87-8.
- Sarkar N, Fuys R, Schoenfeld C, Armstrong L, Stanford J. The tooth-amalgam interaction. J Oral Rehabil 1981;8(5):401-11.
- Grossman E, Witcomb M, Jodaikin A. Elements in marginal seals at amalgam-tooth interfaces. J Dent Res 1986;65(7):998-1000.
- Scholtanus JD, Özcan M, Huysmans M-CD. Penetration of amalgam constituents into dentine. J Dent 2009;37(5):366-73.
- Scholtanus JD, van der Hoorn W, Ozcan M, Huysmans M, Roeters J, Kleverlaan CJ, et al. Staining of dentin from amalgam corrosion is induced by demineralization. Am J Dent 2013; 26(4):185-90.
- Ellender G, Ham KN, Harcourt JK. The ultrastructural localization of the corrosion products of dental amalgam. Aust Dent J 1979; 24(3):174-7.
- Arrais CA, Giannini M, Nakajima M, Tagami J. Effects of additional and extended acid etching on bonding to caries-affected dentine. Eur J Oral Sci 2004;112(5):458-64.
- Lopes GC, Vieira LC, Monteiro S, Jr., Caldeira de Andrada MA, Baratieri CM. Dentin bonding: effect of degree of mineralization and acid etching time. Oper Dent 2003;28(4):429-39.

21. Karan K, Yao X, Xu C, Wang Y. Chemical characterization of etched dentin in non-carious cervical lesions. J Adhes Dent 2012;14(4):315-22.
22. Lopes GC, Baratieri CM, Baratieri LN, Monteiro S, Jr., Cardoso Vieira LC. Bonding to cervical sclerotic dentin: effect of acid etching time. J Adhes Dent 2004;6(1):19-23.
23. Al-Sugair MH, Akpata ES. Effect of fluorosis on etching of human enamel. J Oral Rehabil 1999; 26(6):521-8.
24. Ateyah N, Akpata E. Factors affecting shear bond strength of composite resin to fluorosed human enamel. Oper Dent 2000;25(3):216-22.
25. Torres-Gallegos I, Zavala-Alonso V, Patino-Marin N, Martinez-Castanon GA, Anusavice K, Loyola-Rodriguez JP. Enamel roughness and depth profile after phosphoric acid etching of healthy and fluorotic enamel. Aust Dent J 2012;57(2):151-6.
26. Perdigão JL, Manuela. The effect of etching time on dentin demineralization. Quintessence Int 2001;32(1):19-26.
27. Wang Y, Spencer P. Effect of acid etching time and technique on interfacial characteristics of the adhesive-dentin bond using differential staining. Eur J Oral Sci 2004;112(3):293-9.
28. Marshall GW, Jr., Inai N, Wu-Magidi IC, Balooch M, Kinney JH, Tagami J. Dentin demineralization: effects of dentin depth, pH and different acids. Dent Mater 1997;13(6):338-43.
29. Hashimoto M, Ohno H, Kaga M, Sano H, Tay FR, Oguchi H, et al. Over-etching effects on micro-tensile bond strength and failure patterns for two dentin bonding systems. J Dent 2002;30(2-3):99-105.
30. Pashley DH, Tay FR, Yiu C, Hashimoto M, Breschi L, Carvalho RM, et al. Collagen degradation by host-derived enzymes during aging. J Dent Res 2004;83(3):216-21.
31. Tjaderhane L, Buzalaf MA, Carrilho M, Chaussain C. Matrix metalloproteinases and other matrix proteinases in relation to cariology: the era of 'dentin degradomics'. Caries Res 2015;49(3):193-208.

ผู้รับผิดชอบบทความ

อรณิชา ธนัฏวารากรณ์

ภาควิชาทันตกรรมอนุรักษ์

คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยกรุงเทพธนบุรี

เขตทวีวัฒนา กรุงเทพฯ

โทรศัพท์: 02 800 6800-5

โทรสาร: 02 800 6806

จดหมายอิเล็กทรอนิกส์: ornicha.tha@bkkthon.ac.th

Effect of Etching Time on Microtensile Bond Strength to Amalgam-Discolored Dentin

Norasettrakoon N* Srimahachota V** Chantarangsu S*** Prasansuttiporn T**** Thanatvarakorn O*****

Abstract

The aim of this study was to examine the effect of etching time on microtensile bond strength (μ TBS) to amalgam-discolored dentin. Twenty extracted restoration-free human molars (normal dentin group) and twenty extracted amalgam-filled human molars (discolored dentin group) were prepared. After removal of amalgam in discolored dentin group, the teeth in both groups were cut horizontally to expose flat mid-dentin surfaces. Each specimen was sectioned into 2 subgroups according to 37% phosphoric acid etching time of 15 and 60 s. Subsequently, the specimens were bonded with 3-step etch and rinse adhesive (OptiBond™ FL, Kerr, CA, USA) and restored with resin composite. The bonded specimens were subjected to microtensile bond strength (μ TBS) test. Data were statistically analyzed by two-way ANOVA and Tukey's test at significance level of 95%. The fractured surfaces of all specimens were examined using stereomicroscope. The results exhibited that μ TBS of 15-s etching time on amalgam-discolored dentin group was significantly lower than normal dentin group. Increasing etching time to 60 s on amalgam-discolored dentin could significantly increase μ TBS ($p < 0.05$). From the result of this study, prolonged etching time to 60 s could improve μ TBS of amalgam-discolored dentin with etch-and-rinse dental adhesive system.

Keywords: Etching time/ Amalgam-discolored dentin/ Microtensile bond strength/ Dental adhesive

Corresponding Author

Ornnicha Thanatvarakorn
Department of Operative Dentistry,
Faculty of Dentistry, Bangkok Thonburi University,
Taweewatana, Bangkok.
Tel.: +66 2 800 6800-5
Fax.: +66 2 800 6806
Email: ornnicha.tha@bkkthon.ac.th

* Institute of Dentistry, Department of Medical Services, Amphur Muang, Nonthaburi.

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

*** Department of Oral Pathology, Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University, Bangkok.

**** Department of Restorative Dentistry and Periodontology, Faculty of Dentistry, Chiang Mai University, Chiang Mai.

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

การประเมินทางคลินิกของเรซินมอดิไฟด์กลาสไอโอโนเมอร์ที่พัฒนาขึ้นในประเทศต่อการใช้เป็นวัสดุรองพื้นในการบูรณะฟันด้วยเรซินคอมโพสิต

รัชชา รักศักดิ์มนุษย์* วิธชา วชิรณน* ละอองทอง วัชรภักย์* สุวรรณ ก่อสุวรรณวงศ์** พลฐา อัญญะกิจไพศาล***,****

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์เพื่อประเมินวัสดุรองพื้นที่บ่มตัวด้วยการฉายแสงแบบเรซินมอดิไฟด์กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ (เอ็มเบล) ที่วิจัยและพัฒนาโดยหน่วยปฏิบัติการวิจัยสมุนไพรชีววัตถุและวัสดุเพื่อการรักษาทางทันตกรรม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เปรียบเทียบกับเรซินมอดิไฟด์กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ที่นำเข้าจากต่างประเทศ (วิทรีบอนด์) โดยทำการศึกษาในการบูรณะฟันที่มีชีวิตของอาสาสมัครจำนวน 20 คนที่มีอายุระหว่าง 19-62 ปี เข้ารับการตรวจทางคลินิกและภาพถ่ายรังสีรอบปลายรากก่อนทำการบูรณะฟันมุกลาส่วนจำนวน 12 ซี่ หรือคลาสจำนวน 8 ซี่ ที่มีความลึกของรอยผุจากรอยต่อระหว่างเคลือบฟันและเนื้อฟัน (DEJ) มากกว่า 1.5 มิลลิเมตร โดยที่ยังไม่ถึงโพรงฟัน ภายหลังการจัดรอยผุภายใต้แผ่นยางกันน้ำลายทำการอุดอำพรางกับวัสดุทั้งสองชนิดเพื่อทำการรองพื้นเนื้อฟันด้านประชิดเนื้อเยื่อในด้วยวัสดุทั้งสองแต่ละชนิดให้กับอาสาสมัครกลุ่มละ 10 คน จากนั้นบูรณะฟันด้วยเรซินคอมโพสิต ทำการติดตามผลการรักษาภายหลังการบูรณะ 1 วัน และ 7 วัน โดยสอบถามอาการของอาสาสมัครทางโทรศัพท์ พร้อมทั้งนัดกลับมาติดตามผลการรักษาภายหลังการบูรณะ 3 เดือน และ 6 เดือน ตามลำดับ โดยสอบถามอาการปวด ทำการตรวจทางคลินิกโดยการเคาะคลำ และถ่ายภาพรังสีรอบปลายรากเปรียบเทียบกับก่อนการรักษา ผลของการศึกษาพบว่าเอ็มเบล ซึ่งเป็นวัสดุรองพื้นที่บ่มตัวด้วยการฉายแสงแบบเรซินมอดิไฟด์กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ให้ผลของการรักษาทั้งอาการบวม แอการตรวจพบ และภาพรังสีของอาสาสมัครทุกช่วงเวลาของการติดตามผลไม่แตกต่างจากวิทรีบอนด์อย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) จากผลการศึกษาสรุปได้ว่า วัสดุรองพื้นเอ็มเบลสามารถเป็นวัสดุทางเลือกที่นำมาใช้ทางคลินิกได้ โดยให้ผลของการรักษาไม่แตกต่างจากการใช้วัสดุรองพื้นนำเข้าจากต่างประเทศที่นำมาเปรียบเทียบ

คำไชรหัส: การศึกษาทางคลินิก/ วัสดุรองพื้น/ เรซินมอดิไฟด์กลาสไอโอโนเมอร์/ เอ็มเบล/ วิทรีบอนด์

Received: Mar 15, 2022

Revised: Sep 29, 2022

Accepted: Oct 04, 2022

บทนำ

การบูรณะฟันด้วยวัสดุสีเหมือนฟันเรซินคอมโพสิตได้รับความนิยมมากขึ้นในปัจจุบันเนื่องจากมีความสวยงาม คล้ายฟันธรรมชาติและวัสดุได้รับการพัฒนาปรับปรุงคุณสมบัติให้มีความแข็งแรงเพียงพอสำหรับการบูรณะในฟันหลัง อย่างไรก็ตาม เรซินคอมโพสิตยังคงมีปัญหาเรื่องการหดตัวเมื่อเกิดปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไรเซชัน (Polymerization shrinkage) ซึ่งส่งผลให้เกิดรอยแยกระหว่างเรซินคอมโพสิตกับผิวฟันทำให้เกิดการรั่วซึมเล็กน้อยตามขอบ (Marginal microleakage) หรือเกิดเป็นช่องว่างภายใน (Internal gap) จนนำไปสู่การเกิดอาการเสียวฟันภายหลังการบูรณะ (Postoperative sensitivity)^{1,2,3}

มีการศึกษาพบว่าการใช้วัสดุรองพื้นกลาสไอโอโนเมอร์ชนิดบ่มตัวด้วยแสงคือเรซินมอดิไฟด์กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์

(Resin modified glass ionomer cement; RMGIC) ก่อนการบูรณะด้วยเรซินคอมโพสิตสามารถลดปัญหาที่เกิดจากการหดตัวจากปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไรเซชันได้ โดยวัสดุรองพื้น (Liner) จะทำหน้าที่เสมือนช่วยดูดซับแรงที่เกิดจากการหดตัวของเรซินคอมโพสิต (Shrinkage stress absorber) ลดการรั่วซึมตามขอบ (Microleakage) ของวัสดุบูรณะเรซินคอมโพสิตที่อยู่ด้านบน^{4,5} ลดการเกิดช่องว่าง (Gap formation) อันเนื่องมาจากการหดตัวจากปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไรเซชันทำให้เกิดความแนบสนิท (Adaptation)^{6,7} พบว่าการใช้วัสดุรองพื้นไม่ส่งผลต่อค่าแรงการยึดติด (Bond strength) ระหว่างเรซินคอมโพสิต และเนื้อฟัน⁸ มีการศึกษาทางคลินิกของ Akpata และคณะปี ค.ศ. 2001 การศึกษาของ Christensen ปี ค.ศ. 2002 และการศึกษาของ

* วิทยาลัยทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต จังหวัดปทุมธานี

** สำนักงานการวิจัย คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล กรุงเทพฯ

*** ภาควิชากายวิภาคศาสตร์ คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ

**** สำนักวิชาทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จังหวัดนครราชสีมา

Schenkel ปี ค.ศ. 2019 พบว่าการรองฟันด้วยเรซินมอดิไฟด์ กลาสไอโอโนเมอร์ก่อนการบูรณะด้วยเรซินคอมโพสิต สามารถลดอาการเสียวฟันที่เกิดขึ้นภายหลังการบูรณะฟันได้^{9,10,11} อย่างไรก็ตามผลการศึกษาทางคลินิกของ Banomyong และคณะ ปี ค.ศ. 2011 และ ค.ศ. 2013 และการศึกษาของ Vural ปี ค.ศ. 2020 กลับพบว่าการใช้วัสดุรองฟันเรซินมอดิไฟด์ กลาสไอโอโนเมอร์ก่อนการบูรณะเรซินคอมโพสิตไม่ได้ช่วยลดอาการเสียวฟันภายหลังการบูรณะได้อย่างมีนัยสำคัญ^{12,13,14} ซึ่งปัจจุบันการรองฟันด้วยกลาสไอโอโนเมอร์ก่อนการบูรณะด้วยเรซินคอมโพสิตยังคงเป็นเรื่องที่ถกเถียงกันและยังไม่มีข้อสรุปที่ชัดเจน¹⁵ อย่างไรก็ตาม การรองฟันโพรงฟันด้วยกลาสไอโอโนเมอร์ก่อนการบูรณะด้วย เรซินคอมโพสิตก็ยังมีความจำเป็นในบางกรณี เช่น ใช้ปิดส่วนคอด (Undercut) ที่เกิดจากการเตรียมฟันเพื่อการบูรณะโดยอ้อม (Indirect restoration) การรองฟันในฟันที่มีการพยากรณ์โรคไม่แน่ชัด (Questionable prognosis) ที่อาจจะต้องพิจารณาทำการรักษาคอลงรากฟันในอนาคต การรองฟันก่อนการบูรณะเรซินคอมโพสิตในฟันดังกล่าวจะทำให้การกรอเปิดช่องทางเข้าสู่โพรงเนื้อเยื่อใน (Access opening) ทำได้ง่ายขึ้นและลดการผิดพลาดให้น้อยลง หรือการใช้รองฟันบริเวณโพรงฟันที่พิจารณาเหลือฟันผุขึ้นในส่วนที่ไม่ติดเชื้อ (Selective removal to firm dentin)¹⁶ เนื่องจากการรองฟันเนื้อฟันบริเวณนี้ด้วยเรซินมอดิไฟด์กลาสไอโอโนเมอร์อาจมีส่วนช่วยเรื่องการคืนกลับของแร่ธาตุ (Remineralization) จากการปลดปล่อยฟลูออไรด์ของกลาสไอโอโนเมอร์^{17,18} หรือในกรณีใช้เพื่อปิดทับบนวัสดุเคลือบไฮดรอกไซด์ที่ใช้เพื่อปิดเนื้อเยื่อโดยตรง (Direct pulp capping) เนื่องจากเคลือบไฮดรอกไซด์มีการละลายตัวสูง และความแข็งแรงต่ำ จึงมีความจำเป็นต้องใช้กลาสไอโอโนเมอร์ปิดทับเคลือบไฮดรอกไซด์ก่อนการบูรณะด้วยเรซินคอมโพสิต^{19,20}

จากข้อมูลค่าใช้จ่ายในการรักษาทางทันตกรรมในปี ค.ศ. 2015 ที่รวมข้อมูลจากหลายประเทศทั่วโลก รวมไปถึงประเทศไทยตะวันออกเฉียงใต้ พบว่ามีมูลค่าสูงขึ้นจากหลายปีที่ผ่านมา²¹ สำหรับประเทศไทยมีการนำเข้าวัสดุทางการแพทย์รวมถึงวัสดุทางทันตกรรมในปี พ.ศ. 2564 คิดเป็นมูลค่ากว่า 484 ล้านบาท โดยมีค่าใช้จ่ายในช่วงไตรมาสที่ 4 เพิ่มขึ้นจากไตรมาสที่ 3 คิดเป็นร้อยละ 53.96²² นอกจากนี้สถานการณ์ค่าเงินบาทที่ผันผวนและมีแนวโน้มอ่อนตัวต่อเนื่องตั้งแต่ต้นปี พ.ศ. 2564 จนถึงปัจจุบันดังเห็นได้จากอัตราแลกเปลี่ยนเงินบาทและเงินดอลลาร์สหรัฐในไตรมาสที่ 1 ของปี พ.ศ. 2564 คิดเป็น 30.26 บาทต่อ 1 ดอลลาร์สหรัฐ เทียบกับปัจจุบันในช่วงปลายไตรมาสที่ 3 ในปี พ.ศ. 2565 คิดเป็น

37.34 บาทต่อ 1 ดอลลาร์สหรัฐ (ข้อมูล ณ วันที่ 23 กันยายน พ.ศ. 2565)²³ ซึ่งส่งผลกระทบต่อมูลค่าสินค้านำเข้าจากต่างประเทศที่ต้องปรับตัวสูงขึ้น ดังนั้นการมีวัสดุทันตกรรมทางเลือกที่ผลิตได้เองในประเทศจึงมีความสำคัญและมีส่วนช่วยลดปัญหาดังกล่าวได้ ด้วยเหตุนี้หน่วยปฏิบัติการวิจัยสมุนไพรชีววัสดุและวัสดุเพื่อการรักษาทางทันตกรรม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ได้เล็งเห็นความสำคัญจึงได้วิจัยและพัฒนาทันตวัสดุหลายชนิด โดยหนึ่งในวัสดุที่ได้พัฒนาขึ้น คือ วัสดุรองฟันเพื่อการบูรณะฟันที่ผลิตในประเทศ “เอ็มเบส” (Embaze) เป็นวัสดุรองฟันที่แข็งตัวด้วยการฉายแสงแบบเรซินมอดิไฟด์กลาสไอโอโนเมอร์

วัสดุรองฟันเอ็มเบสได้ผ่านการประเมินคุณสมบัติเรื่องระยะเวลาในการทำงาน (Working time) ความลึกของการบ่ม (Depth of cure) ความแข็งแรงต่อแรงดัดงอ (Flexural strength) และความเป็นพิษต่อเซลล์ (Cytotoxicity) โดยวิธีการเพาะเลี้ยงเซลล์ในห้องปฏิบัติการ ตาม ISO (ไอเอสโอ) 9917-2:1988 และ ISO (ไอเอสโอ) 9917-2:2010^{24,25} โดยพบว่าวัสดุรองฟันเอ็มเบสมีระยะเวลาของการทำงาน 210±25 วินาที ซึ่งมากกว่าเรซินมอดิไฟด์กลาสไอโอโนเมอร์ชนิดวิทริบอนด์ (Vitrebond™) (180±18 วินาที) ระยะเวลาดังกล่าวนี้ผ่านเกณฑ์ของ ISO (ไอเอสโอ) 9917-2: 2010 ที่กำหนดไว้ว่า วัสดุประเภทเรซินมอดิไฟด์กลาสไอโอโนเมอร์ควรมีระยะเวลาของการทำงานมากกว่า 90 วินาที ส่วนการศึกษาเรื่องความลึกของการบ่มตามเกณฑ์ ISO (ไอเอสโอ) 9917-2: 1998 นั้น ภายหลังฉายแสงวัสดุรองฟันเอ็มเบส และ เรซินมอดิไฟด์กลาสไอโอโนเมอร์ชนิดวิทริบอนด์ เป็นเวลา 20 และ 30 วินาทีตามลำดับ ผลของการศึกษาความลึกที่วัสดุแข็งตัวภายหลังผ่านการฉายแสงมีระยะทาง 1.63±0.07 และ 1.18±0.02 มิลลิเมตรตามลำดับ โดยที่วัสดุรองฟันเอ็มเบสมีค่าความลึกของการบ่มมากกว่าวิทริบอนด์ (P<0.05) และผ่านเกณฑ์ของไอเอสโอ ซึ่งกำหนดว่าวัสดุประเภทเรซินมอดิไฟด์กลาสไอโอโนเมอร์ควรมีค่าความลึกของการบ่มเท่ากับหรือมากกว่า 1 มิลลิเมตร สำหรับการประเมินเรื่องความแข็งแรงต่อแรงดัดงอเปรียบเทียบกับวิทริบอนด์ ตามเกณฑ์ ISO (ไอเอสโอ) 9917-2: 2010 ของทั้งวัสดุรองฟันเอ็มเบสและวิทริบอนด์ มีค่ามากกว่า 10 เมกะปาสคาล นั่นคือมีค่า 27.97±7.64 และ 19.11±2.59 เมกะปาสคาล ตามลำดับ และค่าความแข็งแรงต่อแรงดัดงอของวัสดุทั้ง 2 ชนิดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (p>0.05)²⁶

สำหรับคุณสมบัติทางชีวภาพ วัสดุรองฟันเอ็มเบสได้ผ่านการประเมินเบื้องต้น (Initial test) ในห้องปฏิบัติการโดยวิธีการเพาะเลี้ยงเซลล์ จำนวนเซลล์มีชีวิตที่เหลือภายหลัง

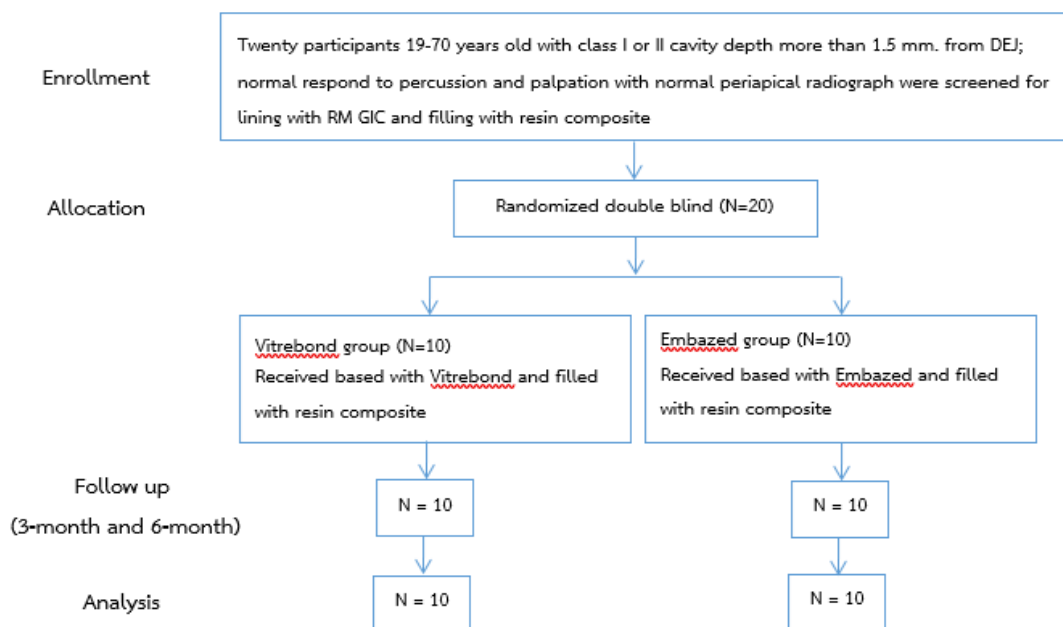
สัมผัสกับวัสดุต้นแบบเป็นเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง ไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุมที่เป็นอาหารเลี้ยงเซลล์ซึ่งไม่มีวัสดุทดสอบเจ็บและได้มีการประเมินวัสดุรองพื้นเอ็มเบสในสัปดาห์ทดลองลักษณะเหมือนการใช้จริงในทางคลินิก (Usage test) ในฟันหมุดโดยกรอเป็นโพรงฟันคลาสไฟว์ (Class V cavity) ที่มีความลึก 2 มิลลิเมตร จากนั้นใช้วัสดุรองพื้นเอ็มเบสบนเนื้อฟันเหนือเนื้อเยื่อในแล้วจึงบูรณะฟันด้านบนด้วยเรซินคอมโพสิต เมื่อครบกำหนด 7 30 และ 70 วันตามลำดับ เมื่อทำการถอนฟันที่ศึกษามาย้อมสีเพื่อประเมินทางจุลพยาธิวิทยาไม่พบว่าการอักเสบของเนื้อเยื่อในของทุกช่วงเวลาติดตามผลโดยมีการเรียงตัวของเซลล์และเนื้อเยื่อของเนื้อเยื่อเป็นรูปแบบที่ปกติ²⁷

จากการศึกษาในห้องปฏิบัติการและในสัตว์ทดลองที่กล่าวมาข้างต้น พบว่าวัสดุรองพื้นเอ็มเบสมีคุณสมบัติทางกายภาพและคุณสมบัติทางชีวภาพผ่านตามเกณฑ์มาตรฐานสากลเมื่อเทียบกับวัสดุรองพื้นที่น่าเข้าจากต่างประเทศที่นำมาเป็นคู่เปรียบเทียบกับอยู่ในเกณฑ์ที่ไม่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตามยังไม่มีการศึกษาทางคลินิกเกี่ยวกับการใช้งานของวัสดุชนิดนี้ ดังนั้นการศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินผลทางคลินิกของวัสดุรองพื้นเอ็มเบสซึ่งเป็นวัสดุรองพื้นที่แข่งตัวด้วยการฉาย

แสงแบบเรซินมอดิไฟด์กลาสไอโอไอโนเมอร์ เมื่อใช้รองพื้นบนเนื้อฟันก่อนทำการบูรณะด้วยเรซินคอมโพสิตในผู้ป่วยอาสาสมัคร ผลการใช้งานทางคลินิกของวัสดุรองพื้นเอ็มเบสซึ่งเป็นเรซินมอดิไฟด์กลาสไอโอไอโนเมอร์ที่ผลิตในประเทศจึงมีความสำคัญเพื่อนำไปสู่การพัฒนาการผลิตและส่งเสริมการใช้ทันตวัสดุภายในประเทศ ตลอดจนเป็นการเพิ่มวัสดุทางเลือกในงานทันตกรรมที่มีคุณภาพดีที่สามารถผลิตได้เองในประเทศไทย

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

การคัดเลือกอาสาสมัคร การศึกษานี้เป็นแบบสุ่มอำพราง (Randomized double blind)²⁸ (รูปที่ 1) งานวิจัยนี้ได้ผ่านการรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยรังสิต หมายเลขที่ให้การรับรอง RSEC 36/2559 อาสาสมัครที่เข้าร่วมงานวิจัยจะได้รับทราบข้อมูลเกี่ยวกับงานวิจัย ได้แก่ วัตถุประสงค์ของงานวิจัยประโยชน์ต่ออาสาสมัคร ผลข้างเคียงที่อาจเกิดขึ้น สิทธิของอาสาสมัครในการวิจัย และวิธีการวิจัย เมื่ออาสาสมัครยินดียินยอมจะทำการลงนามในเอกสารแสดงความยินยอมเข้าร่วมงานวิจัย



รูปที่ 1 แผนภูมิการศึกษา

Figure 1 Flow chart of study design

เกณฑ์การคัดเลือกอาสาสมัคร (Inclusion criteria) การศึกษาครั้งนี้ทำการคัดเลือกอาสาสมัครจากผู้ป่วยที่เข้ามา รับการรักษาทางทันตกรรมที่วิทยาลัยทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต จำนวน 30 คน ที่มีอายุระหว่าง 19-62 ปี ในการวิเคราะห์จำนวนอาสาสมัคร (Sample size) คำนวณ จากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (nQuery Advisor version 6.01, Statistical Solutions Ltd, MA, USA) โดยมีอำนาจในการ ทดสอบ (Power of test) ที่ร้อยละ 80 ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ ($\alpha=0.05$) ผลการคำนวณได้จำนวนอาสาสมัคร อย่างน้อย 26 คน ทางผู้วิจัยได้เพิ่มจำนวนอาสาสมัครเป็น 30 คน การคัดเลือกอาสาสมัครทำโดยทันตแพทย์เพียงคนเดียวทำการ คัดเลือกและพิจารณาฟันผุจากรอยต่อระหว่างชั้นเคลือบฟัน และเนื้อฟันลึก (DEJ) มากกว่า 1.5 มิลลิเมตร แต่ไม่ทะลุ เนื้อเยื่อในซึ่งประเมินจากภาพรังสี ฟันคงความมีชีวิตเมื่อตรวจ ด้วยเครื่องทดสอบเนื้อเยื่อในไฟฟ้า (Electric pulp tester) ไม่มีอาการเจ็บเมื่อเคาะที่ตัวฟันหรือเมื่อคล้ำที่เนื้อเยื่อบริเวณ ปลายราก ภาพรังสีรอบปลายราก (Periapical radiograph) แสดงปลายรากฟันปกติ ฟันที่จะทำการบูรณะและฟันข้างเคียง ไม่มีเหงือกกร่นหรือมีสภาวะปริทันต์อักเสบ มีฟันคู่สบ อาสาสมัครมีสุขภาพแข็งแรงไม่มีประวัติแพ้ยาเฉพาะที่หรือวัสดุ รong ฟันฟันแบบเรซินมอดิฟายด์กลาสไอโอโนเมอร์ ฟันที่จะทำ การบูรณะเป็นฟันผุคลาสวัน (Class I) หรือ คลาสทู (Class II) ที่จะบูรณะด้วยเรซินคอมโพสิต

เกณฑ์การคัดออก (Exclusion criteria) อาสาสมัครที่ มีฟันผุลึกที่มีอาการและไม่ตอบสนองต่อเครื่องทดสอบเนื้อเยื่อ ในไฟฟ้าฟันที่มีพยาธิสภาพรอบปลายรากฟันที่อยู่ในระหว่าง การรักษาทางทันตกรรมจัดฟัน ฟันที่มีการสบกระแทก (Traumatic occlusion) มีประวัติการได้รับยาปฏิชีวนะหรือ ยาบรรเทาอาการปวดต่อเนื่อง ฟันที่จะบูรณะเป็นฟันสึกที่ ไม่ได้มีสาเหตุจากฟันผุ (Non carious tooth surface loss; attrition, erosion, abrasion or abfraction)

อาสาสมัครที่ได้รับการคัดเลือกเข้าร่วมโครงการจะ ได้รับการถ่ายภาพรังสีรอบปลายรากก่อนทำการรักษาด้วยวิธี ขนาน (Parallel technique) มีผิวกระดูกงูเข้าฟัน (Lamina Dura) ที่สามารถตรวจได้รอบปลายราก มีช่องปริทันต์ (PDL space) กว้างปกติเมื่อเปรียบเทียบกับฟันข้างเคียงที่ปกติ ไม่มี รอยโรค (Lesion) ปลายราก ไม่มีการโยกของฟัน (Mobility) เมื่อทำการเคาะที่ตัวฟันและคล้ำที่เนื้อเยื่อบริเวณปลายรากต้อง ไม่เจ็บ และฟันมีการตอบสนองต่อเครื่องทดสอบเนื้อเยื่อใน ไฟฟ้า ก่อนการบูรณะด้วยวัสดุทั้ง 2 ชนิด อาสาสมัคร 1 รายใน

กลุ่มที่รong ฟันด้วยเอ็มเบส มีอาการเสียวฟันเมื่อดื่มน้ำเย็นซึ่งมี อาการเกิดขึ้นภายหลังจากดื่มน้ำเย็นและหายไปเองภายใน เวลาไม่เกิน 10 วินาที ตรวจพบมีสาเหตุจากฟันที่จะบูรณะผุลึก ไม่พบคอฟันสึก เหงือกกร่น หรือมีสภาวะปริทันต์อักเสบ ในขณะที่กลุ่มที่รong ฟันด้วยวิทริบอนด์ไม่มีอาการเสียวฟันที่มี อาการก่อนการบูรณะ

ทันตแพทย์ผู้ทำการบูรณะเป็นทันตแพทย์เฉพาะทาง สาขาทันตกรรมหัตถการ จำนวน 3 คน ที่ได้ผ่านการปรับ มาตรฐาน จะพิจารณาฉีดยาชาเฉพาะที่และใส่แผ่นยางกัน น้ำลายตลอดขั้นตอนการบูรณะ เมื่อกรอกกำจัดเนื้อฟันที่มีการ ติดเชื้อออกและทำความสะอาดโพรงฟัน เป่าลมให้แห้งพอ หมด จากนั้นรong ฟันเนื้อฟันด้านที่ใกล้กับเนื้อเยื่อในด้วยวัสดุ รong ฟันเอ็มเบส หรือ วิทริบอนด์ ซึ่งเป็นวัสดุที่ใช้ในการศึกษา (ตารางที่ 1) ในการศึกษานี้มีผู้ช่วยทันตแพทย์เพียงคนเดียว และจะเป็นผู้จัดเตรียมวัสดุรong ฟันที่ใช้ซึ่งกำหนดโดยตารางสุม ที่จัดทำขึ้น โดยทันตแพทย์และอาสาสมัครไม่ได้เป็นผู้เลือกชนิด วัสดุรong ฟันที่ใช้ วัสดุจะถูกผสมและใช้งานทำตามคำแนะนำ ของผู้ผลิตโดยให้มีความหนาของวัสดุรong ฟันประมาณ 0.5-1 มิลลิเมตร จากนั้นทำการทาสารยึดติดตามขั้นตอนและ คำแนะนำของบริษัทผู้ผลิตและทำการบูรณะฟันด้วยเรซิน คอมโพสิตเป็นชั้น ๆ (Incremental technique) โดยแต่ละชั้น มีความหนาไม่เกิน 2 มิลลิเมตร และฉายแสงแต่ละชั้นเป็นเวลา 40 วินาที ภายหลังการบูรณะตรวจการสบฟันทั้งแนวสบ ใน ศูนย์ (Centric occlusion) และแนวสบเอียง (Eccentric occlusion) ทำการกรอกแก้ไขจุดสบสูง จัดแต่งวัสดุบูรณะให้ เรียบเงาและถ่ายภาพรังสีรอบปลายรากหรือภาพถ่ายรังสีด้าน ประชิด (Bitewing radiograph) เพื่อตรวจสอบความสมบูรณ์ ของวัสดุบูรณะ รวมทั้งให้คำแนะนำแก่อาสาสมัครในการดูแล รักษาความสะอาดและข้อพึงระวัง

ภายหลังทำการบูรณะไปแล้วเป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง และ 7 วัน ได้ทำการโทรศัพท์สอบถามอาการไม่พึงประสงค์ที่ เกิดขึ้นภายหลังการบูรณะฟันกับอาสาสมัคร ถ้าอาสาสมัครมี อาการในระยะเวลา 7 วัน จะให้อาสาสมัครกลับมาพบทันที เพื่อตรวจหาสาเหตุ และให้การรักษาเบื้องต้นหรือพิจารณาส่ง รักษาต่ออย่างเหมาะสม พร้อมบันทึกเก็บเป็นข้อมูล อย่างไรก็ตาม หากไม่มีอาการภายหลังการบูรณะในเวลาดังกล่าว จะนัด อาสาสมัครมาเพื่อตรวจและติดตามผลภายหลังการรักษา 3 เดือน และ 6 เดือน ตามลำดับ

การตรวจและติดตามผลการรักษาทำโดยทันตแพทย์ ผู้ตรวจและประเมินภาพรังสีเพียงคนเดียวซึ่งไม่ทราบชนิด

วัสดุรองพื้นที่ใช้ ทำการประเมินอาการเจ็บปวดของฟันที่ได้รับการบูรณะตามเกณฑ์ดังนี้ คือ อาการบอกล่า (Subjective symptom) อาการตรวจพบ (Objective symptom) การตอบสนองต่อเครื่องวัดความมีชีวิตของฟัน และการประเมินจากภาพรังสี โดยอาการบอกล่าจะสอบถามเรื่องอาการเจ็บปวดหรือเสียวฟันต่อสิ่งกระตุ้นต่าง ๆ ได้แก่ ความร้อนเย็น หรือขณะกัดเคี้ยวอาหาร สำหรับอาการตรวจพบ ทดสอบการตอบสนองของฟันด้วยการเป่าลมความเย็น เคาะที่ฟันและคลำเนื้อเยื่อเหงือกโดยรอบ โดยจะประเมินเป็น “มีอาการ” และ “ไม่มีอาการ” หากอาสาสมัครมีอาการจะให้ประเมินคะแนนความเจ็บปวดจาก คะแนน 0 คือ ไม่มีอาการเจ็บปวด ถึงคะแนน 10 คือมีอาการเจ็บปวดมากและทำการบันทึก (Visual

analog scale) จากนั้นทำการตรวจความมีชีวิตของฟันด้วยเครื่องทดสอบเนื้อเยื่อในไฟฟ้า โดยจะประเมินเป็น “มีการตอบสนอง” และ “ไม่มีการตอบสนอง” และถ่ายภาพรังสีรอบปลายรากโดยวิธีขนาน (Parallel technique) เพื่อเปรียบเทียบกับภาพรังสีเริ่มต้นก่อนการรักษา (Baseline) และทำการบันทึกผลเพื่อใช้เปรียบเทียบกับการบันทึกก่อนการรักษา

การวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบร้อยละของความเจ็บเคาะ คลำ ภาพรังสี ระหว่างวัสดุทดสอบ 2 กลุ่ม ที่เวลาเดียวกัน (24 ชม. 7 วัน 3 เดือน และ 6 เดือน) ด้วยสถิติไคสแควร์เทสต์ (Chi-square test) และวิเคราะห์เปรียบเทียบร้อยละความเจ็บที่เวลาต่าง ๆ ในกลุ่มเดียวกันด้วยสถิติคอครันส์คิวเทสต์ (Cochran's Q test)

ตารางที่ 1 ส่วนประกอบ ระยะเวลาการฉายแสง อัตราส่วน ผง : ของเหลวของวัสดุที่ใช้ในการศึกษา

Table 1 Composition, light curing duration and ratio of powder/liquid of test materials

Materials	Composition	Recommended light curing duration	Powder/Liquid Ratio (g/g)	Manufacturer
Vitrebond™	Powder: Fluoroaluminosilicate glass Liquid: Copolymer of acrylic and itaconic acids, HEMA 20-30%, Water, Photoinitiator	30 seconds	1.4/1	3M ESPE, MN, USA
Embaze	Powder: Fluoroaluminosilicate glass Liquid: Polyacrylic acid, HEMA (33%), TEGDMA, Photoinitiator	20 seconds	1.6/1	Research Unit of Herbal Medicine, Biomaterial and Material for Dental Treatment, Chulalongkorn University, Thailand
Optibond FL	Etchant: Kerr gel etchant phosphoric acid 37.5% Primer: HEMA, GPDM, PAMM, Ethanol, Water, Photoinitiator Adhesive: TEG-DMA, UDMA, GPDM, HEMA, Bis-GMA, Barium glass filler, Photoinitiator	20 seconds	N/A	Kerr, Orange, CA, USA
Filtek Z350	5-20 nm Primary particle size and non-agglomerated 20 nm silica filler, Monomeric matrix-GMA, Bis-EMA, UDMA, TEGDMA	40 seconds/ 2mm	N/A	3M ESPE, MN, USA

ผล

ระหว่างการศึกษาอาสาสมัครจำนวน 10 คนที่ไม่ได้กลับมาติดตามผลการรักษาซึ่งไม่ได้นำมาคำนวณผลการศึกษา ทำให้เหลืออาสาสมัครในการศึกษาครั้งนี้จำนวน 20 คน โดยมีอาสาสมัครกลุ่มละ 10 คนต่อวัสดุรองพื้น 2 ชนิด อาสาสมัครกลุ่มรองพื้นเอ็มเบซมีอายุเฉลี่ยอยู่ที่ 32.4 ± 14.21 ปี แบ่งเป็นเพศชายและหญิงอย่างละ 5 คน ที่ได้รับการบูรณะคลาสวันจำนวน 6 ซี่ และคลาสทูจำนวน 4 ซี่ ในขณะที่อาสาสมัครกลุ่มรองพื้นวิทรีบอนด์มีอายุเฉลี่ยอยู่ที่ 36.7 ± 15.33 ปี แบ่งเป็นเพศชายและหญิงอย่างละ 5 คน ที่ได้รับการบูรณะคลาสวันจำนวน 6 ซี่ และคลาสทูจำนวน 4 ซี่ ผลการศึกษาความสัมพันธ์ด้วยสถิติวิลคอกซันและไคสแควร์ พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 2)

ผลการศึกษาความสัมพันธ์ของค่าเฉลี่ยร้อยละของการแสดงอาการก่อนการรักษาเมื่อใส่วัสดุรองพื้น 2 ชนิด ด้วยสถิติไคสแควร์ทดสอบที่ระดับความเชื่อมั่น $p < 0.05$ การแสดงอาการปวดฟันพบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 3)

ภายหลังการบูรณะ 1 วัน และ 7 วัน โทรศัพท์สอบถามอาการไม่พึงประสงค์หลังการบูรณะพบว่าทั้ง 2 กลุ่มไม่มีอาการบวมเล่า อาการตรวจพบ การตรวจทางคลินิกการเคาะหรือคลำพบว่าอาสาสมัครทั้ง 2 กลุ่มที่ศึกษาไม่พบมีอาการเจ็บ ไม่มีอาการเสียวหรือปวดฟัน และฟันมีการตอบสนองต่อเครื่องทดสอบเนื้อเยื่อในไฟฟ้า รวมทั้งการประเมินภาพรังสีปลายรากไม่แตกต่างเมื่อเปรียบเทียบกับภาพรังสีก่อนการบูรณะด้วยวัสดุรองพื้นทั้ง 2 ชนิดในทั้ง 2 กลุ่ม (ตารางที่ 4 และ รูปที่ 2)

ตารางที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างชนิดของวัสดุ อายุ เพศ และประเภทของโพรงฟันที่ทำการบูรณะของอาสาสมัครในการศึกษา

Table 2 Correlation between types of lining materials age sex and cavity classification of volunteers in the study

Variable	Embaze (n=10)	Vitrebond (n=10)	p-value
Age, Years Sex	32.4±14.21	36.7±15.33	0.494* 1.00**
Male	50% (5)	50% (5)	
Female	50% (5)	50% (5)	
Class			1.000**
I	60% (6)	60% (6)	
II	40% (4)	40% (4)	

Values showed in mean ± SD or % (n)

* Wilcoxon rank sum test

** Pearson's Chi-squared test

ตารางที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างชนิดของวัสดุ กับการประเมินทางคลินิกก่อนการรักษา

Table 3 Correlation between materials and clinical evaluation before treatment

Material	Baseline (Before Treatment)							
	Pain		Percussion		Palpation		Radiograph	
	No	Yes	No	Yes	No	Yes	Normal	Pathology
Vitrebond™	10(50%)	-	10(50%)	-	10(50%)	-	10(50%)	-
Embaze	9(45%)	1(5%)	10(50%)	-	10(50%)	-	10(50%)	-
Total	19(95%)	1(5%)	20(100%)	-	20(100%)	-	20(100%)	-
X ²	1.053		-	-	-	-	-	-
df	1		-	-	-	-	-	-
p-value	0.305		-	-	-	-	-	-

ตารางที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างวัสดุ 2 ชนิด กับการประเมินทางคลินิก ภายหลังจากการรักษา 3 และ 6 เดือน

Table 4 Correlation between materials and clinical evaluation after treatment for 3 and 6 months

Material	After 3 months								After 6 months							
	Pain		Percussion		Palpation		Radiograph		Pain		Percussion		Palpation		Radiograph	
	No	Yes	No	Yes	No	Yes	Normal	Pathology	No	Yes	No	Yes	No	Yes	Normal	Pathology
Vitrebond	10 (50%)	-	10 (50%)	-	10 (50%)	-	10 (50%)	-	10 (50%)	-	10 (50%)	-	10 (50%)	-	10 (50%)	-
Embaze	10 (50%)	-	10 (50%)	-	10 (50%)	-	10 (50%)	-	10 (50%)	-	10 (50%)	-	10 (50%)	-	10 (50%)	-
Total	20 (100%)	-	20 (100%)	-	20 (100%)	-	20 (100%)	-	20 (100%)	-	20 (100%)	-	20 (100%)	-	20 (100%)	-



รูปที่ 2 ภาพรังสีก่อนบูรณะ ติดตามหลังการบูรณะ 3 และ 6 เดือน ของวัสดุรองฟันเอ็มเบส (แถวบน) และวิทรีบอนด์ (แถวล่าง)

Figure 2 Periapical radiograph represented restored teeth (before, 3-month, and 6-month follow up) using Embaze (top) and Vitrebond (bottom) liners

บทวิจารณ์

การศึกษานี้เป็นการศึกษาในคลินิกเพื่อเปรียบเทียบผลทางคลินิกระหว่างวัสดุรองพื้นเอนิเมสที่ผลิตขึ้นในประเทศโดยหน่วยปฏิบัติการวิจัยสมุนไพรชีววัสดุและวัสดุเพื่อการรักษาทางทันตกรรมแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กับวัสดุรองพื้นซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์นำเข้าจากต่างประเทศที่นำมาเปรียบเทียบพบว่าให้ผลสอดคล้องกับการศึกษาในห้องปฏิบัติการและการศึกษาสมบัติทางชีวภาพในสัตว์ทดลองที่เหมือนการใช้จริง จึงนำมาสู่การศึกษาทางคลินิกครั้งนี้ การบูรณะฟันทำโดยทันตแพทย์ สาขาทันตกรรมหัตถการจะทำการบูรณะภายใต้แผ่นยางกันน้ำลาย การเลือกวัสดุรองพื้นในผู้ป่วยแต่ละรายจะกำหนดแบบสุ่มอำพรางโดยผู้ป่วยอาสาสมัครและทันตแพทย์ที่ทำการบูรณะไม่ได้เป็นผู้เลือกวัสดุรองพื้น ตลอดจนทันตแพทย์ผู้ติดตามผลการรักษาจะไม่ทราบชนิดวัสดุรองพื้นที่ใช้เพื่อลดการเกิดอคติ (Bias)

อาการเสียวฟันหลังจากการบูรณะฟันเป็นภาวะที่ฟันมีการตอบสนองต่อสิ่งกระตุ้นต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นภายหลังการบูรณะฟัน โดยอาการเสียวฟันจะเกิดขึ้นเมื่อเคี้ยวอาหารหรือจากสิ่งกระตุ้นได้แก่ ความร้อน เย็น ของหวาน โดยจะมีอาการภายหลังการบูรณะและคงอยู่ 1 สัปดาห์ หรือนานกว่านั้น²⁹ จากการศึกษาของ Baratieri และ Ritter ปี ค.ศ. 2011 พบว่าอาการเสียวฟันหลังจากการบูรณะมักจะหายไปเองภายใน 30 วันหลังจากที่ทำการบูรณะฟันไปแล้ว³⁰ การศึกษาทางคลินิกครั้งนี้ได้ทำการสอบถามอาการทางโทรศัพท์ภายหลังการบูรณะด้วยเรซินคอมโพสิตเป็นเวลา 1 วัน และ 7 วัน พบว่าอาสาสมัครทั้ง 2 กลุ่มที่ได้รับการบูรณะด้วยเรซินคอมโพสิตที่โพรงฟันได้รับการรองพื้นด้วยวัสดุที่นำมาศึกษาไม่มีการปวดหรือเสียวฟัน และเมื่อนัดกลับมาตรวจภายหลังการบูรณะฟันไปเป็นเวลา 3 เดือน และ 6 เดือน^{31,32} ไม่พบมีอาการปวดหรือเสียวฟัน อาสาสมัครสามารถใช้ฟันเคี้ยวอาหารได้ และเมื่อทำการตรวจทางคลินิกโดยการเคาะและคลำ ไม่มีอาการเจ็บในทั้ง 2 กลุ่ม ไม่พบจุดสบสูงที่วัสดุบูรณะ วัสดุบูรณะอยู่ในสภาพที่ดี ไม่มีการแตกหักหรือร้าวซึมตามขอบ นอกจากนี้ภาพรังสีรอบปลายรากไม่แตกต่างจากภาพรังสีก่อนการรักษา ไม่พบการเปลี่ยนแปลงของกระดูกรอบปลายราก ผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่า วัสดุรองพื้นเอนิเมสที่ผลิตขึ้นโดยหน่วยปฏิบัติการวิจัยสมุนไพรชีววัสดุและวัสดุเพื่อการรักษาทางทันตกรรมจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เป็นวัสดุรองพื้นซึ่งให้ผลการรักษาไม่แตกต่างจากวัสดุรองพื้นที่เป็นผลิตภัณฑ์นำเข้าจากต่างประเทศที่นำมาเปรียบเทียบ

จากการศึกษานี้อาสาสมัครกลุ่มละ 10 คนที่ถูกแบ่งตามวัสดุรองพื้น 2 ชนิด อาสาสมัครกลุ่มรองพื้นเอนิเมสมีอายุเฉลี่ยอยู่ที่ 32.4 ± 14.21 ปี ในขณะที่อาสาสมัครกลุ่มรองพื้นวิทริบอนด์มีอายุเฉลี่ยอยู่ที่ 36.7 ± 15.33 ปี ผลการศึกษาความสัมพันธ์ด้วยสถิติวิลคอกซันและโคสแควร์ พบว่าเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของอายุในทั้งสองกลุ่มไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ปัจจัยเรื่องอายุมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงโพรงฟันได้โดยอายุที่เพิ่มมากขึ้นจะมีโพรงฟันที่ตีบลงทำให้มีอาการเสียวฟันน้อยมากหรือไม่มีอาการในฟันที่ฟูลึก³³ ซึ่งอาจจะเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้อาสาสมัครไม่เกิดอาการเสียวฟันในการศึกษานี้

ทั้งเอนิเมสและวิทริบอนด์เป็นเรซินมอดิฟายด์กลาสไอโอโนเมอร์ได้รับการพัฒนาจากกลาสไอโอโนเมอร์ชนิดดั้งเดิมโดยการสังเคราะห์สายโซ่ของกรดโพลีอัลคีนอีกให้มีหมู่ฟังก์ชันที่ทำให้เกิดปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไรเซชันหรือมีการเติมเรซินมอนอเมอร์ที่เข้ากับน้ำได้ (Hydrophilic monomer) ร่วมกับสารตั้งต้นปฏิกิริยาดำแสง (Photo-initiator) สำหรับเรซินมอนอเมอร์ที่เข้ากับน้ำได้ที่เติมลงไปในส่วนของเหลว ได้แก่ไฮดรอกซีเอทิลเมทาคริเลต (2-hydroxyethyl methacrylate; HEMA) ทำให้กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดนี้มีปฏิกิริยาก่อตัวอย่างน้อย 2 ปฏิกิริยา ประกอบด้วยปฏิกิริยา กรด-ด่าง (Acid-base reaction) และปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์ ทำให้สามารถบ่มตัวด้วยแสง (Light-curing) สามารถควบคุมเวลาก่อตัวของวัสดุลดปัญหาเรื่องการไวต่อน้ำและความชื้น (Moisture sensitivity) ตลอดจนเพื่อปรับปรุงคุณสมบัติเรื่องระยะเวลาความแข็งแรงดัดงอ (Flexural strength) ความแข็งแรงดึง (Diametral tensile strength) และเพิ่มความต้านทานต่อการสึก (Wear resistance) อย่างไรก็ตามปัญหาของเรซินมอดิฟายด์กลาสไอโอโนเมอร์ คือ ข้อกังวลเกี่ยวกับความเข้ากันได้ทางชีวภาพ (Biocompatibility) ของไฮดรอกซีเอทิลเมทาคริเลตที่หลงเหลือจากปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไรเซชัน ซึ่งพบว่าสามารถแทรกซึมผ่านท่อเนื้อฟัน (Dentinal tubules) เข้าสู่เซลล์เนื้อเยื่อโพรงฟันได้³⁴ แม้ว่าจะมีรายงานทางห้องปฏิบัติการและในสัตว์ทดลองเรื่องความเป็นพิษ หรือความเข้ากันได้ทางชีวภาพของไฮดรอกซีเอทิลเมทาคริเลตต่อเซลล์เนื้อเยื่อโพรงฟัน แต่ไม่พบรายงานทางคลินิกเกี่ยวกับเรื่องนี้³⁵ อย่างไรก็ตามไม่น่าจะให้เรซินมอดิฟายด์กลาสไอโอโนเมอร์ทำการปิดทับเนื้อเยื่อโพรงฟันโดยตรง (Direct pulp capping)³⁶ นอกจากนี้พบว่าการฉายแสงเพื่อให้วัสดุเกิดปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไรเซชันมีผลต่อการปลดปล่อยไฮดรอกซีเอทิลเมทาคริเลต หากทำการฉายแสง

ล่าช้าภายหลังจากผสมวัสดุไปแล้วจะทำให้มอนอเมอร์ที่หลงเหลือจากปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไรเซชันอยู่ถูกปลดปล่อยออกมาปริมาณมากขึ้น³⁷ ดังนั้นการใช้งานวัสดุควรปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ผลิต ทั้งในเรื่องของอัตราส่วน ระยะเวลาผสม ระยะเวลาทำงานและทำการฉายแสงเรซินมอดิไฟด์กลาสไอโอโนเมอร์โดยให้ความหนาของวัสดุที่เหมาะสมตามคำแนะนำของผู้ผลิตอย่างเคร่งครัด

สำหรับส่วนประกอบอื่นที่มีความแตกต่างกันระหว่างเอ็มเบส และวิทริบอนด์เอ็มเบสจะใช้กรดโพลีคาร์บอกซิลิก ในขณะที่วิทริบอนด์ใช้พอลิเมอร์ร่วมระหว่างกรดอะคริลิกและกรดอิทาโคนิก (Acrylic and Itaconic acid) ซึ่งกรดอิทาโคนิกมีความเป็นกรดสูง (pK_a 3.69) มากกว่ากรดอะคริลิก (pK_a 4.08) ทำให้ความเป็นกรดของวิทริบอนด์มีมากกว่าเอ็มเบส จึงมีแนวโน้มทำให้เกิดการระคายเคืองและการอักเสบของเนื้อเยื่อในโพรงฟันมากกว่า อย่างไรก็ตามจากการศึกษาเรื่องความเป็นพิษของวัสดุโดยวิธีการเพาะเลี้ยงเซลล์ และการศึกษาสมบัติทางชีวภาพในสัตว์ทดลองที่เหมือนการใช้จริง พบว่าทั้งวิทริบอนด์และเอ็มเบสไม่ก่อให้เกิดการอักเสบของเนื้อเยื่อใน²⁷ และผลที่ได้จากการศึกษาคลินิกครั้งนี้ พบว่าอาสาสมัครทั้งสองกลุ่มไม่มีอาการปวดและภาพรังสีปลายรากอยู่ในเกณฑ์ปกติไม่แตกต่างกันตลอดระยะเวลาที่ศึกษา ในเรื่องการใช้งานทางคลินิกของวัสดุทั้งสองชนิดนี้มีลักษณะบรรจุภัณฑ์ที่ใกล้เคียงกัน คำแนะนำของบริษัทผู้ผลิตในเรื่องการทวงวัสดุ วิธีการผสมวัสดุ ตลอดจนการนำวัสดุเข้าสู่โพรงฟันพบว่ามีความคล้ายกัน แต่มีความแตกต่างกันในเรื่องระยะเวลาฉายแสงเพื่อให้วัสดุแข็งตัว โดยเอ็มเบสใช้เวลาฉายแสงเพียง 20 วินาที ในขณะที่วิทริบอนด์ต้องใช้เวลาฉายแสง 30 วินาที นอกจากนี้เอ็มเบสมีราคาจำหน่ายในท้องตลาดโดยคิดเป็นต่อหน่วยโดยเฉลี่ยน้อยกว่าวิทริบอนด์อยู่ประมาณร้อยละ 33 (ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับข้อกำหนดราคาในแต่ละช่วงเวลาของผู้จำหน่าย)

การศึกษานี้เป็นการวิจัยทางคลินิกในผู้ป่วยอาสาสมัครที่ได้มีการควบคุมปัจจัยต่างๆและทำการบูรณะโดยทันตแพทย์ผู้ชำนาญการสาขาทันตกรรมหัตถการ และทำในโรงเรียนทันตแพทย์ที่มีความพร้อมทั้งเครื่องมือและวัสดุทำให้สามารถทำการบูรณะได้อย่างถูกต้องเหมาะสม จึงทำให้ลดความผิดพลาดที่อาจส่งผลให้เกิดอาการไม่พึงประสงค์หลังการบูรณะได้ อย่างไรก็ตามเนื่องจากข้อจำกัดเรื่องจำนวนอาสาสมัครที่ใช้ในการศึกษาทางคลินิกครั้งนี้สำหรับวัสดุรองพื้นเอ็มเบสซึ่งเป็นวัสดุรองพื้นเรซินมอดิไฟด์กลาสไอโอโนเมอร์ที่ผลิตในประเทศ ดังนั้นผลจากการศึกษาที่ได้ในครั้งนี้จะนำไปสู่การศึกษาต่อไป

ทั้งในเรื่องการเปรียบเทียบผลของเรซินมอดิไฟด์กลาสไอโอโนเมอร์ทั้งสองชนิดนี้เพื่อปิดทับเคลือบไฮดรอกไซด์ก่อนการบูรณะด้วยเรซินคอมโพสิต การติดตามผลของการรักษาในระยะยาวมากกว่า 6 เดือน ตลอดจนการเพิ่มจำนวนอาสาสมัครซึ่งเป็นเป้าหมายของการศึกษาในอนาคต

บทสรุป

จากการศึกษาทางคลินิกนี้พบว่าเอ็มเบสซึ่งเป็นวัสดุรองพื้นที่แข็งตัวด้วยการฉายแสงแบบเรซินมอดิไฟด์กลาสไอโอโนเมอร์ที่ผลิตในประเทศให้ผลหลังการรักษา 1 วัน 7 วัน 3 เดือน และ 6 เดือน ไม่แตกต่างจากวิทริบอนด์ซึ่งเป็นวัสดุรองพื้นเรซินมอดิไฟด์กลาสไอโอโนเมอร์นำเข้ามาจากต่างประเทศที่นำมาเปรียบเทียบ ดังนั้นวัสดุรองพื้นที่ผลิตในประเทศนี้จึงเป็นวัสดุทางเลือกที่สามารถพิจารณานำมาใช้กับผู้ป่วยในทางคลินิกได้โดยไม่ก่อให้เกิดผลข้างเคียง

เอกสารอ้างอิง

1. Bicalho AA, Pereira RD, Zanatta RF, Franco SD, Tantbirojn D, Versluis A, et al. Incremental filling technique and composite material. Part I: cuspal deformation, bond strength, and physical properties. *Oper Dent* 2014;39(2):E71-82.
2. Bicalho AA, Pereira RD, Zanatta RF, Franco SD, Tantbirojn D, Versluis A, et al. Incremental filling technique and composite material. Part II: shrinkage and shrinkage stress. *Oper Dent* 2014;39(2):E83-92.
3. Soares CJ, Faria-e-Silva AL, Rodrigues MP, Vilela ABF, Pfeifer CS, Tantbirojn D, et al. Polymerization shrinkage of composite resins and resin cements-what do we need to know? *Braz Oral Res* 2017;31(suppl):e62.
4. Kasraei S, Azarsina M, Majidi S. *In Vitro* comparison of microleakage of posterior resin composites with and without liner using two-step etch-and-rinse and self-etch dentin adhesive systems. *Oper Dent* 2011;36(2):213-21.
5. Karaman E, Ozgunaltay G. Polymerization shrinkage of different types of composite resins and microleakage with and without liner in class II cavities. *Oper Dent* 2014;39(3):325-31.

6. Sampaio PC, de Almeida Junior AA, Francisconi LF, Casas-Apayco LC, Pereira JC, Wang L, et al. Effect of conventional and resin-modified glass-ionomer liner on dentin adhesive interface of class I cavity walls after thermocycling. *Oper Dent* 2011;36(4):403-12.
7. Charoenkit M, Pumpaluk P. A micro-computed tomography study of internal gap with and without resin-modified glass-ionomer cement liner under occlusal resin composite restoration. *M Dent J* 2020;40(2): 159-64.
8. Azevedo LM, Casas-apayco LC, Villavicencio Espinoza CA, Wang L, Navarro MFL, et al. Effect of resin-modified glass-ionomer cement lining and composite layering technique on the adhesive interface of lateral wall. *J Appl Oral Sci* 2015;23(3):315-20.
9. Akpata ES, Sadiq W. Post operative sensitivity in glass ionomer versus adhesive resin-lined posterior composite. *Am J Dent* 2001;14(1):34-8.
10. Christensen GJ. Preventing postoperative sensitivity in class I, II and V restorations. *J Am Dent Assoc* 2002;133(2):229-31.
11. Schenkel AB, Veitz AK. Dental cavity liners for class I and class II resin-based composite restorations. *Cochrane Database Syst Rev* 2019;3(3):CD010526.doi:10.1002/14651858.DC010526. pub3.PMID:30834516.
12. Banomyong D, Harnirattisai C, Burrow MF. Posterior resin composite restorations with or without resin-modified glass ionomer cement lining: a 1-year randomized clinical trial. *J Investig Clin Dent* 2011;2(1):63-9.
13. Banomyong D, Harold Messer. Two-year clinical study on postoperative pulpal complications arising from the absence of a glass-ionomer lining in deep occlusal resin composite restorations. *J Investig Clin Dent* 2013;4(4):265-70.
14. Vural UK, Gokalp S, Kiremitci. Effect of cavity lining on the restoration of root surface carious lesions: a split-mouth, 5-year randomized controlled clinical trial. *Clin Oral Invest* 2020;24(2):979-89.
15. Schenkel AB, Peltz ID, Keenan AV. Dental cavity liners for Class I and Class II resin-based composite restorations. *Cochrane Database Syst Rev* 2016;(10): CD010526.
16. Banerjee A, Frencken JE, Schwendicke F, Innes NPT. Contemporary operative caries management: consensus recommendations on minimally invasive caries removal. *Br Dent J* 2017;223(3):215-22.
17. Duque C, Negrini TD, Sacono NT, Spolidorio DMP, Costa CAD, Herbling J. Clinical and microbiological performance of resin-modified glass ionomer liners after incomplete dentine caries removal. *Clin Oral Invest* 2009;13:465-71.
18. Lynch CD, McConnell RJ, Wilson NHF. Posterior composites: The future for restoring posterior teeth? *Prim Dent* 2014;3:49-53.
19. Blum IR, Wilson NHF. An end to linings under posterior composites? *J Am Dent Assoc* 2018; 149(3):209-13.
20. Blum IR, Wilson NHF. Consequences of no more linings under composite restorations. *Br Dent J* 2019;226(10):749-52.
21. Righolt AJ, Jevdjevic M, Marcenes W, Listl S. Global-, regional-, and country-level economic impacts of dental diseases in 2015. *J Dent Res* 2018;97(5):501-7.
22. Medical devices intelligence unit [homepage on the internet]. Available from: http://medicaldevices.oie.go.th/ImEx_ProductType.asp.
23. อัตราแลกเปลี่ยนเฉลี่ยของธนาคารพาณิชย์ในกรุงเทพมหานคร: ธนาคารแห่งประเทศไทย. Available from: <https://www.bot.or.th/App/statistics>
23. International Organization for Standardization. ISO 9917-2. Dentistry water-based cements part 2 resin-modified cements. 1988.
24. International Organization for Standardization. ISO 9917-2. Dentistry water-based cements part 2 resin-modified cements. 2010.

25. Thunyakitpisal P, Jiemsirilers S, Saravari O, Kashima DP, Thunyakitpisal N, Srisuwan P, et al. Working time, depth of curve, flexural strength and cytotoxicity of an exponential resin modified glass ionomer cement prototype. *J Dent Assoc Thai* 2015;65(3):189-98.
26. Banlunara W, Songsiripadapboon S, Jiemsirilers S, Saravari O, Kashima DP, Thunyakitpisal N, et al. Pulp-dentine complex response to RU-HBM1, a novel resin modified glass ionomer cement prototype, in deep cavity preparation of porcine teeth. *Thai J Vet Med* 2016;46(2):185-93.
27. Kenneth S, Douglas A, David M. Consort 2010 statement: Updated guidelines for reporting parallel group randomized trials. *BMC Medicine* 2010;8:18.
28. Berkowitz GS, Horowitz AJ, Curro FA, Craig RG, Ship JA, Vena D, et al. Postoperative hypersensitivity in class I resin-based composite restorations in general practice: Interim results. *Compend Contin Educ Dent* 2009;30(6):356-63.
29. Baratieri LN, Ritter AV. Four-year clinical evaluation of posterior resin-based composite restorations placed using the total-etch technique. *J Esthet Restor Dent* 2001;13(1):50-7.
30. Endodontic Diagnosis. *Endodontics: Colleagues for Excellence Fall 2013*. Available from: www.aae.org/colleagues.
31. Duncan HF, Nagendrababu V, El-Karim IA, Dummer PMH. Outcome measures to access the effectiveness of endodontic treatment for pulpitis and apical periodontitis for use in the development of European Society of Endodontology (ESE) S3 level clinical practice guidelines: a protocol. *Int Endod J* 2021;54(5):646-54.
32. Carvalho TS, Lussi. Age-related morphological, histological and functional changes in teeth. *J Oral Rehabil* 2017;44(4):291-8.
33. Nicholson JW, Czarnecka B. The biocompatibility of resin-modified glass-ionomer cements for dentistry. *Dent Mater* 2008;24(12):1702-8.
34. Sidhu SK, Nicholson JW. A review of glass-ionomer cements for clinical dentistry. *J Funct Biomater* 2016;7(3):16. Available from: <https://doi.org/10.3390/jfb7030016>.
35. Liang C, Byoung IS. Cytotoxicity and biocompatibility of resin-free and resin-modified direct pulp capping materials: A state-of-the-art review. *Dent Mater J* 2017;36(1):1-7.
36. Dursun E, Nguyen JF, Tang ML, Attal JP, Sadoun M. HEMA release and degree of conversion from a resin-modified glass ionomer cement after various delays of light activation. *Dent Mat* 2016;32(5):640-5.

ผู้รับผิดชอบบทความ

วิรัช วชิรมน

วิทยาลัยทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต

อำเภอเมือง จังหวัดปทุมธานี 12000

โทรศัพท์: 02 997 2200-30 #4242

โทรสาร: 02 997 2200 #4251

จดหมายอิเล็กทรอนิกส์: viracha.v@rsu.ac.th

Clinical Evaluation of A Thai Dental Inventive Light Activated Resin Modified Glass Ionomer Liner Under Resin Composite Restorations

Raksakmanut R* Vachiramon V* Vajrabhaya L* Korsuwannawong S** Thunyakitpisal P***, ****

Abstract

The purpose of this study was to evaluate the clinical used of resin-modified glass ionomer; Embaze produced by Research Unit Herbal Medicine Biomaterial and Material for Dental Treatment, Chulalongkorn University compared to an imported commercial resin modified glass ionomer; Vitrebond™. Twenty volunteers with age range between 19-62 years old presented with class I (12 cavities) or II (8 cavities). Volunteers were recruited and evaluated preoperative clinical and radiographic examination. Carious lesions with depth more than 1.5 mm from DEJ were randomly divided into two groups (10 volunteers per group) in accordance with tested glass ionomers. After caries removal under rubber dam isolation, a resin modified glass ionomer was randomly applied on the pulpal wall of a cavity and filled with resin composite. Post-operative follows up 1 and 7 day were performed by phone call. Recall examinations were scheduled after 3 and 6 months respectively. The clinical examination both percussion and palpation including radiographic examination were conducted in comparing with the pre-treatment records. No significant difference in postoperative pain was found between the two groups. Lining cavities with resin-modified glass ionomer, a Thai dental invention (Embaze) demonstrated no significant difference in symptom on percussion and palpation compared with Vitrebond™. The radiographs in both pre-treatment and post-treatment groups were not significant different ($p>0.05$). In conclusion, the clinical used of the Thai dental inventive resin modified glass ionomer (Embaze) demonstrated treatment outcomes not different from the imported commercial glass ionomer.

Keywords: Clinical study/ Liner/ Resin-modified glass ionomer/ Embaze/ Vitrebond

Corresponding Author

Viracha Vachiramon
College of Dental Medicine, Rangsit University,
Amphur Muang, Pathum Thani, 12000
Tel.: +66 2 997 2200-30 #4242
Fax.: +66 2 997 2200 #4251
Email: viracha.v@rsu.ac.th

* College of Dental Medicine, Rangsit University, Pathum Thani.

** Research Center, Faculty of Dentistry, Mahidol University, Bangkok.

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

**** Institute of Dentistry, Suranaree University of Technology, Nakhon Ratchasima.

ผลของวิธีการล้างคลองรากฟันด้วยสารละลายอีดีทีเอ ต่อปริมาณทรานส์ฟอร์มมิงโกรทแฟคเตอร์-เบต้า1 ที่ปลดปล่อยจากเนื้อฟันที่ผนังคลองรากฟัน

จิตหทัย ว่องวิทย์เดชา* พิรพร ทวีวัฒนไพศาล** ชินาลย์ ปิยะชน**

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีจุดประสงค์เพื่อเปรียบเทียบปริมาณทรานส์ฟอร์มมิงโกรทแฟคเตอร์-เบต้า1 (ทีจีเอฟ-เบต้า1) ที่ปลดปล่อยจากผนังคลองรากฟันเมื่อล้างคลองรากฟันด้วยวิธีการที่ต่างกัน โดยทำการจำลองลักษณะปลายรากฟันเปิดในฟันกรามน้อยล่าง จำนวน 37 ซี่ ซึ่งถอนจากผู้ป่วยในช่วงอายุ 16-25 ปี แบ่งกลุ่มทดลองเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มละ 9 ตัวอย่าง และมี 1 ตัวอย่างเป็นกลุ่มควบคุมลบ โดยกลุ่มที่ 1 ล้างด้วยสารละลายอีดีทีเอ ร้อยละ 17 (20 มิลลิลิตร 5 นาที) และล้างตามด้วยน้ำเกลือ (5 มิลลิลิตร 1 นาที) กลุ่มที่ 2 ล้างด้วยสารละลายอีดีทีเอ ร้อยละ 17 ร่วมกับการใช้เออร์ซีเพ และล้างตามด้วยน้ำเกลือ กลุ่มที่ 3 ล้างสารละลายอีดีทีเอร้อยละ 17 ร่วมกับการใช้เอ็กซ์พีเอนโคพินิซเซอร์ และล้างตามด้วยน้ำเกลือ กลุ่มที่ 4 ล้างด้วยสารละลายอีดีทีเอ ร้อยละ 17 จากนั้นตรวจวัดปริมาณทีจีเอฟ-เบต้า1 ที่ปลดปล่อยจากผนังคลองรากฟันด้วยวิธีอิมมูโนโลยี วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวและการทดสอบทีเคย์ ที่ระดับนัยสำคัญน้อยกว่า 0.05 ผลการศึกษาพบว่ากลุ่มที่ 4 มีปริมาณทีจีเอฟ-เบต้า1 มากที่สุด ($1,341.57 \pm 419.46$ pg/ml) ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกลุ่มที่ 2 (1010.75 ± 728.34 pg/ml) ส่วนกลุ่มที่ 1 (656.61 ± 454.47 pg/ml) และกลุ่มที่ 3 (685.78 ± 318.47 pg/ml) พบปริมาณทีจีเอฟ-เบต้า1 น้อยกว่ากลุ่มที่ 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ภายใต้อาณัติของการศึกษาการล้างคลองรากฟันด้วยสารละลายอีดีทีเอส่งเสริมให้มีการปลดปล่อยทีจีเอฟ-เบต้า1 จากผนังคลองรากฟันในกระบวนการรีजेเนอเรทีฟ เอ็นโดดอนติกส์ได้ดีที่สุด การล้างด้วยน้ำเกลือหลังล้างด้วยสารละลายอีดีทีเอควรใช้ระบบอัลตราโซนิคส์แบบไร้แรงร่วมด้วยขณะล้างด้วยอีดีทีเอ ซึ่งจะส่งเสริมให้มีประสิทธิภาพเท่ากับการล้างด้วยสารละลายอีดีทีเอเพียงอย่างเดียว

คำใช้รหัส: รีजेเนอเรทีฟ เอ็นโดดอนติกส์/ อีดีทีเอ/ ทรานส์ฟอร์มมิงโกรทแฟคเตอร์-เบต้า1/ วิธีล้างคลองรากฟัน/ อัลตราโซนิคส์แบบไร้แรง/ เอ็กซ์พีเอนโคพินิซเซอร์

Received: April 12, 2022

Revised: Jul 16, 2022

Accepted: Aug 01, 2022

บทนำ

รีजेเนอเรทีฟ เอ็นโดดอนติกส์ เป็นกระบวนการรักษาการอักเสบของปลายรากฟันแท้ที่เจริญไม่สมบูรณ์ ผลการรักษาทำให้มีการเพิ่มความยาวและความหนาของรากฟันได้¹ ซึ่งความสำเร็จของการรักษาจะต้องอาศัยเซลล์ต้นกำเนิดที่เข้ามาจากบริเวณปลายรากฟัน โครจข่ายจากการกระตุ้นลิ้มเลือด² รวมถึงโกรทแฟคเตอร์ที่ทำหน้าที่ส่งสัญญาณให้เซลล์เกิดกระบวนการเพิ่มจำนวน (Proliferation) และการเปลี่ยนแปลงสภาพ (Differentiation) ของเซลล์ต้นกำเนิดไปเป็นเซลล์หรือเนื้อเยื่อต่างๆ³

โดยโกรทแฟคเตอร์สามารถพบได้จากโครจข่ายจากการกระตุ้นลิ้มเลือดและภายในเนื้อฟัน ซึ่งมีหลายชนิดและทำหน้าที่แตกต่างกันไป เมื่อล้างคลองรากฟันด้วยสารละลายอีดีทีเอ (Ethylenediaminetetraacetic acid, EDTA) จะพบ

การปลดปล่อยทีจีเอฟ-เบต้า1 (Transforming growth factor-beta1, TGF- β 1) ออกมาจากเนื้อฟันได้มากกว่าโกรทแฟคเตอร์ตัวอื่น⁴ ซึ่งทีจีเอฟ-เบต้า1 มีความสำคัญกับการเจริญของเซลล์⁵ การสร้างเส้นเลือด⁶ การเรียกเซลล์ต้นกำเนิดบริเวณปลายรากฟันให้เข้ามาในคลองรากฟัน⁷ การสะสมแร่ธาตุและการเปลี่ยนแปลงสภาพของเซลล์ต้นกำเนิดไปเป็นเซลล์สร้างเนื้อฟัน⁸

โกรทแฟคเตอร์จะถูกปลดปล่อยออกมาในรูปที่ใช้งานได้เมื่อเกิดการละลายของแร่ธาตุในเนื้อฟันเช่น เมื่อสัมผัสกับสารละลายอีดีทีเอ^{4,9,10} ซึ่งมีคุณสมบัติในการกำจัดสารอนินทรีย์และแร่ธาตุที่อยู่ในคลองรากฟัน^{11,12} ทำให้เนื้อฟันกว้างขึ้นไม่ขัดขวางต่อการปลดปล่อยโกรทแฟคเตอร์ สารละลายอีดีทีเอจึงถูกแนะนำให้ใช้ในงานรีजेเนอเรทีฟ เอ็นโดดอนติกส์^{13,14} โดยในปัจจุบันสมาคมทันตแพทย์เอ็นโดดอนต์แห่งสหรัฐอเมริกา

* นิสิตปริญญาโท หลักสูตรวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาทันตกรรมคลินิก (วิทยาเอ็นโดดอนต์) คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กรุงเทพมหานคร

** ภาควิชาทันตกรรมอนุรักษ์และทันตกรรมประดิษฐ์ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กรุงเทพมหานคร

(American Association of Endodontists, AAE)¹³ และสมาคมทันตแพทย์เอ็นโดดอนต์แห่งสหภาพยุโรป (European Society of Endodontology, ESE)¹⁴ ได้แนะนำให้มีการล้างคลองรากฟันครั้งสุดท้ายด้วยสารละลายอีดีทีเอ อย่างไรก็ตามสมาคมทันตแพทย์เอ็นโดดอนต์แห่งสหภาพยุโรปได้แนะนำให้ล้างเพิ่มตามด้วยน้ำเกลือก่อนทำการกระตุ่นลิ้มเลือดจากปลายรากฟัน¹⁴ ซึ่งการล้างตามด้วยน้ำเกลือนั้นจะส่งผลดีทั้งต่อเซลล์ต้นกำเนิด^{15,16} และลิ้มเลือดที่เป็นโครงข่าย¹⁷ แต่อาจทำให้ปริมาณที่จีเอฟ-เบต้า1 ลดลง¹⁸

ระบบอัลตราโซนิคส์แบบไร้แรง (Passive ultrasonic irrigation, PUI) เมื่อใช้ร่วมในการล้างคลองรากฟันจะช่วยส่งเสริมประสิทธิภาพการทำความสะอาดคลองรากฟันด้วยปรากฏการณ์อะคูสติกสตรีมมิง (Acoustic streaming) และเควิเทชัน (Cavitation) ของของเหลวภายในคลองรากฟัน ส่วนไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่องระบบอิเล็กทรอนิกส์เอนโดฟินิชเซอร์ (XP endo® finisher, FKG Dentaire, La Chaux-de-Fonds, Switzerland) เสริมประสิทธิภาพการล้างจากรูปแบบการเคลื่อนที่ของไฟล์ กล่าวคือมีการเหวี่ยงสะบัดเป็นวงกว้างของไฟล์ทำให้ไฟล์สามารถสัมผัสผนังคลองรากฟันที่มีขนาดใหญ่เนื่องจากมีการเจริญของรากไม่สมบูรณ์ ไฟล์จะสัมผัสทำความสะอาดผนังคลองรากฟันโดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างคลองรากฟันเดิม หลายการศึกษาที่ผ่านมา¹⁹⁻²⁴ พบว่าเครื่องมือทั้งสองระบบสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการกำจัดยาที่หลงเหลือในคลองรากฟัน เศษเนื้อฟัน และแผ่นชีวภาพได้ ซึ่งอาจส่งผลให้เกิดการปลดปล่อยโกรทแฟกเตอร์ได้เพิ่มขึ้นเนื่องจากไม่มีสิ่งกีดขวางบริเวณผนังคลองรากฟัน ซึ่งการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าการใช้ระบบอัลตราโซนิคส์แบบไร้แรงร่วมในการล้างจะช่วยส่งผลให้ปริมาณที่จีเอฟ-เบต้า1 จากผนังคลองรากฟันเพิ่มขึ้นได้^{16,18,25}

ในปัจจุบันยังไม่มีการศึกษาเกี่ยวกับการปลดปล่อยที่จีเอฟ-เบต้า1 จากผนังคลองรากฟัน เมื่อใช้ไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่องระบบอิเล็กทรอนิกส์เอนโดฟินิชเซอร์ร่วมในการล้างคลองรากฟัน การศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบปริมาณที่จีเอฟ-เบต้า1 ที่ปลดปล่อยจากผนังคลองรากฟันเมื่อล้างคลองรากฟันด้วยวิธีการที่ต่างกัน

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

ตัวอย่างฟันที่ถูกถอนจากผู้ป่วยที่ใช้ในการศึกษานี้ได้ผ่านขั้นตอนการชี้แจงวิธีการวิจัยและได้รับความยินยอมจากผู้ป่วยทุกราย โดยผู้ป่วยที่อายุน้อยกว่า 18 ปี จะชี้แจงและขอความยินยอมจากผู้ปกครองด้วย โครงการวิจัยนี้ผ่านการ

ประเมินจริยธรรมจากคณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ หมายเลขรับรอง SWUEC/E-407/2563E

การเตรียมตัวอย่างฟัน นำฟันกรามน้อยล่างของมนุษย์รากเดี่ยวที่รากฟันเจริญสมบูรณ์ จำนวน 37 ซี่ ซึ่งถูกถอนเพื่อการจัดฟันโดยผู้ป่วยอยู่ในช่วงอายุ 16-25 ปี ฟันไม่มีรอยผุ วัสดุอุดหรือรอยแตกร้าว มีเพียง 1 คลองรากฟันโดยตลอดถึงปลายรากฟัน ทำการเก็บฟันในน้ำเกลือฟอสเฟตบัฟเฟอร์ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ไม่เกิน 2 วัน²⁶ โดยขนาดของกลุ่มตัวอย่างถูกคำนวณด้วยโปรแกรมจีพาวเวอร์ (G* power) ซึ่งอ้างอิงผลการศึกษาของ Chae และคณะ²⁷ และใช้ $\alpha=0.05$, Power=0.8

ทำการตัดบริเวณตัวฟันออกด้วยหัวกรอกากเพชรโดยให้ตั้งฉากกับแนวแกนฟันที่ตำแหน่งรอยต่อของเคลือบฟันกับเคลือบรากฟัน จำลองลักษณะรากฟันเปิดโดยตัดบริเวณปลายรากฟันออกให้เหลือความยาวรากฟันทั้งหมด 10 มิลลิเมตร วัดโดยเวอร์เนียคาลิเปอร์ (Vernier caliper) จากนั้นขยายคลองรากฟันตลอดความยาวด้วยไฟล์ชนิดเค เบอร์ 15 20 และ 25 และหัวกรอกเทสท์กลิตเดนเบอร์ 1 จนถึงเบอร์ 4 ซึ่งมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.1 มิลลิเมตร ล้างคลองรากฟันด้วยสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ความเข้มข้น ร้อยละ 1.5 ปริมาณ 20 มิลลิลิตร โดยใช้เข็มล้างคลองรากฟันที่มีรูเปิดด้านข้างเกจ 27 (Kerr, Orange, CA) ล้างขยับขึ้นลงในตำแหน่ง ที่ห่างจากปลายราก 1 มิลลิเมตร แล้วทำการซัดคลองรากฟันให้แห้ง

นำตัวอย่างฟันมาปิดบริเวณปลายรากฟันด้วยวัสดุอุดฟันเรซินคอมโพสิทชนิดฟิลเทคซี 350 เอ็กซ์ที (Filtek™ Z350XT, 3M ESPE, Sumaré, SP, Brazil) ร่วมกับสารยึดติดชนิดเคลียร์ฟิล (Clearfil™ SE bond, Kuraray Co, Ltd, Osaka, Japan) โดยให้วัสดุอุดฟันมีความหนาน้อยที่สุดที่สามารถปิดบริเวณรูเปิดปลายรากฟันเพื่อไม่ให้เกิดการรั่วซึมของของเหลวออกมาทางปลายรากฟันได้ และต้องไม่มีส่วนของวัสดุอุดเข้าไปภายในคลองรากฟัน (รูปที่ 1A) หลังจากนั้นจึงทำการทาเคลือบผิวด้านนอกบริเวณส่วนบน 5 มิลลิเมตร ด้วยน้ำยาทาเล็บ (รูปที่ 1B) โดยมีหนึ่งตัวอย่างที่ทำน้ำยาทาเล็บทั้งผิวด้านนอกและด้านในคลองรากฟันทั้งหมดเพื่อเป็นกลุ่มควบคุมลบ (Negative control)

ทำแบบจำลองการล้างคลองรากฟันโดยนำรากฟันใส่ในวัสดุพิมพ์ปาก (I-SiL premium putty, Spident, Korea) ที่อยู่ในหลอดไมโครทิวเพื่อใช้เป็นฐานใส่ฟัน (รูปที่ 1C)

การล้างคลองรากฟัน แบ่งกลุ่มทดลองแบบสุ่มเป็น 4 กลุ่มโดยแต่ละกลุ่มมี 9 ตัวอย่าง (รูปที่ 2) ซึ่งทุกกลุ่มจะถูกล้างคลองรากฟันภายใต้อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส โดยใช้อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (Water bath) การล้างจะใช้เข็มที่มีรูเปิดด้านข้างเกจ 27 ล้างขยับขึ้นลงในตำแหน่งที่ห่างจากปลายราก 1 มิลลิเมตร กลุ่มที่มีการใช้อุปกรณ์เสริม เข็มล้างจะถูกใส่ไว้ในตำแหน่งรูเปิดคลองรากฟันด้านบนบนลิกลงไปในคลองรากฟัน 2 มิลลิเมตรโดยไม่มีการขยับของเข็ม

กลุ่มที่ 1 (EDTA/N): ล้างด้วยสารละลายเอ็ดทีเอ ความเข้มข้นร้อยละ 17 ปริมาณ 20 มิลลิตรเป็นเวลา 5 นาที โดยแบ่งล้างเป็น 5 รอบ รอบละ 4 มิลลิตรเป็นเวลา 1 นาที ตามด้วยการล้างน้ำเกลือปริมาณ 5 มิลลิตรเป็นเวลา 1 นาที โดยล้างติดต่อกันทันที

กลุ่มที่ 2 (EDTA+PUI/N): ล้างด้วยสารละลายเอ็ดทีเอ ความเข้มข้นร้อยละ 17 ปริมาณ 20 มิลลิตรเป็นเวลา 5 นาที โดยแบ่งล้างเป็น 5 รอบ ซึ่งในรอบที่ 2 3 และ 4 จะทำการล้างร่วมกับการใช้เออร์ริเซฟ (Irrisafe™, Satelec Acteon Group, Merignac, France) โดยใส่เออร์ริเซฟให้สั้นกว่าความยาวทำงาน 1 มิลลิเมตร ปรับระดับความแรงของเครื่องอัลตราโซนิก (P5 Newtron, Satelec Acteon Group, Merignac, France) ที่ระดับ 6 ทำการกระตุ้นภายในคลองรากฟันรอบละ 20 วินาที²⁸

หลังล้างครบ 5 รอบทำการล้างน้ำเกลือปริมาณ 5 มิลลิตรเป็นเวลา 1 นาที โดยล้างติดต่อกันทันที

กลุ่มที่ 3 (EDTA+XP/N): ล้างด้วยสารละลายเอ็ดทีเอ ความเข้มข้นร้อยละ 17 ปริมาณ 20 มิลลิตรเป็นเวลา 5 นาที โดยแบ่งล้างเป็น 5 รอบ ซึ่งในรอบที่ 3 จะทำการล้างร่วมกับการใช้เอ็กซ์พีเอนโดฟินิชเชอร์ (XP endo® finisher, FKG Dentaire, La Chaux- de-Fonds, Switzerland) โดยตั้งเครื่องหมุนให้มีความเร็วรอบ 800 รอบต่อนาที และทอร์กขนาด 1 นิวตันเซนติเมตร ขยับขึ้นลงช้าๆ 7-8 มิลลิเมตร ให้ถึงความยาวทำงานเป็นเวลา 1 นาที²¹ หลังล้างครบ 5 รอบทำการล้างน้ำเกลือปริมาณ 5 มิลลิตรเป็นเวลา 1 นาทีโดยล้างติดต่อกันทันที

กลุ่มที่ 4 (EDTA): ล้างด้วยสารละลายเอ็ดทีเอ ความเข้มข้นร้อยละ 17 ปริมาณ 20 มิลลิตรเป็นเวลา 5 นาที โดยแบ่งล้างเป็น 5 รอบ รอบละ 4 มิลลิตรเป็นเวลา 1 นาที โดยล้างติดต่อกันทันที

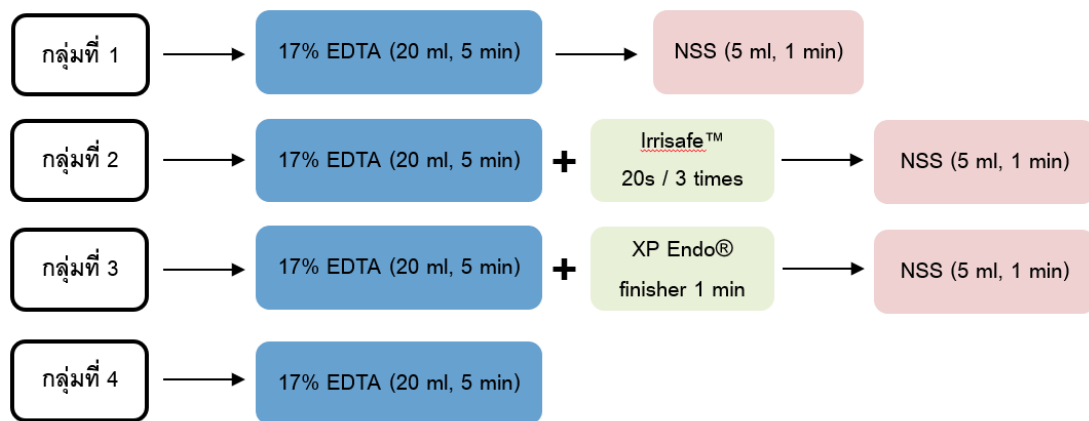
กลุ่มควบคุมลบ : ตัวอย่าง 1 ชิ้นจะถูกเคลือบด้วยน้ำยาทาเล็บทั้งผิวด้านนอกและด้านในคลองรากฟันโดยไม่ได้รับการล้างคลองรากฟัน

ทำการซึบคลองรากฟันด้วยกระดาษซึบรูปกรวยแหลมขนาดใหญ่ โดยกระดาษซึบรูปกรวยแหลม 3 ตัวสุดท้ายจะต้องแห้งสนิทและนำไปทำขั้นตอนต่อไปทันที



รูปที่ 1 (A) การอุดปิดบริเวณปลายรากฟันด้วยวัสดุอุดฟันเรซินคอมโพสิทชนิดฟิลเทคซี 350 เอ็กซ์ที (B) ทาเคลือบผิวด้านนอกบริเวณส่วนบนด้วยน้ำยาทาเล็บ (C) นำตัวอย่างรากฟันยึดในวัสดุพิมพ์ซิลิโคนที่อยู่ในหลอดไมโครทิว

Figure 1 (A) Root apex was covered with filling material, (B) Upper part of external surfaces were covered with nail varnish, (C) Sample was remounted into silicone mold in a microtube.



รูปที่ 2 วิธีการล้างคลองรากฟัน

Figure 2 Irrigation protocols

การเก็บตัวอย่างและตรวจวัดปริมาณ ทีจีเอฟ-เบต้า1

เติมอาหารเลี้ยงเซลล์อัลฟา เอ็มอีเอ็ม (α -MEM, alpha minimum essential medium) ที่เติมเพนนิซิลิน และ สเตริ์ปโตมายซิน ความเข้มข้น 100 U/mL ปริมาณ 20 ไมโครลิตร ลงในตัวอย่างคลองรากฟันที่ผ่านการล้างมาแล้วและในคลองรากฟัน กลุ่มควบคุม ซึ่งตัวอย่างฟันที่ใส่อาหารเลี้ยงเซลล์ได้ไม่พอที่จะถูกคัดออกเพื่อควบคุมปริมาตรของคลองรากฟัน และทำซ้ำเพื่อให้ได้ตัวอย่างจำนวน 9 ชิ้นต่อกลุ่ม เก็บตัวอย่างในกล่องที่มีความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 100 แล้วบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง¹⁰ หลังจากนั้นดูดอาหารเลี้ยงเซลล์ใน คลองรากฟันขึ้นมา 11 ไมโครลิตร ซึ่งตัวอย่างฟันที่ดูดได้ไม่ถึง 11 ไมโครลิตร จะถูกคัดออก นำมาเจือจางกับอาหารเลี้ยงเซลล์ 110 ไมโครลิตรในไมโครทิว ได้เป็นสารละลายทั้งหมด 121 ไมโครลิตร ทำการแช่แข็งสารละลายทันทีและเก็บไว้ที่อุณหภูมิลบ 80 องศาเซลเซียส เมื่อได้ตัวอย่างครบ 4 กลุ่ม กลุ่มละ 9 ตัวอย่าง และ 1 ตัวอย่างที่เป็นกลุ่มควบคุมลบ จึงทำการละลายสารละลายที่เก็บไว้⁴ และนำมาตรวจวัดปริมาณทีจีเอฟ-เบต้า1 โดยใช้ชุดทดสอบฮิวมา (Human TGF- β 1 Quantikine ELISA kit, R&D Systems, Minneapolis, MN) และวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง สเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (Asys UVM 340, Biochrom®, Cambridge, United Kingdom) ที่ 450 นาโนเมตร โดยจะแบ่งทดสอบตัวอย่างเป็น 2 หลุมต่อ 1 ตัวอย่าง (Duplicate) เมื่อได้ค่าเฉลี่ยการดูดกลืนแสงแล้วจึงนำ มาเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานในชุดทดสอบนั้นเพื่อแปลผลเป็นค่าความเข้มข้นของทีจีเอฟ-เบต้า (pg/mL) และคูณด้วย 11 (Dilution factor) เป็นค่าทีจีเอฟ-เบต้า ที่ถูกปลดปล่อยออกมาและนำไปใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยกำหนดค่าต่ำสุดที่

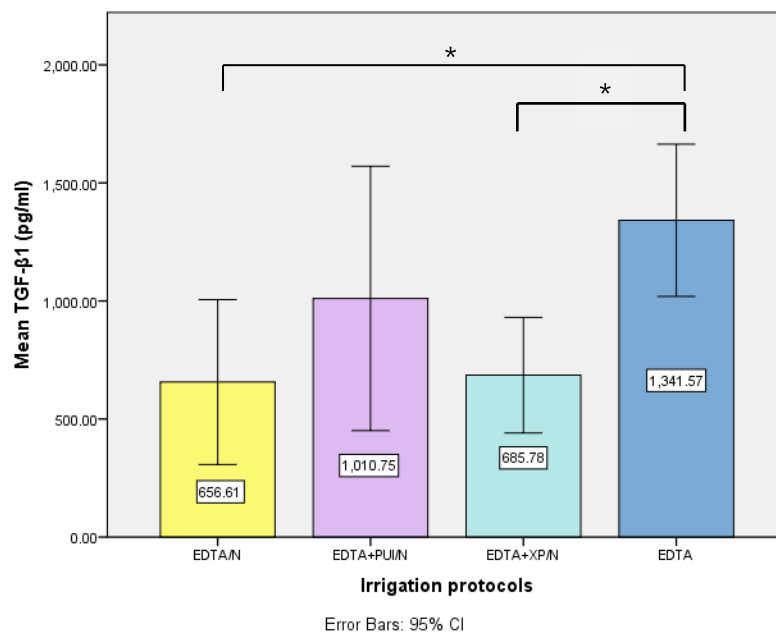
สามารถตรวจได้ (Detection limit) เท่ากับค่าความเข้มข้นน้อยที่สุดของทีจีเอฟ-เบต้า1 ที่ชุดทดสอบฮิวมากำหนดมาในการทำกราฟมาตรฐานหารด้วย 2⁴

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้โปรแกรมเอสพีเอสเอส (IBM® SPSS® statistics version 20) วัดการกระจายตัวของข้อมูลโดยใช้ชาปีโร-วิลค์ (Shapiro-Wilk test) และวัดความแปรปรวนของข้อมูลด้วยการทดสอบเลวิน (Levene's Test) พบว่าข้อมูลมีการกระจายตัวปกติและมีความเป็นเอกพันธ์ของความแปรปรวน จึงทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA) และหาความแตกต่างระหว่างกลุ่มโดยใช้การทดสอบทูเคย์ (Tukey's test) ที่ระดับนัยสำคัญน้อยกว่า 0.5

ผล

การล้างคลองรากฟันด้วยสารละลายอีดีทีเอเพียงอย่างเดียว (กลุ่มที่ 4) มีค่าเฉลี่ยปริมาณทีจีเอฟ-เบต้า1 มากที่สุดเท่ากับ $1,341.57 \pm 419.46$ pg/ml รองลงมาคือกลุ่มที่ 2 ล้างด้วยสารละลายอีดีทีเอร่วมกับระบบอัลตราโซนิคส์แบบไร้แรงและล้างตามด้วยน้ำเกลือ (1010.75 ± 728.34 pg/ml) ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติกับกลุ่มที่ 4 ส่วนการล้างด้วยสารละลายอีดีทีเอและล้างตามด้วยน้ำเกลือร่วมกับเอ็กซ์พีเอนโดฟินิชเชอร์ (กลุ่มที่ 3) และไม่ใช้อุปกรณ์เสริม (กลุ่มที่ 1) มีปริมาณทีจีเอฟ-เบต้า1 ที่ปลดปล่อยจากผนังคลองรากฟันน้อยที่สุดต่างจากกลุ่มที่ 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่มีความแตกต่างกับกลุ่มที่ 2 อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (รูปที่ 3) (ตารางที่ 1)



รูปที่ 3 แผนภูมิเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปริมาณ ทีจีเอฟ-เบต้า1 จำแนกตามวิธีการล้างคลองรากฟัน

*มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญน้อยกว่า 0.05

Figure 3 Bar chart comparing the mean amount of TGF-β1 in each irrigation protocols.

*Statistically significant difference at $P < 0.05$

ตารางที่ 1 ปริมาณทีจีเอฟ-เบต้า1 ที่ปลดปล่อยออกมาในแต่ละกลุ่ม

Table 1 TGF-β1 released within each group

Group	TGF-β1 (pg/ml)		Min	Max
	Mean±SD			
1 (EDTA/N)	656.61±454.47 ^t		202.07	1346.84
2 (EDTA+PUI/N)	1010.75±728.34		220.22	2508.11
3 (EDTA+XP/N)	685.78±318.47 [*]		293.15	1209.78
4 (EDTA)	1,341.57±419.46 ^{* t}		769.23	1944.80

*, t มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญน้อยกว่า 0.05

*, t Statistically significant difference at $P < 0.05$

บทวิจารณ์

โกรทแฟกเตอร์เป็นหนึ่งในปัจจัยที่สำคัญสำหรับการทำรีเจนเนอเรทีฟ เอ็นโดดอนติกส์ การศึกษานี้จึงได้ศึกษาปริมาณทีจีเอฟ-เบต้า1 เนื่องจากเป็นโกรทแฟกเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับการทำงานภายในเซลล์ที่หลากหลายเช่น การเจริญของเซลล์ การสร้างเมทริกซ์ (Matrix synthesis)⁵ ช่วยให้เกิดการเจริญของเส้นเลือด (Vessel maturation)⁶ และมีความสำคัญอย่างยิ่งในการเกิดการสะสมแร่ธาตุและการเปลี่ยนแปลงสภาพของเซลล์ต้นกำเนิดไปเป็นเซลล์สร้างเนื้อฟัน⁸ นอกจากนี้ยังมีผลเรียกเซลล์ (Chemotactic effect) ที่ได้มาจากเนื้อเยื่อกำเนิดฟัน (Dental papilla-derived cell)⁷

ทีจีเอฟ-เบต้า1 ถูกปลดปล่อยออกมาจากเนื้อฟันรอบท่อ (Peritubular tubule)²⁹ ในปริมาณที่สามารถตรวจพบได้^{4,10} โดยการศึกษาการปลดปล่อยของโกรทแฟกเตอร์ที่ผ่านมามีหลายวิธีทั้งใช้เนื้อฟันที่เป็นผงบดละเอียด³⁰⁻³³ หรือแผ่นเนื้อฟัน (Dentin disk) ที่ถูกตัดออกมาจากส่วนรากฟันหรือตัวฟันให้ได้ขนาดที่กำหนด^{4,9,34} นำมาแช่ในสารที่ต้องการศึกษาแล้วจึงนำสารนั้นไปวัดปริมาณโกรทแฟกเตอร์ที่ถูกปลดปล่อยออกมา อย่างไรก็ตามทั้งสองวิธีนี้ไม่สอดคล้องกับลักษณะการล้างคลองรากฟันในการทำรีเจนเนอเรทีฟ เอ็นโดดอนติกส์ทางคลินิก การศึกษานี้จึงเลือกใช้การจำลองคลองรากฟันที่เจริญไม่

สมบูรณ์ ซึ่งปรับมาจากการศึกษาของ Chae และคณะ²⁷ เป็นวิธีที่สามารถเลียนแบบสภาวะทางคลินิก อีกทั้งตัวอย่างฟันจะถูกทาน้ำยาทาเล็บด้านบนขึ้นงาน ครอบคลุมลงมา 5 มิลลิเมตรจากส่วนตัดขวาง เพื่อป้องกันไม่ให้น้ำยาล้างคลองรากฟันสัมผัสกับผิวเนื้อฟันด้านบนส่วนตัดขวาง ปริมาณที่จีเอฟ-เบต้า1 ที่วัดได้นั้นจึงมาจากการปลดปล่อยจากผนังคลองรากฟันด้านในเท่านั้น^{10,27}

การเตรียมตัวอย่างฟันในการศึกษานี้จะจำลองลักษณะรากฟันที่มีการเจริญอยู่ในช่วงที่ 4 ตามการแบ่งของ Cvek³⁵ โดยมีการควบคุมทั้งขนาดและปริมาตรของคลองรากฟันเพื่อควบคุมพื้นที่สัมผัสของคลองรากฟันกับน้ำยาล้างคลองรากฟัน และเลือกใช้ฟันที่ถูกถอนมาจากผู้ป่วยที่อยู่ในช่วงอายุ 16-25 ปี เนื่องจากปริมาณของทีจีเอฟ-เบต้า1 มีความสัมพันธ์กับเนื้อฟันรอบท่อ โดยบริเวณเนื้อฟันที่ไม่มีท่อเนื้อฟัน (Nontubular dentin) จะไม่พบทีจีเอฟ-เบต้า1²⁹ และอายุเป็นปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณท่อเนื้อฟัน โดยอายุที่เพิ่มขึ้นจะมีการสะสมแร่ธาตุเพิ่มขึ้นทำให้จำนวนท่อเนื้อฟันลดลง³⁶ ซึ่งจะส่งผลต่อปริมาณเมทริกซ์โปรตีน (Matrix protein) ในเนื้อฟันรอบท่อ³⁷ การศึกษานี้จึงควบคุมช่วงอายุผู้ป่วยที่เป็นผู้บริจาคฟันซึ่งเป็นปัจจัยต้นที่อาจมีผลต่อปริมาณทีจีเอฟ-เบต้า1

ในการศึกษานี้ฟันที่ถูกถอนจะถูกนำมาเก็บไว้ในน้ำเกลือฟอสเฟตบัฟเฟอร์ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสไม่เกิน 2 วัน²⁶ เพื่อคงสภาพเนื้อฟันหลังถอนฟันให้มีองค์ประกอบเหมือนขณะอยู่ในช่องปาก หลีกเลี่ยงไม่ให้โกรทแฟคเตอร์ซึ่งสะสมอยู่ในเนื้อฟันถูกย่อยสลาย ซึ่งในระหว่างการพัฒนาของฟันโกรทแฟคเตอร์จะถูกสร้างและเก็บไว้ในเมทริกซ์ของเนื้อฟัน (Dentine matrix) โดยสร้างพันธะกับแร่ธาตุในเนื้อฟันในรูปแบบที่ไม่สามารถใช้งานได้ (Inactive form)³⁸ เพื่อหลีกเลี่ยงไม่ให้ถูกย่อยสลายและมีอายุได้นานขึ้นแต่ยังคงความสามารถในการส่งสัญญาณต่างๆ ได้ และจะถูกปลดปล่อยออกมาในรูปแบบที่ใช้งานได้ใหม่โดยสารที่ทำให้เกิดการละลายของแร่ธาตุในเนื้อฟัน (Demineralization agent) เช่น สารละลายยอดีทีเอ^{4,9,10} กรดซิตริก^{27,34} กรดฟอสฟอริก²⁷ และกรดแลคติกจากโรคฟันผุ³⁹

สารละลายยอดีทีเอถูกแนะนำให้ใช้ในงานรีเจนเนอเรทีฟเอ็นโดดอนติกส์^{13,14} เนื่องจากมีคุณสมบัติในการกำจัดสารอินทรีย์และแร่ธาตุที่อยู่ในคลองรากฟันโดยไปจับกับไอออนของโลหะที่มีประจุ 2+ หรือ 3+ เช่น แคลเซียม เมื่อสารละลายยอดีทีเอจับกับแคลเซียมแล้วจะเกิดเป็นโมเลกุลที่มีความเสถียรและจะหยุดกระบวนการละลายแร่ธาตุ^{11,12} ในการศึกษานี้ได้ออกแบบการล้างคลองรากฟันโดยล้างสารละลายยอดีทีเอเป็น

5 รอบ รอบละ 4 มิลลิลิตร เป็นเวลา 1 นาที ล้างติดต่อกันทันที ส่วนการล้างน้ำเกลือจะล้างปริมาณ 5 มิลลิลิตร เป็นเวลา 1 นาที เพื่อให้ใกล้เคียงกับการทำงานจริง และสามารถใช้กระบอกล้างคลองรากฟันขนาด 5 มิลลิลิตร เพื่อลดแรงดันในการล้างเมื่อใช้กระบอกขนาดใหญ่ อีกทั้งสามารถควบคุมเวลา กับปริมาณการล้างให้พอดีกันได้มากขึ้น ส่วนการใช้อุปกรณ์เสริมจะกำหนดวิธีการใช้ตามคำแนะนำของบริษัท^{21,28} หลังจากล้างคลองรากฟันจะทำการขับเคลื่อนรากฟันจนกระดาชักรวยแหลม 3 ตัวสุดท้ายแห้งสนิทเพื่อให้คลองรากฟันแห้งตามขบวนการทำรีเจนเนอเรทีฟ เอ็นโดดอนติกส์ อีกทั้งเพื่อไม่ให้ปริมาณทีจีเอฟ-เบต้า1 ที่อยู่ในน้ำยาล้างคลองรากฟัน^{4,18} ที่เหลืออยู่ส่งผลต่อผลการศึกษา

วิธีการเก็บตัวอย่างที่นำมาตรวจหาปริมาณทีจีเอฟ-เบต้า1 จะถูกปรับเปลี่ยนไปจากการศึกษาของ Chae และคณะ²⁷ โดยการศึกษาของ Chae และคณะ²⁷ จะนำตัวอย่างฟันที่เตรียมมาแล้วแช่ในสารตัวกลาง 1 มิลลิลิตร แล้วจึงนำมาหาปริมาณทีจีเอฟ-เบต้า1 ด้วยอีไลซา แต่ในการศึกษานี้จะนำสารตัวกลางใส่ในคลองรากฟันรอให้เกิดการปลดปล่อยทีจีเอฟ-เบต้า1 แล้วจึงดูดออกมาเจือจางให้มีปริมาณพอดีกับการใช้ทดสอบอีไลซา (100 ไมโครลิตร) ซึ่งวิธีการนี้จะช่วยลดอัตราส่วนการเจือจาง ทำให้สามารถหาอัตราส่วนการเจือจาง (Dilution factor) ได้ถูกต้องและพบปริมาณทีจีเอฟ-เบต้า1 ที่ถูกต้องมากกว่า

ผลการศึกษาพบว่าวิธีการล้างคลองรากฟันที่ต่างกันส่งผลต่อการปลดปล่อยทีจีเอฟ-เบต้า1 โดยกลุ่มที่ล้างคลองรากฟันด้วยสารละลายยอดีทีเอเพียงอย่างเดียวพบการปลดปล่อยของทีจีเอฟ-เบต้า1 มากที่สุด แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกลุ่มที่ล้างด้วยสารละลายยอดีทีเอตามด้วยน้ำเกลือ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Widbiller และคณะ¹⁸ ที่พบว่า การล้างน้ำเกลือหลังจากล้างด้วยสารละลายยอดีทีเอจะส่งผลให้ปริมาณทีจีเอฟ-เบต้า1 ลดลง อาจเนื่องมาจากน้ำเกลือที่เป็นตัวชะล้างทั้งสารละลายยอดีทีเอที่หลงเหลืออยู่และทีจีเอฟ-เบต้า1 ที่ถูกปลดปล่อยออกมา อีกทั้งน้ำเกลือไม่ได้เป็นสารที่ทำให้เกิดการละลายของแร่ธาตุในเนื้อฟัน จึงไม่สามารถละลายสารอินทรีย์และทำให้เกิดการปลดปล่อยโกรทแฟคเตอร์ได้²⁷ อย่างไรก็ตาม สารละลายยอดีทีเอมีความเป็นกรดและเป็นพิษต่อเซลล์มากกว่าน้ำเกลือ⁴⁰ อีกทั้งยังไปยับยั้งการสร้างเส้นใยในลิ้มเลือด⁴¹ และเพิ่มเวลาในการแข็งตัวของลิ้มเลือด (Clotting time)⁴² ดังนั้นการล้างน้ำเกลือเพื่อชะล้างสารละลายยอดีทีเอที่หลงเหลืออยู่แม้จะทำให้มีการปลดปล่อยทีจีเอฟ-เบต้า1 ลดลง แต่จะส่งผลดีทั้งต่อ

เซลล์ต้นกำเนิด^{15,16} และลิ้มเลือดที่เป็นโครงข่าย¹⁷ ทั้งสามารถส่งเสริมความมีชีวิต¹⁶ และการยึดเกาะของเซลล์¹⁵ ช่วยให้ลิ้มเลือดมีลักษณะของเส้นใยที่หนาแน่นกว่าและเซลล์เม็ดเลือดแดง (Erythrocyte) มีความปกติมากกว่า¹⁷

ระบบอัลตราโซนิคส์แบบไร้แรงเป็นอุปกรณ์ช่วยเสริมประสิทธิภาพการล้างคลองรากฟันโดยเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นคลื่นอัลตราโซนิคส์ ส่งผ่านพลังงานจากการสั่นไปยังไฟล์และน้ำยาล้างคลองรากฟันโดยที่ไม่มีการสัมผัสคลองรากฟันทำให้เกิดปรากฏการณ์อะคูสติกสตรีมมิงและเควิตേഷัน การเคลื่อนที่ของของเหลวจะส่งเสริมคุณสมบัติของสารละลายอีดีทีเอในการปลดปล่อยทีจีเอฟ-เบต้า¹⁶ โดยก่อให้เกิดการไหลเวียนของน้ำยาล้างคลองรากฟันเข้าไปในท่อเนื้อฟันในส่วนที่ลึกได้⁴³⁻⁴⁵ โดยจากการศึกษาของ Li และคณะ⁴⁵ พบว่าการใช้อุปกรณ์ระบบอัลตราโซนิคส์แบบไร้แรงเป็นอุปกรณ์เสริมในการล้างคลองรากฟัน สามารถกำจัดแบคทีเรียที่อยู่ลึกลงไปใต้เนื้อฟันได้เฉลี่ย 152 ไมโครเมตร ซึ่งการไหลเวียนของน้ำยาล้างคลองรากฟันเข้าไปในท่อเนื้อฟันจะช่วยเพิ่มพื้นที่ผิวที่สารละลายอีดีทีเอสัมผัสกับเนื้อฟันรอบท่อซึ่งเป็นแหล่งสะสมของทีจีเอฟ-เบต้า¹ จึงทำให้การศึกษานี้พบว่าการใช้อุปกรณ์เสริมด้วยระบบอัลตราโซนิคส์แบบไร้แรงร่วมกับขณะล้างด้วยสารละลายอีดีทีเอก่อนล้างตามด้วยน้ำเกลือจะช่วยส่งเสริมให้เกิดการปลดปล่อยของทีจีเอฟ-เบต้า¹ ได้เท่ากับการล้างด้วยสารละลายอีดีทีเอเพียงชนิดเดียว สอดคล้องกับการศึกษาที่ผ่านมา^{16,18,25} นอกจากนี้การศึกษาของ Aksel และคณะ¹⁶ ยังพบว่าการใช้ระบบอัลตราโซนิคส์แบบไร้แรงเป็นอุปกรณ์เสริมในขณะล้างคลองรากฟันจะช่วยเพิ่มความมีชีวิตของสเต็มเซลล์เนื้อเยื่อในโพรงฟัน (Dental pulp stem cells, DPSCs) โดยมีการเพิ่มจำนวนของเซลล์และเกิดการเคลื่อนย้ายของเซลล์เพิ่มขึ้น ซึ่งอาจจะเป็นผลมาจากทีจีเอฟ-เบต้า¹ ที่ส่งสัญญาณให้กับเซลล์ อย่างไรก็ตามผลการศึกษาในกลุ่มนี้มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานที่มากกว่ากลุ่มอื่น อาจเป็นผลเนื่องมาจากรูปร่างคลองรากฟันของแต่ละตัวอย่างมีความแตกต่างกัน ซึ่งถึงแม้การศึกษานี้มีการควบคุมขนาดและปริมาตรของคลองรากฟันแล้ว แต่การควบคุมรูปร่างของคลองรากฟันตัวอย่างที่เป็นฟันธรรมชาติให้มีลักษณะเหมือนกันทุกตัวอย่างนั้นเป็นไปได้ยาก จึงทำให้การไหลเวียนของน้ำยาในคลองรากฟันที่รูปร่างแตกต่างกันให้ผลลัพธ์ที่ต่างกัน²⁴

เอ็กซ์พีเอนโดฟินิชเซอร์เป็นไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมทำจากอัลลอยชนิดแมกซ์ไวร์ (Max wire alloy) เป็นอุปกรณ์เสริมอีกชนิดที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการล้างคลองรากฟัน^{19,20,23} ซึ่งเครื่องมือมีความยืดหยุ่นสูงและมีคุณสมบัติจำรูปร่าง (Shape-memory) โดยที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เครื่องมือจะอยู่ในวัฏภาคมาร์เทนไซต์ (Martensite phase) คือมีลักษณะเป็นเส้นตรง แต่เมื่อเครื่องมือเข้าไปในคลองรากฟันที่อุณหภูมิร่างกาย โลหะจะเปลี่ยนมาอยู่ในวัฏภาคออสเทนไนท์ (Austenite phase) ซึ่งจะมีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างเป็นเครื่องมือโค้งลักษณะคล้ายข้อ เมื่อเครื่องมือโค้งงอและเคลื่อนที่ขึ้นลงในคลองรากฟัน เครื่องมือจะสับเป็นวงกว้างเข้าไปสัมผัสกับผนังคลองรากฟันได้เป็นบริเวณกว้างทำให้ผนังคลองรากฟันสะอาดโดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างคลองรากฟันเดิม²²

จากการศึกษานี้การใช้เอ็กซ์พีเอนโดฟินิชเซอร์ร่วมด้วยขณะล้างด้วยสารละลายอีดีทีเอและตามด้วยน้ำเกลือ พบปริมาณทีจีเอฟ-เบต้า¹ ที่ปลดปล่อยออกมาน้อยกว่ากลุ่มที่ล้างด้วยสารละลายอีดีทีเอเพียงชนิดเดียวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อาจเนื่องมาจากกลไกการทำงานของเอ็กซ์พีเอนโดฟินิชเซอร์ที่อาศัยการสัมผัสของเครื่องมือกับผนังคลองรากฟันแต่ไม่ได้ส่งเสริมให้เกิดการไหลเวียนของน้ำยาล้างคลองรากฟันเข้าไปในท่อเนื้อฟันส่วนที่ลึกมากขึ้น โดยจากการศึกษาของ Azim และคณะ⁴⁶ พบว่าการล้างคลองรากฟันร่วมกับเอ็กซ์พีเอนโดฟินิชเซอร์จะสามารถกำจัดแบคทีเรียได้ดีในบริเวณคลองรากฟันหลักและส่วนต้นของท่อเนื้อฟันลึกไม่เกิน 50 ไมโครเมตร

การศึกษานี้เป็นการศึกษาในห้องปฏิบัติการ ที่ทำการจำลองฟันแท้ที่รากฟันเจริญสมบูรณ์ให้มีลักษณะปลายรากฟันเปิด เนื่องจากข้อจำกัดในการหาตัวอย่างฟัน ลักษณะของท่อเนื้อฟันจึงมีความแตกต่างกับฟันปลายรากเปิดที่เจริญไม่สมบูรณ์³⁶ อีกทั้งทีจีเอฟ-เบต้า¹ ที่วัดได้จากการศึกษานี้มาจากการปลดปล่อยจากผนังคลองรากฟันเท่านั้น ไม่ได้ทำการวัดปริมาณทีจีเอฟ-เบต้า¹ ที่อาจติดอยู่บนผนังคลองรากฟัน นอกจากนี้ผลการปลดปล่อยทีจีเอฟ-เบต้า¹ จากการศึกษานี้เป็นเพียงปัจจัยเบื้องต้นที่อาจส่งผลต่อความสำเร็จของกระบวนการรีजेเนอเรทีฟ เอ็นโดดอนติกส์ ดังนั้นควรมีการศึกษาต่อเนื่องถึงผลของวิธีการล้างคลองรากฟันต่อการเคลื่อนย้ายของเซลล์ การยึดเกาะของเซลล์ การเพิ่มจำนวนของเซลล์ และการเปลี่ยนแปลงสภาพของเซลล์ต้นกำเนิด ไปเป็นเซลล์ที่จำเพาะ ซึ่งเป็นสิ่งที่ต้องการให้เกิดอย่างแท้จริงในการทำรีजेเนอเรทีฟ เอ็นโดดอนติกส์

บทสรุป

ภายใต้ข้อจำกัดการวิจัยในห้องปฏิบัติการนี้ ในการล้างคลองรากฟันครั้งสุดท้ายของการทำรีเจเนอเรทีฟ เอ็นโดดอนติกส์ การล้างน้ำเกลือหลังการล้างด้วยสารละลายอีดีทีเอ ควรใช้ระบบอัลตราโซนิคส์แบบไร้แรงเป็นอุปกรณ์เสริมในขั้นตอนการล้างด้วยสารละลายอีดีทีเอ ซึ่งจะช่วยให้ส่งเสริมให้เกิดการปลดปล่อยของทีจีเอฟ-เบต้า1 จนมีปริมาณที่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการล้างด้วยสารละลายอีดีทีเอเพียงชนิดเดียว อย่างไรก็ตามการใช้เอ็กซ์พีเอนโดฟิโนเซอร์เป็นอุปกรณ์เสริมไม่ช่วยส่งเสริมให้เกิดการปลดปล่อยของทีจีเอฟ-เบต้า1

เอกสารอ้างอิง

1. Jeeruphan T, Jantararat J, Yanpiset K, Suwannapan L, Khewsawai P, Hargreaves KM. Mahidol Study 1: Comparison of radiographic and survival outcomes of immature teeth treated with either regenerative endodontic or apexification methods: A retrospective study. *J Endod* 2012;38(10):1330-6.
2. Diogenes A, Henry MA, Teixeira FB, Hargreaves KM. An update on clinical regenerative endodontics. *Endod Top* 2013;28(1):2-23.
3. Murray PE, Garcia-Godoy F, Hargreaves KM. Regenerative endodontics: A review of current status and a call for action. *J Endod* 2007;33(4):377-90.
4. Galler KM, Buchalla W, Hiller K-A, Federlin M, Eidt A, Schiefersteiner M, et al. Influence of root canal disinfectants on growth factor release from dentin. *J Endod* 2015;41(3):363-8.
5. Taipale J, Saharinen J, Keski-Oja J. Extracellular matrix-associated transforming growth factor-beta: role in cancer cell growth and invasion. *Adv Cancer Res* 1998;75:87-134.
6. Gomez-Sosa J, Caviedes-Bucheli J, Diaz-Barrera L, Munoz H. Gene expression of growth factors with angiogenic potential in human dental pulp tissue from teeth with complete and incomplete root development. *Int Endod J* 2019;52(12):1716-22.
7. Kwon SM, Kim SA, Yoon JH, Ahn SG. Transforming growth factor β 1-Induced heat shock protein 27 activation promotes migration of mouse dental papilla-derived MDPC-23 cells. *J Endod* 2010;36(8):1332-5.
8. Li Y, Lü X, Sun X, Bai S, Li S, Shi J. Odontoblast-like cell differentiation and dentin formation induced with TGF- β 1. *Arch Oral Biol* 2011;56(11):1221-9.
9. Gonçalves LF, Fernandes AP, Cosme-Silva L, Colombo FA, Martins NS, Oliveira TM, et al. Effect of EDTA on TGF- β 1 released from the dentin matrix and its influence on dental pulp stem cell migration. *Braz Oral Res* 2016;30(1):e131-7.
10. Zeng Q, Nguyen S, Zhang H, Chebrolu HP, Alzebedeh D, Badi MA, et al. Release of growth factors into root canal by irrigations in regenerative endodontics. *J Endod* 2016;42(12):1760-6.
11. Hülsmann M, Heckendorff M, Lennon Á. Chelating agents in root canal treatment: mode of action and indications for their use. *Int Endod J* 2003;36(12):810-30.
12. Yamada RS, Armas A, Goldman M, Lin PS. A scanning electron microscopic comparison of a high volume final flush with several irrigating solutions: Part 3. *J Endod* 1983;9(4):137-42.
13. American Association of Endodontists. Clinical considerations for a regenerative procedure. Revised 5/18/2021. Available from: <https://f3f142zs0k2w1kg84k5p9i1o-wpengine.netdna-ssl.com/specialty/wp-content/uploads/sites/2/2021/08/ClinicalConsiderationsApprovedByREC062921.pdf>.
14. Galler KM, Krastl G, Simon S, Van Gorp G, Meschi N, Vahedi B, et al. European society of endodontology position statement: revitalization procedures. *Int Endod J* 2016;49(8):717-23.
15. Prompreecha S, Sastraruji T, Louwakul P, Srisuwan T. Dynamic irrigation promotes apical papilla cell attachment in an *Ex Vivo* immature root canal model. *J Endod* 2018;44(5):744-50.

16. Aksel H, Albanyan H, Bosaid F, Azim AA. Dentin conditioning protocol for regenerative endodontic procedures. *J Endod* 2020;46(8):1099-104.
17. Taweewattanapaisan P, Jantararat J, Ounjai P, Janebodin K. The effects of EDTA on blood clot in regenerative endodontic procedures. *J Endod* 2019;45(3):281-6.
18. Widbiller M, Eidt A, Hiller KA, Buchalla W, Schmalz G, Galler KM. Ultrasonic activation of irrigants increases growth factor release from human dentine. *Clin Oral Investig* 2017;21(3):879-88.
19. Bao P, Shen Y, Lin J, Haapasalo M. *In vitro* efficacy of XP-endo finisher with 2 different protocols on biofilm removal from apical root canals. *J Endod* 2017;43(2):321-5.
20. Elnaghy AM, Mandorah A, Elsaka SE. Effectiveness of xp-endo finisher, endoActivator, and file agitation on debris and smear layer removal in curved root canals: a comparative study. *Odontology* 2017;105(2):178-83.
21. XP-endo Finisher and Finisher R- Instructions for use [Internet]. Available from: <https://www.fkg.ch/products/endodontics/canal-shaping-and-cleaning/xp-endo-finisher>.
22. Gavini G, Santos Md, Caldeira CL, Machado MEdL, Freire LG, Iglecias EF, et al. Nickel-titanium instruments in endodontics: a concise review of the state of the art. *Braz Oral Res* 2018; 32(suppl 1):44-65.
23. Keskin C, Sariyilmaz E, Sariyilmaz Ö. Efficacy of XP-endo Finisher file in removing calcium hydroxide from simulated internal resorption cavity. *J Endod* 2017;43(1):126-30.
24. Van der Sluis L, Versluis M, Wu M, Wesselink P. Passive ultrasonic irrigation of the root canal: a review of the literature. *Int Endod J* 2007; 40(6):415-26.
25. Hancerliogullari D, Erdemir A, Kisa U. The effect of different irrigation solutions and activation techniques on the expression of growth factors from dentine of extracted teeth. *Int Endod J* 2021;54(10):1915-24.
26. Sirisha K, Tanikonda R, Shankar Y R, Kumar P. Validity of bond strength tests: A critical review- Part I. *J Conserv Dent* 2014;17(4):305-11.
27. Chae Y, Yang M, Kim J. Release of TGF- β 1 into root canals with various final irrigants in regenerative endodontics: an in vitro analysis. *Int Endod J* 2018;51(12):1389-97.
28. Irrisafe ultrasonic irrigation [Internet]. Available from: https://www.endoexperience.com/documents/Irrisafe_D43801_R2_Eng.pdf.
29. Ivica A, Deari S, Patcas R, Weber FE, Zehnder M. Transforming growth factor beta 1 distribution and content in the root dentin of young mature and immature human premolars. *J Endod* 2020;46(5):641-7.
30. Cassidy N, Fahey M, Prime S, Smith A. Comparative analysis of transforming growth factor- β isoforms 1–3 in human and rabbit dentine matrices. *Arch Oral Biol* 1997;42(3):219-23.
31. Finkelman RD, Mohan S, Jennings JC, Taylor AK, Jepsen S, Baylink DJ. Quantitation of growth factors IGF-I, SGF/IGF-II, and TGF- β in human dentin. *J Bone Miner Res* 1990;5(7):717-23.
32. Roberts-Clark D, Smith A. Angiogenic growth factors in human dentine matrix. *Arch Oral Biol* 2000;45(11):1013-6.
33. Sadaghiani L, Gleeson HB, Youde S, Waddington RJ, Lynch CD, Sloan AJ. Growth factor liberation and DPSC response following dentine conditioning. *J Dent Res* 2016;95(11):1298-307.
34. Ivica A, Zehnder M, Mateos JM, Ghayor C, Weber FE. Biomimetic conditioning of human dentin using citric acid. *J Endod* 2019;45(1):45-50.

35. Cvek M. Prognosis of luxated non-vital maxillary incisors treated with calcium hydroxide and filled with gutta-percha. A retrospective clinical study. *Endod Dent Traumatol* 1992;8(2):45-55.
36. Carrigan PJ, Morse DR, Furst ML, Sinai IH. A scanning electron microscopic evaluation of human dentinal tubules according to age and location. *J Endod* 1984;10(8):359-63.
37. Carda C, Peydro A. Ultrastructural patterns of human dentinal tubules, odontoblasts processes and nerve fibres. *Tissue Cell* 2006;38(2):141-50.
38. Smith AJ, Scheven BA, Takahashi Y, Ferracane JL, Shelton RM, Cooper PR. Dentine as a bioactive extracellular matrix. *Arch Oral Biol* 2012;57(2):109-21.
39. Magloire H, Romeas A, Melin M, Couble M-L, Bleicher F, Farges J-C. Molecular regulation of odontoblast activity under dentin injury. *Adv Dent Res* 2001;15(1):46-50.
40. Malheiros C, Marques M, Gavini G. *In vitro* evaluation of the cytotoxic effects of acid solutions used as canal irrigants. *J Endod* 2005;31(10):746-8.
41. Hardy JJ, Carrell NA, McDonagh J. Calcium ion functions in fibrinogen conversion to fibrin. *Ann N Y Acad Sci* 1983;408(1):279-87.
42. Blombäck B, Blombäck M, Laurent TC, Pertoft H. Effect of EDTA on fibrinogen. *Biochim Biophys Acta* 1966;127(2):560-2.
43. Faria G, Viola K, Coaguila-Llerena H, Oliveira L, Leonardo R, Aranda-García A, et al. Penetration of sodium hypochlorite into root canal dentine: effect of surfactants, gel form and passive ultrasonic irrigation. *Int Endod J* 2019;52(3):385-92.
44. Galler K, Grubmüller V, Schlichting R, Widbiller M, Eidt A, Schuller C, et al. Penetration depth of irrigants into root dentine after sonic, ultrasonic and photoacoustic activation. *Int Endod J* 2019; 52(8):1210-7.
45. Li Q, Zhang Q, Zou X, Yue L. Evaluation of four final irrigation protocols for cleaning root canal walls. *Int J Oral Sci* 2020;12(1):1-6.
46. Azim AA, Aksel H, Zhuang T, Mashtare T, Babu JP, Huang GT-J. Efficacy of 4 irrigation protocols in killing bacteria colonized in dentinal tubules examined by a novel confocal laser scanning microscope analysis. *J Endod* 2016;42(6):928-34.

ผู้รับผิดชอบบทความ

พีรพร ทวีวัฒนไพศาล

ภาควิชาทันตกรรมอนุรักษ์และทันตกรรมประดิษฐ์

คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

เขตวัฒนา กรุงเทพฯ 10110

โทรศัพท์ : 02 649 5000

จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ : peraporn@g.swu.ac.th

The Effect of EDTA with Different Irrigation Protocols to Transforming Growth Factor- β 1 Released from Root Canal Dentin

Wongwitdecha C* Taweewattanapaisan P** Piyachon C**

Abstract

The Objective of this study is to evaluate effects of irrigation protocols to transforming growth factor-beta1 (TGF- β 1) released from root canal dentin. Extracted human mandibular premolars (N=37) of aged 16- to 25-year-old were prepared to simulate open apex teeth. Specimens were divided into 4 experimental groups which were irrigated with one of the following protocols: group 1; 17% EDTA followed by NSS, group 2; 17% EDTA with PUI activation followed by NSS, group 3; 17% EDTA with XP-endo Finisher followed by NSS, group 4; 17% EDTA and a specimen was prepared for negative control. The amount of TGF- β 1 released from root canal wall were quantified by enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA). The data were analyzed statistically using one-way analysis of variance and Tukey's test ($P<0.05$). Results showed that the greatest amount of TGF- β 1 were observed in group 4 ($1,341.57\pm419.46$ pg/ml), followed by group 2 (1010.75 ± 728.34 pg/ml) with no significant difference. The least amount of TGF- β 1 were found in group 1 (656.61 ± 454.47 pg/ml) and group 3 (685.78 ± 318.47 pg/ml). Under the conditions of this study, it was concluded that the most effective irrigation protocol that enhanced TGF- β 1 released from root canal dentin in regenerative endodontic procedure was 17% EDTA irrigation. The latter irrigation with NSS showed a comparative efficiency to 17% EDTA irrigation when PUI activation of EDTA was used.

Keywords: Regenerative Endodontics/ EDTA/ Transforming growth factor-beta1/ Irrigation protocol/ Passive ultrasonic irrigation/ XP-endo Finisher

Corresponding Author

Peerapohn Taweewattanapaisan
Department of Conservative Dentistry and Prosthodontics,
Faculty of Dentistry, Srinakharinwirot University,
Wattana, Bangkok 10110.
Tel.: +66 2 649 5000
Email: peraporn@g.swu.ac.th

* Graduate Student, Department of Conservative Dentistry and Prosthodontics, Faculty of Dentistry, Srinakharinwirot University, Bangkok.

** Department of Conservative Dentistry and Prosthodontics, Faculty of Dentistry, Srinakharinwirot University, Bangkok.

ผลของโปรแกรมแชทบอทสร้างเสริมสุขภาพช่องปาก ต่อความรู้ในการดูแลสุขภาพช่องปากของผู้สูงอายุ

สุกัศ วงษ์รัตน์* จริญญา หุ่นศรีสกุล** อัจฉรา วัฒนาภา* เดชา วรรณพาทูล***

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและประเมินโปรแกรมแชทบอทสร้างเสริมสุขภาพช่องปากสำหรับผู้สูงอายุต่อความรู้ในการดูแลสุขภาพช่องปาก ออกแบบเป็นกลุ่มวิจัยกึ่งทดลอง กลุ่มตัวอย่างคือ ผู้สูงอายุในโรงเรียนผู้สูงอายุบ้านสวน อ.เมือง จ.ชลบุรี จำนวน 57 คน ทำการศึกษาระหว่างเดือนธันวาคม 2564 - มีนาคม 2565 ใช้กระบวนการพัฒนาและปรับปรุงแชทบอทให้มีความรู้ด้านสุขภาพช่องปากสำหรับผู้สูงอายุที่สร้างด้วยแพลตฟอร์มแชทฟูลเอเลผ่านช่องทางเฟซบุ๊กเมสเซนเจอร์ ชื่อ แชทบอทวัยเก๋า สุขกายสบายปาก มีการประเมินระดับความรู้ด้านการดูแลสุขภาพช่องปากผ่านการสัมภาษณ์เทียบก่อนและหลังการใช้แชทบอท 14 วัน และประเมินความพึงพอใจต่อการใช้งานแชทบอท วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และแพร่ ซิมเปิล ที เทสต์ พบว่าผู้เข้าร่วมวิจัยส่วนใหญ่เป็นเพศหญิงร้อยละ 81 อายุเฉลี่ย 67 ปี ภายหลังได้รับโปรแกรมแชทบอทต่อเนื่อง 14 วัน มีผู้เล่นครบทุกวัน ร้อยละ 63.2 เวลาเล่นเฉลี่ย 11 วัน โดยผู้สูงอายุสามารถตอบคำถามด้านการดูแลสุขภาพช่องปากได้ถูกต้องเพิ่มขึ้นในทุกหัวข้อและมีคะแนนเฉลี่ยความรู้ด้านสุขภาพช่องปากก่อนและหลังได้รับโปรแกรมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ก่อน 7.53 ± 1.81 หลัง 9.72 ± 1.60 คะแนน) ($P < 0.001$) มีความพึงพอใจต่อแชทบอทระดับดีมากทุกหัวข้อ (คะแนนเฉลี่ย 4.63 ± 0.27) หัวข้อพึงพอใจสูงที่สุดได้แก่ เนื้อหาภายในแชทบอท สามารถนำไปใช้ได้จริงในชีวิตประจำวัน ด้านอุปสรรคในการใช้งานพบว่าผู้สูงอายุมีปัญหาในการอ่านข้อความ การกดปุ่มตัวเลือก และความไม่ต่อเนื่องในการแจ้งเตือนของแชทบอท สรุปได้ว่า โปรแกรมแชทบอทสามารถส่งเสริมให้ผู้สูงอายุมีความรู้ในการดูแลสุขภาพช่องปากมากขึ้น โดยมีความพึงพอใจในการใช้งานอยู่ในระดับดีมาก จึงควรมีการพัฒนาแชทบอทเพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในการดูแลสุขภาพช่องปากของผู้สูงอายุในชุมชนต่อไป

คำไชรหัส : โปรแกรมแชทบอท/ การส่งเสริมสุขภาพช่องปาก/ ผู้สูงอายุ/ ความรู้/ ทักษะสุขภาพ

Received: Mar 30, 2022

Revised: Sep 27, 2022

Accepted: Oct 04, 2022

บทนำ

วัยสูงอายุเป็นวัยที่สรีระทางด้านร่างกายมีการเปลี่ยนแปลงไปในทางเสื่อมถอย นำไปสู่ปัญหาสุขภาพร่างกายและสุขภาพช่องปาก จากผลการตรวจสุขภาพช่องปากในโรงเรียนผู้สูงอายุบ้านสวน อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี จำนวน 244 คน ปี พ.ศ. 2563¹ พบว่า ผู้สูงอายุมีจำนวนฟันที่สามารถใช้งานได้เฉลี่ย 14.9 ซี่/คน ซึ่งมีค่าน้อยกว่าผลสำรวจสภาวะสุขภาพช่องปากครั้งที่ 8 ที่พบว่ากลุ่มวัย 60-74 ปี มีค่าเฉลี่ยฟันถาวรในช่องปาก 18.6 ซี่/คน² โดยปัญหาการสูญเสียฟันนั้นส่งผลกระทบต่อคุณภาพด้านการบดเคี้ยวอย่างมาก นอกจากนี้ยังพบปัญหาภาวะปากแห้งน้ำลายน้อยสูงถึงร้อยละ 49 ที่เป็นปัจจัยส่งเสริมให้เกิดโรคฟันผุ โรคปริทันต์ และเชื้อราในช่องปากได้³ ประสาทสัมผัสช่องปากและการเคลื่อนไหวของลิ้นที่ลดลง ส่งผลให้ผู้สูงอายุมีปัญหาในการกลืนและเกิดการสำลักอาหารได้ง่าย⁴ ซึ่งปัญหาเหล่านี้ล้วนส่งผลกระทบต่อคุณภาพชีวิตของผู้สูงอายุทั้งทางด้านร่างกายและจิตใจ การดูแลสุขภาพช่องปากร่วมไปกับการฟื้นฟูการทำหน้าที่ของช่องปากจึงเป็นสิ่งสำคัญ

ในปัจจุบันการใช้สื่ออินเทอร์เน็ตของผู้สูงอายุไทยมีแนวโน้มสูงขึ้น โดยพบว่าผู้สูงอายุนิยมใช้ไลน์และเฟซบุ๊กเพื่อการติดต่อสื่อสารและรับข่าวสาร ร้อยละ 50 และ 16 ตามลำดับ⁵ แชทบอท (Chatbot) เป็นระบบจำลองการโต้ตอบตามธรรมชาติของปัญญาประดิษฐ์ ถูกสร้างเพื่อให้ช่วยสนทนาแทนมนุษย์ ซึ่งถูกนำมาใช้ประโยชน์ทางการดูแลสุขภาพมากขึ้น เป็นอีกช่องทางหนึ่งที่น่าสนใจในการเข้าถึงข้อมูลการดูแลสุขภาพช่องปากของผู้สูงอายุ โดยจากการศึกษาที่ผ่านมา^{6,7,8,9} ได้มีการนำแชทบอทมาใช้ในการแพทย์ การประเมินโรคทางระบบของผู้สูงอายุ ไปจนถึงการส่งเสริมสุขภาพร่างกายในผู้ป่วยมะเร็ง การฟื้นฟูผู้ที่มีภาวะสมาธิสั้นหรือซึมเศร้า เป็นต้น ซึ่งทำให้การให้บริการข้อมูลสุขภาพ มีความสะดวกรวดเร็วตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้ในยุคดิจิทัล ผู้ใช้งานส่วนใหญ่มีความพึงพอใจ และให้ผลลัพธ์ทางสุขภาพที่ดีขึ้นได้ นอกจากนี้แชทบอทยังมีจุดเด่นในด้านการมีปฏิสัมพันธ์ทางอารมณ์ที่ดีกับผู้ป่วย การประหยัดค่าใช้จ่ายในการพบแพทย์ และสามารถเอื้อให้เกิด

* สาขาวิชาทันตกรรมป้องกัน คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ จังหวัดสงขลา

** หน่วยวิจัยเพื่อการพัฒนาการดูแลสุขภาพช่องปาก สาขาวิชาทันตกรรมป้องกัน คณะทันตแพทยศาสตร์มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ จังหวัดสงขลา

*** กลุ่มวิจัยและวิเทศสัมพันธ์ วิทยาลัยการสาธารณสุขสิรินธรจังหวัดชลบุรี จังหวัดชลบุรี

การเปลี่ยนแปลงทางสุขภาพโดยทั่วไปของผู้ป่วยได้เป็นอย่างดี ทั้งนี้ในประเทศไทยนั้น พบว่ามีการพัฒนาโปรแกรมแซทบอท 21 วันฟันดีผ่านช่องทางเฟซบุ๊กแมสเซนเจอร์ร่วมกับการฝึกแปรงฟันในหุ่นจำลอง ใช้สำหรับการสร้างเสริมสุขภาพช่องปากของเด็กเล็ก โดยผู้ดูแลเด็กในพื้นที่ภาคใต้พบว่าเกิดผลการเปลี่ยนแปลงด้านความสะอาดของช่องปากเด็กได้และผู้ใช้งานมีความพึงพอใจต่อแซทบอทในระดับที่สูง¹⁰ อย่างไรก็ตามการพัฒนาโปรแกรมแซทบอทด้านการดูแลสุขภาพช่องปากในกลุ่มวัยสูงอายุ พบว่ายังไม่มีการศึกษามาก่อนการศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและประเมินโปรแกรมแซทบอทที่เหมาะสมสำหรับผู้สูงอายุกลุ่มที่สามารถพึ่งพาตนเองได้ในชุมชน เพื่อให้ผู้สูงอายุได้รับความรู้ความเข้าใจด้านการดูแลสุขภาพช่องปากอย่างถูกต้อง รวมถึงได้รับการป้องกันการเกิดโรคในระยะเริ่มต้นโดยมุ่งเน้นที่การดูแลสุขภาพช่องปากผู้สูงอายุผ่านแซทบอท เพื่อการมีสุขภาวะที่ดีต่อไปในอนาคต

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษานี้เป็นการวิจัยและการพัฒนา (Research and Development) ร่วมกับการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-Experimental Research) ทำการศึกษาระหว่างเดือนธันวาคม 2564 - มีนาคม 2565 และได้รับการอนุมัติจริยธรรมการวิจัยจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ วิทยาลัยการสาธารณสุขสิรินธรจังหวัดชลบุรี เลขที่จริยธรรม 2022/T17

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ประชากรที่ใช้ในการศึกษา คือ ผู้สูงอายุในโรงเรียนผู้สูงอายุนบ้านสวน อำเภอมือง จังหวัดชลบุรี จำนวน 5 แห่ง ใช้สูตรคำนวณกลุ่มตัวอย่างโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป G*Power ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 ค่า Effect size จากการทำ pilot study เท่ากับ 0.49 (คะแนนเฉลี่ยความรู้ก่อน-หลัง เท่ากับ 6.5 ± 1.54 และ 7.24 ± 1.45 ตามลำดับ) และอำนาจการทดสอบร้อยละ 95 ได้จำนวนกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ 47 คน และจากงานวิจัยที่ผ่านมาพบอัตราการออกกลางคันระหว่างศึกษาร้อยละ 20⁹ คิดเป็น $20/100 \times 47$ คน = 10 คน ดังนั้น จึงได้จำนวนกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ 57 คน ผู้วิจัยใช้วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่าง ผ่านการประชาสัมพันธ์ในโรงเรียนผู้สูงอายุ โดยกำหนดเกณฑ์การคัดเข้า (Inclusion criteria) คือ เป็นผู้มีอายุมากกว่าหรือเท่ากับ 60 ปี สามารถฟัง พูด อ่านและพิมพ์ภาษาไทยได้ มีโทรศัพท์อัจฉริยะ (Smartphone) ที่เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตได้อย่างน้อยวันละ 30 นาที และเป็นผู้ใช้เฟซบุ๊ก (Facebook) เกณฑ์การคัดออก (Exclusion criteria) คือผู้สูงอายุไม่สามารถเข้าร่วมกิจกรรมได้ตามเวลาที่กำหนด

การดำเนินการวิจัย แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 การสร้างและพัฒนาโปรแกรมแซทบอท

ส่งเสริมสุขภาพช่องปากผู้สูงอายุ

1. วิเคราะห์สาเหตุและปัญหาสุขภาพช่องปากของผู้สูงอายุร่วมกับทีมทันตบุคลากรจำนวน 3 คน แกนนำผู้สูงอายุจำนวน 10 คน และเจ้าหน้าที่เทศบาลบ้านสวนจำนวน 2 คน เพื่อนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจมากำหนดเนื้อหาภายในแซทบอท

2. ศึกษาหลักการทำแซทบอทออกแบบเนื้อหา และสื่อร่วมกับแกนนำผู้สูงอายุในโรงเรียนผู้สูงอายุโดยใช้กระบวนการมีส่วนร่วมตั้งแต่ขั้นตอนการออกแบบแซทบอท จนถึงรูปแบบการประเมินผล เครื่องมือในการสร้างแซทบอท ผู้วิจัยเลือกใช้แชทฟิวเอล (Chatfuel) เนื่องจากเป็นแพลตฟอร์มที่นิยมใช้ในการสร้างแซทบอทสูงที่สุด แก้ไขได้ง่าย มีระบบการเชื่อมต่อที่ดีและสามารถถ่ายโอนข้อมูลได้อย่างรวดเร็ว โดยโปรแกรมแซทบอทส่งเสริมสุขภาพช่องปากผู้สูงอายุสื่อสารผ่านช่องทางออนไลน์เฟซบุ๊กแมสเซนเจอร์ (Facebook messenger) โดยมีชื่อเพจว่า “วัยเก๋า สุขกาย สบายปาก” (รูปที่ 1) กำหนดเนื้อหาจากการรวบรวมข้อมูลทางวิชาการร่วมกับวิเคราะห์ความต้องการของกลุ่มเป้าหมายจากการสัมภาษณ์ตัวแทนผู้สูงอายุ รวมถึงปรับปรุงรูปแบบสื่อจากการศึกษาของ Wongworasun และคณะ¹ ร่วมกับการนำทฤษฎีแรงจูงใจเพื่อการป้องกันโรค (Protection-motivation theory) และการสัมภาษณ์แบบสร้างแรงจูงใจ (Motivational interviewing) มาใช้ในการออกแบบบทสนทนาและการไหลของข้อมูล นำเสนอเนื้อหาในรูปแบบสื่ออินโฟกราฟิกและวิดีโอเพื่อเพิ่มความเข้าใจในข้อความและเพิ่มแรงจูงใจในการทำงานแก่ผู้สูงอายุ โดยบทสนทนาเป็นการให้ความรู้เกี่ยวกับสุขภาพช่องปาก 11 หัวข้อ ประกอบด้วย ความสำคัญของสุขภาพฟันต่อร่างกาย การตรวจฟันผุด้วยตนเอง อาการเสียวฟันและการรักษา ปัญหาหินปูน การเลือกยาสีฟัน แปรงฟันสูตร 2-2-2 การทำความสะอาดซอกฟัน การดูแลฟันเทียม การประเมินปัญหาการบดเคี้ยว อาการปากแห้งน้ำลายน้อย และการฟื้นฟูภาวะกลืนลำบาก ควบคุมคุณภาพการสร้างแซทบอทโดยผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความถูกต้องของเนื้อหาจำนวน 2 ท่าน ประเมินและปรับปรุงแก้ไขสื่อเป็นระยะก่อนเริ่มใช้งานจริงโดยมีการทดลองใช้งานกับผู้สูงอายุในโรงเรียนผู้สูงอายุเทศบาลเมืองชลบุรีจำนวน 10 คน โดยเป็นคนละกลุ่มกับกลุ่มตัวอย่างและนำมาปรับปรุงเป็นชุดที่ใช้จริง

ส่วนที่ 2 การนำโปรแกรมไปใช้และการวัดผล

1. ประเมินความรู้ด้านการดูแลสุขภาพช่องปาก ผู้สูงอายุก่อนเริ่มใช้งานแชทบอท โดยการสัมภาษณ์ กรณีที่ผู้สูงอายุร่วมกิจกรรมทางออนไลน์ จะใช้การทำแบบทดสอบผ่านกูเกิ้ลฟอร์ม (Google form) แบบสัมภาษณ์ ประกอบด้วย ข้อคำถามความรู้ด้านการดูแลสุขภาพช่องปากประเภทเลือกตอบแบบถูก-ผิด 12 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน (0-12 คะแนน) โดยคำถามมาจากเนื้อหาด้านการดูแลสุขภาพช่องปากที่นำเสนอภายในแชทบอท ดังที่ระบุไว้ในขั้นตอนดำเนินการวิจัย

2. ทีมผู้วิจัยแนะนำวิธีการใช้งานโปรแกรม “แชทบอทวัยเก๋า สุขกายสบายปาก” ผ่านช่องทางเฟซบุ๊กแอสเซนเจอร์ รวมถึงวิธีการบันทึกรูปภาพ การเปิดวิดีโอทัศนบนโทรศัพท์อัจฉริยะของผู้สูงอายุแต่ละรายโดยตรงจนผู้สูงอายุสามารถทำได้ด้วยตนเอง ใช้เวลาเล่น 5-15 นาที/วัน วันละ 1 ชุด (Session) ติดต่อกันเป็นเวลา 14 วัน

3. ติดตามผลผู้สูงอายุภายหลังการใช้โปรแกรมแชทบอท โดยใช้แบบประเมินความรู้ด้านการดูแลสุขภาพช่องปากชุดเดิม และสอบถามปัญหาอุปสรรคในการใช้งานสิ่งที่ชื่นชอบ สิ่งที่ควรปรับปรุงในแชทบอท โดยการสัมภาษณ์โดยตรง/ทางโทรศัพท์ หรือการทำแบบสอบถามทางกูเกิ้ลฟอร์ม ร่วมกับสอบถามหัวข้อความรู้ที่ผู้สูงอายุประเมินตัวเองว่าเข้าใจ หรือสามารถทำได้มากขึ้นภายหลังการเล่นแชทบอท โดยเก็บข้อมูลผ่านการพูดคุยในแชทบอทวันที่ 14

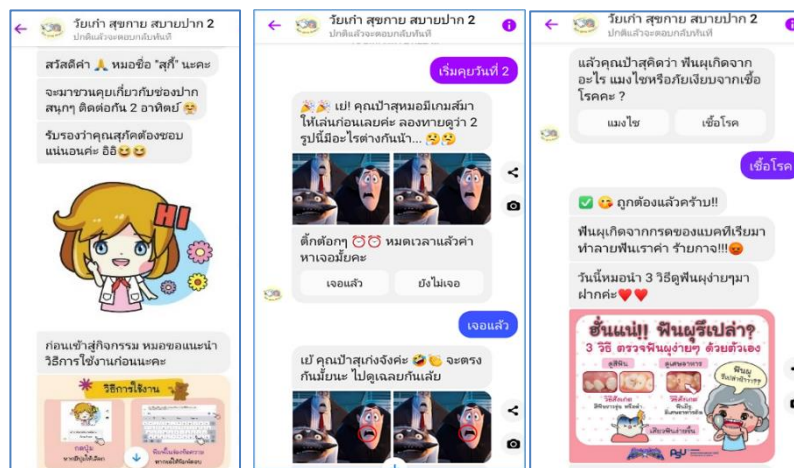
4. ประเมินความพึงพอใจของผู้สูงอายุภายหลังการใช้งานแชทบอท โดยการสัมภาษณ์โดยตรง/ทางโทรศัพท์ หรือการทำแบบสอบถามทางกูเกิ้ลฟอร์ม ช่วงระยะเวลาในการสัมภาษณ์ 1-2 สัปดาห์ ภายหลังจากผู้สูงอายุใช้งานแชทบอทครบ 14 วัน โดยแบบประเมินประกอบด้วย ความพึงพอใจด้านการออกแบบแชทบอท 5 ข้อ และด้านเนื้อหา 6 ข้อ ประยุกต์การประเมินช่วงคะแนนเฉลี่ยตามเกณฑ์ของเบสท์ (Best)¹¹ แบ่งเป็น 5 ระดับ (มากที่สุด-น้อยที่สุด) คะแนนเฉลี่ยแต่ละขั้นเท่ากับ 1.33

การควบคุมคุณภาพการวิจัย ผู้วิจัยมีการตรวจสอบความตรงด้านเนื้อหา (Content validity) ของแบบสัมภาษณ์ โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน และจากการทำแบบสัมภาษณ์ในผู้สูงอายุจำนวน 10 ราย (สัมภาษณ์โดยทันตแพทย์ 3 ราย และนักศึกษาหลักสูตรทันตสาธารณสุขชั้นปีที่ 4 10 ราย) ได้ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (Cronbach's alpha coefficient) 0.71 และได้มีการปรับมาตรฐานการสัมภาษณ์ร่วมกันก่อนเก็บข้อมูลจริง

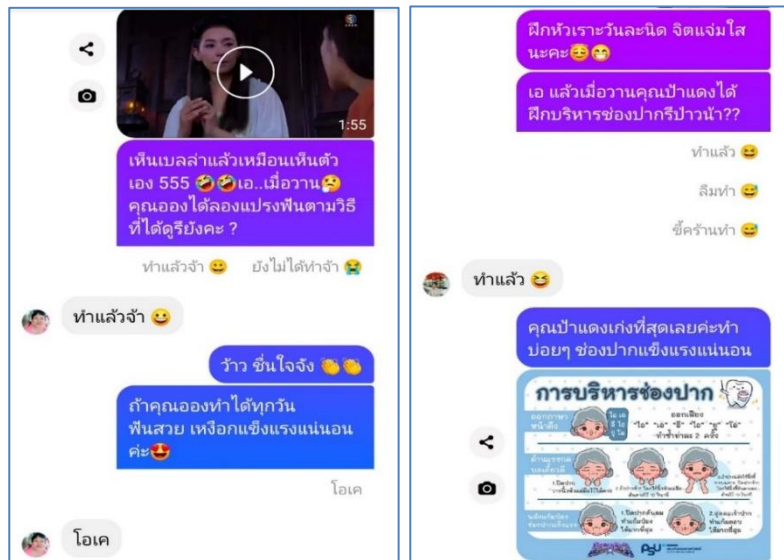
การจัดการและวิเคราะห์ข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม SPSS โดยใช้สถิติเชิงพรรณนาสำหรับข้อมูลทั่วไป ความรู้ด้านการดูแลสุขภาพช่องปากและความพึงพอใจต่อการใช้งานแชทบอทของผู้สูงอายุ สถิติที่ใช้คือ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน วิเคราะห์เปรียบเทียบความรู้ด้านการดูแลสุขภาพช่องปากผู้สูงอายุก่อนและหลังการใช้งานแชทบอทด้วยสถิติการทดสอบค่าที (Paired t-test) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ผล

ผลการพัฒนาโปรแกรมแชทบอทสร้างเสริมสุขภาพช่องปากผู้สูงอายุ จากการพัฒนาโปรแกรม ได้แชทบอท 1 เรื่อง ภายใต้อินเตอร์เฟซแพลตฟอร์ม โดยเป็นลักษณะการไหลเวียนของข้อความ/เนื้อหาตามการกำหนดล่วงหน้า (Rule-based chatbot) ที่ออกแบบลักษณะการพูดคุย และสื่อในรูปแบบต่าง ๆ อาทิ ข้อความ อินโฟกราฟฟิก วิดีทัศน์ เกม หรือเป็นข้อคำถาม ตัวเลือกที่กำหนดมาให้แล้วหลายตัวเลือกและผู้เล่นสามารถเลือกตอบได้โดยใช้ปุ่มกดหรือพิมพ์ตามที่กำหนด ระบบจะแสดงผลลัพธ์ผ่านระบบโต้ตอบอัตโนมัติพร้อมให้ทราบว่าคำตอบนั้นถูกหรือผิด หรือตอบสนองต่อเนื่องจากคำตอบที่เลือกแล้ว (รูปที่ 1) รวมถึงมีการเพิ่มข้อความหรือสื่อต่าง ๆ ให้กำลังใจแก่ผู้สูงอายุเพื่อสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้ต่อไป (รูปที่ 2) ทั้งนี้จะเป็นการจัดส่งข้อความในเฟซบุ๊กแอสเซนเจอร์ผ่านเฟซบุ๊กเพจ “วัยเก๋า สุขกายสบายปาก” โดยผู้สูงอายุจะได้รับเนื้อหาที่แตกต่างในแต่ละวันติดต่อกันเป็นเวลา 14 วัน โดยสามารถมาดูเนื้อหาย้อนหลังเพื่อเรียนรู้ซ้ำได้



รูปที่ 1 ตัวอย่างลักษณะโปรแกรมแชทบอทส่งเสริมสุขภาพช่องปากผู้สูงอายุ ในเฟซบุ๊กแมสเซนเจอร์
Figure 1 Example of oral health promoting chatbot flow for the elderly in Facebook messenger



รูปที่ 2 ข้อความให้กำลังใจและสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้แก่ผู้สูงอายุในแชทบอทในแต่ละวัน
Figure 2 Friendly and motivating messages for the elderly in daily chatbot flow

ผลการประเมินความรู้ด้านการดูแลสุขภาพช่องปาก และความพึงพอใจต่อการใช้งานแชทบอทของผู้สูงอายุ ใน การศึกษานี้มีผู้สูงอายุที่ยินยอมเข้าร่วมโปรแกรมแชทบอทและ ผ่านเกณฑ์คัดเข้า จำนวน 57 คน และคงอยู่ครบกระบวนการ เมื่อสิ้นสุดการศึกษาทุกคน ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิงร้อยละ 81 โดย เป็นผู้เข้าร่วมกิจกรรมในโรงเรียนผู้สูงอายุ 40 คน และผู้ร่วม กิจกรรมผ่านช่องทางออนไลน์ 17 คน ผู้สูงอายุมีอายุเฉลี่ย 67 ± 4.52 ปี ส่วนใหญ่มีอายุ 60-69 ปี ร้อยละ 72 รองลงมาคือ ช่วงอายุ 70-79 ปี ร้อยละ 19 และอายุ 80 ปีขึ้นไป ร้อยละ 9 จากข้อมูลการใช้งานโปรแกรมพบว่าผู้สูงอายุเล่นแชทบอทได้

ครบ 14 วัน ร้อยละ 63.2 โดยมีค่าเฉลี่ยจำนวนวันที่เล่นเท่ากับ 11 วัน

ภายหลังการได้รับโปรแกรมแชทบอทผู้สูงอายุ สามารถตอบคำถามด้านการดูแลสุขภาพช่องปากได้ถูกต้อง เพิ่มขึ้นในทุกหัวข้อ โดยในหัวข้อการตรวจฟันผุ การเลือกใช้ยา สีฟันฟลูออไรด์ การแปรงฟันที่ถูกวิธี ภาวะปากแห้งน้ำลายน้อย และประโยชน์ของการบริหารช่องปากมีผู้ตอบได้ถูกต้อง สูงถึง ร้อยละ 94-100 โดยยังมีประเด็นความรู้ที่มีคะแนนไม่แตกต่าง จากเดิมชัดเจน ได้แก่ ปัญหาช่องปากที่สัมพันธ์ต่อร่างกาย การใช้แปรงซอกฟันและการทำความสะอาดฟันเทียมอย่างถูกวิธี (ตารางที่ 1)

เมื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงความรู้ด้านการดูแลสุขภาพช่องปากก่อนและหลังการศึกษาพบว่าภายหลังการได้รับโปรแกรมแชทบอท ผู้สูงอายุมีคะแนนเฉลี่ยความรู้ด้านการดูแลสุขภาพช่องปากเพิ่มขึ้นจากก่อนได้รับโปรแกรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ก่อน 7.53 ± 1.81 หลัง 9.72 ± 1.60 คะแนน) ($P < 0.001$)

จากผลการประเมินความพึงพอใจของผู้สูงอายุในการใช้งานแชทบอทพบว่าอยู่ในระดับดีมาก (คะแนนเฉลี่ย 4.63) โดยหัวข้อที่ผู้สูงอายุมีความพึงพอใจสูงที่สุดคือเนื้อหาความรู้ภายในแชทบอทสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้จริงในชีวิตประจำวัน (คะแนนเฉลี่ย 4.89) ในส่วนของหัวข้อที่ได้คะแนนน้อยที่สุดคือปุ่มโต้ตอบใช้ง่าย ชัดเจน และความเหมาะสมในการโต้ตอบกับผู้ใช้ (คะแนนเฉลี่ย 4.30) (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 1 จำนวนผู้สูงอายุ ที่ตอบคำถามความรู้ด้านการดูแลสุขภาพช่องปากได้อย่างถูกต้อง ก่อนและหลังการศึกษา (n=57)

Table 1 Distribution of elderly people on oral health care knowledge before and after the study (n=57)

Oral health care knowledge questions	Before n (%)	After n (%)
Poor oral hygiene can increase the risk of heart infections (+)	32 (56.1)	42 (73.7)
Early caries is a chalky white color. There will be a hole if there is degradation. Food debris can get stuck and cause sensitive teeth (+)	48 (84.2)	57 (100)
Loose denture or wearing denture while sleep can cause malodor (+)	48 (84.2)	57 (100)
Brushing your teeth back and forth is the proper toothbrushing technique (-)	22 (38.6)	54 (94.7)
The abrasives in toothpaste make tooth whitening (-)	10 (17.5)	43 (75.4)
According to the 2-2-2 brushing protocol, you should brush your teeth twice a day for two minutes and visit the dentist every two years (-)	26 (45.6)	50 (87.7)
Fluoride in toothpaste will enhance the return of minerals to the tooth surface and prevent tooth decay in the early stages (+)	51 (89.5)	56 (98.2)
The interdental brush is suitable for people having gaps between teeth due to gum recession (+)	40 (70.2)	49 (86)
To clean dentures, a soft toothbrush and toothpaste should be used (-)	10 (17.5)	16 (28.1)
Wearing dentures to replace missing teeth can improve occlusion (+)	55 (96.5)	57 (100)
Oral dryness can increase the risk of tooth decay and oral thrush (+)	40 (70.2)	54 (94.7)
Regular oral exercise can promote saliva production and enhance swallowing function (+)	48 (84.2)	57 (100)

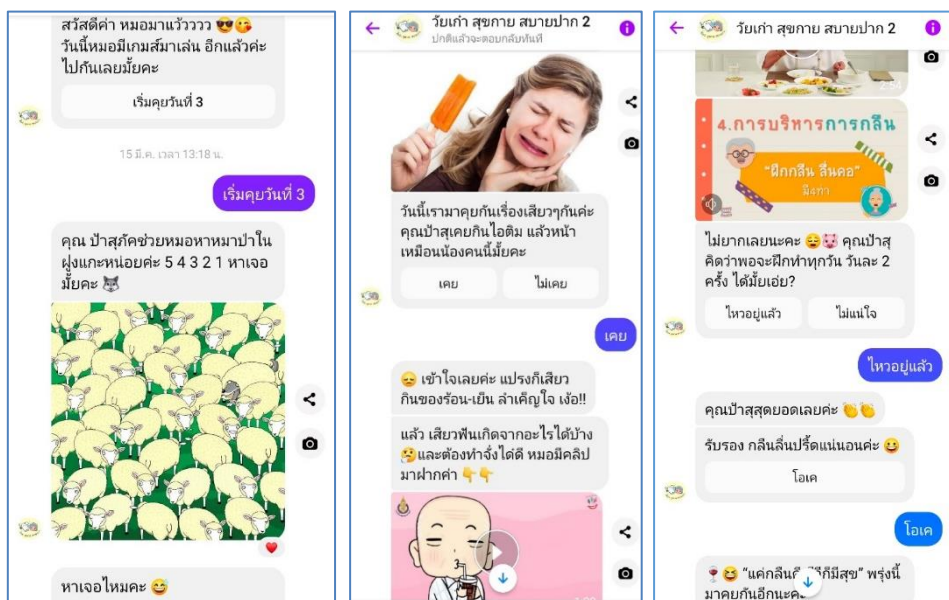
ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับความพึงพอใจของผู้สูงอายุต่อแชทบอท (n=57)

Table 2 Mean and Standard deviation of levels of satisfaction of the elderly on chatbot (n=57)

Topics	Mean $\pm$ SD	Level
Chatbot design		
An explanation of the initial usage steps	4.58 $\pm$ 0.60	Extremely Satisfied
The format of the chatbot is easy to understand; it is not complicated	4.42 $\pm$ 0.50	Very Satisfied
Chatbot is beautiful and attractive	4.54 $\pm$ 0.63	Extremely Satisfied
The interactive buttons are easy to use and clear	4.30 $\pm$ 0.76	Very Satisfied
Appropriate interactions with users, such as spontaneity, continuity of the conversation, etc.	4.30 $\pm$ 0.71	Very Satisfied
Chatbot content		
Content suitability (easy to understand, fun, interesting and up to date)	4.84 $\pm$ 0.37	Extremely Satisfied
The amount of information presented in a single session is appropriate	4.72 $\pm$ 0.45	Extremely Satisfied
Comprehensive content tailored to your needs	4.75 $\pm$ 0.51	Extremely Satisfied
Suitability of infographic	4.77 $\pm$ 0.50	Extremely Satisfied
Suitability of VDO	4.79 $\pm$ 0.41	Extremely Satisfied
Practical application in daily life	4.89 $\pm$ 0.31	Extremely Satisfied
Overall satisfaction	4.63 $\pm$ 0.27	Extremely Satisfied

ทางด้านปัญหาอุปสรรคในการเล่นแชทบอทผู้สูงอายุ บางส่วนได้กล่าวถึงในแบบสัมภาษณ์ร่วมกับการเก็บข้อมูลจากแชทบอทในวันที่ 14 พบว่ามีปัญหาในการอ่านข้อความ การมองปุ่มกดที่ไม่ชัดเจน ในช่วงเริ่มต้นจำเป็นต้องมีผู้ช่วยเหลือจึงจะสามารถใช้งานได้ ระบบแชทบอทไม่มีการแจ้งเตือนหรือผู้สูงอายุไม่ทราบวิธีการตั้งค่าการแจ้งเตือนทำให้เข้าเล่นแชทบอทได้ไม่ต่อเนื่องครบ 14 วันหรือลืมเข้าเล่น และปัญหาการใช้งานอินเตอร์เน็ตของผู้สูงอายุ สิ่งที่ยื่นชอบคือรูปแบบในแชทบอทที่มีความแปลกใหม่สำหรับผู้สูงอายุ สีสันสดใส เนื้อหาในรูปภาพและวิดีโอ มีความทันสมัย เข้าใจง่าย (รูปที่ 3) นอกจากนี้กิจกรรมในแชท เช่น เกมส์ คลิปตลก ทำให้ไม่น่าเบื่อ รู้สึกคลาย

เหงาและมีเพื่อนคุย การสนทนาของหมอนในแชทมีความน่ารัก ทำให้รู้สึกไม่อึดอัดเวลาคุย มีถ้อยคำให้กำลังใจรวมถึงระยะเวลาในการเล่นแชทบอทที่มีความกระชับ ในส่วนของประเด็นที่อยากให้ปรับปรุงคือตัวหนังสือในภาพค่อนข้างเล็ก วิดีโอใช้เวลาในการขึ้นแสดง ระบบที่ยังไม่เสถียรเช่นการส่งข้อความไม่ครบทุกวัน (จากข้อมูลแชทบอทพบว่ามีกรทักข้ามวัน จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 14) และแชทบอทไม่สามารถตอบสนองข้อความในลักษณะการพิมพ์ได้ทำให้ความเป็นธรรมชาติลดลง ในส่วนของข้อเสนอแนะผู้สูงอายุส่วนใหญ่ต้องการให้เพิ่มจำนวนวันในการเล่นและมีการพัฒนาแชทบอทอย่างต่อเนื่องในอนาคต



รูปที่ 3 ตัวอย่างเกมส์และวิดีโอในโปรแกรมแชทบอท

Figure 3 Examples of games and video clips in the chatbot program

บทวิจารณ์

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและประเมินโปรแกรมแชทบอทสร้างเสริมสุขภาพช่องปากสำหรับผู้สูงอายุในโรงเรียนผู้สูงอายุ ซึ่งเป็นกลุ่มที่ติดสังคมสามารถพึ่งพาตนเอง และมีความพร้อมในการใช้งานอินเทอร์เน็ตเพื่อเข้าถึงข้อมูลข่าวสารสุขภาพจากสื่อออนไลน์ ซึ่งอาจนำไปใช้อ้างอิงกับการเป็นตัวแทนผู้สูงอายุตอนต้นที่มีบริบทใกล้เคียงกับพื้นที่ศึกษาได้

การเปลี่ยนแปลงความรู้ในการดูแลสุขภาพช่องปากของผู้สูงอายุหลังการใช้งานแชทบอท จากผลการศึกษาพบว่าผู้สูงอายุมีความรู้ด้านการดูแลสุขภาพช่องปากเพิ่มขึ้นจากก่อนได้รับโปรแกรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ค่าเฉลี่ยความรู้เพิ่มขึ้น

จาก 7.5 เป็น 9.7 คะแนน) โดยมีผู้ที่ตอบเนื้อหาความรู้ได้ถูกต้องมากขึ้นในทุกหัวข้อ ทั้งนี้จากการสัมภาษณ์ผู้สูงอายุส่วนใหญ่ให้ความเห็นว่าเนื้อหาในแชทบอทมีรูปภาพที่มีสีสันสดใสชวนมอง การแสดงผลของข้อมูลหรือความรู้ที่อ่านเข้าใจง่าย รวมถึงสื่อวิดีโอที่สั้น กระชับ สามารถกดดูซ้ำได้และมีความสนุกสนานซึ่งช่วยกระตุ้นการเรียนรู้ในผู้สูงอายุได้ สอดคล้องกับ Jang และคณะ⁹ ที่มีการพัฒนาแชทบอทให้มีการตอบสนองต่อผู้ใช้อย่างเหมาะสมโดยการใช้ไดอะแกรมและรูปภาพเป็นเครื่องมือเสริมในการเพิ่มความเข้าใจข้อความและเพิ่มความสนใจในการใช้งานอย่างต่อเนื่องของแอปพลิเคชันให้แก่ผู้ป่วยสมาธิสั้น ซึ่งได้ผลลัพธ์ที่ดีและสอดคล้องกับจริยญา หุ่นศรีสกุล และคณะ¹⁰ ที่ได้ศึกษาประสิทธิภาพการใช้งานแชทบอท 21 วันพบว่า

ในเขตพื้นที่ภาคใต้พบว่าผู้ปกครองเด็กเล็กที่เข้าร่วมเล่นแซทบอมากกว่าร้อยละ 80 สามารถเล่นได้ครบ 21 วันต่อเนื่อง ภายหลังสิ้นสุดการศึกษาผู้ปกครองสามารถทำความเข้าใจและมีความรู้ในการดูแลสุขภาพช่องปากมากขึ้น ซึ่งผู้ร่วมวิจัยให้ความคิดเห็นถึงจุดเด่นของแซทบอว่าภาพอินโฟกราฟิก วิดีทัศน์สามารถเข้าใจได้ง่าย สนุก ได้สาระในการดูแลช่องปาก ครบถ้วนจากการชวนคุยอย่างเป็นกันเองเสมือนได้คุยกับหมอฟันจริง อย่างไรก็ตามแม้ผลการเปลี่ยนแปลงความรู้จากแซทบอในการศึกษานี้จะมีแนวโน้มที่ดีแต่อาจมีค่าความแตกต่างในทางคลินิกที่ยังไม่ชัดเจน โดยผู้สูงอายุบางส่วนยังมีความเข้าใจไม่ถูกต้องในเรื่องยาสีฟันที่ช่วยฟอกฟันขาวและการทำความสะอาดฟันเทียมด้วยยาสีฟันซึ่งเป็นสิ่งที่ผู้วิจัยต้องปรับปรุงข้อมูลในหัวข้อดังกล่าวเพื่อการพัฒนาเนื้อหาแซทบอต่อไป

กระบวนการพัฒนาโปรแกรมแซทบอ ผู้วิจัยพัฒนาแซทบอโดยยึดแนวคิดการพัฒนาโปรแกรมจากการหลายการศึกษา^{9,12,13} มีการใช้ข้อมูลทางวิชาการร่วมกับแนวคิดการมีส่วนร่วมของกลุ่มเป้าหมายในการระบุความต้องการ การมีส่วนร่วมในการสร้างเนื้อหาทดลองนำร่องใช้งานกับผู้สูงอายุกลุ่มเล็กและนำผลการประเมินมาปรับปรุงเป็นระยะทำให้รูปแบบมีโอกาสดคล้องกับความต้องการของกลุ่มผู้สูงอายุ สอดคล้องกับแนวคิดของ Zhang และคณะ¹³ ที่เสนอว่าการตอบสนองความต้องการโดยอาศัยการเข้าใจธรรมชาติของกลุ่มเป้าหมายเป็นสิ่งสำคัญ รวมถึงผู้วิจัยได้มีการประยุกต์ใช้ทฤษฎีแรงจูงใจเพื่อป้องกันโรคและหลักการสัมภาษณ์เพื่อเสริมสร้างแรงจูงใจเพื่อมุ่งหวังให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมด้านการดูแลสุขภาพช่องปากของผู้สูงอายุร่วมด้วย ร่วมกับการสังเคราะห์แนวคิดของ Zhang และคณะ¹³ มาใช้ในการออกแบบแซทบอ เช่นการสร้างบทสนทนาที่ไม่น่าเบื่อ การชวนให้ฝึกทำการกระตุ้นซ้ำ ๆ การสร้างกำลังใจและความมั่นใจในการปรับเปลี่ยนพฤติกรรม ซึ่งในการศึกษานี้มีการนำเสนอตัวตนของแซทบอในรูปแบบการ์ตูนหมอผู้หญิงที่มีความน่ารักเป็นมิตร มีความเห็นอกเห็นใจ ทำให้ได้รับความไว้วางใจและนำไปสู่การยอมรับในการเล่น สังเกตได้จากร้อยละการเล่นแซทบอที่เล่นได้ครบ 14 วันที่สูง โดยผู้สูงอายุมากกว่า ร้อยละ 60 มีการติดตามเล่นแซทบออย่างต่อเนื่องทุกวันจนครบทุกหัวข้อและมีค่าเฉลี่ยจำนวนวันเล่นเท่ากับ 5.5 วัน/สัปดาห์ ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับการศึกษาแซทบอด้านสุขภาพอื่นๆ เช่น Jang และคณะ⁹ พบว่ากลุ่มเป้าหมายมีส่วนร่วมในกิจกรรมแซทบอเฉลี่ย 5.1 วัน/สัปดาห์ จากหลักสูตรแซทบอ 4 สัปดาห์ และ Fitzpatrick และคณะ¹⁴ ที่พบว่ากลุ่มศึกษามีส่วนร่วมในการใช้

งานแซทบออย่างสม่ำเสมอ เฉลี่ย 6.1 วัน/สัปดาห์จากโปรแกรมแซทบอ 14 วัน

ความพึงพอใจของผู้สูงอายุต่อการใช้งานแซทบอ

จากผลการประเมินความพึงพอใจต่อการใช้งานแซทบอพบว่าในภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก โดยหัวข้อด้านการออกแบบแซทบอที่ผู้สูงอายุมีความพึงพอใจมากที่สุดคือการอธิบายขั้นตอนการใช้งานเริ่มต้น ซึ่งปัจจัยดังกล่าวเป็นสิ่งสำคัญในการตัดสินใจเข้าร่วมโปรแกรมในระยะแรกของผู้สูงอายุ อย่างไรก็ตามประเด็นปัญหาด้านความเหมาะสมในการโต้ตอบกับผู้ใช้จากระบบของแซทบอที่ไม่สามารถตอบสนองกรณีที่ผู้สูงอายุมีการพิมพ์ผิดคุยเป็นข้อความได้ทำให้การสนทนามีความติดขัดและขาดความเป็นธรรมชาติ ยังเป็นจุดอ่อนที่ต้องพัฒนาให้แซทบอมีการตอบกลับที่มีความใกล้เคียงมนุษย์มากที่สุด สอดคล้องกับ Jang และคณะ⁹ ที่พบว่า สิ่งที่เป็นคุณลักษณะที่ดีของแซทบอที่ผู้ป่วยชื่นชอบที่สุดคือ ลักษณะนิสัยที่เอาใจใส่และเป็นมิตร แต่สิ่งที่ควรปรับปรุงคือ การสนทนาที่ยังไม่เป็นธรรมชาติเท่าที่ควร และสอดคล้องกับทิพย์วรรณ พูเพื่องและคณะ¹⁵ ที่พบว่าประเด็นที่ผู้ใช้มีความพึงพอใจน้อยที่สุดคือระบบมีความใกล้เคียงกับการสนทนาของมนุษย์ โดยแม้ระบบแซทบอจะสามารถโต้ตอบตามความต้องการเบื้องต้นของผู้ใช้ได้ แต่ยังคงไม่สามารถโต้ตอบเลียนแบบมนุษย์ได้อย่างแท้จริง

จากการสัมภาษณ์ผู้สูงอายุถึงปัญหาในการใช้งานแซทบอที่พบมากที่สุด คือความไม่สม่ำเสมอในการส่งข้อความของแซทบอ ทำให้ผู้สูงอายุลืมเข้าเล่นในวันถัดไป แต่ส่วนใหญ่สามารถกลับมาเล่นย้อนวันได้ ปัญหาการทักข้ามวันส่งผลให้ผู้สูงอายุใช้งานแซทบอได้ไม่ต่อเนื่อง หรือพลาดการเล่นในบางหัวข้อ ซึ่งอาจเป็นข้อจำกัดเชิงระบบหรือแพลตฟอร์มของการสร้างแซทบอ ซึ่งพบในการศึกษาอื่นเช่นกัน⁹ จึงควรมีการพัฒนาเชิงระบบต่อไป

การออกแบบการศึกษานี้ ใช้การส่งข้อความต่อเนื่อง 14 วัน ซึ่งจำนวนวันที่เหมาะสมนั้น อาจต้องพิจารณาจากขนาดของเนื้อหา การส่งข้อความเตือนมีวัตถุประสงค์เพื่อส่งความรู้ในแต่ละวันอย่างต่อเนื่อง และทำให้ผู้สูงอายุลดการหลงลืมในการเปิดเนื้อหา ซึ่งจากผลการศึกษา พบว่า จำนวน 14 วันยังได้รับความสนใจ ทั้งนี้การส่งข้อความต่อเนื่องจะมีลักษณะใกล้เคียงกับหลายการศึกษาที่ส่งข้อความในรูปแบบการแจ้งเตือน โดยพบว่าการแจ้งเตือนของแซทบอเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อการรักษาได้ เช่น Chaix และคณะ⁸ ได้ติดตามการใช้งานแซทบอดูแลสุขภาพผู้สูงอายุระยะเริ่มต้นที่ระยะเวลา 1 ปี พบว่าแซทบอสามารถ กระตุ้นเตือนให้ผู้ป่วยรับประทานยาได้อย่าง

สม่ำเสมอ มีการสอดแทรกข้อมูลของมะเร็งเต้านม รวมถึงการพูดคุยที่เป็นมิตร ซึ่งสิ่งเหล่านี้ทำให้ผู้ป่วยรู้สึกคลายความกังวลเกี่ยวกับการรักษามะเร็งเต้านมได้มาก ผู้ป่วยมีความพึงพอใจและให้ความเห็นว่าแอปพลิเคชันสามารถช่วยติดตามการรักษาได้อย่างมีประสิทธิภาพ และ Jang และคณะ⁹ ที่พบว่า ในกลุ่มผู้ป่วยสมาธิสั้นที่เข้าเช็คอินใช้งานผ่านระบบการแจ้งเตือนอัตโนมัติของแอปพลิเคชันทุกวัน เป็นเวลา 4 สัปดาห์ สามารถลดอาการสมาธิสั้นได้ โดยผลการรักษาที่ดีขึ้นมีความแปรผันตรงกับจำนวนครั้งที่ผู้ป่วยมีการใช้งานแอปพลิเคชัน

ผู้สูงอายุเป็นวัยที่เริ่มมีปัญหาด้านสุขภาพมากกว่ากลุ่มวัยอื่น เช่น ปัญหาการมองเห็น การอ่านข้อความ ปัญหาการใช้นิ้วหรือมือเป็นต้น¹⁶ สื่อทางสังคมเป็นสิ่งที่พัฒนาตลอดเวลา ซึ่งผู้สูงอายุส่วนใหญ่จะวิตกกังวลเรื่องวิธีการใช้หากขั้นตอนของสื่อมีความยากซับซ้อนผู้สูงอายุจะไม่สามารถเข้าใจระบบและแก้ไขปัญหาได้ด้วยตนเองจำเป็นต้องเรียนรู้จากลูกหลาน การจดจำที่ลดลงทำให้ผู้สูงอายุหลงลืมวิธีการใช้งานหรือเรียนรู้ได้ช้ากว่าวัยรุ่นหรือวัยทำงานที่มีความคุ้นชินกับเทคโนโลยีมากกว่า นอกจากนี้สื่อทางสังคมส่วนใหญ่อยู่ในรูปแบบตัวอักษรที่ยากต่อการมองเห็นและการอ่านเนื่องจากมีขนาดค่อนข้างเล็กซึ่งแอปพลิเคชันสำหรับผู้สูงอายุในการศึกษานี้ควรปรับปรุงเรื่องการลดเนื้อหาในรูปตัวอักษรเพิ่มความชัดเจนของปุ่มกดโต้ตอบรวมถึงเพิ่มขนาดของภาพและวิทัศน์ให้ใหญ่ขึ้น อีกทั้งควรมีการพัฒนาช่องทางการเข้าถึงที่หลากหลายมากขึ้น เช่นการเข้าใช้งานผ่านแอปพลิเคชันไลน์ การพัฒนาระบบการตอบโต้ด้วยเสียงให้มีความง่ายในการใช้งานแทนการกดปุ่มข้อความหรือการพิมพ์ ซึ่งจากผลการประเมินการใช้งานแอปพลิเคชันชื่อ “ฟิตแชท” (FitChat AI Chatbot) ของ Wiratunga และคณะ¹⁷ พบว่าแอปพลิเคชันที่ถูกสร้างผ่านตัวแทนการสนทนาด้วยเสียงนั้นประสบความสำเร็จในการส่งเสริมให้ผู้สูงอายุออกกำลังกายเพื่อสุขภาพที่ดีขึ้นได้ โดยผู้สูงอายุชื่นชอบแชทด้วยเสียงมากกว่าการแจ้งเตือนหรือพูดคุยผ่านข้อความและเสียงนั้นเป็นโหมดที่ทรงพลังมากสำหรับการกระตุ้นแรงจูงใจในผู้สูงอายุ

ข้อจำกัดของการศึกษานี้คือผลกระทบจากสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 ส่งผลให้ผู้สูงอายุบางส่วนไม่สามารถเข้าร่วมกิจกรรมที่โรงเรียนผู้สูงอายุในช่วงการทดลองใช้โปรแกรมได้ ทำให้เกิดความยากลำบากในการสื่อสารและการเก็บข้อมูลในระยะการพัฒนาเครื่องมือซึ่งผู้วิจัยได้มีการแก้ไขปัญหาโดยการชี้แจงวิธีการใช้งานแอปพลิเคชันผ่านทางไลน์กลุ่ม การทำแบบสัมภาษณ์ผ่านทางกูเกิ้ลฟอร์ม ร่วมกับการโทรศัพท์พูดคุยกับผู้สูงอายุรายบุคคลแทน และ

เนื่องจากการพัฒนาแอปพลิเคชันยังอยู่ในระยะเริ่มต้นซึ่งเป็นการศึกษานำร่องในผู้สูงอายุกลุ่มทดลองเพียงกลุ่มเดียวไม่มีกลุ่มควบคุมจึงขาดการเปรียบเทียบระหว่างประสิทธิภาพของโปรแกรมแอปพลิเคชันกับการให้ทันตสุขภาพโดยทันตบุคลากรต่อการเปลี่ยนแปลงความรู้ด้านการดูแลสุขภาพช่องปากของผู้สูงอายุว่ามีความแตกต่างกันหรือไม่หรือการใช้แอปพลิเคชันมีจุดเด่นที่เหนือกว่าการให้ทันตสุขภาพแบบดั้งเดิมอย่างไร และโปรแกรมแอปพลิเคชันนี้ใช้ระยะเวลาเล่นเพียง 14 วัน วันละ 5-15 นาที ครอบคลุมเนื้อหาหลายประเด็นซึ่งอาจยังไม่สามารถทำให้เห็นผลการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมทางสุขภาพช่องปากของผู้สูงอายุได้อย่างชัดเจน จากหลักการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมใหม่จะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อทำพฤติกรรมนั้นซ้ำ ๆ ต่อเนื่องกันทุกวันเป็นเวลาอย่างน้อย 21 วัน¹⁸ แต่เนื่องด้วยการศึกษานี้เป็นการนำร่องทดลองใช้โปรแกรมแอปพลิเคชันด้านการส่งเสริมสุขภาพช่องปากซึ่งเป็นสิ่งใหม่ในกลุ่มผู้สูงอายุและอยู่ในขั้นตอนการพัฒนาหัวข้อความรู้จึงมิได้มุ่งนำเสนอเพื่อปรับเปลี่ยนพฤติกรรมในประเด็นเดียว การพัฒนาแอปพลิเคชันในอนาคตจึงควรกำหนดเนื้อหาให้จำเพาะมากขึ้น เช่นการทำความสะอาดช่องปาก โภชนาการเพื่อสุขภาพ การฟันฟลูออไรด์เป็นต้น หรือเพิ่มจำนวนวันให้เพียงพอต่อการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมสุขภาพ¹⁹ และควรมีการติดตามผลในระยะยาวเพื่อให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมด้านการดูแลสุขภาพช่องปากของผู้สูงอายุได้เป็นรูปธรรมยิ่งขึ้นและเนื่องจากแอปพลิเคชันนี้มีค่าใช้จ่ายในการสร้างและการบริหารจัดการในอนาคตควรมีการศึกษาด้านความคุ้มค่าของประสิทธิภาพของแอปพลิเคชันต่อผลลัพธ์ด้านสุขภาพช่องปากผู้สูงอายุในทางปฏิบัติเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการให้ทันตสุขภาพแบบดั้งเดิมร่วมด้วย

บทสรุป

โปรแกรมแอปพลิเคชันสามารถส่งเสริมให้ผู้สูงอายุมีความรู้ในการดูแลสุขภาพช่องปากมากขึ้นโดยผู้สูงอายุมีความพึงพอใจในการเล่นอยู่ในระดับดีมาก แอปพลิเคชันมีจุดเด่นที่น่าสนใจในแง่ของบทสนทนาที่เป็นกันเองทำให้ผู้ใช้งานไม่รู้สึกอึดอัด มีการสร้างกำลังใจในการปรับเปลี่ยนพฤติกรรม ภาพอินโฟกราฟิก วิทัศน์ เข้าใจได้ง่าย ผู้วิจัยสนับสนุนให้มีการนำแอปพลิเคชันมาประยุกต์ใช้ในการดูแลสุขภาพช่องปากของผู้สูงอายุโดยควรมีการพัฒนากระบวนการโต้ตอบกับผู้ให้คำแนะนำให้มีความใกล้เคียงมนุษย์มากขึ้นรวมถึงการเพิ่มช่องทางการเข้าถึงในอนาคตต่อไป

เอกสารอ้างอิง

1. Wongworasun S, Hunsrisakhun J, Watanapa A. Effectiveness of oral exercise program on oral function among independent elderly people: a cluster randomized controlled trial [dissertation]. Songkhla: Prince of Songkla University;2021.
2. Bureau of Dental Health. The 8th Thailand national oral health survey report. Bangkok: Sam Chareon Panich;2017.39-41.
3. Suraseranivong R. Oral cavity in elderly. JCP 2018;14(1):87-100.
4. Minakuchi S, Tsuga K, Ikebe K, Ueda T, Tamura F, Nagao K, et al. Oral hypofunction in the older population: Position paper of the Japanese Society of Gerodontology in 2016. Gerodontology 2018;35(4):317-24
5. Positioning Magazine [Internet]. Insight into the way of the media age “LINE-TV-FACEBOOK” Occupying the old age [updated 2018 Sep 5]. Bangkok Religion Information. Available from: <https://positioningmag.com/1186242>. (In Thai)
6. Wu T, Deng Z, Feng Z, Gaskin DJ, Zhang D, Wang R. The effect of doctor-consumer interaction on social media on consumers' health behaviors: Cross-sectional study. J Med Internet Res 2018;20(2):1-14.
7. Bibault JE, Chaix B, Guillemassé A, Cousin S, Escande A, Perrin M, et al. A Chatbot versus physicians to provide information for patients with breast cancer: blind, randomized controlled noninferiority trial. J Med Internet Res 2019; 21(11):1-7.
8. Chaix B, Bibault JE, Pienkowski A, Delamon G, Guillemassé A, Nectoux P, et al. When chatbots meet patients: one-year prospective study of conversations between patients with breast cancer and a chatbot. JMIR Cancer 2019;5(1):1-7.
9. Jang S, Kim JJ, Kim SJ, Hong J, Kim S, Kim E. Mobile app-based chatbot to deliver cognitive behavioral therapy and psychoeducation for adults with attention deficit: a development and feasibility/usability study. Int J Med Inform 2021; 150: 104440.
10. Hunsrisakhun J, Pithpornchaiyakul S, Heemsuree N, Phiancharoen W, Sornsung C, Subkamondit R, et al. Effectiveness of promoting on tooth brushing behavior for children 6 mouths-2 years old by caregivers under application of Protection-motivation theory and social media based on adaptation learning 21 for FUN. Report. Songkhla: Department of Preventive Dentistry, Faculty of Dentistry, Prince of Songkla University; 2020.
11. Best JW. Research in education. 3rd ed. New Jersey: Prentice Hall; 1997.
12. Pengsawat W. Research and development. SNRU J 2009;1(2):1-12.
13. Zhang J, Oh YJ, Lange P, Yu Z, Fukuoka Y. Artificial intelligence chatbot behavior change model for designing artificial intelligence chatbots to promote physical activity and a healthy diet: viewpoint. J Med Internet Res 2020;22(9):1-13.
14. Fitzpatrick KK, Darcy A, Vierhile M. Delivering cognitive behavior therapy to young adults with symptoms of depression and anxiety using a fully automated conversational agent (woebot): a randomized controlled trial. JMIR Ment Health 2017;4(2):1-11.
15. Fufaung T, Chaleonnan A, Chokchuepattanakit W, Thongngam P, Schmitt R. Development of digital literacy learning chatbot for undergraduate students. In: Prakancharoen S, Samutrak P, Sutthaluang N, Mookdarsanit P, editors. Proceedings of the 4th National Conference in Science and Technology; 2021 May 22; Faculty of Science, Chandrakasem Rajabhat University. Bangkok, Thailand; 2021. 29-38.

16. Sap-in R, Khaoroptham Y. The elderly and Media in Thailand. DPU Comm Arts Journal 2017;11(2):367-87.
17. Wiratunga N, Cooper K, Wijekoon A, Palihawadana C, Mendham V, Reiter E, et al. FitChat: conversational artificial intelligence interventions for encouraging physical activity in older adults. arXiv:2004.14067v1. 2020 Apr [cited 2022 Mar 10]. Available from: <https://arxiv.org/pdf/2004.14067.pdf>
18. Maltz M. 21-Day Habit Theory. Psycho cybernetics and self-fulfillment. Deluxe edition. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall, Inc.; 2016.
19. Lally P, Van Jaarsveld CHM, Potts HWW, Wardle J. How are habits formed: Modelling habit formation in the real world. Eur J Soc Psychol 2010;40(6): 998-1009.

ผู้รับผิดชอบบทความ

จรรย์ญา หุ่นศรีสกุล

หน่วยวิจัยเพื่อพัฒนาการดูแลสุขภาพช่องปาก

สาขาวิชาทันตกรรมป้องกัน

คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา 90110

โทรศัพท์ : 081 541 5841

จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ : hjaranya@hotmail.com

Effect of Oral Health Promoting Chatbot Program on Knowledge in Oral Health Care of the Elderly

Wongworasun S* Hunsrisakhun J** Watanapa A* Wannapahool D***

Abstract

The purpose of this study was to develop and evaluate a chatbot program for oral health promotion aimed at increasing the oral health knowledge of elderly people. Using a quasi-experimental design, 57 elderly students from Ban Suan Sinor schools in Muang district of Chonburi Province were studied. The study was conducted during December 2021 to March 2022. The "Chatbot Vaikao Sukkai Sabaipak" oral health education chatbot program for the elderly was developed using the ChatFuel platform through Facebook Messenger. In order to assess oral health care knowledge, baseline and 14-day follow-up interviews were conducted, as well as a satisfaction survey. The percentage, mean, standard deviation, and paired sample t-test were used to analyze the data. The findings revealed that the majority of participants were female (81%) and had an average age of 67. The participants completed the 14 day-program for 63.2 percent. The average number of engagement days was 11. There was a statistically significant difference in their oral health knowledge scores before and after the program on all aspects of oral health care (before 7.53 ± 1.81 , after 9.72 ± 1.60) ($P < 0.001$). The most appealing feature of the chatbot's content was its practical usefulness. The elderly reported having difficulty with reading small text messages, touching selection buttons, and chatbot notification system discontinuities. According to the results of the study, the chatbot program improved the oral health care knowledge of the elderly. Therefore, it is necessary to create a chatbot for use in providing oral health care to community-dwelling elderly.

Keywords: Chatbot program/ Oral health promotion/ Elderly/ Knowledge/ Oral health education

Corresponding Author

Jaranya Hunsrisakhun

Improvement of Oral Health Care Research Unit,

Department of Preventive Dentistry, Faculty of Dentistry,

Prince of Songkla University, Hatyai, Songkhla 90110

Tel.: +66 81 541 5841

Email: hjaranya@hotmail.com

* Department of Preventive Dentistry, Faculty of Dentistry, Prince of Songkla University, Songkhla.

** Improvement of Oral Health Care Research Unit, Department of Preventive Dentistry, Faculty of Dentistry, Prince of Songkla University, Songkhla.

*** Research and International relation unit, Sirindhorn College of Public Health Chonburi, Chonburi.

รูปแบบบริการทันตกรรมกับการเข้าถึงบริการและ ภาวะสุขภาพช่องปากผู้สูงอายุ: พื้นที่ศึกษาแห่งหนึ่ง จังหวัดเพชรบูรณ์

โสภณ เหลี่ยมสมบัติ* ทรงวุฒิ ดวงรัตน์พันธ์**

บทคัดย่อ

พื้นที่ศึกษาแห่งหนึ่งของจังหวัดเพชรบูรณ์ สภาพพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นภูเขาสูง การเดินทางไม่สะดวก การให้บริการทางทันตกรรมแก่ผู้สูงอายุจึงได้มีการจัดบริการทางทันตกรรมที่แตกต่างตามความเหมาะสมของแต่ละพื้นที่ วัตถุประสงค์ในการศึกษาครั้งนี้เพื่อเปรียบเทียบรูปแบบของบริการทางทันตกรรมกับสุขภาพช่องปากของผู้สูงอายุที่อาศัยอยู่ในเขตพื้นที่ศึกษาจังหวัดเพชรบูรณ์ โดยการวิจัยนี้ออกแบบเป็นการวิจัยเชิงพรรณนา โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างตามพื้นที่และรูปแบบของบริการออกเป็น 4 รูปแบบ 1. พื้นที่ที่มีทันตภิบาลประจำ รพ. สต. และมีการออกหน่วยให้บริการโดยทันตแพทย์ 2. พื้นที่ที่มีทันตภิบาลประจำ รพ. สต. 3. พื้นที่ที่ไม่มีทันตภิบาลประจำ รพ. สต. แต่อยู่ในเขตการให้บริการของทางโรงพยาบาล 4. พื้นที่ที่ไม่มีทันตภิบาลประจำ รพ. สต. และอยู่นอกเขตการให้บริการของทางโรงพยาบาล ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลด้านการเข้าถึงบริการและสุขภาพช่องปากโดยการวิเคราะห์ข้อมูลในการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มประชากรในแต่ละรูปแบบ ผลการศึกษาพบว่ารูปแบบของบริการทางทันตกรรมที่มีความแตกต่างกัน จะส่งผลต่อสุขภาพช่องปากของผู้สูงอายุโดยกลุ่มที่มีบริการทางทันตกรรมในพื้นที่โดยทันตแพทย์ (รูปแบบ ที่ 1 และ ที่ 3) เป็นกลุ่มที่มีสุขภาพช่องปากดีกว่ารูปแบบที่ไม่มีบริการทันตกรรมในพื้นที่โดยทันตแพทย์ (รูปแบบที่ 2 และ ที่ 4) การเพิ่มการบริการทางทันตกรรมในพื้นที่โดยทันตแพทย์จะช่วยเพิ่มการเข้าถึงบริการและประสิทธิภาพของงานบริการทางทันตกรรมได้

คำไชรหัส: ผู้สูงอายุ/ รูปแบบบริการทางทันตกรรม/ ภาวะสุขภาพช่องปาก/ การเข้าถึงบริการ

Received: Oct 19, 2021

Revised: Jun 02, 2022

Accepted: Aug 24, 2022

บทนำ

จากการคาดการณ์สภาวะประชากรของประเทศไทย¹ พบว่า ประชากรผู้สูงอายุ ในปี พ.ศ. 2560 มีมากถึง 11.3 ล้านคน หรือร้อยละ 17.1 และคาดว่าจะในอีก 20 ปีข้างหน้า ประเทศไทยจะมีผู้สูงอายุมากถึง 20 ล้านคน หรือคิดเป็นหนึ่งในสามของประชากรไทย จังหวัดเพชรบูรณ์² ปัจจุบันมีประชากรผู้สูงอายุ เป็นสัดส่วนต่อประชากรทั้งจังหวัด คิดเป็นร้อยละ 17.6 และพื้นที่ศึกษาแห่งหนึ่งในจังหวัดเพชรบูรณ์ (อ้างอิงข้อมูลจากฐานข้อมูลจากฐานข้อมูลกระทรวงสาธารณสุข (HDC: ประมวลผล 13 มิ.ย. 2562)) มีประชากร 29,214 คน เป็นผู้สูงอายุ 3,631 คน คิดเป็นร้อยละ 12.4

สำหรับสภาวะสุขภาพช่องปากในเขตสุขภาพที่ 2³ พบว่า ผู้สูงอายุกลุ่ม 60-74 ปี มีฟันผุที่ยังไม่ได้รับการรักษา ร้อยละ 56.2 และมีอัตราการสูญเสียฟันร้อยละ 96.2 และในกลุ่มอายุ 80-85 ปี มีฟันผุที่ยังไม่ได้รับการรักษา ร้อยละ 53.4 และมีอัตราการสูญเสียฟันร้อยละ 100 นอกจากนี้ยังพบว่า

ในกลุ่มผู้สูงอายุที่มีอายุ 60-74 ปี มีจำนวนฟันคู่สบเฉลี่ย 3.3 ซี่/คน และในกลุ่มอายุ 80-85 ปี เหลือจำนวนฟันคู่สบเพียง 0.5 ซี่/คน ด้านการให้บริการทางทันตกรรม ประชากรผู้สูงอายุที่มีอายุ 60-74 ปี ที่อาศัยอยู่ในเขตภาคเหนือ มีอัตราการใช้บริการทางทันตกรรมในรอบปีที่ผ่านมา ร้อยละ 36.2 และอัตราการใช้บริการเฉลี่ย 1.8 ครั้ง ส่วนเหตุผลที่ไม่ไปรับบริการทันตกรรมในรอบปีที่ผ่านมา กลุ่มประชากรผู้สูงอายุที่มีอายุ 60-74 ปี ที่อาศัยอยู่ในเขตภาคเหนือ คือไม่มีอาการ (ร้อยละ 81.6) ไม่มีเวลา (ร้อยละ 10.7) และไม่มีใครพาไป (ร้อยละ 4.2) ตามลำดับ ส่วนเหตุผลที่ไปรับบริการในรอบปีที่ผ่านมา ได้แก่ ปวดเสียวฟัน (ร้อยละ 32.9) ตรวจสุขภาพฟัน (ร้อยละ 21.9) และ ต้องการใส่ฟันเทียม (ร้อยละ 15.7) ด้านสถานบริการทันตกรรมที่ผู้สูงอายุที่มีอายุ 60-74 ปี อาศัยอยู่ในเขตภาคเหนือไปใช้บริการได้แก่ รพ. สต. /PCU (ร้อยละ 33.5) โรงพยาบาล

* แผนกทันตกรรม โรงพยาบาลเขาค้อ อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์

** ภาควิชาทันตกรรมครอบครัวและชุมชน คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่

ชุมชน (ร้อยละ 30.5) และโรงพยาบาลจังหวัด/โรงพยาบาลศูนย์/ศูนย์อนามัย (ร้อยละ 23.6) ตามลำดับ

พื้นที่ศึกษาจังหวัดเพชรบูรณ์มีการแบ่งเขตการปกครองย่อยออกเป็น 7 ตำบล 72 หมู่บ้าน มีโรงพยาบาลชุมชน ขนาด 30 เตียง เป็นหน่วยบริการสุขภาพหลัก และ โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพระดับตำบล (รพ. สต.) อีก 10 แห่ง มีทันตแพทย์ปฏิบัติงาน 3 คน เจ้าพนักงานทันตสาธารณสุข หรือทันตภิบาล 5 คน อยู่ประจำโรงพยาบาล 2 คน และอีก 3 คน ประจำอยู่ที่โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล 3 แห่ง และผู้ช่วยทันตแพทย์ 2 คน โรงพยาบาลชุมชนนั้นนอกจากมีการให้บริการทันตกรรมแล้ว ยังมีการจัดหน่วยให้บริการทันตกรรมเคลื่อนที่มุ่งเน้นการตรวจคัดกรองช่องปาก และฟันเทียม โดยฟันปลอมจะเป็นฟันเทียมแบบถอดได้เป็นหลัก รวมทั้งการถอนฟันในผู้ป่วยที่มีความซับซ้อนสัปดาห์ละหนึ่งวัน ที่ รพ. สต. ที่ตั้งถิ่นฐานของชุมชนชาวไทยภูเขา (เผ่าม้ง) ขนาดใหญ่ มีจำนวนประชากรมาก และระยะทางไกลจากโรงพยาบาล

ส่วนการให้บริการของทันตภิบาลที่ประจำอยู่ใน รพ. สต. ทั้ง 3 แห่งใน 3 ตำบล ก็มีการให้บริการทันตกรรมร่วมกับการออกเยี่ยมบ้าน สํารวจข้อมูลทำแฟ้มประวัติครอบครัว เฝ้าระวังโรคระบาดต่าง ๆ สร้างความร่วมมือกับชุมชน ส่วน รพ. สต. อีก 7 แห่งใน 4 ตำบล ที่ไม่มีทันตภิบาลประจำและ ไม่มีการจัดออกหน่วยบริการ เนื่องจากข้อจำกัดด้านทรัพยากร และอัตราค่าจ้างคน ทำให้ไม่สามารถออกหน่วยให้บริการได้ โดยประชาชนในพื้นที่ดังกล่าวเมื่อมีปัญหาด้านสุขภาพช่องปาก สามารถมารับบริการรักษาที่แผนกทันตกรรมโรงพยาบาลชุมชนได้

ดังนั้นในการศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์มุ่งเน้นในเรื่องของการเปรียบเทียบรูปแบบของบริการทันตกรรมในพื้นที่ศึกษากับสุขภาพช่องปากของผู้สูงอายุ 4 รูปแบบ ได้แก่ 1. การมีบริการทันตกรรมที่ รพ. สต. ร่วมกับการออกหน่วยบริการทันตกรรม 2. การมีบริการทันตกรรมที่ รพ. สต. 3. การไม่มีบริการทันตกรรมที่ รพ. สต. แต่อยู่ในเขตโรงพยาบาล 4. การไม่มีบริการทันตกรรมที่ รพ. สต. และอยู่นอกเขตโรงพยาบาล

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษานี้ออกแบบเป็นการวิจัยเชิงพรรณนาแบบภาคตัดขวาง (Cross-sectional, Descriptive Research) ทำการศึกษาในช่วงเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2562 - เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2563 เก็บข้อมูล จากการคำนวณกลุ่มตัวอย่างด้วยสูตรการคำนวณขนาดตัวอย่างการประมาณค่าสัดส่วน กรณีที่ทราบ

ขนาดประชากร ได้คำนวณกลุ่มตัวอย่าง 332 คนในประชากรผู้สูงอายุ 3,631 คน เพื่อเปรียบเทียบสุขภาพช่องปากและการเข้าถึงบริการทันตกรรมของผู้สูงอายุที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ที่มีรูปแบบบริการทางทันตกรรมที่แตกต่างกัน 4 รูปแบบ ได้แก่

รูปแบบที่ 1 พื้นที่ที่มีทันตภิบาลให้บริการทางทันตกรรมใน รพ. สต. ร่วมกับการออกหน่วยให้บริการเคลื่อนที่โดยทันตแพทย์สัปดาห์ละ 1 วัน

รูปแบบที่ 2 พื้นที่ที่มีทันตภิบาลให้บริการทางทันตกรรมใน รพ. สต.

รูปแบบที่ 3 พื้นที่ที่อยู่ในเขตบริการของโรงพยาบาล แต่ไม่มีทันตภิบาลให้บริการทันตกรรมใน รพ. สต.

รูปแบบที่ 4 พื้นที่ที่ไม่มีทันตภิบาลให้บริการทันตกรรมใน รพ. สต.

ข้อมูลในการศึกษานี้ประกอบด้วยสภาวะสุขภาพช่องปากของผู้สูงอายุ ได้แก่ จำนวนฟันเฉลี่ย (ซี่) คู่สบฟันหลังเฉลี่ย (คู่) ฟันผุเฉลี่ย (ซี่) รากฟันผุเฉลี่ย (ซี่) การเกิดฟันสึกบริเวณปลายฟัน (ซี่) การเกิดฟันสึกบริเวณด้านบดเคี้ยว (ซี่) การเกิดฟันสึกบริเวณคอฟัน (ซี่) ความชุกของสภาวะปริทันต์ การใส่ฟันเทียม ด้วยการประยุกต์แบบสำรวจสุขภาพช่องปากจากสภาวะทันตสุขภาพแห่งชาติ ครั้งที่ 8 ปี พ.ศ. 2561 เครื่องมือที่ใช้ในการตรวจ คือ เครื่องมือตรวจปริทันต์และกระจกส่องปาก ทำการตรวจช่องปากโดยผู้วิจัยเพียงคนเดียว โดยผู้วิจัยได้ผ่านการปรับมาตรฐานในตัวผู้ตรวจเอง (intra-calibration) และการปรับมาตรฐานเปรียบเทียบกับผู้ตรวจที่เป็นมาตรฐาน (inter-calibration) เรียบร้อยแล้ว การตรวจช่องปากให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยนอนบนเก้าอี้สนามและใช้แสงธรรมชาติในการส่องสว่าง นอกจากนี้มีการเก็บข้อมูลด้านการเข้าถึงบริการทันตกรรม โดยมีการประยุกต์แบบสอบถามด้านการเข้าถึงบริการของสุขภาพรณรงค์⁴ ทั้งนี้มีการตรวจสอบหาความตรงด้านเนื้อหา (Content validity index) (CVI เท่ากับ 0.88 และมีการทดสอบหาความเชื่อมั่นของเครื่องมือ (Reliability) ด้วยสัมประสิทธิ์อัลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient) (Cronbach, 1990)⁵ เท่ากับ 0.864

การวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไป ข้อมูลทันตกรรม และข้อมูลการเข้าถึงบริการทันตกรรมโดยใช้สถิติวิเคราะห์เชิงพรรณนา การแปลผลระดับการเข้าถึงบริการในงานวิจัยนี้ใช้เกณฑ์ของ Australian adult population ในปี 2006 โดยแบ่งเป็น 3 ระดับ ได้แก่

ค่าคะแนนที่ได้ $< \text{Mean} \pm \text{S.D.}$ หมายถึง การเข้าถึงบริการระดับต่ำ

$\text{Mean} \pm \text{S.D.}$ ค่าคะแนนที่ได้ $< \text{Mean} \pm \text{S.D.}$ หมายถึง การเข้าถึงบริการระดับปานกลาง

ค่าคะแนนที่ได้ $> \text{Mean} \pm \text{S.D.}$ หมายถึง การเข้าถึงบริการระดับสูง

งานวิจัยนี้ได้รับการอนุมัติจริยธรรมการวิจัยจากคณะกรรมการพิทักษ์สิทธิสวัสดิภาพและป้องกันอันตรายของผู้ถูกวิจัย คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เมื่อวันที่ 4 กันยายน 2562 เอกสารเลขที่ 60/2562

ผล

ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยเก็บข้อมูลได้จำนวน 218 คน คิดเป็น 65.66% จากกลุ่มตัวอย่าง 332 คนที่คำนวณไว้

ด้วยภาวะการระบาดของเชื้อโคโรนาไวรัส 2019 (COVID-19) ในประเทศไทย ทำให้การเก็บข้อมูลไม่สามารถกระทำต่อได้

จากตารางที่ 1 ซึ่งแสดงจำนวนกลุ่มตัวอย่าง เพศสภาพ อายุเฉลี่ย เชื้อชาติหรือชาติพันธุ์ ระดับการศึกษา อาชีพ และรายได้เฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างในแต่ละรูปแบบของการบริการทันตกรรม พบว่ากลุ่มตัวอย่างมีอายุเฉลี่ยระหว่าง 60-74 ปี โดยกลุ่มตัวอย่างในรูปแบบที่ 1 เป็นกลุ่มชาติพันธุ์ม้ง (98.25%) กลุ่มตัวอย่างในรูปแบบที่ 2 มีเชื้อชาติไทย (100%) กลุ่มตัวอย่างในรูปแบบที่ 3 ส่วนใหญ่เป็นกลุ่มชาติพันธุ์ลีซอ (50%) รองลงมากลุ่มชาติพันธุ์เย้า (25%) และกลุ่มตัวอย่างในรูปแบบที่ 4 เกือบทั้งหมดมีเชื้อชาติไทย (98.18%) กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่สำเร็จการศึกษาในระดับประถมศึกษา และไม่ได้ประกอบอาชีพ มีบางส่วนประกอบอาชีพเกษตรกรรม รายได้เฉลี่ยต่อเดือนอยู่ระหว่าง 1,396.49-2,938.18 บาท

ตารางที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง

Table 1 General information of the sample

Variations	Sample group 1	Sample group 2	Sample group 3	Sample group 4
Sample (person)	57	54	52	55
Gender				
Male	16(28.1%)	8(14.8%)	22(42.3%)	21(38.2%)
Female	41(71.9%)	46(85.2%)	30(57.7%)	34(61.8%)
Average age (years)	69.9 $\pm$ 7.09	68.96 $\pm$ 7.62	68.50 $\pm$ 8.36	66.82 $\pm$ 6.45
Ethnicity				
Thai	1(1.75%)	54(100%)	13(25%)	54(98.18%)
Hmong group	56(98.25%)	-	-	1(1.82%)
Yao group	-	-	13(25%)	-
Lisu group	-	-	26(50%)	-
Others	-	-	-	-
education level				
Didn't study	47(82.5%)	4(7.4%)	45(86.5%)	4(7.3%)
Primary school	9(15.8%)	44(81.5%)	4(7.7%)	45(81.8%)
Secondary school	1(1.8%)	4(7.4%)	2(3.8%)	4(7.3%)
Vocational certificate	-	2(3.7%)	1(1.9%)	2(3.6%)
Occupation				
Farmer	24(42.1%)	7(13%)	13(25%)	24(43.6%)
Work for hire	3(5.3%)	10(18.5%)	4(7.7%)	6(10.9%)
Trade	1(1.8%)	2(3.7%)	7(13.5%)	8(14.5%)
Not working	29(50.9%)	35(64.8%)	28(53.8%)	17(30.9%)
Average income (Baht/month)	1,396.49 $\pm$ 2,819.83	2,742.59 $\pm$ 2,979.08	1,871.15 $\pm$ 1,576.46	2,938.18 $\pm$ 4,767.96

สำหรับข้อมูลระยะทางเฉลี่ยจากบ้านถึงสถานบริการ วิธีการเดินทางมายังสถานบริการ สถานบริการที่ใช้ประจำ และ เหตุผลในการใช้บริการทันตกรรมของกลุ่มตัวอย่างในแต่ละ รูปแบบของการบริการทันตกรรม (ตารางที่ 2) โดยพบว่ากลุ่ม ตัวอย่างในรูปแบบที่ 1 มีระยะทางเฉลี่ยในการเดินทางไปรับ บริการน้อยที่สุด คือ 2.82 กิโลเมตร โดยเดินทางไปรับบริการ ด้วยวิธีการเดินเท้า สถานพยาบาลที่กลุ่มตัวอย่างใช้บริการทาง ทันตกรรมเป็นประจำส่วนใหญ่ได้แก่ รพ. สต. ในพื้นที่ ส่วนกลุ่ม

ตัวอย่างในรูปแบบที่ 2 และ 4 มีระยะทางเฉลี่ยในการเดินทางไปรับบริการประมาณ 14 กิโลเมตร และกลุ่มตัวอย่างใน รูปแบบที่ 3 มีระยะทางเฉลี่ยในการเดินทางไปรับบริการ 6.25 กิโลเมตร โดยกลุ่มตัวอย่างในรูปแบบที่ 2 3 4 ส่วนใหญ่เดินทางไปรับบริการโดยรถยนต์ส่วนตัว ทั้งรถยนต์และรถ จักรยานยนต์ สถานพยาบาลที่ใช้บริการเป็นประจำ ได้แก่โรงพยาบาลประจำ อำเภอกอเจ็ดเสมียนในการไปใช้บริการเนื่องจากใกล้บ้าน/ เดินทางสะดวก (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง

Table 2 General information of the sample

Variations	Sample group 1	Sample group 2	Sample group 3	Sample group 4
Average distance(km.)	2.82±3.95	14.81±11.42	6.25±0.76	14.27±7.02
How to travel (persons)				
On foot	47(82.5%)	6(11.1%)	-	2(3.6%)
Bicycle	2(3.5%)	3(5.6%)	3(5.8%)	11(20%)
Motorcycle	6(10.5%)	7(13%)	22(42.3%)	16(29.1%)
Car	2(3.5%)	27(50%)	24(46.2%)	14(25.5%)
Bus	-	3(5.6%)	-	-
Etc.	-	8(14.8%)	3(5.8%)	12(21.8%)
Dental hospital uses				
Local health care	42(73.7%)	7(13%)	-	8(14.5%)
Community hospitals	6(10.5%)	38(70.4%)	44(84.6%)	41(74.5%)
General hospitals	1(1.8%)	1(1.9%)	-	1(1.8%)
Hospital centers	1(1.8%)	8(14.8%)	1(1.9%)	3(5.5%)
Private clinic centers	7(12.3%)	-	7(13.5%)	2(3.6%)
Reasons for using the service				
Near home/Convenient transportation	52(91.2%)	35(64.8%)	41(78.8%)	48(87.3%)
Inexpensive service	2(3.5%)	8(14.8%)	4(7.7%)	2(3.6%)
Long queues	1(1.8%)	2(3.7%)	-	3(5.5%)
Good services	1(1.8%)	4(7.4%)	-	1(1.8%)
Etc.	1(1.8%)	5(9.3%)	7(13.5%)	1(1.8%)

ตารางที่ 3 แสดงค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ ระดับการเข้าถึงบริการทางทันตกรรมของกลุ่มตัวอย่างในแต่ละ รูปแบบของการบริการทันตกรรม ประกอบด้วย ด้านการเข้าถึง บริการ (Accessibility) ด้านความพอเพียง (Availability) ด้าน ความสะดวกของการมารับบริการ (Accommodation) ด้าน ความสามารถในการจ่าย (Affordability) ด้านความพึงพอใจใน บริการ (Acceptability) และภาพรวมทั้งหมด (Overall) โดย เมื่อประเมินคะแนนการเข้าถึงบริการโดยภาพรวม (Overall)

ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 4 กลุ่ม พบว่าคะแนนประเมินอยู่ในระดับ ปานกลาง (Moderate) โดยที่ กลุ่มตัวอย่างในรูปแบบที่ 2 เป็น กลุ่มที่มีคะแนนประเมินโดยภาพรวมสูงที่สุด (2.52 คะแนน) รองลงมาคือกลุ่มตัวอย่างในรูปแบบที่ 4 (2.36 คะแนน) รองลงมาคือ กลุ่มตัวอย่างในรูปแบบที่ 3 (2.15 คะแนน) และ กลุ่มตัวอย่างในรูปแบบที่ 1 เป็นกลุ่มที่มีคะแนนประเมินต่ำที่สุด (1.99 คะแนน)

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของระดับการเข้าถึงบริการทางทันตกรรมของผู้สูงอายุ

Table 3 Mean and standard deviation of the level of access to dental services among the elderly

	Mean	Sample mean (standard deviation)				*F test and p value
	(Standard Deviation) Of Access to service level	model 1	model 2	Model 3	Model 4	
Accessibility	2.18(0.57)	2.04(0.51) moderate	2.28(0.47) moderate	1.94(0.70) moderate	2.45(0.45) moderate	10.066 p<0.05
Availability	2.00(0.58)	1.73(0.45) moderate	2.34(0.53) moderate	2.02(0.49) moderate	1.93(0.67) moderate	12.333 p<0.05
Accommodation	2.20(0.49)	1.99(0.39) moderate	2.43(0.45) moderate	2.10(0.41) moderate	2.27(0.56) moderate	9.647 p<0.05
Affordability	2.44(0.61)	1.98(0.56) moderate	2.75(0.36) moderate	2.48(0.67) moderate	2.59(0.52) moderate	21.595 p<0.05
Acceptability	2.47(0.54)	2.23(0.51) moderate	2.80(0.34) moderate	2.24(0.52) moderate	2.61(0.52) moderate	20.248 p<0.05
Overall	2.25(0.40)	1.99(0.36) moderate	2.52(0.24) moderate	2.15(0.30) moderate	2.36(0.45) moderate	25.541 p<0.05

จำนวนฟันเฉลี่ย จำนวนคู่สบฟันหลังเฉลี่ย จำนวน ฟันผุและรากฟันผุเฉลี่ย จำนวนฟันสึกด้านบดเคี้ยว (Occlusal wear) เฉลี่ย จำนวนฟันสึกบริเวณปลายฟันหน้า (Incisal wear) เฉลี่ย และฟันสึกบริเวณคอฟัน (Cervical wear) เฉลี่ย ของกลุ่มตัวอย่างในแต่ละรูปแบบของการบริการทันตกรรม (ตารางที่ 4) โดยพบว่า กลุ่มตัวอย่างในรูปแบบที่ 1 เป็นกลุ่มที่มีจำนวนฟันผุเฉลี่ยน้อยที่สุด (1.58 ซี่/คน) มีอัตราการใส่ฟันเทียมมากที่สุด (70.17%) จำนวนคู่สบฟันหลังเฉลี่ย (คู่) ที่มาก (4.63 คู่) เนื่องจากกลุ่มตัวอย่าง ได้รับการใส่ฟันเทียมทดแทน ฟันที่สูญเสียไปในสัดส่วนที่สูง และฟันปลอมอยู่ในสภาพที่ใช้ งานได้ทำให้มีจำนวนคู่สบฟันหลัง (คู่) ที่มากแม้มีจำนวน ฟันคงเหลือเฉลี่ยที่น้อย กลุ่มตัวอย่างในรูปแบบที่ 3 เป็นกลุ่มที่มีจำนวนฟันคงเหลือเฉลี่ยมากที่สุด (21.85 ซี่) คู่สบฟันหลังเฉลี่ย (คู่) มากที่สุด (5.48 คู่) ร้อยละของผู้สูงอายุไม่มีฟันน้อยที่สุด (3.85%), ร้อยละของผู้สูงอายุใส่ฟันเทียมน้อยที่สุด (21.15%) ส่วนกลุ่มตัวอย่างในรูปแบบที่ 2 และ 4 มีสภาวะช่องปาก

ใกล้เคียงกัน โดยพิจารณาจากจำนวนฟันคงเหลือเฉลี่ย (ซี่) (กลุ่มที่ 2: 15.96 ซี่/คน กลุ่มที่ 4: 17.84 ซี่/คน) จำนวนฟันผุ เฉลี่ย (ซี่) (กลุ่มที่ 2: 3.26 ซี่/คน กลุ่มที่ 4: 3.15 ซี่/คน) คู่สบ ฟันหลังเฉลี่ย (คู่) (กลุ่มที่ 2: 4.13 ซี่/คน กลุ่มที่ 4: 3.89 ซี่/คน) (ตารางที่ 4)

สำหรับสภาวะเหงือกและสภาวะปริทันต์ของแต่ละ กลุ่มตัวอย่าง พบว่ากลุ่มตัวอย่างในรูปแบบที่ 3 มีความชุกของ สภาวะปริทันต์ ที่เป็น Healthy (%) มากที่สุด ส่วนกลุ่ม ตัวอย่างในรูปแบบที่ 1 ความชุกของสภาวะปริทันต์ที่เป็น Healthy (%) ที่มาก ความชุกของ Bleeding (%) Calculus (%) Calculus c Bleeding (%) ที่น้อยกว่ากลุ่มตัวอย่างกลุ่ม อื่น ๆ และก็เป็นกลุ่มที่มีความชุกร่องลึกปริทันต์ 4-5 มม (%) ร่องลึกปริทันต์ ≥ 6 มม (%) ที่น้อยที่สุด ส่วนกลุ่มตัวอย่างใน รูปแบบที่ 2 และ 4 มีความชุกของสภาวะปริทันต์และการมี ร่องลึกปริทันต์ (%) ใกล้เคียงกัน (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบสภาวะทันตสุขภาพของกลุ่มตัวอย่าง (อายุเฉลี่ย จำนวนฟันคงเหลือเฉลี่ย จำนวนฟันผุเฉลี่ย คู่สบฟันหลังเฉลี่ย)

Table 4 Compare the oral condition between the sample groups (Average age, Remaining teeth, Decayed teeth, Posterior occlusal pairs)

	National average (60-74 years)*	Sample mean group 1	Sample mean group 2	Sample mean group 3	Sample mean group 4
Average age (years)	-	69.9	68.96	68.5	66.82
Remaining teeth (teeth/person)	18.6	6.14	15.96	21.85	17.84
Decayed teeth (teeth/person)	1.8	1.58	3.26	2.33	3.15
Posterior occlusal pairs (pairs)	3.0	4.63	4.13	5.48	3.89
Incisal wear (teeth/person)	2.8	1.51	2.65	3.71	2.96
Occlusal wear (teeth/person)	2.3	1.68	3.06	2.48	2.69
Cervical wear (teeth/person)	2.1	2.44	3.41	3.56	4.02
Older without teeth(%)	8.7	54.39	18.52	3.85	23.63
Older wearing denture(%)	-	70.17	51.85	21.15	30.91

*Based on the 8th National Dental Health Survey (2017)

ตารางที่ 5 เปรียบเทียบสภาวะทันตสุขภาพของกลุ่มตัวอย่าง (ความชุกของสภาวะปริทันต์ ค่าเฉลี่ยของการมีร่องลึกปริทันต์)

Table 5 Compare the oral condition between the sample groups (Gingival status (prevalence), Periodontal status (prevalence))

	National average (60-74 years)*	Sample mean group 1	Sample mean group 2	Sample mean group 3	Sample mean group 4
Gingival status (prevalence)					
Healthy(%)	7.6	12.28	1.85	19.23	1.82
Bleeding(%)	14.7	1.75	1.85	7.69	1.82
Calculus(%)	7.3	8.77	25.93	28.85	21.82
Calculus with Bleeding(%)	41.3	22.81	51.85	40.38	50.91
Not record(%)	29.2	54.39	18.52	3.85	23.63
Periodontal status (prevalence)					
No pocket(%)	34.7	35.09	40.79	59.62	40.00
Pocket 4-5 mm.(%)	24.1	8.77	38.89	26.92	32.73
Pocket ≥6 mm. (%)	12.2	1.75	1.85	9.61	3.64
Not record(%)	29.0	54.39	18.52	3.85	23.63

*Based on the 8th National Dental Health Survey (2017)

บทวิจารณ์

รูปแบบบริการทันตกรรมกับการเข้าถึงบริการ ระดับการเข้าถึงบริการทางทันตกรรมของผู้สูงอายุโดยภาพรวมทั้งหมด (overall) มีค่าเฉลี่ยคะแนนประเมินการเข้าถึงบริการทันตกรรมไม่แตกต่างกันทั้ง 4 รูปแบบคือ ระดับปานกลางตามเกณฑ์ของ Australian adult population ในปี 2006 และเมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว One Way ANOVA พบว่ามีความแตกต่างกันในการเข้าถึงบริการทันตกรรมทุกด้าน

ด้านการเข้าถึงบริการ (Accessibility) กลุ่มตัวอย่างในรูปแบบที่ 1 (2.04) และ 3 (1.94) เป็นกลุ่มที่มีคะแนนประเมินน้อยกว่ากลุ่มตัวอย่างในรูปแบบที่ 4 (2.45) และ 2 (2.28) ด้วยกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่มมีความแตกต่างกันในด้านเชื้อชาติโดย ในรูปแบบที่ 1 เป็นกลุ่มชาติพันธุ์ม้ง รูปแบบที่ 3 เป็นกลุ่มชาติพันธุ์เมี่ยน (เย้า) กับกลุ่มชาติพันธุ์ลีซอ (ลีซู) ส่วนรูปแบบที่ 2 และ 4 กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นเชื้อชาติไทย (ตารางที่1) ปัจจัยด้านเชื้อชาติและวัฒนธรรมเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการเข้าถึงบริการซึ่งสอดคล้องกับงานของ Hjern และ

คณะที่ได้ทำการศึกษาในกลุ่มชาติพันธุ์ในสวีเดน พบว่ากลุ่มชาติพันธุ์ที่เข้าถึงบริการทันตกรรมน้อยมักพบว่ามีปัญหาด้านสุขภาพช่องปากมากกว่า⁶

ด้านความพอเพียงของบริการ (Availability) กลุ่มตัวอย่างในรูปแบบที่ 2 (2.34) และ 3 (2.02) มีระดับคะแนนประเมินมากกว่ารูปแบบที่ 1 (1.73) และ 4 (1.93) เพราะรูปแบบที่ 2 และ 3 มีทันตบุคลากรให้บริการประจำ ขณะที่รูปแบบที่ 4 ไม่มีทันตบุคลากร ส่วนรูปแบบที่ 1 แม้ว่าจะมีทันตภิบาลประจำที่ รพ. สต. แต่ผู้สูงอายุจะมารับการรักษาโดยทันตแพทย์ซึ่งมาออกหน่วยสัปดาห์ละ 1 วัน การมีทันตบุคลากรให้บริการประจำ จึงเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้มีการเข้าถึงบริการเช่นเดียวกับงานศึกษาของนิลบล ดีพลกรัง พบว่าแรงสนับสนุนจากเจ้าหน้าที่ของรัฐและหน่วยงานในพื้นที่เป็นปัจจัยที่สนับสนุนต่อการเข้าถึงบริการทางทันตกรรมของผู้สูงอายุ⁷

ด้านความสะดวกของการมารับบริการ (Accommodation) กลุ่มตัวอย่างในรูปแบบที่ 1 (1.99) มีคะแนนประเมินต่ำกว่ากลุ่มตัวอย่างในรูปแบบที่ 2 (2.43) 3 (2.10) และ 4 (2.27) แม้ในรูปแบบที่ 1 จะมีทันตภิบาลให้บริการทันตกรรมร่วมกับการออกหน่วยโดยทันตแพทย์ สัปดาห์ละ 1 วัน แต่กลุ่มตัวอย่างในรูปแบบที่ 1 มากกว่าร้อยละ 70 มารับบริการทันตกรรมในสถานบริการในพื้นที่คือ รพ. สต. และมากกว่าร้อยละ 80 ใช้วิธีการเดินทางด้วยการเดินเท้ามายังสถานบริการ (ตารางที่ 2) ประกอบกับพื้นที่ศึกษาในรูปแบบที่ 1 เป็นภูมิประเทศที่เป็นภูเขาการเดินทางไม่สะดวก ทำให้เป็นอุปสรรคในการรับบริการ หากต้องการใช้บริการทางทันตกรรม สอดคล้องกับการศึกษาของ Velez และคณะ⁸ ในปี 2017 พบว่าการเดินทางมารับบริการส่งผลโดยตรงต่อคุณภาพของการบริการทางทันตกรรม

ด้านความสามารถในการจ่าย (Affordability) กลุ่มตัวอย่างในรูปแบบที่ 2 และ 4 มีรายได้เฉลี่ยมากกว่า กลุ่มตัวอย่างในรูปแบบที่ 1 และ 3 (ตารางที่ 1) รายได้จึงเป็นปัจจัยหนึ่งของการเข้าถึงบริการสอดคล้องกับงานศึกษาของ Locker และคณะ⁹ ในปี 2008 ที่พบว่าผู้ป่วยชาวแคนาดา โดยเฉพาะผู้มีรายได้น้อย ระบุว่าค่าบริการเป็นปัจจัยที่ขัดขวางการรับบริการ และสอดคล้องกับ Borreani และคณะ¹⁰ ในปี 2008 พบว่าค่าบริการมีผลต่อการรับการรักษาทางทันตกรรม การประกอบอาชีพอื่นเป็นที่มาของรายได้และพบว่ากลุ่มตัวอย่างในรูปแบบที่ 1 ส่วนใหญ่ไม่ได้ประกอบอาชีพ (ตารางที่ 1) รายได้หลักมาจากรายได้ของตนเองที่เป็นเงินสงเคราะห์ผู้สูงอายุ ทำให้หากการรักษาทางทันตกรรมที่มีความซับซ้อน

ต้องมารับบริการต่อเนื่องหรือมีค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมจะมีผลต่อการตัดสินใจเลือกรับบริการ

ด้านความพึงพอใจในบริการ (Acceptability) แม้ว่าคะแนนประเมินของกลุ่มตัวอย่างในทั้ง 4 รูปแบบมีคะแนนประเมินอยู่ในระดับใกล้เคียงกันคือปานกลาง สอดคล้องกับการศึกษาของ มาร์ต ภูพะเนียด และ ณปภา ประยูรธวัช ว่าผู้สูงอายุที่พักอาศัยอยู่ในเขตที่มีหรือไม่มีบริการทันตกรรมในพื้นที่ ก็ไม่ส่งผลต่อความพอใจของบริการ¹¹

โดยสรุปเมื่อเปรียบเทียบรูปแบบการบริการทางทันตกรรมในพื้นที่ที่แตกต่างกันกับการเข้าถึงบริการทางทันตกรรมพบว่า คะแนนประเมินการเข้าถึงบริการในระดับใกล้เคียงกันคือระดับปานกลาง เนื่องจากการเข้าถึงบริการขึ้นอยู่กับหลากหลายปัจจัย รูปแบบของบริการทางทันตกรรมเป็นเพียงปัจจัยส่วนหนึ่งที่ส่งผลต่อการเข้าถึงบริการ นอกจากนี้ยังมีปัจจัยอื่น ๆ ที่มีผลต่อระดับการประเมินการเข้าถึงบริการ เช่น ปัจจัยระดับตัวบุคคล ได้แก่ ปัจจัยด้านสุขภาพโดยผู้ที่มีสุขภาพแข็งแรงจะมีคะแนนประเมินด้านการเข้าถึงบริการดีกว่าผู้ที่มีสุขภาพไม่แข็งแรง¹² ความเชื่อ วัฒนธรรมประเพณี อาชีพ รายได้ และปัญหาด้านสุขภาพช่องปากของแต่ละบุคคล โดยจะมีความแตกต่างกันตามบริบทและปัจจัยแวดล้อมต่าง ๆ เช่น ปัจจัยด้านบุคลากร ปัจจัยด้านงบประมาณ และปัจจัยด้านความพร้อม และความพอเพียงของเครื่องมือที่จะให้บริการ เป็นต้น นอกจากนี้ในพื้นที่ที่มีหน่วยบริการที่เป็นทางเลือกในการให้บริการแก่ผู้ป่วย ที่มีความสะดวกและสามารถไปใช้บริการระยะทางไม่ไกลมาก การเดินทางสะดวก ค่าใช้จ่ายในการเดินทางไม่สูง มีบริการที่ตรงกับความต้องการของผู้ป่วยย่อมสามารถเป็นทางเลือกในการไปใช้บริการของผู้ป่วยได้จึงทำให้ระดับของการเข้าถึงบริการไม่แตกต่างกัน¹³

รูปแบบบริการทันตกรรมกับสุขภาพช่องปาก สุขภาพช่องปากของกลุ่มตัวอย่างในรูปแบบที่ 1 มีสภาพที่ต่างจากกลุ่มตัวอย่างในอีก 3 รูปแบบ คือมีจำนวนฟันคงเหลือเฉลี่ยอยู่ในช่องปากน้อยที่สุดมีเพียง 6.14 ซี่ ต่อคน ร้อยละ 54 ไม่มีฟันในช่องปาก ขณะที่ร้อยละ 70 มีการใส่ฟันเทียม (ตารางที่ 4) และมีความแตกต่างจากประชากรวัย 60 ขึ้นไปของการสำรวจสภาวะทันตสุขภาพแห่งชาติครั้งที่ 8* (พ.ศ. 2560) ด้วยกลุ่มตัวอย่างในรูปแบบที่ 1 ร้อยละ 98 เป็นชาติพันธุ์ม้ง ซึ่งการศึกษาของการศึกษาของ Okunseri และคณะ พบว่าเกือบครึ่งของผู้ที่ร่วมทำการวิจัยพบว่า มีสุขภาพช่องปากที่ไม่ดี และมีความยากลำบากในการเข้าถึงบริการ¹⁴ และการศึกษาของ Her ที่พบว่า จากการสำรวจชาวม้งในชุมชนส่วนใหญ่มีสุขภาพ

ช่องปากที่ไม่ดีและพบว่ากลุ่มตัวอย่างมีฟันผุและฟันผุที่ไม่ได้รับการรักษา และกว่าครึ่งมีแนวโน้มที่จะเกิดภาวะปริทันต์ตั้งแต่อายุยังน้อย¹⁵ อันนำมาสู่การสูญเสียฟันและการใส่ฟันเทียมตามมาในอนาคตในขณะที่กลุ่มตัวอย่างในรูปแบบที่ 3 มีพื้นที่เหลือเฉลี่ย 21.85 ซึ่งต่อคน ร้อยละ 3.85 ไม่มีฟันในช่องปากและร้อยละ 21.15 มีการใส่ฟันเทียม สอดคล้องกับการศึกษาของ Lee และคณะ¹⁶ ในปี 2015 พบว่าผู้สูงอายุกลุ่มนี้เป็นกลุ่มที่ไม่ได้รับบริการทางทันตกรรมเป็นประจำจะส่งผลให้เกิดปัญหาสุขภาพช่องปาก โดยจะมีสุขภาพช่องปากแย่กว่ากลุ่มที่เข้าถึงสถานพยาบาลและมีการใช้บริการเป็นประจำ

ตารางที่ 5 ด้านสถานะเหงือก (Gingival status) พบว่ากลุ่มตัวอย่างในรูปแบบที่ 3 คือพื้นที่ที่อยู่ในเขตบริการของโรงพยาบาลและไม่มี รพ. สต. มีร้อยละของสถานะเหงือกที่เป็นปกติ (Healthy) และไม่มีร่องลึกปริทันต์ (No pocket (%)) มากกว่ากลุ่มตัวอย่างในอีก 3 รูปแบบ และมากกว่าผลการสำรวจสถานะทันตสุขภาพแห่งชาติ ครั้งที่ 8 ในกลุ่มประชากรอายุมากกว่า 60 ปี ในขณะที่กลุ่มตัวอย่างในรูปแบบที่ 1 มีสถานะเหงือกที่เป็นปกติ (Healthy) และไม่มีร่องลึกปริทันต์ (No pocket(%)) น้อยที่สุด ด้วยรูปแบบการบริการทันตกรรมในแบบที่ 3 อยู่ในพื้นที่ใกล้โรงพยาบาล มีระยะห่างจากที่พักกับโรงพยาบาล เฉลี่ย 6.25 กิโลเมตร ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Ogunbodede และคณะ พบว่ายังมีความแตกต่างด้านสุขภาพช่องปาก การใช้บริการและการเข้าถึงบริการระหว่างประชาชนที่อาศัยอยู่ในเขตชุมชนเมืองกับเขตชนบท โดยจะพบว่าประชาชนที่อาศัยอยู่ในเขตชุมชนเมืองมีสุขภาพช่องปากและการเข้าถึงบริการที่ดีกว่า¹⁷ สอดคล้องกับการศึกษาของ Vargas และคณะ ในปี 2003 ที่ผู้สูงอายุที่อยู่ในเขตเมืองมีสุขภาพช่องปากที่ดีกว่า และมีการสูญเสียฟันทั้งปากน้อยกว่าผู้สูงอายุที่อาศัยอยู่ในชนบท¹⁸ และสอดคล้องกับการศึกษาของ Kruger และคณะ¹⁹ ในปี 2007 ได้ทำการสำรวจสถานะสุขภาพช่องปากของผู้สูงอายุที่อาศัยอยู่ในเขตชนบทของออสเตรเลีย ซึ่งเป็นพื้นที่ที่การเข้าถึงบริการไม่สะดวก พบว่ามีอัตราการสูญเสียฟันค่อนข้างสูง และเกือบครึ่งของผู้ทำการสำรวจพบว่าไม่มีฟันเหลือในช่องปาก โดยอุปสรรคในการไปใช้บริการ ได้แก่ปัจจัยด้านการขาดบริการที่ต้องการระยะเวลาการรอคอยที่นาน และปัจจัยด้านค่าใช้จ่าย

เมื่อพิจารณาระหว่าง กลุ่มตัวอย่างในรูปแบบที่ 1 และ 3 นั้น ทั้งสองรูปแบบต่างก็มีงานบริการทางทันตกรรมในเขตพื้นที่ตำบลของตน โดยรูปแบบที่ 1 มีทันตภิบาลประจำอยู่ที่ รพ. สต. ร่วมกับการออกหน่วยให้บริการโดยทันตแพทย์

(สัปดาห์ละ 1 วัน) ผู้สูงอายุสามารถรับบริการทางทันตกรรมได้ที่ รพ. สต. ในพื้นที่ ส่วนรูปแบบที่ 3 ซึ่งอยู่ในพื้นที่บริการของทางโรงพยาบาลผู้ให้บริการคือทันตแพทย์ แต่กลุ่มตัวอย่างในรูปแบบที่ 3 มีสุขภาพช่องปากที่ดีกว่ากลุ่มตัวอย่างในรูปแบบที่ 1 เนื่องจากความถี่ในการให้บริการทันตกรรมของทันตแพทย์ที่แตกต่างกัน และกลุ่มตัวอย่างในรูปแบบที่ 1 มีระยะห่างจากโรงพยาบาลประจำอำเภอที่มากกว่า 30 กิโลเมตร ทำให้เป็นอุปสรรคในการใช้บริการทางทันตกรรม กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่จึงเลือกใช้บริการทางทันตกรรมที่ รพ. สต. ในพื้นที่ที่มีความสะดวกมากกว่า (ส่วนใหญ่ใช้บริการที่ รพ. สต. ในพื้นที่ (73.7%) ระยะทางเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ 2.82 ± 3.95 กิโลเมตร เดินทางด้วยวิธีการเดินเท้า (82.5%)) ซึ่งจะส่งผลต่อกระทบต่อสุขภาพช่องปาก ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Hjern และคณะ⁶ ในปี 2000 ได้ทำการศึกษาข้อมูลของชนกลุ่มน้อยในประเทศสวีเดนซึ่งเป็นกลุ่มที่มีการใช้บริการทางทันตกรรมน้อย พบว่า เป็นกลุ่มที่มีปัญหาด้านสุขภาพช่องปากมากกว่ากลุ่มที่มีอัตราการใช้บริการทางทันตกรรมสม่ำเสมอกว่าถึง 2.7 เท่า สอดคล้องกับการศึกษาของ Arcury และคณะ²⁰ ในปี 2012 ได้ทำการศึกษาผู้สูงอายุที่อาศัยอยู่ในเขตชนบทของประเทศสหรัฐอเมริกา พบว่าประชากรผู้สูงอายุที่เคยได้รับบริการทางทันตกรรมและมีบางส่วนที่ได้รับการเป็นประจำ มีฟันบดเคี้ยวในช่องปาก และยังพบว่าการใช้บริการทางทันตกรรมเป็นประจำจะส่งผลให้ความจำเป็นในการรักษาทางทันตกรรมลดลง สอดคล้องกับการศึกษาของ Crocombe และคณะ²¹ ในปี 2012 ได้วิเคราะห์ข้อมูลจากการเก็บข้อมูลโดย Australian National Survey of Adult Oral Health ระหว่างปี ค.ศ. 2004-06 พบว่าการเข้าถึงบริการเป็นปัจจัยที่มีผลต่อสุขภาพช่องปากของประชาชน ประชาชนที่อาศัยอยู่นอกเขตเมืองหลวงมีสุขภาพช่องปากที่แย่กว่าประชาชนที่อาศัยในเขตเมือง (การวัด oral health status ด้วย DMFT Index, and numbers of decayed, missing and filled teeth) สอดคล้องกับการศึกษาของ Hamano และคณะ²² ในปี 2017 พบว่าในเขตชนบทของประเทศญี่ปุ่นที่มีระบบการบริการขนส่งสาธารณะที่ขาดแคลนในชนบทและความยากในการเข้าถึงบริการเป็นอุปสรรคในการมารับบริการเป็นประจำ พบว่าระยะทางที่ห่างจากสถานบริการเป็นปัจจัยเสี่ยงต่อการสูญเสียฟัน และมีความสัมพันธ์กับจำนวนฟันที่เหลือในช่องปากของผู้สูงอายุ สอดคล้องกับการศึกษาของ Aarabi และคณะ²³ ในปี 2018 ศึกษาเปรียบเทียบสถานะสุขภาพช่องปากกับการเข้าถึงบริการใช้และการเข้าถึงบริการทันตกรรมในผู้สูงอายุใน

ประเทศเยอรมัน พบว่าผู้สูงอายุกลุ่มผู้อพยพมีอัตราการใช้บริการทันตกรรมในรอบ 12 เดือนที่ผ่านมามากกว่า และไม่มีการพบทันตแพทย์เป็นประจำ ส่งผลให้พบว่ามีอัตราการเกิดฟันผุมากกว่ากลุ่มที่มีอัตราการใช้บริการสม่ำเสมอว่า

ผลที่ได้จากงานวิจัยนี้พบว่าการทำงานของทันตแพทย์และรูปแบบของบริการทางทันตกรรมมีผลต่อสุขภาพช่องปากของผู้สูงอายุ เนื่องจากการดูแลสุขภาพช่องปากเป็นหน้าที่โดยตรงของทันตแพทย์ ซึ่งเป็นปัญหาที่มีผลกระทบต่อสุขภาพร่างกายของผู้สูงอายุเช่น ในผู้สูงอายุที่มีสภาวะการกลืนลำบากที่อาจส่งผลให้เกิดการติดเชื้อในกระแสเลือดได้นั้น การดูแลด้านสุขภาพช่องปาก เช่นการดูแลความสะอาดของช่องปาก รอยโรคต่าง ๆ ในช่องปาก จำนวนฟันบดเคี้ยว และการใช้งานฟันเทียม มีความสำคัญหากผู้สูงอายุได้รับการดูแลสม่ำเสมอ จะสามารถลดความเสี่ยงในการเกิดการเกิดปอดบวมหรือปอดอักเสบจากการสำลัก (Aspiration pneumonia) ได้²⁴ ซึ่งในการดูแลสุขภาพช่องปากผู้สูงอายุในพื้นที่นั้นมีความสำคัญจะเน้นไปที่หน่วยบริการปฐมภูมิซึ่งได้แก่ โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพระดับตำบล เนื่องจากเป็นหน่วยบริการที่ตั้งอยู่ในชุมชน มีความคุ้นเคย ใกล้ชิดกับประชากรที่อยู่ในชุมชนนั้น ๆ เช่นงานวิจัยของสุปรียา เครือสาร²⁵ ที่พบว่าหน้าที่โรงพยาบาลมีการขยายบริการทันตกรรมในหน่วยบริการปฐมภูมิ และมีการออกหน่วยให้บริการในพื้นที่เป็นประจำโดยทันตแพทย์ จะช่วยเพิ่มความสามารถในการเข้าถึงบริการทางทันตกรรม เช่น การลดระยะเวลารอคอยในการใส่ฟันปลอมเป็นต้น นอกจากนี้ยังสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการควบคุมโรคในช่องปากด้วย ซึ่งหน้าที่ในการดูแลสุขภาพช่องปากจะเป็นหน้าที่ของทันตภิบาลเป็นส่วนใหญ่ซึ่งในปัจจุบันคาดว่าจะมีจำนวนทันตภิบาลปฏิบัติงานอยู่ใน รพ. สต. ประมาณ 6,583 คน และหน้าที่ของทันตภิบาลในหน่วยบริการปฐมภูมิจะเน้นไปที่งานส่งเสริมป้องกันโรคของประชาชนในชุมชนทุกกลุ่มวัย²⁶ โดยเริ่มตั้งแต่กลุ่มหญิงตั้งครรภ์ เด็กก่อนวัยเรียน เด็กวัยเรียน วัยทำงานและผู้สูงอายุ รวมทั้งการให้บริการรักษาทางทันตกรรมขั้นพื้นฐานซึ่งส่วนใหญ่จะเน้นไปในกลุ่มเด็กและหญิงตั้งครรภ์เนื่องจากข้อจำกัดบางประการ เช่น ในวัยทำงานและวัยผู้สูงอายุ ปัญหาสุขภาพช่องปากจะมีความซับซ้อนกว่าวัยเด็ก เป็นต้นหรือด้วยข้อจำกัดด้านอัตราค่าจ้างคนและบทบาทหน้าที่ซึ่งโดยปกติในโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพระดับตำบลแต่ละแห่งจะมีทันตภิบาลปฏิบัติงานอยู่แต่ละ 1 คน แต่มีหน้าที่ที่ต้องดูแลสุขภาพช่องปากของคนทุกกลุ่มวัยทำให้ การดูแลอาจไม่ทั่วถึงครอบคลุมเท่าที่ควร ส่วนในปัจจุบันบทบาทหน้าที่ของทันตแพทย์ในหน่วยบริการปฐมภูมิส่วนใหญ่จะทำหน้าที่ ให้คำปรึกษา

ช่วยในการดูแลคุณภาพของบริการ อาจมีการออกหน่วยให้บริการที่หน่วยบริการปฐมภูมิตามตารางเวลาดังหมาย ซึ่งหากต้องการให้การดูแลสุขภาพในกลุ่มวัยต่าง ๆ รวมทั้งผู้สูงอายุ มีความครอบคลุมและต่อเนื่อง การให้บริการในหน่วยบริการปฐมภูมิควรจะต้องมีการทำงานเป็นทีมร่วมกันระหว่างทันตภิบาลที่ประจำอยู่ในพื้นที่นั้น ในการคัดกรองผู้ป่วย เน้นงานส่งเสริมและป้องกัน บำบัดรักษาโรคตามศักยภาพของหน่วยบริการปฐมภูมินั้น ๆ ร่วมกับการออกหน่วยให้บริการโดยทันตแพทย์เป็นประจำและสม่ำเสมอ จะช่วยเพิ่มศักยภาพด้านการรักษาทางทันตกรรมให้สามารถทำการรักษาที่มีความซับซ้อนมากขึ้นได้ เช่น การใส่ฟันเทียม เป็นต้นและช่วยลดขั้นตอนในการรับบริการของผู้ป่วย เพิ่มความสะดวกในการมารับบริการโดยเฉพาะในกลุ่มผู้สูงอายุที่มีปัญหาด้านการเดินทางมารับบริการ และจะสามารถทำให้การดูแลสุขภาพช่องปากของผู้สูงอายุมีความครอบคลุมและต่อเนื่อง และทำให้ผู้สูงอายุมีสุขภาพช่องปากที่ดีและมีคุณภาพชีวิตที่ดีได้

บทสรุป

ปัจจัยที่มีผลต่อสุขภาพช่องปากของผู้สูงอายุขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย ทั้งระดับบุคคล สังคมและวัฒนธรรม การมีบริการทันตกรรมในพื้นที่จะช่วยเพิ่มการเข้าถึงบริการด้านทันตกรรมทำให้ผู้สูงอายุมีโอกาสได้รับบริการทันตกรรมอย่างสม่ำเสมอ ทำให้สามารถรักษาโรคในช่องปากที่เกิดขึ้นได้ก่อนอาการจะลุกลาม จะช่วยให้ผู้สูงอายุสามารถดูแลสุขภาพช่องปากของตนเองได้ ทำให้ผู้สูงอายุมีสุขภาพช่องปากที่ดี

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และผู้ที่มีส่วนร่วมสนับสนุนงานวิจัยทุกท่าน รวมถึงขอขอบคุณผู้สูงอายุที่เป็นอาสาสมัครเข้าร่วมวิจัยทุกท่าน และผู้ที่เกี่ยวข้องในพื้นที่อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ ที่อำนวยความสะดวก และให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

1. Office of the National Economic and Social Development Board (NESDB). Population Projections for Thailand 2010-2040. Bangkok;2013.
2. Foundation of Thai Gerontology Research and Development Institute. Situation of the Thai elderly 2009. In: Chunharas S, editor. Bangkok: TQP Ltd.; 2009.

3. Dental Health Bureau. The 8th National oral health survey report, 2017. Bangkok: Samcharoen-panit Co.; 2018.
4. Sangouam S, Kitterawuttiwong N, Tejavaddhana P, Pratoomsot C, Korwanich K. Factors related to accessibility of dental care service among the elderly in lower Northern region, Thailand. *CM Dent J* 2015;36(1):53-61.
5. Cronbach LJ. Essentials of psychological testing. 5th ed. New York : Harper Collins; 1990.
6. Hjern A, Grindeford M. Dental health and access to dental care for ethnic minorities in Sweden. *Ethn Health* 2000;5(1):23-32.
7. Deeponkrang N. Factors affecting public sector dental services accessibility among the elderly in Waeng Yai District, Khon Kaen Province. *J Khon Kaen Provincial Health Office* 2021;3(1):1-20.
8. Velez D, Palomo-Zerfas A, Nunez-Alvarez A, Ayala GX, Finlayson TL. Facilitators and barriers to dental care among Mexican migrant women and their families in North San Diego County. *J Immigr Minor Health* 2017;19(5):1216-26.
9. Locker D, Maggiras J, Quiñonez C. Income, dental insurance coverage, and financial barriers to dental care among Canadian adults. *J Public Health Dent* 2011;71(4):327-34.
10. Borreani E, Wright D, Scambler S, Gallagher JE. Minimising barriers to dental care in older people. *BMC Oral Health* 2008;8(1):1-15.
11. Phoophaniat M, Prayoonwong N. Factors influencing dental services accessibility among the elderly in Suphanburi Province. *SPURHS* 2018;18(2):66-75.
12. Lapying P, Putthasri W. Oral health care utilization during the first decade of Thai universal health coverage system. *JHS* 2013;1080-90.
13. Sareeratewin P. Accessibility of dental care among the elderly in Mueang District, Phetchabun Province. *Thai Dent Nurse J* 2019; 30(1):151-66.
14. Okunseri C, Yang M, Gonzalez C, LeMay W, Iacopino AM. Hmong adults self-rated oral health: a pilot study. *J Immigr Minor Health* 2008;10(1):81-8.
15. Her MZ. Prevalence of periodontal disease in the fresno hmong community. *Hmong Stud J* 2014; 15(1):1-13.
16. Lee KH, Wu B, Plassman BL. Dental care utilization among older adults with cognitive impairment in the USA. *Geriatr Gerontol Int* 2015;15(3):255-60.
17. Ogunbodede EO, Kida IA, Madjapa HS, Amedari M, Ehizele A, Mutave R, et al. Oral health inequalities between rural and urban populations of the African and Middle East region. *Adv Dent Res* 2015;27(1):18-25.
18. Vargas CM, Yellowitz JA, Hayes KL. Oral health status of older rural adults in the United States. *JADA* 2003;134(4):479-86.
19. Kruger E, Tennant M, Smith K, Peachey J. The oral health and treatment needs of community-dwelling older people in a rural town in Western Australia. *Australas J Ageing* 2007;26(1):15-20.
20. Arcury TA, Savoca MR, Anderson AM, Chen H, Gilbert GH, Bell RA, et al. Dental care utilization among North Carolina rural older adults. *J Public Health Dent* 2012;72(3):190-7.
21. Crocombe LA, Stewart JF, Brennan DS, Slade GD, Spencer AJ. Is poor access to dental care why people outside capital cities have poor oral health? *Aust Dent J* 2012;57(4):477-85.
22. Hamano T, Takeda M, Tominaga K, Sundquist K, Nabika T. Is Accessibility to dental care facilities in rural areas associated with number of teeth in elderly residents? *Int J Environ Res Public Health* 2017;14(3):327.
23. Aarabi G, Reissmann DR, Seedorf U, Becher H, Heydecke G, Kofahl C. Oral health and access to dental care - a comparison of elderly migrants and non-migrants in Germany. *Ethn Health* 2018;23(7):703-17.

24. Chobchuen R. The role of nurses in rehabilitation of patients with dysphagia. Srinagarind Med J 2014;29(4):13-5.
25. Khruasan S. The six building blocks of oral health service plan, Lomsak, Phetchabun Province in 2017-2018. Thai Dent Nurse J 2019;30(1):120-30.
26. Suneewong K. Situation of the distribution of Thai dentists and the situation of manpower in the provision of oral health services in primary care units. Health Systems Research Institute; 2006.

ผู้รับผิดชอบบทความ

โสภณ เหลี่ยมสมบัติ

แผนกทันตกรรม โรงพยาบาลเขาค้อ

อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ 67270

โทรศัพท์: 081 044 7825

จดหมายอิเล็กทรอนิกส์: two_ofme@hotmail.com

Dental Service Model with Access to Care and Oral Health Status of Elderly: A Study Area, Phetchabun Province

Leamsombat S* Tuongratanaphan S**

Abstract

Most of the study area in Phetchabun is mountainous, making travel inconvenient. To provide dental services to the elderly, different dental services are arranged according to the appropriateness of each area. The objective of this study was to compare the dental service model with the oral health of the elderly living in the study area in Phetchabun Province. This research was designed to be descriptive research by dividing the samples according to the area and service model into 4 groups. 1. An area with a dental hygienist at the primary care unit and a dental service unit by a dentist issued 2. An area with a dental hygienist at the primary care unit. 3. An area that did not have a dental hygienist at the primary care unit but was in the dental service area of the hospital. 4. An area that did not have a dental hygienist at the primary care unit and outside the service area of the hospital. Information about access to dental services and oral health status was collected. The data were analyzed by comparing the mean values between the population groups. The results of the study found that different types of dental services affected the oral health of the elderly, with local dental services grouped by dentists (group 1 and group 3) being better for oral health than those without local dental services by dentists. (Group 2 and Group 4) According to the results of the study, it was found that different dental service patterns in the area affected the oral health of the elderly. It was found that increasing dental services in the dental area by dentists could improve the efficiency of dental services.

Keywords: Elderly/ Dental service model/ Oral health status/ Access to care

Corresponding Author

Sopon Leamsombat,
Dental Department, Khao Kho Hospital,
Amphur Khao Kho,
Phetchabun, 67270
Tel.: +66 81 044 7825
Email: two_ofme@hotmail.com

* Dental Department, Khao Kho Hospital, Amphur Khao Kho, Phetchabun.

** Department of Family and Community Dentistry, Faculty of Dentistry, Chiang Mai University, Chiang Mai.

Sealing Ability between Calcium Silicate-based Sealer and Epoxy Resin-based Sealer at Various Lengths: an *In Vitro* Study

Likanonsakul S* Ongchavalit L** Laovanitch Srisatjaluk R***

Abstract

The endodontically treated tooth often loses coronal tooth structure over time and a post is needed to retain the core and crown. The recommended length of remaining gutta percha after post space preparation should be 4-5 mm. The short root could be compromised between the length of remaining gutta percha and the post length. Recently, a bioceramic impregnated gutta percha and a calcium silicate-based sealer have been developed. The aim of this study was to evaluate the sealing ability of the remaining root canal filling materials with various lengths of bioceramic impregnated gutta percha and calcium silicate-based sealer in comparison to gutta percha and epoxy resin-based sealer. The 88 maxillary central incisors were divided into 4 groups (n=20) based on root canal filling materials and remaining lengths. Group 1: gutta percha using an epoxy resin-based sealer with 4 mm of remaining root canal filling material, Group 2, 3 and 4: bioceramic impregnated gutta percha using a calcium silicate-based sealer with 2, 3 and 4 mm of remaining root canal filling material respectively. The sealing ability was assessed by conducting the bacterial leakage test using *Enterococcus faecalis*. After 60 days, a scanning electron microscope was used to inspect the gap between the interface of leaked and non-leaked specimens. The leakage test results showed overall percentage of leakage of 31.25%. Group 2 (BC 2 mm) had the highest percentage of leaked specimen (40%). Group 3 (BC 3mm) had the lowest percentage of leaked specimens (15%). Group 1 (AH Plus 4 mm) and group 4 (BC 4 mm) had the similar leakage percentage (35%). There were no statistically significant differences among the four groups ($p \geq 0.05$). Ninety-two percent of all specimens were leaked in 30 days. The SEM showed that the leaked specimens had more gaps (46.65%) than non-leaked specimens (19.71%). Taken together, this study indicated that the sealing ability bioceramic impregnated gutta percha and calcium silicate-based sealer of 2-4 mm lengths were comparable to the 4 mm of gutta percha and the epoxy resin-based sealer.

Keywords: Calcium silicate-based sealer/ Epoxy resin-based sealer/ Remaining root canal filling/ Sealing ability

Received: Mar 14, 2022

Revised: Aug 16, 2022

Accepted: Sep 12, 2022

Introduction

Root canal obturation is one of the critical steps in root canal treatment. The objectives of filling root canal are to entomb surviving microbes and prevent leakage from both the coronal and apical paths of root canal.¹ Several core materials and sealers are used to obturate the root canal. Gutta percha is the most marketable core due to its ease of manipulation, inertness and radiopacity.² Epoxy resin-based sealer has been used with gutta percha for more than a decade. The beneficial properties of epoxy resin-based sealer are adequate flow,³⁻⁷ suitable

film thickness,^{3,6} adhesion to dentin,⁸ antibacterial⁷ and radiopacity.^{4-6, 9,10}

The endodontically treated tooth often loses coronal tooth structure caused from dental caries, tooth fracture or restorative procedure.¹¹ In some circumstances, a post was needed to retained the core and crown.¹² The length of post is suggested to be equal to the crown height¹³ and the apical extension should be at least half of the length between alveolar crest supporting bone to the apex of root.¹⁴ This from a biological point of view, the

* Residency Training Program in Endodontics, Department of Operative Dentistry and Endodontics, Faculty of Dentistry, Mahidol University, Bangkok.

** Department of Operative Dentistry and Endodontics, Faculty of Dentistry, Mahidol University, Bangkok.

*** Department of Oral Microbiology, Faculty of Dentistry, Mahidol University, Bangkok.

remaining gutta percha was the important factor to prevent leakage. Many previous studies have concluded that the remaining gutta percha should be at least 4-5 mm.^{15,16} There were reported that the leakage increased when gutta percha length decreased.^{15,17,18} Short-rooted teeth cause a significant problem due to the fact that they do not having a suitable gutta percha length for post preparation.

Recently, bioceramic impregnated gutta percha and calcium silicate-based sealer were developed.¹⁹ Calcium silicate-based sealer is hydrophilic, slightly expansive when setting, insoluble in tissue fluid,²⁰ biocompatible²¹ and bond to dentin.²² Recent studies have claimed that bioceramic impregnated gutta percha can be bonded with bioceramic particles in calcium silicate-based sealer, which may improve the sealing ability of root canal filling materials.

To test the sealing property of root canal filling materials, the bacterial leakage test is the most clinical relevance among microleakage methods²³⁻²⁵. Various bacterial species have been used as the indicator of the test. The most frequently used is *Enterococcus faecalis*, due to the fact that it is most commonly found in persistent endodontics infection and it is easy to grow in laboratory conditions.^{18,26,27} However, the bacterial leakage test has some limitations, for example, the negative leakage results may be obtained from teeth that still have small number of bacteria within root canal filling material and dentinal tubules.²⁸ For this reason, a marginal adaptation test, such as the histology section or microcomputed tomography were needed to validate the routes of leakage in the classic two chamber bacterial leakage model.²⁹

According to a previous study, the sealing ability of gutta percha and epoxy resin-based sealer were dependent on the length of root canal filling material.¹⁸ Recently, different lengths of gutta percha and calcium silicate-based sealer were studied for their sealing ability, however the method used in this studies was dye leakage.³⁰

The purpose of this study is to compare the sealing ability of various lengths of the remaining root canal filling materials, bioceramic impregnated gutta percha and calcium silicate-based sealer, to gutta percha and epoxy resin-based sealer.

Materials and methods

1. Specimen preparation

The study protocol was approved by the Ethics Committee of the Faculty of Dentistry/Faculty of Pharmacy, Mahidol University, Institutional Review Board (COE.No.MU-DT/PY-IRB 2019/034.1706). A total of 88 extracted mature maxillary central incisors without root caries were selected and stored in 0.1% thymol solution. Periapical radiograph was taken in the labiopalatal and mesiodistal directions to confirm the presence of a single root canal without developmental anomalies, root caries or resorption. The crown was removed by using a diamond bur with water coolant, leaving the root 10 mm in length. K-file No. 15 (Dentsply Maillefer, Tulsa, OK, USA) was used to confirm root canal patency and determine the working length by subtracting 1 mm from apical foramen. The root was examined under a dental operating microscope (OPMI Pico, Zeiss, Jena, Germany) at 20x magnification. The roots which had fractures, cracks or other damage to the root structure were excluded. All roots were stored in 0.1% thymol solution at 4°C until use.

All specimens were instrumented using a RaCe NiTi rotary instrument (FKG Dentaire SA, La Chaux – de – Fonds, Switzerland) to size 50/04. The specimens were irrigated with 1 ml of 2.5% NaOCl using a 25-gauge needle between each file. Final irrigation was performed with 3 ml of 17% EDTA for 1 minute, followed by 5 ml of 2.5% NaOCl and dried with paper points. The specimens were randomly divided into 4 groups of 20 specimens each according to the obturation technique and the lengths of remaining root canal filling materials (Figure 1). The remaining eight teeth were used as positive and negative controls. The specimens were obturated as follows:

Group 1: Epoxy resin sealer (AH Plus[®]; Dentsply Sirona, Ballaguess, Switzerland) was mixed according to the manufacturer's instructions and coated in root canal with a K-file. A matched taper gutta percha cone size 50/.04 (FKG Dentaire SA) was coated with sealer and inserted into the root canal to the working length. The coronal section of the gutta percha was removed with an electronic heat carrier (System B[™], SybronEndo, Orange, CA, USA) which was set to 200°C and vertically compacted with a 5/7 root canal plugger to the length 4 mm from the working length.

Group 2: Calcium silicate-based sealer (TotalFill[®] BC Sealer[™]; FKG Dentaire SA, La Chaux - de - Fonds, Switzerland) was injected into the root canal according to the manufacturer's instructions. The lentulo spiral size 40 was utilized to distribute the sealer into root canal system

according to Huang et al (2018)³¹. A matched taper BC point[™] (FKG Dentaire SA, La Chaux-de - Fonds, Switzerland) size 50/.04 was coated with sealer and inserted into the root canal to the working length. Coronal section of BC point[™] was removed with electronic heat carrier which was set to 200°C and vertically compacted with a 5/7 and 1/3 root canal plugger to 2 mm from the working length.

Group 3: Used the same obturation procedures as group 2, but BC the point[™] was removed and vertically compacted with a 5/7 root canal plugger to a length 3 mm from the working length.

Group 4: Used the same obturation procedures as group 2, but the BC point[™] was removed and vertically compacted with a 5/7 root canal plugger to 4 mm from the working length.

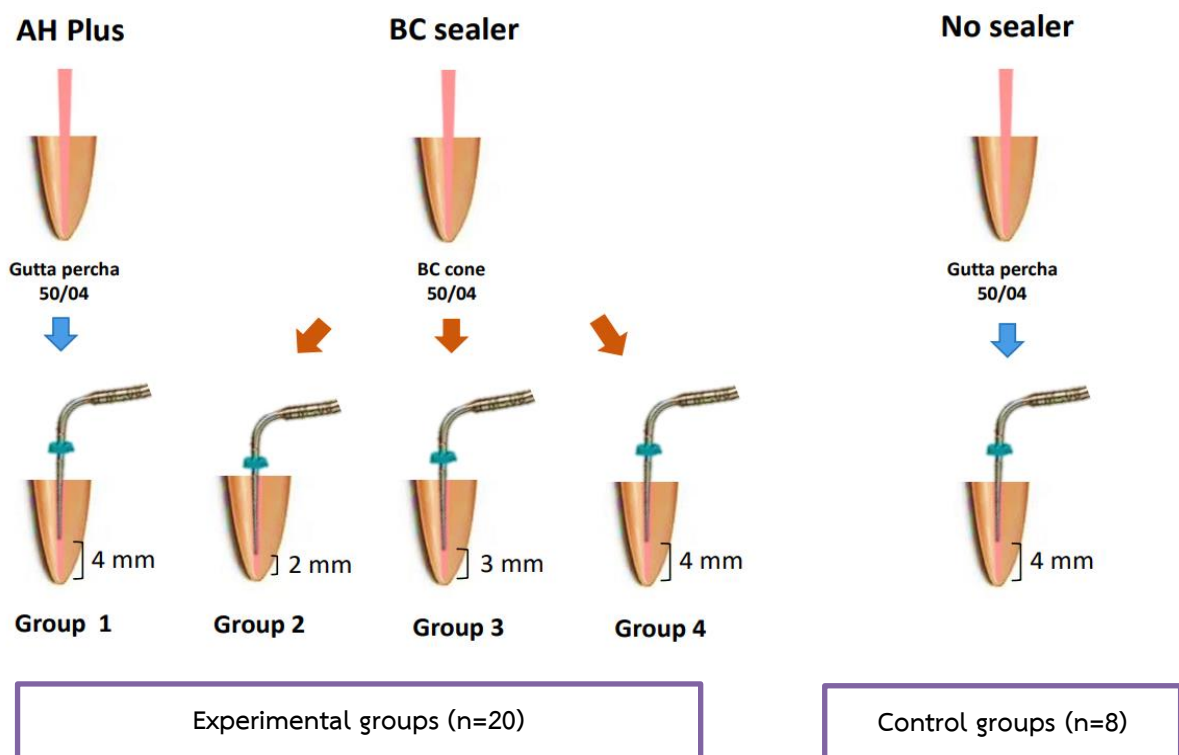


Figure 1 Illustration of experimental groups and control groups

The positive control and the negative control: Specimens were obturated with a matched taper gutta percha cone size 50/.04 without sealer. Gutta percha was removed to 4 mm from the working length.

Periapical radiographs were taken in the labiopalatal and mesiodistal directions to confirm the obturation quality and length of remaining root canal filling. The inadequate root canal filling specimens were excluded.

All specimens were kept in 37°C and 100% humidity for 14 days to allow the sealer completely set before the leakage test was performed. Subsequently, all specimens from groups 1-4, positive and negative control groups were prepared with DT drill no. 0.5 (Acteon Co., Mérignac, France) to the length of remaining root canal filling materials and then finally irrigated with 1 ml of 0.9% NSS. The periapical radiographs were taken in the labiopalatal and mesiodistal directions to confirm the length of root canal filling material after post space preparation (Figure 2).

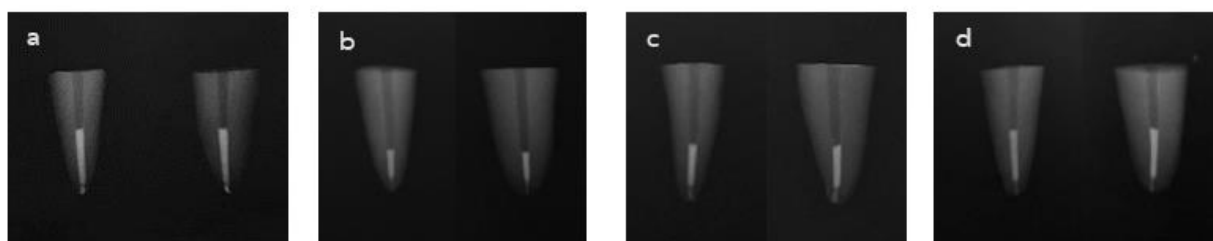


Figure 2 Radiographic of root canal filling after post space preparation in mesiodistal and labiopalatal directions
a) AH Plus 4 mm b) BC 2 mm c) BC 3 mm d) BC 4 mm

2. Bacterial leakage test

2.1 Preparation of the bacterial leakage model

The specimens from groups 1-4 and the positive control group were coated with two layers of nail varnish (Revlon Inc., New York, NY, USA) on entire root surface except 2 mm from root apex. The specimens from the negative control group were coated with two layers of nail varnish on the entire root surface and the apical foramen.

The bacterial leakage model was performed by using the two chambers method which was modified from Mozini et al (2009).¹⁸ The upper chamber used a 1.5-mL Eppendorf plastic tube (Treff Lab., Schweiz, Switzerland) with the bottom was cut off. The specimen was inserted into the upper chamber until a half-length of the root protruded through the bottom of the tube. A sticky wax, cyanoacrylate adhesive and nail varnish were used to seal the space between the specimen and the tube. The upper chamber was sterilized with ethylene

oxide gas for 12 hours and left for 7 days. The lower chamber was set up using a screw-capped glass vial, which contained a brain heart infusion (BHI) broth (Difco Laboratories, Detroit, MI, USA) and sterilized by autoclaving for 20 minutes. Subsequently, the upper chamber was inserted to the lower chamber and the 2 mm of root tip was immersed in the BHI broth. The models were incubated at 37°C for 24 hours to confirm their sterility (Figure 3).



Figure 3 The bacterial leakage model

2.2 Bacterial leakage model testing with *Enterococcus faecalis*

Enterococcus faecalis ATCC 23125 was used for the leakage test. The bacteria were subcultured on an BHI agar plate and incubated at 37°C for 24 hours. Then, the 2-3 isolated colonies were transferred in 5 ml of BHI broth and incubated at 37°C for 24 hours. The turbidity of culture was adjusted to McFarland density of 0.5 using BHI broth. The 200 µl bacterial suspension was filled into the upper chamber. The models were incubated at 37°C and at 100% humidity. The fresh media were replaced into the upper chamber every 2 days to ensure bacterial viability. The turbidity of BHI broth in the lower chamber indicated the bacterial leakage. The turbidity change was observed for 60 days. If turbidity was observed, a gram staining, bile-sculin test, and 6.5% NaCl tolerance test were conducted to validate the presence of *E. faecalis*. After 60 days, the BHI broth in the upper chamber of unchanged specimen was cultured to confirm the viability of *E. faecalis*.

To compare the results of each group, survival analysis was applied. The results of leakage were shown in a Kaplan-Meier curve. The difference among the groups were evaluated by using a Log-rank test.

3. Scanning electron microscope (SEM) analysis

The SEM (JSM-66101LV, JEOL Ltd., Tokyo, Japan) was used to examine the gap to confirm the leakage test results. Two leaked specimens and 2 non-leaked specimens of each group were randomly selected for examination.

The gap analysis was done by using the resin replica technique. The specimen was removed from the bacterial leakage model, then the external surface was cleaned with 95% alcohol. Before the root section, the root was marked with longitudinal lines at labial,

palatal and proximal areas of the root surface to indicate inspection points (Figure 4). Additionally, the root was sectioned horizontally every 1 millimeter from the apex to the upper position of the root canal filling material. The specimens were polished with wet sandpaper and ultrasonically cleaned for 10 seconds. The impression was made by using polyvinylsiloxane (DMG Chemisch-Pharmazeutische, Hamburg, Germany) and the resin replica was created by pouring low viscosity epoxy resin (SpeciFix-40 kit; Struers, Sarasota, FL, USA) into the impression and allowed the resin to set (Figure 5). The replica was mounted on metal stub, coated with gold (SC7620, Quorum, East Sussex, UK) and inspected under SEM to assess the gap between gutta percha, sealer and dentin wall.

The specimen was divided evenly into 8 inspection points according to the reference lines on the external surface of the root (Figure 4). The gap at each point was inspected at 2000x magnification. The gap was defined as a deep black groove with a width $\geq 1 \mu\text{m}$. The results of SEM examination were reported by descriptive analysis.

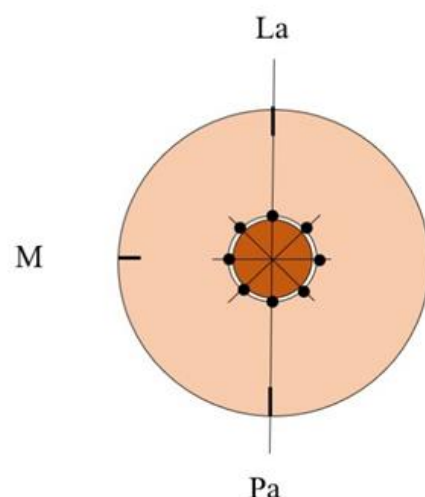


Figure 4 Illustration of the root section and inspection points

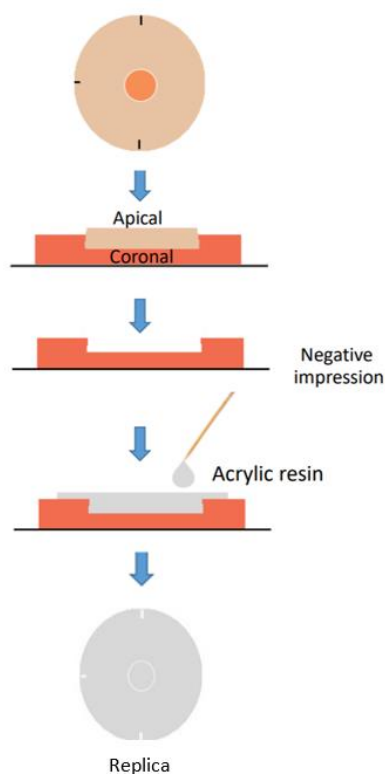


Figure 5 Illustration of replication

Table 1 The number and percentage of leaked specimens

Groups	N	Number of leaked specimens	% Leakage	Leakage period (days)	p-value
1. AH Plus 4 mm	20	7	35	6-29	0.389
2. BC 2 mm	20	8	40	1-56	
3. BC 3 mm	20	3	15	8-12	
4. BC 4 mm	20	7	35	3-20	

The Kaplan-Meier survival curve was shown in Figure 6. The leaked time was between 1-56 days. Ninety-two percent of all specimens were leaked in 30 days. All of the leaked specimens in group 1 leaked within one month (6-29 days). Most of the leaked specimens in group 2 also leaked within one month except one specimen which leaked on the first day and two additional specimens leaked during the last period of experiment. All of leaked specimens in group 3 leaked within 8-12 days. Group 4 leaked within 20 days (3-20 days).

Results

Bacterial leakage test analysis

After 60 days, none of negative control specimens showed the turbidity of the lower chamber. All positive control specimens leaked within 1 day. The *E. faecalis* was present in all leaked specimens and all non-leaked specimens showed viable *E. faecalis* in the upper chamber throughout the 60-day experimental period.

The results of bacterial leakage test were shown in Table 1. Overall percentage of leakage was 31.25%. Group 2 (BC 2 mm) had the highest percentage of leaked specimen (40%). Group 3 (BC 3 mm) had the lowest percentage of leaked specimens (15%). Group 1 (AH Plus 4 mm) and group 4 (BC 4 mm) had the similar leakage percentage (35%). There were no statistically significant differences among the four groups ($p \geq 0.05$).

Scanning electron microscope analysis

The average gap number of non-leaked specimens was 19.71% (9.38-45%). Most of the specimens in this group had one or more sections which no gap was present. The mean gap number of leaked specimens was 46.65% (29.2-62.5%). Most specimens from the leaked group exhibited a gap in every section.

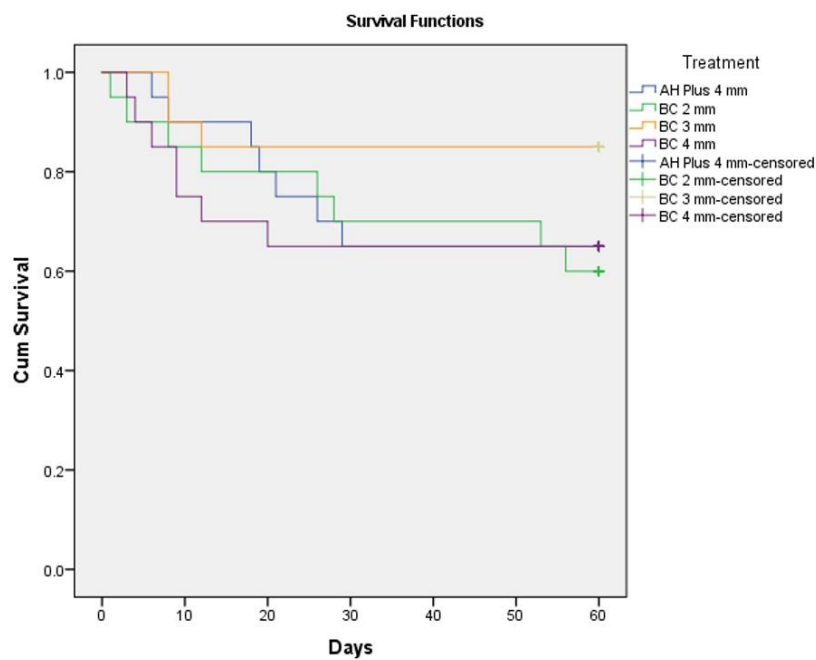


Figure 6 The Kaplan-Meier survival curve of bacterial leakage test

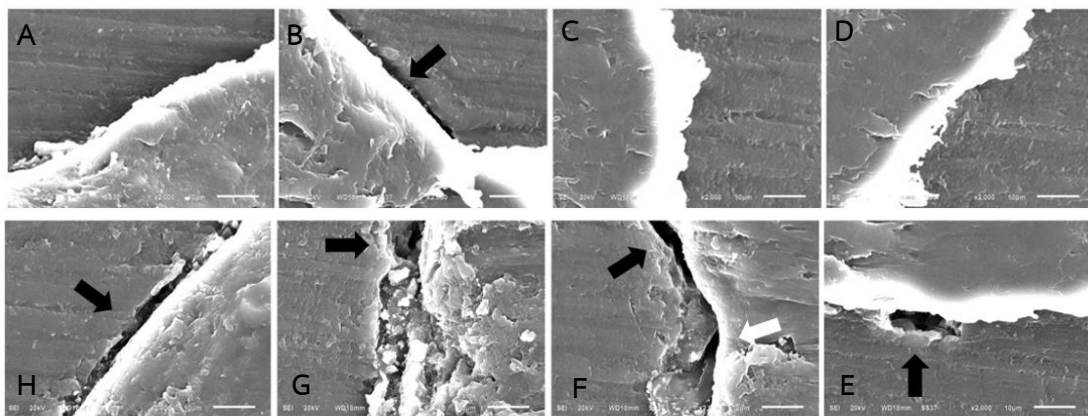


Figure 7 The area of the leaked specimen was examined under a scanning electron microscope at a 2000x magnification. A-H pictures displayed all 8 points of view. The black arrow showed the gap between root canal filling material and root canal wall. The white arrow showed the gap between gutta percha and sealer.

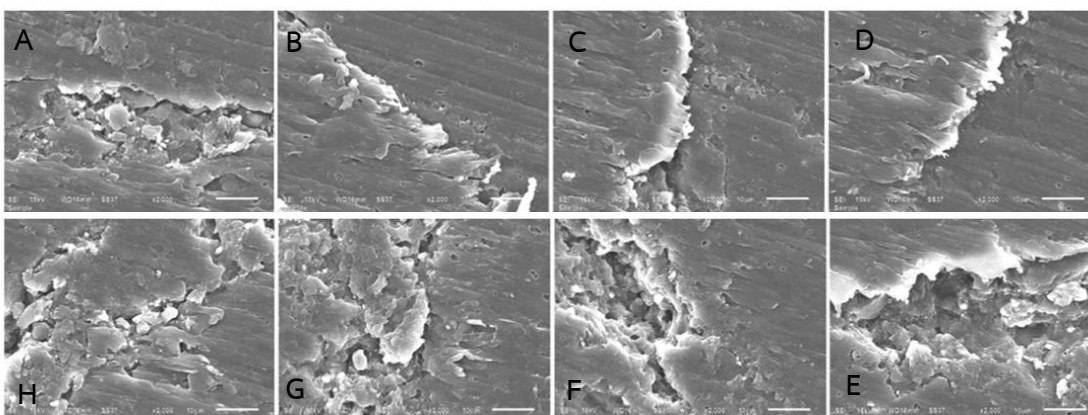


Figure 8 The area of the non-leaked specimen was examined under a scanning electron microscope at a 2000x magnification. A-H pictures displayed all 8 points of view. No gap formation was found in this specimen.

Discussion

To study the sealing ability of root canal filling materials, despite several methods have been used by many investigators,^{15,32-36} this study used the bacterial leakage test. Although the advantage of bacterial leakage test is clinically relevant.³⁷ Its limitation is the inability to detect the route of bacterial penetration. It's difficult to use with anaerobic bacteria which grows in specific conditions and the same specimen can't be retested. Therefore, SEM was used to confirm bacterial leakage results and to investigate the marginal adaptation and bacterial penetration pathway. Nevertheless, the limitation of SEM is that it's an inherently two-dimensional technique, in which the specimen was completely destroyed.

In this study, the gutta percha was cut to the required length using a heat carrier. Although the manufacturer's instruction recommends using a calcium silicate-based sealer to fill root canals without the heat, a previous study reported that increased temperature had no adverse effect on the leakage of calcium silicate-based sealer.³⁸ The experimental period for the bacterial leakage test was 60 days which should be long enough to allow the penetration of bacteria. The previous studies indicated that a large number of specimens leaked at an earlier point in time.^{36, 38} However, our study results show that almost all of the specimens leaked within 30 days.

The overall percentage of leakage during this study was 31.25% (25/80), which was lower than the previous studies.^{27,36,38-41} The factors which affected the bacterial leakage test are the antimicrobial effect of root canal filling material and the vitality of the tested bacteria. From Chotvorarak in 2017,⁴² the antimicrobial effect of AH Plus[®] and BC sealer[™] was diminished after 7 days, therefore the antimicrobial property of BC sealer[™] might not affect the test result. In addition, the bacteria vitality in the upper chamber was confirmed throughout the entire duration of this

experiment. It suggested that the beneficial properties of the calcium silicate-based sealer such as the high tubular penetration,⁴³ low dimensional change⁴⁴ and the sealer expansion²⁰ may cause of the results of the low rate of leakage.

The bacterial leakage of 2, 3 and 4 mm groups of calcium silicate-based sealer showed no discernable statistical differences. In reference to the contrast with the epoxy resin-based sealer, another study reported that the length of root canal filling material affected the sealing ability. The 2 mm remaining lengths of gutta percha with AH Plus[®] sealer showed significantly more leakage than at 4 and 6 mm.¹⁸

The leakage of 2 mm length was highest among calcium silicate-based material groups although the results were not significantly different. It should be noted that the process of doing the root canal obturation on the 2 mm group was significantly more difficult than the others in this study. The root canal diameter at 2 mm was 0.58 mm and the electronic heat carrier used at this level had a diameter 0.4 mm. As a result, the plugger had not enough force to produce hydraulic pressure. Therefore, this may adversely affect the integrity of root canal filling materials. In comparison, the leakage of 3 mm length group was lower than 4 mm length group. The root canal diameter at 3 and 4 mm were 0.62 and 0.64 mm respectively. The electronic heat carrier size of .06 (diameter = 0.6 mm) was used at these levels and therefore the size of electronic heat carrier was adjusted to fit the diameter of the root canal at 3 mm than 4 mm. As a result, it was able to create more hydraulic pressure and promote 3-dimensional seal at the 3 mm level. Furthermore, the warm vertical compaction technique showed that the gutta percha from the 3 mm length group was more homogeneous than 4 mm length group.⁴⁵

Our study showed that the leakage of calcium silicate-based sealer groups at any length was not significantly statistically different from that of the 4 mm

of the epoxy resin-based sealer group. Therefore, it is suggested that in a clinical case when the root canal filling length is compromised after post-space preparation, 3 mm of the calcium silicate-based sealer (TotalFill® BC Sealer™; FKG Dentaire SA) with gutta percha-impregnated bioceramic (BC points™; FKG Dentaire SA) may be the better option.

The result from SEM analysis has shown the correlation between the leaked specimen and the gaps in SEM. The mean gap number of leaked specimens was higher than non-leaked specimens. This finding is consistent with the study of Sinkhanarak in 2021⁴⁶ which also identified the correlation between the void volume and bacterial leakage. The specimen which leaked in the first day of the experiment had a continuous gap formation. The gaps were found between gutta percha and root canal wall, sealer and root canal wall, and gutta percha and sealer. Almost of the early leaked specimens (3-8 days) had the gap between gutta percha and root canal wall in which the sealer was absent. Some leaked specimens showed a gap between the sealer and root canal wall. Another leaked specimen showed a gap between gutta percha and sealer. This result was found in both sealer groups. Based on this result, the bond between gutta percha-impregnated bioceramic and calcium silicate-based sealer should be reevaluated. In corresponding to the study of Banphakarn in 2019,⁴⁷ the bond of calcium silicate-based sealer and impregnated gutta percha was not superior to the bond of epoxy resin-based sealer and gutta percha.

Conclusion

Due to the limitations of this study, the various lengths of calcium silicate-based sealer groups were comparable to the 4 mm of epoxy resin-based sealer group. However, the remaining root canal filling was not administered to prevent microleakage completely. In addition, there are various other clinical factors affecting the sealer leakage, therefore clinical research should be carried out for further investigation.

References

1. Sundqvist G, Figdor D. Endodontic treatment of apical periodontitis. *Essential endodontology* 1998;242-69.
2. Gutmann JL, Kuttler S, Niemczyk SP. Root canal obturation: An update. *Academy of General Dentistry* 2010;1-11.
3. Versiani M, Carvalho-Junior J, Padilha M, Lacey S, Pascon E, Sousa-Neto M. A comparative study of physicochemical properties of AH Plus™ and Epiphany™ root canal sealants. *Int Endod J* 2006;39(6):464-71.
4. Resende L, Rached-Junior F, Versiani M, Souza-Gabriel A, Miranda C, Silva-Sousa Y, et al. A comparative study of physicochemical properties of AH Plus, Epiphany, and Epiphany SE root canal sealers. *Int Endod J* 2009;42(9):785-93.
5. Marin-Bauza GA, Rached-Junior FJA, Souza-Gabriel AE, Sousa-Neto MD, Miranda CES, Silva-Sousa YTC. Physicochemical properties of methacrylate resin-based root canal sealers. *J Endod* 2010; 36(9): 1531-6.
6. Marciano MA, Guimarães BM, Ordinola-Zapata R, Bramante CM, Cavenago BC, Garcia RB, et al. Physical properties and interfacial adaptation of three epoxy resin-based sealers. *J Endod* 2011; 37(10):1417-21.
7. Lee J, Kwak S, Ha J, Lee W, Kim H. Physicochemical properties of epoxy resin-based and bioceramic-based root canal sealers. *Bioinorg Chem Appl* 2017;2017.
8. Balguerie E, van der Sluis L, Vallaey K, Gurgel-Georgelin M, Diemer F. Sealer penetration and adaptation in the dentinal tubules: a scanning electron microscopic study. *J Endod* 2011;37(11): 1576-9.
9. Flores D, Rached-Júnior F, Versiani M, Guedes D, Sousa-Neto MD, Pécora JD. Evaluation of physicochemical properties of four root canal sealers. *Int Endod J* 2011;44(2):126-35.

10. Schäfer E, Bering N, Bürklein S. Selected physicochemical properties of AH Plus, EndoREZ and RealSeal SE root canal sealers. *Odontology* 2015;103(1):61-5.
11. Mannocci F, Cowie J. Restoration of endodontically treated teeth. *Br Dent J* 2014;216(6):341-6.
12. Schwartz R, Jordan R. Restoration of endodontically treated teeth: the endodontist's perspective, Part1. *AAE Spring-Summer*. 2004:1-6.
13. Henry PJ, Bower RC. Post core systems in crown and bridgework. *Aust Dent J* 1977;22(1):46-52.
14. Stern N, Hirshfeld Z. Principles of preparing endodontically treated teeth for dowel and core restorations. *J Prosthet Dent* 1973;30(2):162-5.
15. Mattison GD, Delivanis PD, Thacker Jr RW, Hassell KJ. Effect of post preparation on the apical seal. *J Prosthet Dent* 1984;51(6):785-9.
16. Neagley RL. The effect of dowel preparation on the apical seal of endodontically treated teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1969;28(5):739-45.
17. Metzger Z, Abramovitz R, Abramovitz I, Tagger M. Correlation between remaining length of root canal fillings after immediate post space preparation and coronal leakage. *J Endod* 2000; 26(12):724-8.
18. Mozini ACA, Vansan LP, Sousa Neto MD, Pietro R. Influence of the length of remaining root canal filling and post space preparation on the coronal leakage of *Enterococcus faecalis*. *Braz J Microbiol* 2009;40(1):174-9.
19. Ree M, Schwartz R. Clinical applications of bioceramic materials in endodontics. *Endod Pract* 2014;7:32-40.
20. Trope M, Bunes A, Debelian G. Root filling materials and techniques: bioceramics a new hope?. *Endod Topics* 2015;32(1):86-96.
21. Zhou H, Du T, Shen Y, Wang Z, Zheng Y, Haapasalo M. *In vitro* cytotoxicity of calcium silicate-containing endodontic sealers. *J Endod* 2015;41(1):56-61.
22. Debelian G, Trope M. The use of premixed bioceramic materials in endodontics. *G Ital Endod* 2016;30(2): 70-80.
23. Wolanek G, Loushine R, Weller R, Kimbrough W, Volkmann K. In vitro bacterial penetration of endodontically treated teeth coronally sealed with a dentin bonding agent. 2001 May 1;27(5):354-7. *J Endod* 2001;27(5):354-7.
24. Mavec JC, McClanahan SB, Minah GE, Johnson JD, Blundell Jr RE. Effects of an intracanal glass ionomer barrier on coronal microleakage in teeth with post space. *J Endod* 2006;32(2):120-2.
25. Er K, Taşdemir T, Bayramoğlu G, Siso Ş. Comparison of the sealing of different dentin bonding adhesives in root-end cavities: a bacterial leakage study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2008; 106(1):152-8.
26. Pinheiro E, Gomes B, Ferraz C, Sousa E, Teixeira F, Souza-Filho F. Microorganisms from canals of root-filled teeth with periapical lesions. *Int Endod J* 2003 36(1):1-11.
27. Timpawat S, Amornchat C, Trisuwan W. Bacterial coronal leakage after obturation with three root canal sealers. *J Endod* 2001;27(1):36-9.
28. Brosco VH, Bernardineli N, Torres SA, Consolaro A, Bramante CM, de Moraes IG, et al. Bacterial leakage in obturated root canals- part 2: a comparative histologic and microbiologic analyses. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2010;109(5): 788-94.
29. Li G, Niu L, Zhang W, Olsen M, De-Deus G, Eid A, et al. Ability of new obturation materials to improve the seal of the root canal system: a review. *Acta Biomater* 2014;10(3):1050-63.
30. Baruah K, Mirdha N, Gill B, Bishnoi N, Gupta T, Baruah Q. Comparative study of the effect on apical sealability with different levels of remaining gutta-percha in teeth prepared to receive posts: An *in vitro* study. *Contemp Clin Dent* 2018;9(Suppl 2):S261.
31. Huang Y, Orhan K, Celikten B, Orhan A, Tufenkci P, Sevimay S. Evaluation of the sealing ability of different root canal sealers: a combined SEM and micro-CT study. *J Appl Oral Sci* 2018;26.

32. Wu MK, Wesselink P. Endodontic leakage studies reconsidered. Part I. Methodology, application and relevance. *Int Endod J* 1993;26(1):37-43.
33. Wu MK, De Gee A, Wesselink P. Fluid transport and dye penetration along root canal fillings. *Int Endod J* 1994;27(5):233-8.
34. Abramovitz I, Tagger M, Tamse A, Metzger Z. The effect of immediate vs. delayed post space preparation on the apical seal of a root canal filling: a study in an increased-sensitivity pressure-driven system. *J Endod* 2000;26(8):435-9.
35. Xu Q, Fan M, Fan B, Cheung G, Hu H. A new quantitative method using glucose for analysis of endodontic leakage. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2005;99(1):107-11.
36. Brosco V, Bernardineli N, Torres S, Consolaro A, Bramante C, de Moraes I, et al. Bacterial leakage in root canals obturated by different techniques. Part 1: microbiologic evaluation. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2008;105(1):e48-53.
37. Chailertvanitkul P, Saunders W, MacKenzie D. Coronal leakage in teeth root-filled with gutta-percha and two different sealers after long-term storage. *Dental Traumatology* 1997;13(2):82-7.
38. Khumprasit C, Yanpiset K, Srisatjaluk R, Banomyong D. Bacterial leakage in root canals filled with calcium silicate sealer-based technique and post spaces prepared. *M Dent J* 2020;40(1):1-7.
39. Salz U, Poppe D, Sbicego S, Roulet J. Sealing properties of a new root canal sealer. *Int Endod J* 2009;42:1084-9.
40. Pitout E, Oberholzer TG, Blignaut E, Molepo J. Coronal leakage of teeth root-filled with gutta-percha or Resilon root canal filling material. *J Endod* 2006;32(9):879-81.
41. Yanpiset K, Banomyong D, Chotvorarak K, Srisatjaluk RL. Bacterial leakage and micro-computed tomography evaluation in round-shaped canals obturated with bioceramic cone and sealer using matched single cone technique. *Restor Dent Endod* 2018;43(3):e30.
42. Chotvorarak K, Yanpiset K, Banomyong D, Srisatjaluk RL. *In vitro* antibacterial activity of oligomer-based and calcium silicate-based root canal sealers. *M Dent J* 2017;4:5.
43. Osiri S, Banomyong D, Sattabanasuk V, Yanpiset K. Root reinforcement after obturation with calcium silicate-based sealer and modified gutta-percha cone. *J Endod* 2018;44(12):1843-8.
44. Zhou H, Shen Y, Zheng W, Li L, Zheng Y, Haapasalo M. Physical properties of 5 root canal sealers. *J Endod* 2013;39(10):1281-6.
45. Smith RS, Weller RN, Loushine RJ, Kimbrough WF. Effect of varying the depth of heat application on the adaptability of gutta-percha during warm vertical compaction. *J Endod* 2000;26(11):668-72.
46. Sinkhanarak B, Wanachantararak P, Sastraruji T, Chuveera P, Louwakul P. Comparison of leakage and quality of root canal filled with single cone technique with either bioceramic sealer or AH Plus sealer after post space preparation in the difference length of gutta percha remaining. *Khon Kaen Dent J* 2021;24(3):58-68.
47. Banphakarn N, Yanpiset K, Banomyong D. Shear bond strengths of calcium silicate-based sealer to dentin and calcium silicate-impregnated gutta-percha. *J Investig Clin Dent* 2019;10(4):e12444.

Corresponding Author

Lalida Ongchavalit

Department of Operative Dentistry and
Endodontics, Faculty of Dentistry,

Mahidol University,

Ratchathewi, Bangkok, 10400

Tel.: +66 2 200 7825 #14

Email: lalida.ong@mahidol.ac.th

ความสามารถในการต้านการรั่วซึมของวัสดุอุดคลองรากฟันประเภทแคลเซียมซิลิเกตเบส ซิลเลอร์ และอีพ็อกซีเรซินเบส ซิลเลอร์ ที่ความยาวต่างๆ

ศุภิสรา ลิกานนท์สกุล* ลลิตา องค์กรสวัสดิ์** รัชพิน เหล่าวานิช ศรีสังกะสิทธิ์***

บทคัดย่อ

ฟันที่ได้รับการรักษาคลองรากฟันจะมีการสูญเสียโครงสร้างจนต้องใส่เดือยฟันและครอบฟัน การเตรียมช่องว่างของเดือยฟัน มีคำแนะนำให้เหลือกัดตาเปอร์ชา 4-5 มิลลิเมตร เพื่อดำเนินการการรั่วซึม ในกรณีที่รากฟันสั้นจึงไม่สามารถเหลือความยาวของกัดตาเปอร์ชาที่เหมาะสมได้ ปัจจุบันมีการพัฒนาวัสดุโดยใช้กัดตาเปอร์ชาฝังอนุภาคไบโอเซรามิก ร่วมกับการใช้แคลเซียมซิลิเกตเบส ซิลเลอร์ขึ้นมา การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความสามารถในการต้านการรั่วซึมของวัสดุอุดคลองรากฟันที่เหลืออยู่ที่ความยาวต่างๆ โดยใช้กัดตาเปอร์ชาที่มีการฝังอนุภาคไบโอเซรามิกร่วมกับแคลเซียมซิลิเกตเบส ซิลเลอร์ เปรียบเทียบกับการใช้กัดตาเปอร์ชาร่วมกับอีพ็อกซีเรซินเบส ซิลเลอร์ โดยนำฟันตัดกลางขึ้นจำนวน 88 ซี่ แบ่งเป็น 4 กลุ่มการทดลองตามชนิดและระดับความยาวของวัสดุอุดคลองรากฟัน กลุ่มที่ 1 ใช้กัดตาเปอร์ชาร่วมกับอีพ็อกซีเรซินเบส ซิลเลอร์ ความยาว 4 มิลลิเมตร กลุ่มที่ 2 3 และ 4 ใช้กัดตาเปอร์ชาที่มีการฝังอนุภาคไบโอเซรามิกร่วมกับแคลเซียมซิลิเกตเบส ซิลเลอร์ ความยาว 2 3 และ 4 มิลลิเมตร ตามลำดับ นำฟันไปทดสอบการรั่วซึมของแบคทีเรีย *Enterococcus faecalis* เป็นเวลา 60 วัน จากนั้นนำตัวอย่างทดลองที่รั่วและตัวอย่างทดลองที่ไม่รั่วส่งกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดเพื่อตรวจหาช่องว่างระหว่างผนังคลองรากฟัน ซิลเลอร์และวัสดุอุดคลองรากฟัน ผลการศึกษาการรั่วซึมของแบคทีเรียพบว่าตัวอย่างทดลองที่รั่วทั้งหมดร้อยละ 31.25 โดยกลุ่มที่ 2 มีการรั่วมากที่สุด (ร้อยละ 40) กลุ่มที่ 3 มีการรั่วต่ำที่สุด (ร้อยละ 15) ส่วนกลุ่มที่ 1 และ 4 มีการรั่วเท่ากันที่ร้อยละ 35 โดยแต่ละกลุ่มไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \geq 0.05$) พบว่าร้อยละ 92 ของตัวอย่างทดลองมีการรั่วซึมภายใน 30 วัน ผลการศึกษาการส่องกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดพบว่าตัวอย่างทดลองที่รั่วมีจำนวนช่องว่างมากกว่าตัวอย่างทดลองที่ไม่รั่ว (ร้อยละ 46.65 และ 19.71 ตามลำดับ) ผลสรุปความสามารถในการต้านการรั่วซึมของกัดตาเปอร์ชาที่มีการฝังอนุภาคไบโอเซรามิกร่วมกับแคลเซียมซิลิเกตเบส ซิลเลอร์ ที่ความยาว 2-4 มิลลิเมตร เทียบเท่ากับการใช้กัดตาเปอร์ชาร่วมกับอีพ็อกซีเรซินเบส ซิลเลอร์ ที่มีความยาว 4 มิลลิเมตร

คำไชรหัส: แคลเซียมซิลิเกตเบส ซิลเลอร์/ อีพ็อกซีเรซินเบส ซิลเลอร์/ วัสดุอุดคลองรากฟันที่เหลืออยู่/ ความสามารถในการต้านการรั่วซึม

ผู้รับผิดชอบบทความ

ลลิตา องค์กรสวัสดิ์

ภาควิชาทันตกรรมหัตถการและวิทยาเอ็นโดดอนต์

คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

เขตราชเทวี กรุงเทพฯ 10400

โทรศัพท์: 02 200 7825 #14

จดหมายอิเล็กทรอนิกส์: lalida.ong@mahidol.ac.th

* นักศึกษาหลักสูตรทันตแพทย์ประจำบ้าน สาขาวิทยาเอ็นโดดอนต์ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล กรุงเทพฯ

** ภาควิชาทันตกรรมหัตถการและวิทยาเอ็นโดดอนต์ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล กรุงเทพฯ

*** ภาควิชาจุลชีววิทยาช่องปาก คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล กรุงเทพฯ

Antioxidant Activity of Chlorhexidine in Various Concentrations and Effect of Chlorhexidine on Tooth Bond Strength with Resin Composite after Non-Vital Tooth Bleaching

Bunrit N* Khongpreecha T**

Abstract

The aim of this study was to compare the antioxidant activity between chlorhexidine in various concentrations and sodium ascorbate and to compare dentin bond strength between composite resin and dentin surface treated by chlorhexidine or sodium ascorbate solution after non-vital tooth bleaching. The solution of 20%, 10%, 5%, 2.5% and 1.25% chlorhexidine and 10% sodium ascorbate were prepared to analyse antioxidant activity by DPPH assay. Two concentrations of chlorhexidine with the highest antioxidant activity were selected to perform this study on surface treatment and shear bond strength test. Sixty extracted human upper premolar teeth were divided randomly into 4 groups (N=15): no surface treatment (negative control: C1); surface treatment with sodium ascorbate (positive control: C2); surface treatment with 20% chlorhexidine: T1 and 10% chlorhexidine: T2. Specimens were sectioned with slow-speed diamond disc. Dentin surface were prepared and bleached with sodium perborate for 7 days 3 cycles, surface treated by cotton pallet moistened with each solution for 5 mins, rinse off and immediately restored with two-step self-etch and composite resin in the cylinder with 4 mm height and diameter. The shear bond strength test was performed. Median Antioxidant Activity (AA%) by DPPH Assay of 20%, 10%, 5%, 2.5%, 1.25% chlorhexidine and 10% sodium ascorbate solution group were 33.44 (23.20,43.14), 20.80 (19.23,30.47), 23.98 (11.84,28.60), 10.40 (9.53,14.03), 15.86 (6.46,17.65) and 37.96 (34.54,53.28) % respectively. Median SBS in C1, C2, T1 and T2 group were 22.07 (18.14,25.08), 72.69 (67.56,81.67), 6.14 (2.91,8.41) and 14.30 (12.42,23.13) MPa respectively. Data was statistically analyzed by Kruskal-Wallis test and Pairwise Comparison. There were no significant differences of antioxidant activity between chlorhexidine and sodium ascorbate solution ($p>0.05$) except between sodium ascorbate solution group and 2.5% chlorhexidine group. There were significant differences of shear bond strength between both control group and experimental group ($p<0.05$) except between C1 group and T2 group. In summary, the antioxidant activity of highly concentrated chlorhexidine was not different from sodium ascorbate solution but effected to decrease dentin shear bond strength of composite resin after non-vital tooth bleaching.

Keywords: Shear bond strength/ Non-vital tooth bleaching/ Sodium ascorbate/ Chlorhexidine

Received: Nov 17, 2021

Revised: Aug 07, 2022

Accepted: Aug 23, 2022

Introduction

Walking bleaching is a method of non-vital tooth bleaching. It is a popular technique for traumatized tooth and minimal tooth structure loss.¹ 10% sodium perborate are typically used in non-vital tooth bleaching which turns into active free oxygen or free radicals. Oxidation reaction affects the double bond of the organic and inorganic pigment molecules

inside the dentinal tubule.² Sodium perborate is easier to control, safer, and has lower cervical resorption than a concentrated hydrogen peroxide solution.³

The principal adverse effect of free radical is the inhabitation of composite resin polymerization,⁴ decreasing the enamel or dentin bond strength of restorations placed immediately after bleaching.⁵

* Residency training program, General Dentistry, Faculty of Dentistry, Mahidol University, Bangkok.

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

Optimal bond strength can be restored after 1-3 weeks and is recommended,⁶ therefore it is recommended to place composite resin at least 1 week after bleaching. Several studies have shown that antioxidant agents react to free radicals, called “sodium ascorbate”, which immediately increase the bond strength between composite resin and dentin.^{7,8} Several agents have been found that also exhibit antioxidant activity, such as alpha tocopherol (vitamin E), green tea extract, aloe vera extract, ethanol, and acetone.⁸ However, these agents are not generally present in dental clinics and difficult to prepare.

Chlorhexidine is a useful solution in dentistry. It is easy to prepare and stock up. Some studies found that 0.12% chlorhexidine has antioxidant activity, but is not as high as sodium ascorbate.⁹ However, some studies reported a relationship between chlorhexidine concentration and antioxidant activity; when the concentration of the solution is increased, the antioxidant activity is also increased.¹⁰ In addition, some studies have shown that it plays a role in inhibiting the process of collagenolytic activity by metalloprotease enzyme (MMPs), which results in a hybrid layer. This process makes the bond strength values last longer.^{11,12} Moreover, some studies showed that tooth surface treatment with chlorhexidine has no negative effect on the dentin bond strength of composite resin.¹³ However, the antioxidant activity of chlorhexidine and the effect of chlorhexidine on the dentin bond strength of composite resin after non-vital tooth bleaching have not been studied especially at high concentration. Therefore, this study aimed to investigate the antioxidant activity of various concentrations of chlorhexidine and its effect on dentin bond strength of composite resin.

Materials and methods

The study was approved by the local ethics committee (Faculty of Dentistry/Faculty of Pharmacy, Mahidol University, Institutional Review Board, COE. No.MU-DT/PY-IRB 2020/037.2608

1. Antioxidant activity of chlorhexidine by DPPH Assay

Prepared absolute ethanol (Merck, Darmstadt, Germany); the 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) (Sigma-Aldrich, Darmstadt, Germany) solution 0.5 mmol in ethanol; the solution of 10% sodium ascorbate (Sigma-Aldrich, Darmstadt, Germany) in distilled water; 20%, 10%, 5%, 2.5% and 1.25% chlorhexidine (Sigma-Aldrich, Darmstadt, Germany) in distilled water. The study was divided into 3 groups for analysis (Figure 1).

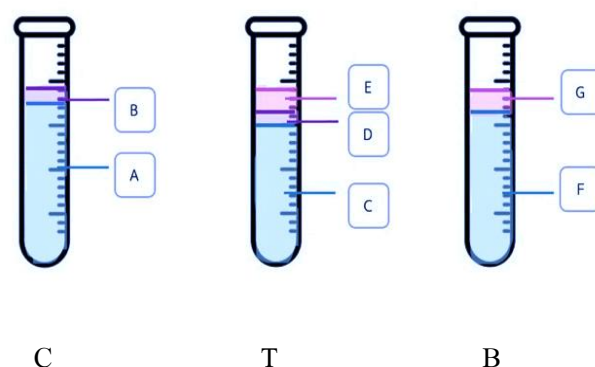


Figure 1 Demonstration of solution group preparation: Control group (C); Experimental group (T); Blank group (B); A: 3.5 ml of absolute ethanol, B: 0.5 mmol of DPPH solution in 0.3 ml of ethanol, C: 3 ml of absolute ethanol, D: 0.5 mmol DPPH solution in 0.3 ml of ethanol, E: 0.5 ml of the substance, F: 3.3 ml of absolute ethanol, G: 0.5 ml of the substance

Control group (C):

Added 3.5 ml of absolute ethanol (A) to 0.5 mmol of DPPH solution in 0.3 ml of ethanol (B) in a 15 ml tube.

Experimental group (T):

Added 3 ml of absolute ethanol (C) to 0.5 mmol DPPH solution in 0.3 ml of ethanol (D) and 0.5 ml of the substance (E): 20% chlorhexidine (T1), 10% chlorhexidine (T2), 5% chlorhexidine (T3), 2.5% chlorhexidine (T4), 1.25% chlorhexidine (T5), 10% sodium ascorbate solution (T6) in 15 ml tubes.

Blank group – No DPPH (B):

Added 3.3 ml of absolute ethanol (F) and 0.5 ml of the substance (G): 20% chlorhexidine (B1), 10% chlorhexidine (B2), 5% chlorhexidine (B3), 2.5% chlorhexidine (B4), 1.25% chlorhexidine (B5), 10% sodium ascorbate solution (B6) in 15 ml tubes.

The prepared solution was placed on a vibrator (Bohemia, N.Y. USA) for 10 seconds to mix and waited for 30 mins for a complete reaction. Then, 200ul of each solution from the control group, experimental group, and blank group were placed in 96 well plate (Figure 2) and transferred into a microplate spectrophotometer (Epoch, BioTek, Vermont, U.S.A) by ELISA technique using the GEN 5 program to measure. The absorbance of the solution (Abs) at a wavelength of 517 nm calculated the scavenging activity percentage (AA%) according to the following formula.

$$AA \% = 100 - \frac{[(Abs_{test} - Abs_{blank}) \times 100]}{Abs_{control}}$$

The results of the study were analyzed by using the Kruskal -Wallis statistic test and the difference was identified with Pairwise comparison at a 95% confidence level.

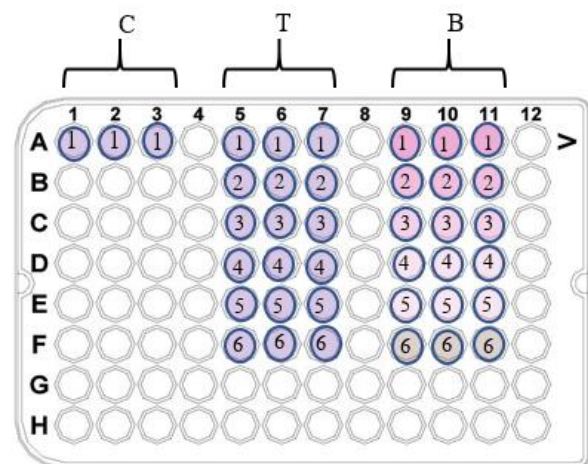


Figure 2 Demonstration of solution preparation in 96 well plate: Control group (C), Experimental group (T); 20% chlorhexidine (T1), 10% chlorhexidine (T2), 5% chlorhexidine (T3), 2.5% chlorhexidine (T4), 1.25% chlorhexidine (T5), 10% sodium ascorbate solution (T6), Blank group (B); 20% chlorhexidine (B1), 10% chlorhexidine (B2), 5% chlorhexidine (B3), 2.5% chlorhexidine (B4), 1.25% chlorhexidine (B5), 10% sodium ascorbate solution (B6)

2. Shear bond strength between composite resin and dentin in non-vital bleaching teeth

Tooth Preparation

Sixty extracted human upper premolar teeth were used in this study. Each tooth was visually examined to verify the absence of caries, fillings, cracks, and history of tooth bleaching, as well as morphological or structural abnormality, and half of tooth structure loss. The teeth were cleaned with an ultrasonic scaler and hand scaling instruments to removed soft tissue debris and calculus, stored in 0.1% thymol solution (M Dent, Mahidol University, Thailand). Each tooth was horizontally sectioned at the cemento-enamel junction and approximately 5 mm coronal from first line (red line), then vertically sectioned approximately 4 mm lingually to the labial surface (Figure 3) using a low speed, water-cooled diamond disc (Isomet®, Buehler Ltd., Lake Bluff, NY). Labial portions were used.

The dentin surface was examined under a microscope at 40X magnification to check for dentin cracking. The buccal surface of buccal portion was embedded by self-cured acrylic (Curefast, Tokuso, Japan) in PVC block. The dentin surface was ground with 600-grit silicon carbide paper under running water to achieve a smooth and flat dentin surface

(Figure 4). The samples were rinsed thoroughly with 10 ml of 2.5% sodium hypochlorite (M dent, Mahidol University, Thailand) and dried lightly with compressed air, following 10 ml of 17% EDTA (M dent, Mahidol University, Thailand) and dried lightly with compressed air. The samples were stored in distilled water for 3 weeks in the dark.

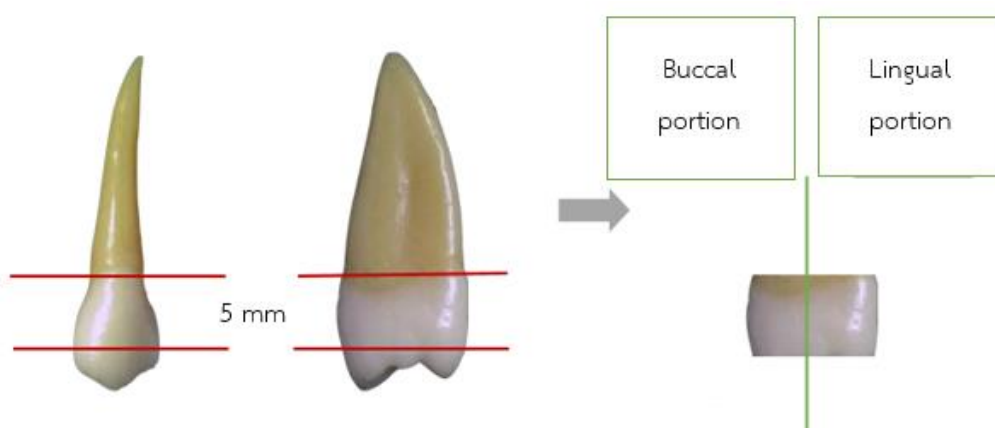


Figure 3 Demonstration of sectioning the tooth to produce specimen

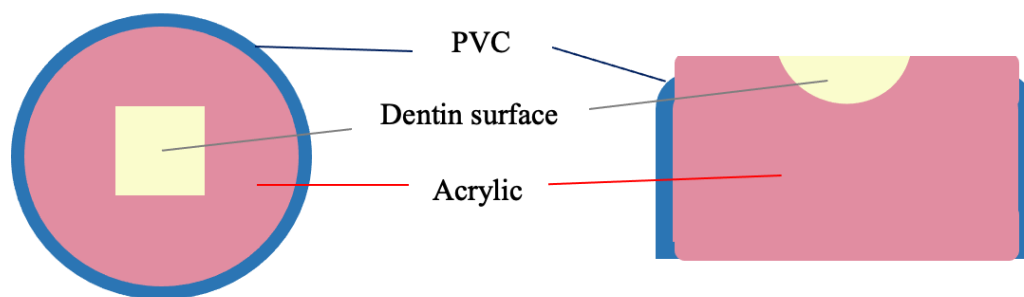


Figure 4 Demonstration of sample preparation

Specimen Preparation

The teeth were divided randomly into 4 groups (N=60) by surface treatment after tooth bleaching; negative control group (C1), positive control group (C2), the first experimental group (T1), and the second experimental group (T2); each group contained 15 samples.

Group C1: No surface treatment.

Group C2: Surface treatment with 10% sodium ascorbate solution

Group T1: Surface treatment with the first value of the antioxidant activity of chlorhexidine

Group T2: Surface treatment with the second value of the antioxidant activity of chlorhexidine

Tooth Bleaching Treatment

The bleaching agent was prepared by mixing 2 g of sodium perborate with 1 ml DI water. Agent was placed in the cylinder silicone tube with 3 mm thick base on the dentin surface. Agent was changed every 7 days for 3 weeks. The samples were stored in dark environment at 37° temperature 100% humidity during the bleaching period. The dentin surface was cleaned thoroughly in running distilled water for 15 seconds and dried lightly with compressed air.

Tooth Surface treatment

After 3 weeks of bleaching cycles, sodium ascorbate and chlorhexidine were prepared and ready to use. A cotton pellet moistened with 10% sodium ascorbate, 20% chlorhexidine, 10% chlorhexidine were used to apply the solution on the prepared tooth surface in C2, T1, T2 group respectively. Then left for 5 mins, rinsed off with water spray for 15 s, and dried with a cotton pellet represent clinical practice.

Restorative procedure

Self-etching bonding agent was applied (Clearfil SE bond®, Kuraray dental, NY). Firstly, dentin primer agent was applied, leaved 20 s, did not rinse, and dried with mild air blow. Then applied dentin bonding agent, distributed evenly with mild air blow and light-cured (Bluephase®, Ivoclar Vivadent, Liechtenstein) for 10 seconds. Next, nanofiller composite resin (Filtek Z350 XT; 3M ESPE, Seefeld, Germany) was placed in the cylinder silicone tube with 4 mm height and diameter. Each layer of the composite resin was 2 mm thick and light-cured for 40 seconds for 2 layers.

Shear Bond Strength Measurement

Shear bond strength (SBS) was determined after 24 h storage using a universal testing machine (Instron 5566: Instron Ltd, Massachusetts, United State) at a strain rate of 1 mm/minute. SBS was calculated from the force at specimen failure. The

results of the study were analyzed by using the Kruskal-Wallis statistic test and the difference identified with Pairwise comparison at a 95% confidence level.

Results

Median AA% by DPPH Assay of 20% 10%, 5%, 2.5%, 1.25% chlorhexidine and 10% sodium ascorbate solution group were 33.44 (23.20, 43.14), 20.80 (19.23, 30.47), 23.98 (11.84, 28.60), 10.40 (9.53, 14.03), 15.86 (6.46, 17.65) and 37.96 (34.54, 53.28) % respectively (Table 1). The results showed that the 20% chlorhexidine group revealed the highest median AA% in all chlorhexidine groups, followed by the 10% chlorhexidine group. The median AA% of 10% sodium ascorbate solution revealed the highest and higher than all groups of chlorhexidine. No significant difference were detected in various concentration chlorhexidine group and chlorhexidine-sodium ascorbate solution group ($p>0.05$) except sodium ascorbate solution group -2.5% chlorhexidine group was significant difference ($p<0.05$). Although, no significant difference was found on sodium ascorbate solution group -1.25% chlorhexidine group but there was a trend of decrease antioxidant activity of 1.25 chlorhexidine group.

Median SBS in C1group, C2 group, T1 group (surface treatment with 20% chlorhexidine) and T2 group (surface treatment with 10% chlorhexidine) were 22.07 (18.14, 25.08), 72.69 (67.56, 81.67), 6.14 (2.91, 8.41) and 14.30 (12.42, 23.13) MPa respectively (Table 2). The results showed that the median SBS of the T1 group, T2 group revealed lower than the C1 group. The C2 group revealed the highest median SBS. A significant difference were detected in all groups except between C1 group - T2 group, which showed no significant difference ($p>0.05$).

Table 1 Percentage of antioxidant activity

Group (N=3)	Percentage of antioxidant activity				
	Mean $\pm$ SD	Median (Q1, Q3)	IQR	Min	Max
20% Chlorhexidine	33.26 $\pm$ 5.75	33.44 ^{a,b} (23.20, 43.14)	19.94	23.20	43.14
10% Chlorhexidine	23.50 $\pm$ 3.51	20.80 ^{a,b} (19.23, 30.47)	11.24	19.23	30.47
5% Chlorhexidine	21.47 $\pm$ 4.50	23.98 ^{a,b} (11.84, 28.60)	16.76	11.84	28.60
2.5% Chlorhexidine	11.3 ^a $\pm$ 1.376	10.40 ^b (9.53, 14.03)	4.50	9.53	14.03
1.25% Chlorhexidine	13.26 $\pm$ 3.45	15.86 ^{a,b} (6.46, 17.65)	11.19	6.46	17.65
10% Sodium ascorbate	41.93 $\pm$ 5.76	37.96 ^a (34.54, 53.28)	18.74	34.54	53.28

Data was statistically analyzed by Kruskal-Wallis test and Pairwise Comparison. Groups identified by different lower-case letters are significantly different ($p < 0.05$).

Table 2 Shear bond strength (MPa)

Group (N=15)	Shear bond strength (MPa)				
	Mean $\pm$ SD	Median (Q1, Q3)	IQR	Min	Max
C1	21.55 $\pm$ 0.97	22.07 ^b (18.14, 25.08)	6.94	16.36	38.81
C2	73.83 $\pm$ 2.68	72.69 ^a (67.56, 81.67)	14.11	51.54	89.42
T1	6.40 $\pm$ 0.93	6.14 ^c (2.91, 8.41)	5.50	0.23	14.14
T2	16.88 $\pm$ 1.70	14.30 ^b (12.42, 23.13)	10.71	8.02	26.93

Data was statistically analyzed by Kruskal-Wallis test and Pairwise Comparison. Groups identified by different lower-case letters are significantly different ($p < 0.05$).

Discussion

To compare the antioxidant activity between chlorhexidine in various concentrations and sodium ascorbate and to compare dentin bond strength between composite resin and dentin surface treated by chlorhexidine or sodium ascorbate solution after non-vital tooth bleaching. Currently, sodium ascorbate has been widely recognized as an antioxidant agent used to treat the bleached tooth surface. This enables immediate restoration with composite resin and improves the dentin bond strength of composite resin.^{4,14-15} However, sodium ascorbate needs to be prior prepared. On the chair-side because it is not generally used in dental clinic which make it an important limitation

In dentistry, chlorhexidine is a versatile, pre-prepared solution and no tooth staining in short term and plaque-free area.¹⁶ Studies have shown that chlorhexidine has antioxidant activity, but still less

value compared with sodium ascorbate solution. It has been found that when the concentration of chlorhexidine was higher, antioxidant activity was also higher.⁹⁻¹⁰ In this study, it was found that the highest antioxidant activity of chlorhexidine was 20% chlorhexidine and antioxidant activity was decreased in concentration dependent manner. Although the antioxidant activity of 20%, 10%, and 5% chlorhexidine was lower than sodium ascorbate solution, but there was no significant difference. Therefore 20% and 10% chlorhexidine were selected for using on SBS test part of this study. The antioxidant activity of 2.5% chlorhexidine was significantly lower than the sodium ascorbate solution and antioxidant activity of 1.25% was a trend of decrease. Therefore, low concentrations of chlorhexidine were not selected for using on SBS test part of this study. Chlorhexidine has the ability to bind free radicals due to the structure having electrons that can bind electrons, as well as

other antioxidants, but the intensity of binding is inequivalent to vitamin C, and vitamin E.⁸ In additions, the more concentration of the chlorhexidine is the better ability to compete free radicals.¹⁰

Chlorhexidine is also useful in dentistry. It inhibits the process of collagen breakdown in the hybrid layer. It directly affects the rate of collagen breakdown. Some studies have shown that the dentin bond strength of chlorhexidine treated group was significantly better than untreated group after follow for many years.¹⁷⁻¹⁹ Moreover, many studies have shown that chlorhexidine did not interfere with the bonding ability of adhesive in low concentration.²⁰⁻²³ Because it both inhibits the breakdown of collagen in the hybrid layer and owns antioxidant activity, highly concentrated chlorhexidine surface treatment may have the benefit to dentine bond strength of composite resin after non-vital tooth bleaching. This hypothesis was not assumed. The median SBS of 20% and 10% chlorhexidine group was revealed lower than both untreated and sodium ascorbate groups, particularly the 20% chlorhexidine group. Therefore, other factors tend to affect the dentin bond strength of composite resin.

In general, several factors tend to affect the dentin bond strength of composite resin. Both mechanical factors such as stress, strain, temperature changes, water absorption, restorative material shrinkage, and chemical factors such as type of adhesive, composition of adhesives, and restorative materials. However, this study controlled other factors except for different chlorhexidine concentrations. In previous studies, chlorhexidine had a positive effect on the dentin bond strength of composite resin, but a very low concentration of chlorhexidine was used. Some studies showed that a higher concentration of chlorhexidine has decrease the dentin bond strength of composite resin.²⁴ Consistent with this study, the 20% chlorhexidine group revealed the lowest SBS and lower than 10% chlorhexidine group significantly. Furthermore, the

tendency for SBS in the 5% chlorhexidine treated group was estimated to be close to the surface untreated group. Study showed that 5% chlorhexidine group decreases dentin bond strength when compared with other lower concentration of chlorhexidine group.¹⁶ Thus, 5% chlorhexidine should not be used for surface treatment in this study.

Chlorhexidine has a cathode that can bind well with the anode of a phosphate group (PO_4^{3-}) in hydroxyapatite, resulting in substantivity.²⁵ Studies have shown that more concentrated chlorhexidine has a stronger dentin binding capacity. In additions, cations can bind to an anode of other substances in the oral cavity²⁶⁻²⁷.

Clearfil SE Bond, two-step self-etch adhesive system, was chosen because it creates good dentin bond strength and suitable hybrid layer thickness.²⁸ In case of surface treatment with chlorhexidine and two-step self-etch improve dentin bond strength.²⁹ A weak acidic primer was applied on the dentin, which partially dissolute the smear layer.³⁰ This anode has a chance to bind the cathode of chlorhexidine. In 2013, Nishitani et al showed that 4MET acidic primer consist of negative ion which interfered by positive ion of highly concentrated chlorhexidine, accordingly dentin bond strength was reduced.¹⁶ This event reduces the acidity of adhesive, resulting in lower solubility of the smear layer and diffusion of the adhesive agent in the hybrid layer. This directly affects the dentin bond quality of composite resin. Highly concentrated chlorhexidine has more cathode with the ability to bind the more an anionic phosphate group in self-etch adhesive agent. According to the results of this study, highly concentrated chlorhexidine was found to have antioxidant activity, but it reduces the dentin SBS of composite resin. The results revealed lower SBS than the no surface treatment group. Therefore, in case of non-vital teeth, chlorhexidine should not be used for tooth surface treatment, especially in high concentrations.

Conclusion

Within the limitations of this study, the antioxidant activity of highly concentrated chlorhexidine was not different from sodium ascorbate solution but decrease dentin shear bond strength of composite resin. Further study chooses etch and rinse bonding system which did not interfere by highly concentrated chlorhexidine.

References

1. MacIsaac AM, Hoen CM. Intracoronary bleaching: concerns and considerations. *J Can Dent Assoc* 1994;60(1):57-64.
2. Attin T, Hannig C, Wiegand A, Attin R. Effect of bleaching on restorative materials and restorations--a systematic review. *Dent Mater* 2004;20(9):852-61.
3. Madison S, Walton R. Cervical root resorption following bleaching of endodontically treated teeth. *J Endod* 1990;16(12):570-74.
4. Jung KH, Seon EM, Choi AN, Kwon YH, Son SA, Park JK. Time of application of sodium ascorbate on bonding to bleached dentin. *Scanning* 2017;2017: 6074253.
5. Muraguchi K, Shigenobu S, Suzuki S, Tanaka T. Improvement of bonding to bleached bovine tooth surfaces by ascorbic acid treatment. *Dent Mater J* 2007;26(6):875-81.
6. Shinohara MS, Peris AR, Pimenta LA, Ambrosano GM. Shear bond strength evaluation of composite resin on enamel and dentin after nonvital bleaching. *J Esthet Restor Dent* 2005;17(1):22-9.
7. Topcu FT, Erdemir U, Ozel E, Tiryaki M, Oktay EA, Yildiz E. Influence of bleaching regimen and time elapsed on microtensile bond strength of resin composite to enamel. *Contemp Clin Dent* 2017;8(1):451-58.
8. Harrison MS, Wang Y, Frick KJ, Moniz J, Walker MP. Effects of alpha-tocopherol antioxidant on dentin-composite microtensile bond strength after sodium perborate bleaching. *J Endod* 2019;45(8):1053-59.
9. Garcia EJ, Oldoni TL, Alencar SM, Reis A, Loguercio AD, Grande RH. Antioxidant activity by DPPH assay of potential solutions to be applied on bleached teeth. *Braz Dent J* 2012;23(1):22-7.
10. Yeung SY, Huang CS, Chan CP, et al. Antioxidant and pro-oxidant properties of chlorhexidine and its interaction with calcium hydroxide solutions. *Int Endod J* 2007;40(11):837-44.
11. Scaffa PM, Vidal CM, Barros N, Gesteira TF, Carmona AK, Breschi L, et al. Chlorhexidine inhibits the activity of dental cysteine cathepsins. *J Dent Res* 2012;91(4):420-25.
12. Carrilho MR, Geraldini S, Tay F, de Goes MF, Carvalho RM, Tjäderhane L, et al. *In vivo* preservation of the hybrid layer by chlorhexidine. *J Dent Res* 2007;86(6):529-33.
13. Shafiei F, Fekrazad R, Kiomarsi N, Shafiei E. Bond strength of two resin cements to dentin after disinfection pretreatment: effects of Er,Cr:YSGG laser compared with chemical antibacterial agent. *Photomed Laser Surg* 2013;31(5):206-11.
14. Briso ALF, Rahal V, Sundfeld RH, Santos PHd, Alexandre RS. Effect of sodium ascorbate on dentin bonding after two bleaching techniques. *Oper Dent* 2014;39(2):195-203.
15. Trindade T, Moura L, Raucci-Neto W, Messias D, Colucci V. Bonding effectiveness of universal adhesive to intracoronary bleached dentin treated with sodium ascorbate. *Braz Dent J* 2016;27(3):303-08.
16. Nishitani Y, Hosaka K, Hoshika T, Yoshiyama M, Pashley DH. Effects of chlorhexidine in self-etching adhesive: 24 hours results. *Dent Mater J* 2013;32(3):420-4.

17. Breschi L, Mazzoni A, Nato F, Carrilho M, Visintini E, Tjäderhane L, et al. Chlorhexidine stabilizes the adhesive interface: a 2-year *in vitro* study. *Dent Mater* 2010;26(4):320-25.
18. Stanislawczuk R, Reis A, Loguercio AD. A 2-year *in vitro* evaluation of a chlorhexidine-containing acid on the durability of resin-dentin interfaces. *J Dent* 2011;39(1):40-7.
19. Ricci HA, Sanabe ME, de Souza Costa CA, Pashley DH, Hebling J. Chlorhexidine increases the longevity of *in vivo* resin-dentin bonds. *Eur J Oral Sci* 2010;118(4):411-16.
20. Sacramento PA, de Castilho AR, Banzi EC, Puppi-Rontani RM. Influence of cavity disinfectant and adhesive systems on the bonding procedure in demineralized dentin-a one-year *in vitro* evaluation. *J Adhes Dent* 2012;14(6):575-83.
21. Mobarak EH, El-Korashy DI, Pashley DH. Effect of chlorhexidine concentrations on micro-shear bond strength of self-etch adhesive to normal and caries-affected dentin. *Am J Dent* 2010; 23(4):217-22.
22. Dalli M, Ercan E, Zorba YO, Ince B, Sahbaz C, Bahsi E, et al. Effect of 1% chlorhexidine gel on the bonding strength to dentin. *J Dent Sci* 2010;5(1):8-13.
23. Hamdan-Nassar T, Bellot-Arcis C, Paredes-Gallardo V, et al. Effect of 2% chlorhexidine following acid etching on microtensile bond strength of resin restorations: a meta-analysis. *Medicina (Kaunas)* 2019;55(12):769.
24. Loguercio A, Sr R, Polli L, Costa J, Michel M, Reis A. Influence of chlorhexidine digluconate concentration and application time on resin bond strength durability. *Eur J Oral Sci* 2009; 117(5):587-96.
25. Carrilho MR, Carvalho RM, Sousa EN, Nicolau J, Breschi L, Mazzoni A, et al. Substantivity of chlorhexidine to human dentin. *Dent Mater* 2010;26(8):779-85.
26. Misra DN. Interaction of chlorhexidine digluconate with and adsorption of chlorhexidine on hydroxyapatite. *J Biomed Mater Res* 1994; 28(11):1375-81.
27. Freitas C, Diniz H, Gomes J, Sinisterra R, Cortés M. Evaluation of the substantivity of chlorhexidine in association with sodium fluoride *in vitro*. *Pesqui Odontol Bras* 2003;17(1):78-81.
28. Hipólito V, Salvio L, Martins A, Goes M. Hybridization quality and bond strength of adhesive systems according to interaction with dentin. *Eur J Dent* 2013;7(3):315-26.
29. Zhou J, Tan J, Chen L, Li D, Tan Y. The incorporation of chlorhexidine in a two-step self-etching adhesive preserves dentin bond *in vitro*. *J Dent* 2009;37(10):807-12.
30. Van Landuyt KL, Snauwaert J, De Munck J, Peumans M, Yoshida Y, Poitevin A, et al. Systematic review of the chemical composition of contemporary dental adhesives. *Biomaterials* 2007;28(26):3757-85.

Corresponding Author

Thanawut Khongpreecha

Department of Advanced General Dentistry
Faculty of Dentistry, Mahidol University,
Bangkok 10400.

Tel.: +66 2 200 7853-4

Fax.: +66 2 200 7852

Email: thanawut.kho@mahidol.ac.th

ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของสารละลาย คลอเฮกซิดีน ที่ความเข้มข้นแตกต่างกันและผลของ คลอเฮกซิดีนต่อความแข็งแรงยึดติดของเรซินคอมโพสิต ในฟันที่ผ่านการฟอกสีฟัน

นภัสวรรณ บุญฤทธิ์* ฐานวุฒิ คงปรีชา**

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของสารละลายคลอเฮกซิดีนที่หลายหลายความเข้มข้นกับสารละลายโซเดียมแอสคอร์เบตและเปรียบเทียบผลของการบูรณะด้วยคอมโพสิตเรซินต่อค่ากำลังแรงยึดเหนี่ยวของเนื้อฟัน เมื่อเตรียมเนื้อฟันด้วยสารละลายคลอเฮกซิดีนกับสารละลายโซเดียมแอสคอร์เบตภายหลังการฟอกสีฟันที่ไม่มีชีวิต โดยทำการศึกษารายละละคลอเฮกซิดีน 5 ความเข้มข้น ได้แก่ ความเข้มข้นร้อยละ 20 ร้อยละ 10 ร้อยละ 5 ร้อยละ 2.5 และร้อยละ 1.25 ตามลำดับ และสารละลายโซเดียมแอสคอร์เบตความเข้มข้นร้อยละ 10 เพื่อนำไปวิเคราะห์หาความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของสารละลายผ่านกระบวนการตีพิมพ์เอช เอสเอส นำสารละลายคลอเฮกซิดีนที่มีค่าความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระอันดับที่หนึ่งและสองมาศึกษาต่อในการเตรียมผิวฟัน โดยนำฟันกรามน้อยของมนุษย์ที่ถูกถอนจำนวน 60 ซี่ แบ่งด้วยวิธีสุ่มออกเป็น 4 กลุ่ม (N=15) กลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มควบคุมเชิงลบที่ไม่มีการเตรียมผิวฟัน (C1) กลุ่มที่ 2 เป็นกลุ่มควบคุมเชิงบวกที่เตรียมผิวฟันด้วยสารละลายโซเดียมแอสคอร์เบต (C2) กลุ่มที่ 3 และกลุ่มที่ 4 เป็นกลุ่มทดลองที่เตรียมผิวฟันด้วยสารละลายคลอเฮกซิดีนความเข้มข้นร้อยละ 20 (T1) และร้อยละ 10 (T2) เตรียมขึ้นตัวอย่างด้วยเครื่องตัดฟันกรอเข้าให้เผยผิวเนื้อฟัน จากนั้นทำการฟอกสีฟันด้วยสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เป็นเวลา 7 วัน จำนวน 3 รอบ และทำการเตรียมผิวฟันแต่ละกลุ่ม (C2 T1 และ T2) โดยนำสารดังกล่าวข้างต้นชุบสีวางบนผิวฟันเป็นเวลา 5 นาที จากนั้นใช้น้ำกลั่นล้างออก บูรณะทันทีโดยใช้สารยึดติดระบบเซลล์เอชแบบ 2 ขั้นตอน และก่อคอมโพสิตเรซินบนเนื้อฟันเป็นรูปทรงกระบอกเส้นผ่านศูนย์กลางและความสูง 4 มิลลิเมตร นำขึ้นตัวอย่างไปทดสอบหาค่ากำลังแรงยึดเหนี่ยวด้วยเครื่องทดสอบในเวอร์ชันด้วยความเร็ว 1 มิลลิเมตรต่อนาที ผลการศึกษาค่ามัธยฐานของค่าความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของสารละลายคลอเฮกซิดีนความเข้มข้นร้อยละ 20 ร้อยละ 10 ร้อยละ 5 ร้อยละ 2.5 และร้อยละ 1.25 และโซเดียมแอสคอร์เบตเท่ากับ ร้อยละ 33.44 (23.20, 43.14) 20.80 (19.23, 30.47) 23.98 (11.84, 28.60) 10.40 (9.53, 14.03) 15.86 (6.46, 17.65) และ 37.96 (34.54, 53.28) ตามลำดับ และค่ามัธยฐานของค่ากำลังแรงยึดเหนี่ยวของกลุ่ม C1 C2 T1 T2 เท่ากับ 22.07 (18.14, 25.08) 72.69 (67.56, 81.67) 6.14 (2.91, 8.41) และ 14.30 (12.42, 23.13) เมกะปาสกาล ตามลำดับ ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติทดสอบของครัสคาล-วอลล์ และเปรียบเทียบคู่ต่างแปรไวลส์ (Kruskal-Wallis test, Pairwise Comparison) จากการศึกษาพบว่าความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระแต่ละกลุ่มไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ยกเว้น ระหว่างกลุ่มสารละลายโซเดียมแอสคอร์เบตกับสารละลายคลอเฮกซิดีนความเข้มข้นร้อยละ 2.5 และพบว่าค่ากำลังแรงยึดเหนี่ยวแต่ละกลุ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ยกเว้นระหว่างกลุ่ม C1 กับ T2 จากการศึกษาสรุปได้ว่าความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของสารละลายคลอเฮกซิดีนที่ความเข้มข้นสูงไม่แตกต่างกับสารละลายโซเดียมแอสคอร์เบต แต่ส่งผลต่อค่ากำลังแรงยึดเหนี่ยวของวัสดุบูรณะคอมโพสิตเรซินที่น้อยลงภายหลังการฟอกสีฟันที่ไม่มีชีวิต

คำไรหส์: ค่ากำลังแรงยึดเหนี่ยว/ การฟอกสีฟันที่ไม่มีชีวิต/ โซเดียมแอสคอร์เบต/ คลอเฮกซิดีน

ผู้รับผิดชอบบทความ

ฐานวุฒิ คงปรีชา

ภาควิชาทันตกรรมทั่วไปชั้นสูง

คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

กรุงเทพฯ 10400

โทรศัพท์: 02 200 7853-4

โทรสาร: 02 200 7852

จดหมายอิเล็กทรอนิกส์: thanawut.kho@mahidol.ac.th

* ทันตแพทย์ประจำบ้าน สาขาทันตกรรมทั่วไปชั้นสูง คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล กรุงเทพฯ

** สาขาทันตกรรมทั่วไปชั้นสูง คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล กรุงเทพฯ

Accuracy of Computer-Aided Surgical Simulation (CASS) Planning Program for Orthognathic Surgery in Skeletal Type III Relationship

Buaphan R* Tantidhnazet S** Raocharernporn S*** Nisalak P** Santiwong P** Kretapirom K****

Abstract

Nowadays, the surgical prediction for orthognathic surgery using Computer-Aided Surgical Simulation (CASS) planning program has become the main trend in three-dimensional (3D) applications for patients with skeletal discrepancies. So, this study was aimed to assess the accuracy of surgical prediction by CASS planning program to treat two-jaw orthognathic surgery in skeletal type III non-growing patients. Nineteen participants were treated by orthodontic-orthognathic surgery. The first CBCT scans and 3D virtual model scans were presurgical recorded 2-4 weeks (T0). The simulation plans were generated by software, Simplant O & O, and were transferred to the operating room by 3D splints. The second CBCT scans were postsurgical recorded 2-6 weeks after surgical procedures or splint-off period. (T1). The differences between T0 and T1 were compared by linear and angular measurements relative to 3 planes, Frankfort Horizontal Plane (FHP), Midsagittal Plane (MSP), and Coronal Plane (CP), respectively, and statistically analyzed by one-sample t-test and intraclass correlation coefficient (ICC). For repeated measurement, ICC showed an excellent correlation (0.787–0.998). Statistically significant differences were found in U6L to FHP, L6R to MSP, PP to FHP, MP to FHP, and MP to MSP with P-value less than 0.05. The overall mean linear and angular differences were 0.57 mm and 0.93 degrees. The overall linear and angular differences were within the acceptable criteria which could be interpreted as clinical insignificance. The mean intraclass correlation coefficient was 0.94 for the simulation plans and 0.95 for the actual outcomes. The application of CASS planning program for two-jaw orthognathic surgery in skeletal class III patients had acceptable accuracy which facilitated diagnosis and surgical planning effectively.

Keywords: Skeletal Type III/ Orthognathic Surgery/ CASS

Received: Jul 04, 2021

Revised: Jul 25, 2022

Accepted: Aug 01, 2022

Introduction

Treatment of skeletal discrepancies in adult patients requires combined treatment of orthodontic and surgical procedures. The aims are not only for achieving normal occlusion but also for improving facial esthetics.^{1,2} Because of the complex 3D anatomy of dentofacial structures, orthognathic surgery usually requires sophisticated presurgical planning to allow patients to be familiar with sudden and dramatic alterations brought by orthognathic surgery. Conventional planning methods for orthognathic surgery have a number of problems causing a less than ideal surgical result.³⁻⁹ The

development of CASS planning program shifts a paradigm in surgical planning for patients with skeletal discrepancies. Up to date, it has been reported in a prospective multicenter study to apply surgical guides as a template to properly transfer the designed simulation planning into the actual surgical positioning, thereby increasing the accuracy of the surgical result.¹⁰

In 2013, Chang et al.¹¹ assessed the accuracy of simulation and prediction of the computerized method of 3D simulation and prediction in orthognathic surgery (CASPOS) that they have

* Residency Training Program, Department of Orthodontics, Faculty of Dentistry, Mahidol University, Bangkok.

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

*** Department of Oral and Maxillofacial Surgery, Faculty of Dentistry, Mahidol University, Bangkok.

**** Department of Oral and Maxillofacial radiology, Faculty of Dentistry, Mahidol University, Bangkok.

developed which did not only enable clinicians to plan and simulate the surgical procedures, but also provides a bony guiding splint to allow surgeons to precisely position the bony segments into the planned location. Their CASPOS technique provides a novel approach for orthodontists and surgeons to accurately remedy patients with complex craniofacial discrepancies.

Nowadays, the development of 3D technology has increased use for diagnosis, analysis, data documentation, surgical planning for orthognathic surgery, and research. The application of 3D surgical prediction has now become the main trend in the 3D application for orthognathic planning. Nevertheless, no meta-analysis of the accuracy of CASS was reported due to the different prediction software, different landmark, and data interpretation. So, this study was aimed to assess the accuracy of CASS planning program (Implant O&O™, Materialise Dental NV, Leuven, Belgium) in comparison with the actual outcomes in patients treated by bimaxillary orthognathic surgery.

Materials and Methods

Participants

The inclusion criteria were: 1) Thai patients who were older than 19 years at the Department of Orthodontics and Department of Oral and Maxillofacial Surgery, Faculty of Dentistry, Mahidol University; 2) skeletal type III relationship; 3) no congenital craniofacial deformities or trauma, and no history of head and neck surgery; and 4) required bimaxillary orthognathic surgery operated by one surgeon. The exclusion criteria were: 1) previous orthognathic surgery; 2) active temporomandibular joint disorder; and 3) periodontal disease. This study

was approved by Mahidol University Institutional Review Board (MU-IRB) with COA. No. MU-DT/PY-IRB2016/035.

Nineteen patients (5 males and 14 females) were included which was calculated from the study of Chang et al.¹¹ (mean 1 = 0.74 ± 0.30 , mean 2 = 1.15 ± 0.23). All patients were undergone bimaxillary orthognathic surgery which included bilateral sagittal split osteotomy (BSSRO) for mandibular setback and Le fort I osteotomy for maxillary advancement. All patients were older than 19 years at the time of surgery. Four to six weeks before surgery, a high-resolution CBCT scan (Planmeca Promax 3D Mid, Helsinki, Finland), and a 3D virtual model scan (R900 3D Scanner, 3Shape, Copenhagen, Denmark) of the plaster model were performed. Heads of participants were positioned with the Frankfort plane parallel to the floor, the midsagittal plane perpendicular to the floor, and teeth were occluded in centric relation. The CBCT data will be exported in a Digital Imaging and Communication in Medicine (DICOM) format on a CD-ROM for each patient. Postoperative CBCT scans were performed 2 - 6 weeks after orthognathic surgery on the day that the surgical splint was off.

Virtual surgical planning

The traditional assessment tools, such as clinical examination (history taking, extraoral examination, intraoral examination, and primary impression) and standardized photographs (intra-oral and extra-oral pictures, including dental occlusion and oblique, frontal, and profile views of the face) were used for planning. In addition, presurgical CBCT scans (T0) were performed 2-4 weeks before surgery and presurgical orthodontic preparation was completed with stabilizing wire. A postsurgical CBCT scan (T1) was performed 2-6 weeks after surgery. (Table 1)

Table 1 Time schedule for data collection

Period	Time	Data collection	Outcome from CASS
T0	2-4 weeks presurgically	CBCT, dental model scan	Surgical prediction (Prepared surgical outcome)
T1	2-6 weeks postsurgically	CBCT	Actual outcome

Three-dimensional virtual models were generated from CBCT data by segmentation using CASS planning program, Simplant O&O™ (Figure 1) as follows:

1. Presurgical CBCT scans were transferred to the planning software and were fused with 3D virtual dental models scanned from the R900 3D scanner by surface-based matching methods (Figure 2).

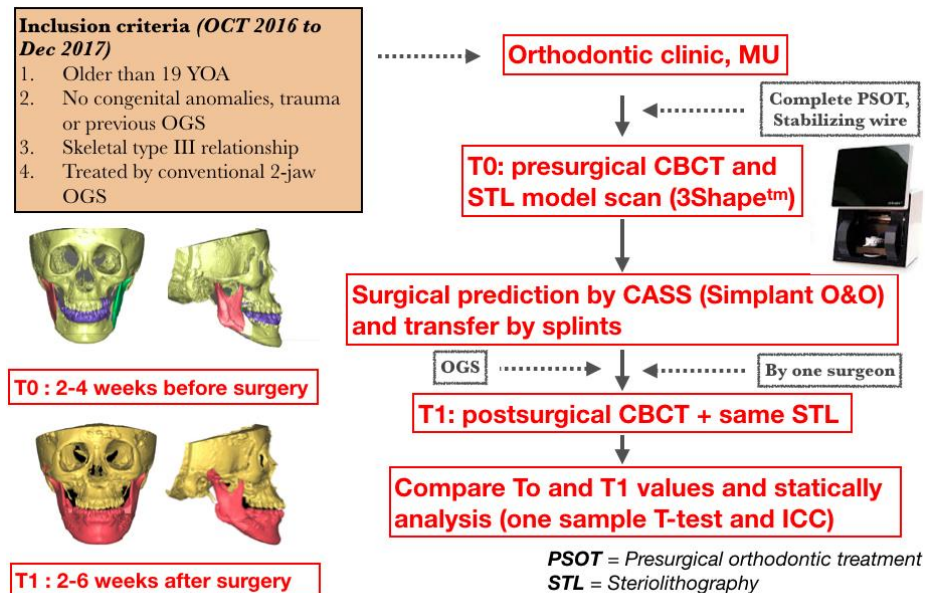


Figure 1 Overall processes of this study (YOA : year of age, OGS : Orthognathic Surgery)

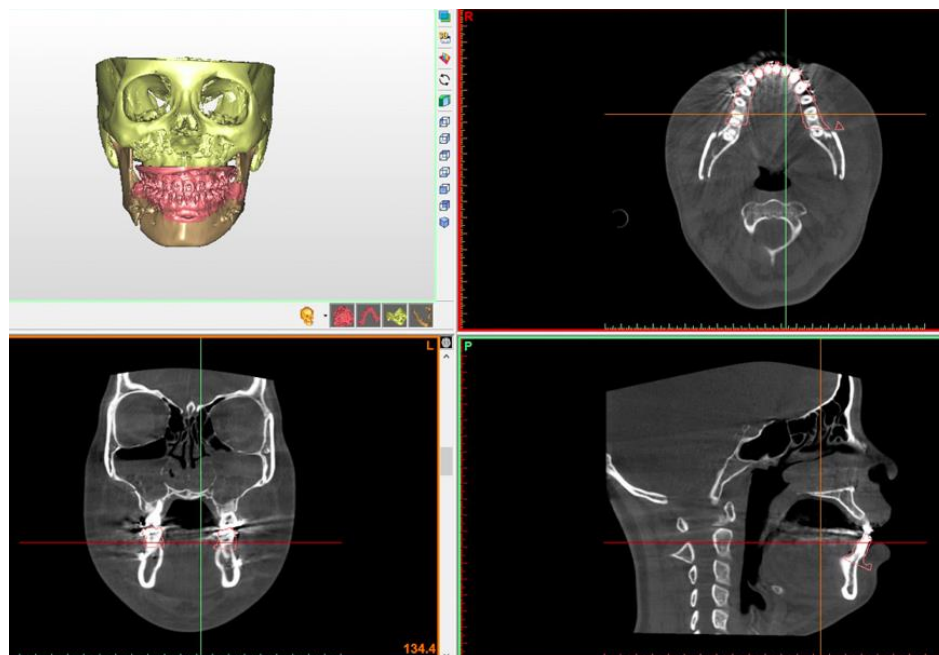


Figure 2 STL dental model scan was fused to virtual 3D skull by surface-based matching methods in 3 facial reference planes before identifying all selected landmarks.

Table 2 The definition of Landmarks and planes for measurement on T0 and T1

Point	Description
UI	Midpoint between upper central incisors
LI	Midpoint between lower central incisors
U6R	Mesiobuccal cusp of upper right first molar
U6L	Mesiobuccal cusp of upper left first molar
L6L	Mesiobuccal cusp of lower left first molar
L6R	Mesiobuccal cusp of lower right first molar
A	The deepest midline point in the curved bony outline from base to the alveolar process of maxilla
ANS	The tip of the bony anterior nasal spine in the median plane
B	The most posterior point in the outer contour of the mandibular process in the median plane
Pog	The most anterior point of the bony chin in the median plane
PP	Palatal plane (ANS to PNS)
FOP	Functional occlusal plane (L6R and L6L to LI)
MP	Mandibular plane (GoR and GoL to Me)
FHP	Frankfort horizontal plane (OrR and OrL to PoR)
MSP	Plane through S and N and normal to FHP
CP	Plane through S and normal to MSP and FHP

2. Six landmarks on 3D virtual dental models (Figure 3) were identified for the linear and angular measurement (T0) relative to three facial planes (Figure 4) including Frankfort Horizontal Plane (FHP), Midsagittal Plane (MSP), and Coronal Plane (CP). Four landmarks (A, ANS, B, and Pog) on the 3D virtual skull were also identified for the linear measurement (T0) relative to the Nasion perpendicular line (Nperp). Virtual surgical simulation planning was performed by one surgeon. The final simulation plans were sent to the CAD/CAM center and surgical splints (Dental LT Clear, Formlabs™) were fabricated by means of a 3D rapid-prototyping machine.

3. Postsurgical CBCT scans were performed 2-6 weeks after surgery on the day that the splint was off. The 3D virtual dental model was fused by surface-based matching methods and the same measurement of linear and angular differences (T1) relative to the same 3 planes.

Outcome evaluation

Twenty-two linear parameters and six angular parameters of T0 and T1 were obtained when

comparing 6 dental landmarks (UI, LI, U6R, U6L, L6R and L6L) to 3 reference planes (FHP, MSP, and CP), 4 bony landmarks (A, ANS, B, and Pog) to Na perpendicular line (Nperp) and 3 planes (FOP, PP, and MP) to 2 reference planes (FHP and MSP), respectively. The discrepancies of individual landmarks and planes between simulation plans (T0) and actual outcomes (T1) were assessed by the difference in geographical locations and reported in terms of the differences in linear and angular measurement as shown in Table 3.

Statistical analysis

The accuracy of CASS planning program was evaluated by calculating the differences in linear and angular measurement of 22 linear parameters and 6 angular parameters between T0 and T1 and statistically analyzed by the one-sample t-test in order to assess the presence of significant differences between T0 and T1 of participants. Intraclass correlation coefficient (ICC) was done to evaluate the intra-observer reproducibility of the measurements.

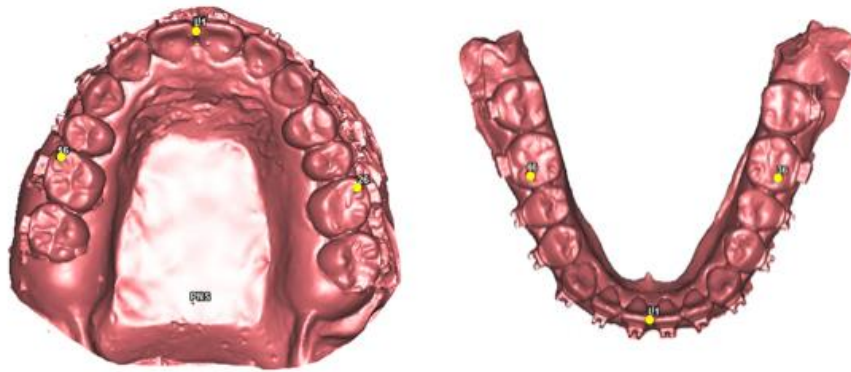


Figure 3 Six landmark identifications in 3D virtual dental model as UI, U6R, U6L, LI, L6R and L6L for 3D comprehensive evaluation of linear and angular measurement relative to three facial planes

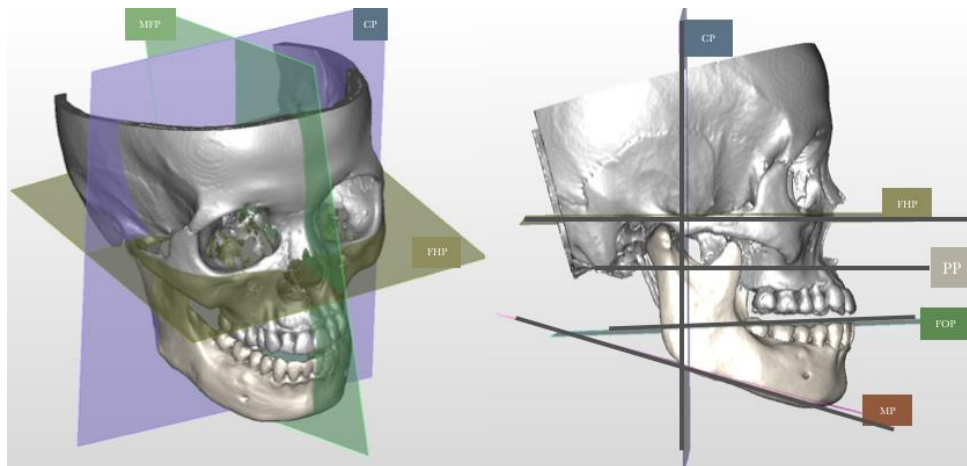


Figure 4 Three facial reference planes (MSP, CP and FHP)

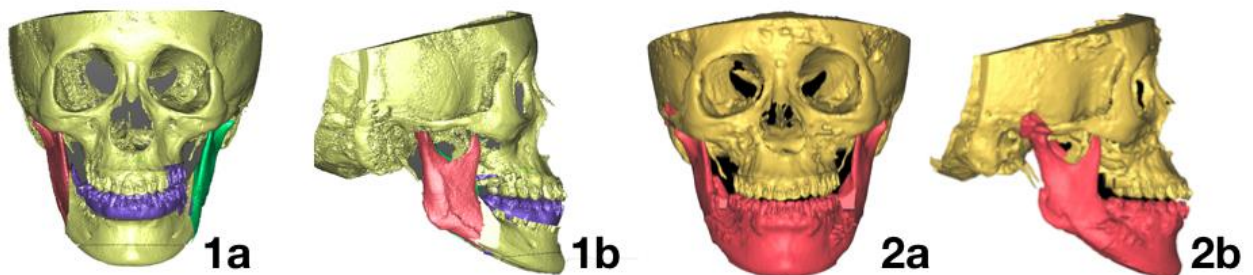


Figure 5 illustrated one sample underwent conventional 2-jaw orthognathic surgery in this study. The simulation plan (To) in frontal (1a) and lateral view (1b) and the actual outcome in frontal (2a) and lateral (2b) view, respectively.

Table 3 Mean differences of T0 and T1 measurement (* mean statistically significant different)

Linear and angular parameters	Mean difference (T1-T0)	SD	P-value	95% Confidence Interval	
				Lower	Upper
UI to FHP (mm)	0.51	2.84	0.448	-0.87	1.88
LI to FHP (mm)	1.09	3.31	0.178	-0.50	2.68
U6R to FHP (mm)	0.48	1.68	0.227	-0.33	1.29
U6L to FHP (mm)	0.95	1.76	0.031*	0.98	1.80
L6R to FHP (mm)	0.56	2.36	0.316	-0.58	1.70
L6L to FHP (mm)	0.51	2.02	0.284	-0.46	1.49
UI to MSP (mm)	0.31	2.65	0.615	-0.96	1.59
LI to MSP (mm)	-0.19	2.47	0.741	-1.38	1.00
U6R to MSP (mm)	-0.44	3.01	0.532	-1.89	1.01
U6L to MSP (mm)	-0.63	2.23	0.233	-1.70	0.44
L6R to MSP (mm)	-0.95	1.75	0.030*	-1.79	-0.10
L6L to MSP (mm)	0.04	2.21	0.943	-1.03	1.10
UI to CP (mm)	0.94	2.38	0.103	-0.21	2.09
LI to CP (mm)	0.39	2.12	0.434	-0.63	1.41
U6R to CP (mm)	-0.35	2.45	0.540	-1.53	0.83
U6L to CP (mm)	0.74	2.14	0.148	-0.29	1.78
L6R to CP (mm)	0.66	1.69	0.108	-0.16	1.47
L6L to CP (mm)	0.45	1.97	0.336	-0.50	1.40
A to Nperp (mm)	-0.09	2.67	0.884	-1.38	1.20
ANS to Nperp (mm)	0.92	2.53	0.131	-0.30	2.14
B to Nperp (mm)	0.78	2.95	0.267	-0.65	2.20
Pog to Nperp (mm)	0.62	4.17	0.525	-1.39	2.63
FOP to FHP (degree)	1.10	2.77	0.100	-0.23	2.44
PP to FHP (degree)	0.84	1.74	0.049*	-0.01	1.68
MP to FHP (degree)	0.91	1.26	0.006*	0.30	1.52
FOP to MSP (degree)	0.65	2.03	0.182	-0.33	1.62
PP to MSP (degree)	-0.53	1.11	0.050	-1.07	0.00
MP to MSP (degree)	1.56	2.38	0.011*	0.41	2.71

Results

Nineteen participants with 5 males and 14 females with a mean age of 30 years and 3 months (from 20 to 57 years of age). Fourteen participants were operated on by Le Fort I osteotomy and BSSRO and 5 participants were operated on by Le Fort I osteotomy, BSSRO and advanced genioplasty. The simulation plan and actual outcome of one participant were illustrated in figure 5.

The results of prediction variations were all within either less than 1.5 mm. for linear parameters or 2 degrees for angular parameters. Most of the linear

and angular parameters were not statistically significant different except U6L to FHP, L6R to MSP, PP to FHP, MP to FHP, and MP to MSP with *P*-values were 0.031, 0.030, 0.049, 0.006, and 0.011, respectively, (Table 3) which interpreted that the simulation plans were different from the actual outcomes in these parameters.

The mean linear differences in the distance between UI, U6R, U6L, LI, L6R, and L6L to FHP, MSP, and CP were 0.68, 0.42, and 0.58 mm, respectively. (Table 4) The mean linear difference of maxillary and mandibular landmarks was 0.59 mm. and 0.54 mm.,

respectively. The overall mean angular difference was 0.93° . The mean angular differences relative to FHP and MSP were 0.95° and 0.91° , respectively. (Table 3)

Thirteen out of 19 participants had a mean linear difference of less than 2 mm and 19 out of 19 participants had a mean angular difference of fewer than 4 degrees which meant that CASS planning program for orthognathic surgery in this study had an accuracy for linear and angular measurement as 69% and 100%, respectively. (Figure 6)

The repeated measurements of simulation plans and actual outcomes were done 1 month after the first measurements. The mean intraclass correlation coefficient was 0.94 (range from 0.727 to 0.997) for the simulation plans and 0.95 (range from 0.144 to 0.999) for the actual outcomes, respectively. So, the data indicated an excellent correlation between both repeated measurement. (Table 5)

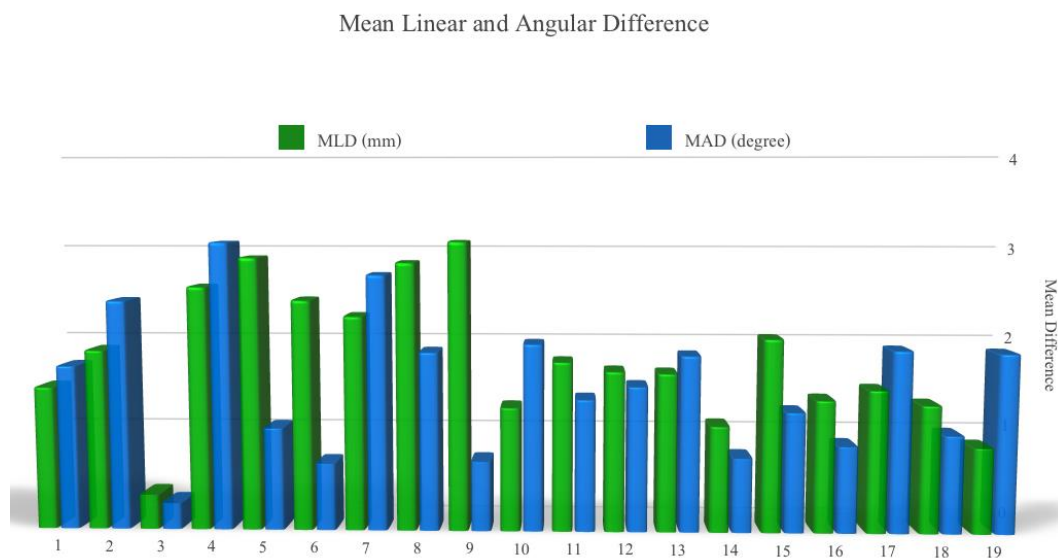


Figure 6 Mean Linear Difference (MLD) and Mean Angular Difference (MAD) for all participants.

Table 4 Mean differences on 6 dental landmarks compared to 3 facial reference planes

Dental Landmarks	Mean difference (mm)			
	FHP	MFP	CP	Average
UI	0.51	0.31	0.94	0.59
LI	1.09	-0.19	0.39	0.56
U6R	0.48	-0.44	-0.35	0.42
U6L	0.95	-0.63	0.74	0.77
L6R	0.56	-0.95	0.66	0.72
L6L	0.51	0.04	0.45	0.33
Average	0.68	0.42	0.58	

Table 5 ICC of the repeated measurement between simulation plan (T0) and actual outcome (T1)

Measurement	Intraclass Correlation Coefficient (r)	
	Simulation Plan (T0)	Actual Outcome (T1)
UI to FHP	0.998	0.995
LI to FHP	0.996	0.978
U6R to FHP	0.994	0.990
U6L to FHP	0.993	0.994
L6R to FHP	0.994	0.970
L6L to FHP	0.992	0.982
UI to MSP	0.987	0.821
LI to MSP	0.987	0.899
U6R to MSP	0.940	0.973
U6L to MSP	0.924	0.973
L6R to MSP	0.976	0.862
L6L to MSP	0.987	0.992
UI to CP	0.997	0.997
LI to CP	0.999	0.991
U6R to CP	0.998	0.992
U6L to CP	0.996	0.992
L6R to CP	0.999	0.993
L6L to CP	0.999	0.997
A to Nperp	0.995	0.928
ANS to Nperp	0.970	0.940
B to Nperp	0.997	0.958
Pog to Nperp	0.994	0.843
FOP to FHP	0.991	0.956
PP to FHP	0.991	0.972
MP to FHP	0.994	0.994
FOP to MSP	0.787	0.727
PP to MSP	0.114	0.855
MP to MSP	0.987	0.808

Discussion

Lin et al¹² reviewed the published studies of CASS in orthognathic surgery over the past 10 years and summarized that the surgical prediction by CASS was accurate and clinically acceptable in transferring the simulation plan to the operating room which, finally, produced the optimal functional and esthetic outcomes.

Statistical significant differences were observed in U6L to FHP, L6R to MSP, PP to FHP, MP to FHP and MP to MSP (Table 3). The errors in U6L to FHP and L6R to MSP could be from the extrusion effect of the fixation technique. The error in PP to FHP

could be from the unintentional destruction of ANS during the operation in some cases and the error of MP to FHP and MP to MSP could be from the immediate premature contact after the splint was off. Another consideration was that minor surgical relapses could affect the differences between the prepared and the actual outcomes. However, most of the results had no significant differences and were within the clinical acceptableness. Moreover, the simulation plan allowed superior control of the deviation from MSP (0.42 mm) than CP (0.59 mm) and FHP (0.68 mm), respectively. So, CASS planning program in bimaxillary orthognathic surgery was considered accurate for this study.

Due to the previously published studies,¹³⁻¹⁶ success criteria for the mean systematic difference of linear and angular measurement of this study were set as 2 mm and 4°, respectively (Table 6). If errors of orthognathic surgery were within these criteria, a minor postsurgical relapse could be properly managed by postsurgical orthodontic treatment. This study selected only skeletal type III subjects treated by bimaxillary orthognathic surgery which utilized the different software compared to Peterman et al.¹⁶ and different surgical techniques compared to Tran et al.¹⁸ When compared to the previous studies¹⁷⁻¹⁹ the results of this study were consistent with the study of

Tran et al.¹⁸ which evaluated the accuracy of 3D planning in surgery first orthognathic approach (SFA) by using the same software and method for interpretation.

The keys to success for transferring the simulation plan to the operating room of this study were the development of a CBCT scan, single-center study, bimaxillary procedures were performed by one surgeon, and selected participants were in the same skeletal relationship which was different from the previous studies.¹⁷⁻¹⁹ So, precise treatment outcomes can be accomplished by utilizing these advanced technologies.

Table 6 Results of recently reported studies compared to this present study (CA = Conventional Approach, SFA = Surgery First Approach and NR = no report).

Study	Skeletal pattern	Surgical technique	N	Software	Mean Systematic Difference (MSD)	
					Linear (mm)	Angular (Degree)
Peterman et al, 2016 ¹⁸	III	CA (2 jaws)	14	Dolphin Imaging	+/- 2	NR
Zhang et al, 2016 ¹⁹	II, III	CA (2 jaws)	30	Dolphin Imaging	0.81	0.95
Tran et al, 2018 ¹⁷	III	SFA (2 jaws)	15	Simplant O&O	0.88	1.16
This study	III	CA (2 jaws)	19	Simplant O&O	0.57	0.93

Conclusion

Statistically significant differences were found in 5 from 28 parameters (18%) including U6L to FHP, L6R to MSP, PP to FHP, MP to FHP, and MP to MSP ($P < 0.05$). Overall mean linear and angular differences relative to 3 facial reference planes were 0.57 mm and 0.93 degrees which were consistent with the previous studies. CASS planning program for bimaxillary orthognathic surgery in skeletal type III relationship was clinically acceptable and facilitated the surgical-orthodontic team to effectively deal with patients who underwent combined orthodontic-orthognathic treatment for predictable treatment outcomes. However, further investigation is still required to prove whether CASS planning program could accurately transfer the simulated surgical plan to the other class of skeletal relationships and the other surgical technique.

Acknowledgement

I was very grateful to all of dental staffs in Orthodontic clinic, Oral and Maxillofacial Surgery clinic and Oral and Maxillofacial Radiology clinic for this research support.

Ethical Approval

This study was approved by Mahidol University Institutional Review Board (MU-IRB) with COA.No.MU-DT/PY-IRB2016/035.

Conflicts of Interest

We hereby declare that we have no financial or personal relationships with other people, commercial, public funding agencies or organizations that could inappropriately influence or bias this study.

References

1. WH Bell. Le Forte I osteotomy for correction of maxillary deformities. *J Oral Surg* 1975. 33(6):412-26.
2. BN Epker, LM Wolford. Middle-third facial osteotomies: their use in the correction of acquired and developmental dentofacial and craniofacial deformities. *J Oral Surg* 1975. 33(7): 491-514.
3. J Gateno, KK Forrest, B Camp. A comparison of 3 methods of face-bow transfer recording: implications for orthognathic surgery. *J Oral Maxillofac Surg* 2001;59(6):635-40
4. J Gateno, J Xia, JF Teichgraeber, A Rosen. A new technique for the creation of a computerized composite skull model. *J Oral Maxillofac Surg* 2003;61(2):222-7.
5. G Santler. 3-D COSMOS: a new 3-D model based computerised operation simulation and navigation system. *J Craniomaxillofac Surg* 2000; 28(5):287-93.
6. G Santler, H Karcher, R Kern. [Stereolithography models vs. milled 3D models. Production, indications, accuracy]. *Mund Kiefer Gesichtschir*, 1998;2(2):91-5.
7. GR Swennen, W Mollemans, F Schutyser. Three-dimensional treatment planning of orthognathic surgery in the era of virtual imaging. *J Oral Maxillofac Surg* 2009;67(10):2080-92.
8. MJ Troulis, P Everett, EB Seldin, R Kikinis, LB Kaban. Development of a three-dimensional treatment planning system based on computed tomographic data. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2002; 31(4):349-57.
9. JJ Xia, J Gateno, JF Teichgraeber. Three-dimensional computer-aided surgical simulation for maxillofacial surgery. *Atlas Oral Maxillofac Surg Clin North Am* 2005;13(1):25-39.
10. SS Hsu, J Gateno, RB Bell, DL Hirsch, MR Markiewicz, JF Teichgraeber, et al. Accuracy of a computer-aided surgical simulation protocol for orthognathic surgery: a prospective multicenter study. *J Oral Maxillofac Surg* 2013; 71(1):128-42.
11. YJ Chang, SS Lin, TJ Wu, WC Tsai, WY Hsu, JP Lai. The application of computer-aided three-dimensional simulation and prediction in orthognathic surgery (CASPOS) for treating dento-skeletal patients orthognathic surgery. *J. Taiwan Assoc. Orthod* 2013;25(2):93-102.
12. HH Lin, HW Chang, CH Wang, SG Kim, LJ Lo. Three-Dimensional Computer-Assisted Orthognathic Surgery Experience of 37 Patients. *Annals of Plastic Surgery* 2015;74:S118-26.
13. O Donatsky, J Bjorn-Jorgensen, M Holmqvist-Larsen, S Hillerup. Computerized cephalometric evaluation of orthognathic surgical precision and stability in relation to maxillary superior repositioning combined with mandibular advancement or setback. *J Oral Maxillofac Surg* 1997;55(10): 1071-9;discussion 1079-80.
14. TK Ong, RJ Banks, A.J. Hildreth. Surgical accuracy in Le Fort I maxillary osteotomies. *Br J Oral Maxillofac Surg* 2001;39(2):96-102.
15. BL Padwa, MO Kaiser, LB Kaban. Occlusal cant in the frontal plane as a reflection of facial asymmetry. *J Oral Maxillofac Surg* 1997;55(8): 811-6;discussion 817.
16. TT Tng, TC Chan, U Hagg, MS Cooke. Validity of cephalometric landmarks. An experimental study on human skulls. *Eur J Orthod* 1994;16(2):110-20.
17. NH Tran, S Tantidhnazet, S Raocharemporn, S Kiattavornchareon, V Pairuchvej, N Wongsirichat. Accuracy of Three-Dimensional Planning in Surgery-First Orthognathic Surgery: Planning Versus Outcome. *J Clin Med Res* 2018;10(5): 429-36.

18. RJ Peterman, SJ Jiang, R Johe, PM Mukherjee. Accuracy of Dolphin visual treatment objective (VTO) prediction software on class III patients treated with maxillary advancement and mandibular setback. *Prog Orthod* 2016;17(1):19.
19. N Zhang, S Liu, Z Hu, J Hu, S Zhu, Y Li. Accuracy of virtual surgical planning in two-jaw orthognathic surgery: comparison of planned and actual results. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol* 2016;122(2):143-51.

Corresponding Author

Syrina Tantidhnazet
Department of Orthodontics,
Faculty of Dentistry, Mahidol University,
Ratchathewee , Bangkok, 10400.
Tel.: +66 85 488 8009
Email: Syrina19@hotmail.com

ความแม่นยำของโปรแกรมวางแผนจำลองการผ่าตัดกระดูกขากรรไกรในผู้ป่วยที่มีความผิดปกติของกระดูกขากรรไกร ประเภทที่ 3

รยพัทธ์ บัวผัน* ครินนา ตันติธนเศรษฐ์** สมชาติ เราเจริญพร*** พาสณ์ศิริ นิสาลักษณ์** พีรพงศ์ ลั่นต้วงค์** กรกมล กริธาภิรมย์****

บทคัดย่อ

ปัจจุบันการวางแผนสำหรับการผ่าตัดกระดูกขากรรไกรด้วยโปรแกรมวางแผนจำลองการผ่าตัดกระดูกขากรรไกรได้รับความนิยมมากขึ้นในผู้ป่วยที่มีความผิดปกติของการสบฟันและกระดูกขากรรไกร งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความแม่นยำของโปรแกรมจำลองการผ่าตัดกระดูกขากรรไกรในการรักษาผู้ป่วยที่มีความสัมพันธ์ของกระดูกขากรรไกร ประเภทที่ 3 ตัวอย่างในการศึกษานี้คือผู้ป่วยที่ได้รับการรักษาจัดฟันร่วมกับการผ่าตัดกระดูกขากรรไกร จำนวน 19 ราย ผู้ป่วยได้รับการถ่ายภาพกะโหลกศีรษะสามมิติและสแกนช่องปากก่อนผ่าตัดกระดูกขากรรไกร 2-4 สัปดาห์ เพื่อนำข้อมูลไปวางแผนจำลองการผ่าตัดกระดูกขากรรไกรและทำเฝือกสำหรับการผ่าตัด หลังผ่าตัด 2-6 สัปดาห์ ผู้ป่วยจะได้รับการถ่ายภาพกะโหลกศีรษะสามมิติอีกครั้งเพื่อนำข้อมูลไปวัดผลและวิเคราะห์ทางสถิติถึงความแตกต่างเชิงเส้นและเชิงมุมเปรียบเทียบกับระนาบแฟรงค์เฟิร์ต ระนาบมิดแซกจิตอล และระนาบโคโรนอล ตามลำดับ ผลการศึกษาพบว่าสัมพันธ์ประสิทธิผลสัมพันธ์ภายในชั้นมีความน่าเชื่อถือสูงสุด (0.787-0.998) และพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่บริเวณฟันกรามบนซ้ายซี่ที่ 1 เทียบกับระนาบแฟรงค์เฟิร์ต ฟันกรามล่างขวาซี่ที่ 1 เทียบกับระนาบมิดแซกจิตอล ระนาบเพดานเทียบกับระนาบแฟรงค์เฟิร์ต ระนาบขากรรไกรล่างเทียบกับระนาบแฟรงค์เฟิร์ต และระนาบขากรรไกรล่างเทียบกับระนาบมิดแซกจิตอลตามลำดับ ผลรวมความแตกต่างเชิงเส้นและเชิงมุมมีค่าเท่ากับ 0.57 มม. และ 0.93 องศา ตามลำดับ จึงสรุปว่า การใช้โปรแกรมวางแผนจำลองการผ่าตัดกระดูกขากรรไกรเพื่อวางแผนการรักษาผู้ป่วยที่มีความสัมพันธ์ของกระดูกขากรรไกรประเภทที่ 3 นั้นมีความแม่นยำที่ยอมรับได้และยังช่วยในการวินิจฉัยและวางแผนผ่าตัดกระดูกขากรรไกรได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำชี้แจง: ความสัมพันธ์ของกระดูกขากรรไกรประเภทที่ 3/ การผ่าตัดกระดูกขากรรไกร/ การวางแผนการผ่าตัดกระดูกขากรรไกร

ผู้รับผิดชอบบทความ

ครินนา ตันติธนเศรษฐ์

ภาควิชาทันตกรรมจัดฟัน

คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

เขตราชเทวี กรุงเทพฯ 10400

โทรศัพท์: 085 488 8009

จดหมายอิเล็กทรอนิกส์: Syrina19@hotmail.com

* ทันตแพทย์ประจำบ้านสาขาทันตกรรมจัดฟัน ภาควิชาทันตกรรมจัดฟัน คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล กรุงเทพฯ

** ภาควิชาทันตกรรมจัดฟัน คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล กรุงเทพฯ

*** ภาควิชาศัลยศาสตร์ช่องปากและแม็กซิลโลเฟเชียล คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล กรุงเทพฯ

**** ภาควิชารังสีวิทยาช่องปากและแม็กซิลโลเฟเชียล คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล กรุงเทพฯ

การจัดการภาวะการขึ้นซ้ำของฟันตัดกลางบนซี่หน้า: รายงานผู้ป่วย 1 ราย

รัชพงศ์ คักดีศรีสุวรรณ* อุทัยวรรณ อารยะตระกูลลิขิต** เสาวลักษณ์ ลิ้มมณฑล***

บทคัดย่อ

ปัญหาฟันตัดกลางบนไม่ขึ้นถูกพบได้ไม่บ่อยนักแต่เป็นปัญหาที่มีความสำคัญควรได้รับการตรวจรักษาและแก้ไขโดยเร็ว เนื่องจากมีผลกระทบโดยตรงต่อความสวยงาม ความมั่นใจ สภาพจิตใจ บุคลิกภาพ และอาจนำไปสู่ปัญหาด้านการออกเสียงของผู้ป่วยในอนาคต โดยมักพบเป็นสาเหตุที่ผู้ปกครองนำบุตรหลานมาพบทันตแพทย์เพื่อทำการรักษา รายงานฉบับนี้เป็นกรณีศึกษาในผู้ป่วยเด็กชายไทยอายุ 11 ปี มีฟันซี่ 11 ไม่ขึ้น เมื่ออายุ 7 ปี เคยได้รับการรักษาด้วยการถอนฟันน้ำนมซี่ 51 และ 52 และผ่าตัดฟันเกินตรงกลางออกแล้วรอให้ฟันซี่ 11 ขึ้นเอง จากภาพรังสีพบฟันซี่ 11 มีตำแหน่งอยู่สูงในระดับใต้ฟันจริง การรักษาคือการปลูกถ่ายฟันร่วมกับการขยายสันกระดูกเข้าฟันบริเวณฟันซี่ 11 ผลการรักษาเป็นที่น่าพอใจ ซึ่งในรายงานฉบับนี้อธิบายถึงการวินิจฉัยและการจัดการภาวะการขึ้นซ้ำของฟันหน้าบน

คำไชรหัส: ฟันขึ้นซ้ำ/ ฟันไม่ขึ้น/ ฟันเกินตรงกลาง/ ปลูกถ่ายฟัน/ ขยายสันกระดูก/ ฟันตัดกลาง

Received: Oct 10, 2021

Revised: Aug 18, 2022

Accepted: Aug 24, 2022

บทนำ

ฟันหน้าบนไม่ขึ้นเป็นปัญหาที่มีความสำคัญและสมควรได้รับการตรวจรักษาและแก้ไขโดยเร็ว เนื่องจากมีผลกระทบโดยตรงต่อความสวยงาม ความมั่นใจ สภาพจิตใจ บุคลิกภาพ และอาจนำไปสู่ปัญหาด้านการออกเสียงของผู้ป่วยในอนาคต¹⁻³ การวินิจฉัยฟันหน้าบนขึ้นซ้ำมีลักษณะทางคลินิกที่สำคัญได้แก่ ฟันซี่เดียวกันด้านตรงข้ามขึ้นแล้วมากกว่า 6 เดือน ฟันบนยังไม่ขึ้นหลังจากฟันล่างขึ้นแล้วมากกว่า 1 ปี และฟันมีลำดับการขึ้นผิดปกติไปจากลำดับการขึ้นของฟันแท้ (รูปที่ 1) ซึ่งถ้าฟันขึ้นซ้ำหรือผิดปกติไปจากนี้ ควรพิจารณาตรวจทางคลินิกและถ่ายภาพรังสีเพิ่มเติมเพื่อหาสาเหตุต่อไป^{4,5}

จากการศึกษาของ Tan และคณะ⁶ รายงานอุบัติการณ์เกิดฟันหน้าบนไม่ขึ้นพบว่าฟันตัดกลางบนมีโอกาสมากที่สุด โดยพบในเด็กอายุ 5-12 ปี คิดเป็นร้อยละ 0.13 พบในเพศชายมากกว่าเพศหญิง และสาเหตุประมาณครึ่งหนึ่งเกิดจากการมีฟันเกิน (Supernumerary tooth) ในประเทศไทยยังไม่มีการศึกษาอุบัติการณ์ของการเกิดฟันหน้าบนไม่ขึ้นหรือขึ้นซ้ำโดยตรง แต่มีการศึกษาความสัมพันธ์ของฟันเกินที่เกี่ยวข้องกับการขึ้นซ้ำของฟันโดย Tantanapornkul⁷ ทำการศึกษาใน

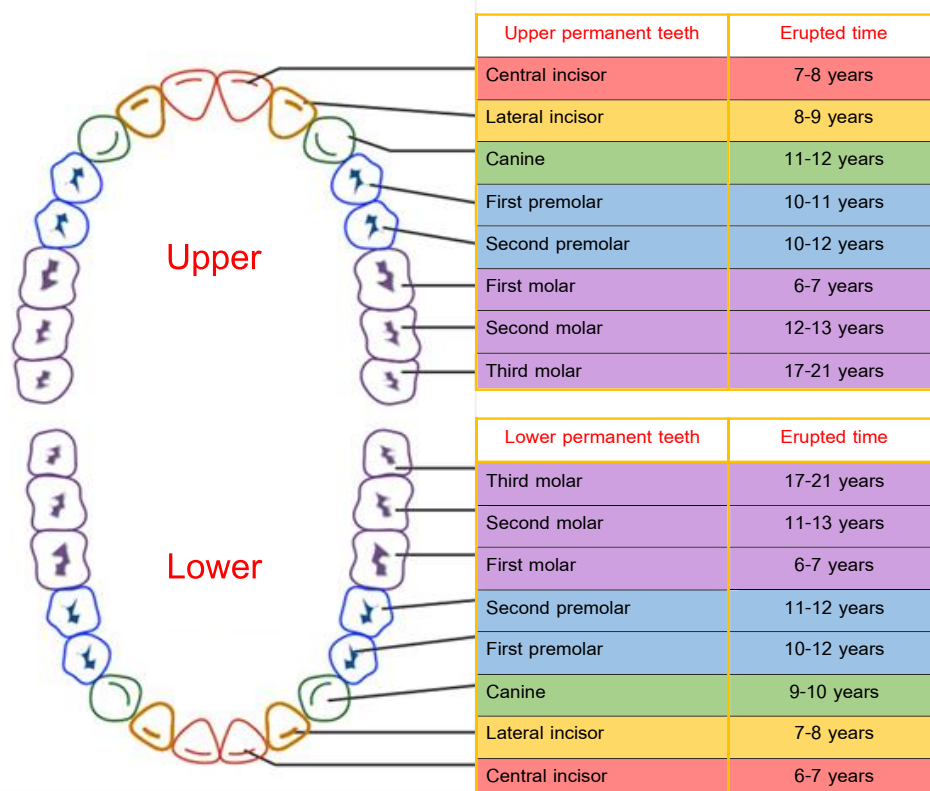
ผู้ป่วยก่อนการจัดฟันของคณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จำนวน 638 คน พบว่ามีอุบัติการณ์ของการเกิดฟันเกินร้อยละ 2.66 และมีโอกาสเกิดสูงสุดที่ตำแหน่งฟันหน้าบนร้อยละ 22.73 โดย Sakulratchata และคณะ⁸ รายงานว่าอุบัติการณ์ของการเกิดฟันเกินเกิดในเพศชายมากกว่าเพศหญิง

บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อรายงานกรณีศึกษาในผู้ป่วยเด็กชายไทยอายุ 11 ปี มีปัญหาฟันซี่ 11 (ฟันตัดกลางบนขวา) ไม่ขึ้นหลังจากการรักษาด้วยการถอนฟันน้ำนมซี่ 51 และ 52 (ฟันตัดน้ำนมบนข้างขวา) และผ่าตัดฟันเกินตรงกลาง (Mesiodens) ออกเมื่ออายุ 7 ปี โดยกล่าวถึงการตรวจในช่องปาก การส่งตรวจภาพถ่ายทางรังสีเพิ่มเติม การพยากรณ์โรค ประสิทธิภาพของทันตแพทย์ผู้ทำ พร้อมทั้งนำเสนอข้อมูลต่าง ๆ ในการตัดสินใจวางแผนการรักษา เพื่อให้เป็นแนวทางในการจัดการภาวะการขึ้นซ้ำของฟันตัดกลางบนซี่หน้าต่อไป ผู้ป่วยในรายงานนี้ได้รับการรักษาด้วยการปลูกถ่ายฟันซี่ 11 ร่วมกับการเตรียมกระดูกตำแหน่งที่จะนำฟันมาปลูกถ่ายด้วยเครื่องมือขยายสันกระดูก ได้ผลการรักษาเป็นที่น่าพอใจ

* แผนกทันตกรรม โรงพยาบาลสมเด็จพระเกียรติ 80 พรรษา อ่างทองมดกรัง จังหวัดสุรินทร์

** สาขาวิชาทันตกรรมบูรณะ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น

*** สาขาวิชาศัลยศาสตร์ช่องปากและแม็กซิลโลเฟเชียล คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น



ที่มา: ปรับปรุงจาก เอลิมพล สี่ไฉโรจน์. (2559). อายุเท่าไร... ฟันขึ้นไหน... ควรขึ้น และหลุด. ค้นเมื่อ 2 ตุลาคม 2564, จาก <https://www.hisopartyofficial.com/content/อายุเท่าไร-ฟันขึ้นไหน-ควรขึ้น-และหลุด>.

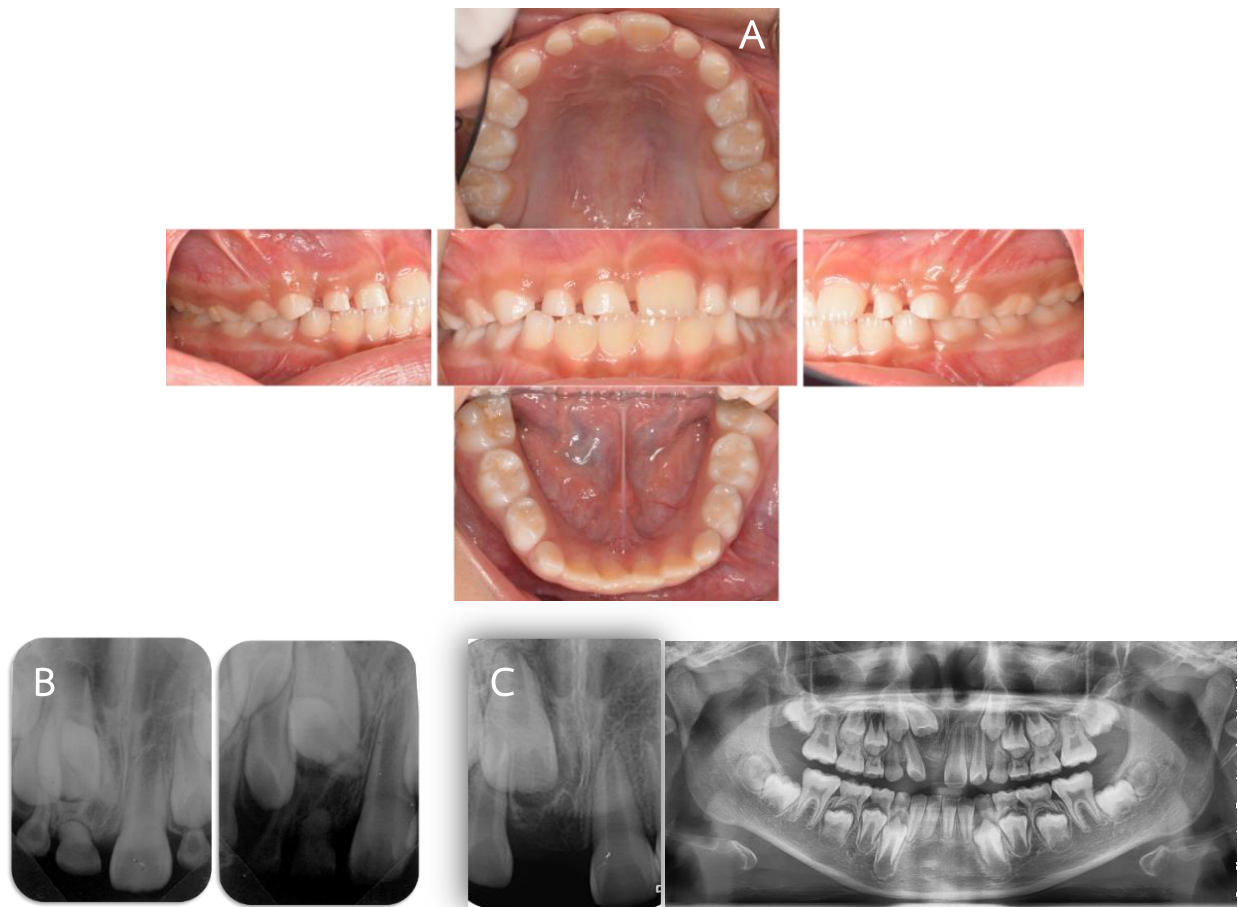
รูปที่ 1 ลำดับการขึ้นของฟันแท้

Figure 1 Order of the permanent teeth eruption

รายงานผู้ป่วย

ผู้ป่วยเด็กชายไทยอายุ 11 ปี ผู้ปกครองพามาพบทันตแพทย์เนื่องจากฟันซี่ 11 ไม่ขึ้น ปฏิเสธโรคประจำตัวและไม่มีประวัติการแพ้ยา จากประวัติการรักษาที่ผ่านมาพบว่าเมื่อผู้ป่วยอายุ 7 ปี (รูปที่ 2) มาพบทันตแพทย์เนื่องจากฟันซี่ 11 ไม่ขึ้น ตรวจในช่องปากไม่พบลักษณะผิดปกติของเหงือกและเนื้อเยื่ออ่อนพบฟันชุดผสม (Mixed dentition) โดยมีฟันซี่ 21 ฟันตัดหน้าล่างทั้ง 4 ซี่ และฟันกรามซี่ที่หนึ่งทั้ง 4 ซี่ ขึ้นสมบูรณ์แล้ว แต่ฟันน้ำนมซี่ 51 ยังไม่หลุด จากภาพรังสีรอบปลายราก (Periapical radiograph) บริเวณฟันหน้าบน พบฟันเกินตรงกลางวัดขนาดจากภาพรังสีรอบปลายรากขนาดประมาณ 1.5x0.5 ซม.

มีลักษณะกลับหัวขึ้น (Inverted position) และพบหน่อฟัน ซี่ 11 มีการสร้างรากฟันประมาณครึ่งหนึ่งของความยาวรากทั้งหมด โดยตัวฟัน (Crown) อยู่ในทิศทางเดียวกับการขึ้นของฟันปกติ ถ่ายภาพรังสีแบบเลื่อนกระบอกรังสีไปด้านไกลกลาง (Distal shift tube) เพื่อระบุตำแหน่งฟันเกินตรงกลางพบว่าตัวฟันของฟันเกินตรงกลางอยู่ด้านเพดานปากและรากฟันอยู่ในแนวกึ่งกลางของสันกระดูก จากลักษณะทางคลินิกและภาพรังสีให้การวินิจฉัยเบื้องต้นว่า ฟันซี่ 11 ขึ้นช้า (Delayed eruption) เนื่องจากมีฟันเกินตรงกลางและฟันน้ำนมซี่ 51 หลุดช้า (Prolonged retention) ทำการรักษาด้วยการผ่าตัดนำฟันเกินตรงกลางและถอนฟันน้ำนมซี่ 51 และ 52 ออกจากได้ การวางยาระงับความรู้สึกแบบทั่วไป (General anesthesia)

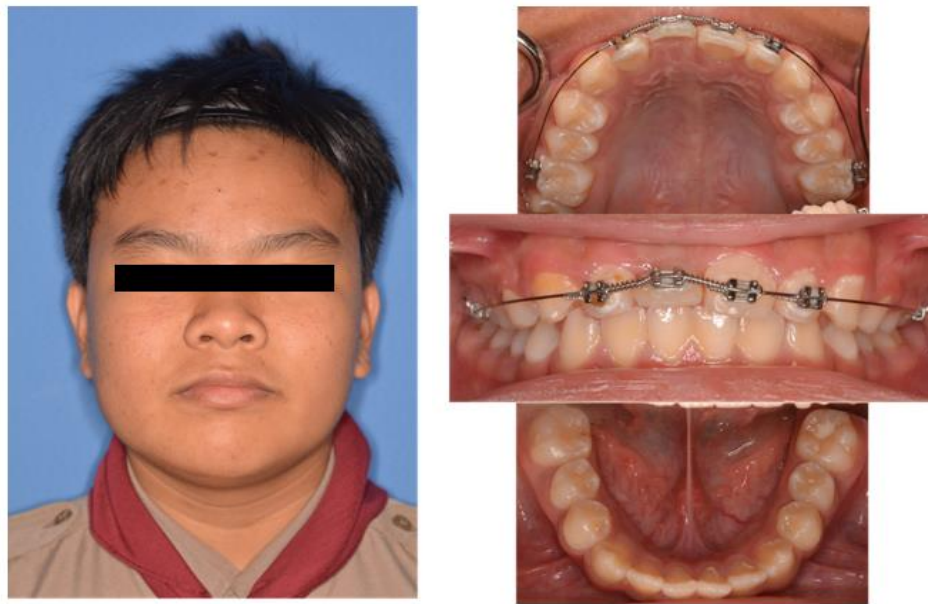


รูปที่ 2 การรักษาฟันซี่ 11 ไม่ขึ้นขณะผู้ป่วยอายุ 7 ปี A) สภาพในช่องปากก่อนการรักษา B) ภาพรังสีรอบปลายรากมุมตรง (ซ้าย) และภาพรังสีรอบปลายรากถ่ายเทคนิคเลื่อนกระบอกรังสีไปด้านไกลกลาง (ขวา) แสดงตำแหน่งฟันเกินตรงกลาง C) ภาพรังสีรอบปลายรากหลังการรักษา 1 ปี 7 เดือน (ซ้าย) และภาพรังสีแพโนรามาถ่ายในวันเดียวกัน (ขวา) แสดงตำแหน่ง และขนาดช่องว่างตำแหน่งฟันซี่ 11

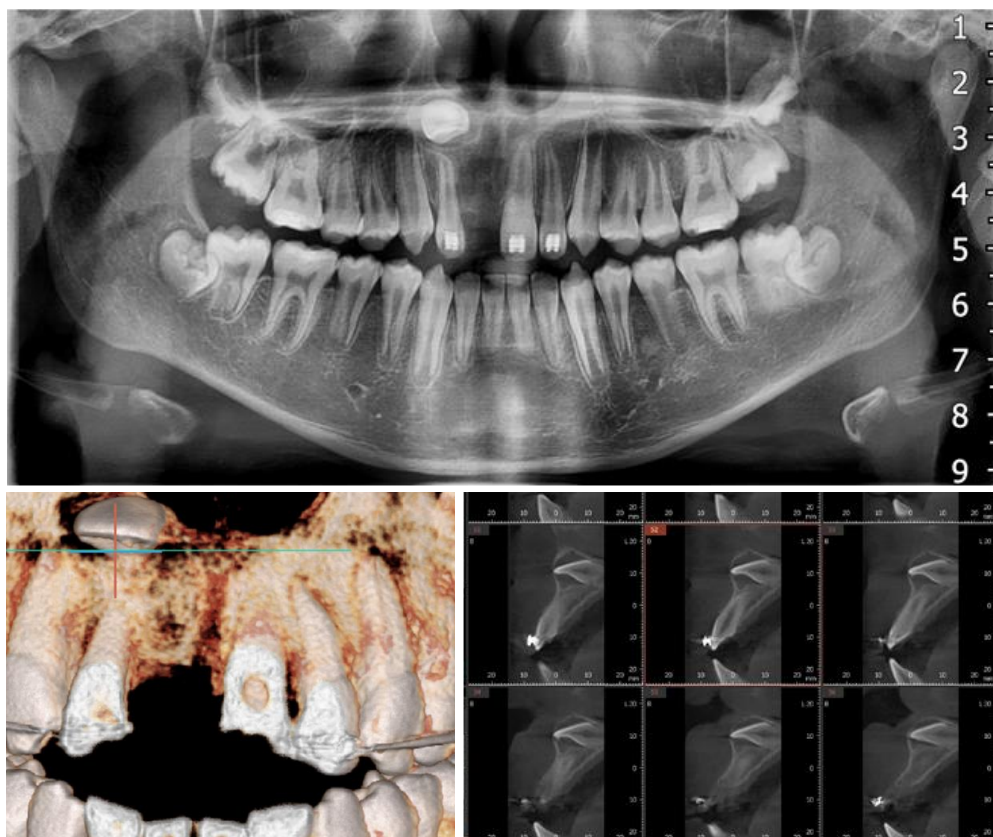
Figure 2 Previous treatment of unerupted tooth 11 while the patient was 7-year-olds. A) Preoperative intraoral views B) Paralleling periapical radiograph (Left) and distal-shift periapical radiograph (Right) reveal the position of mesiodens. C) Periapical radiograph after 1 year 7 months of treatment (Left) and panoramic radiograph was taken on the same day (Right), showing the position and space size of tooth 11.

ติดตามผลการรักษาที่เวลา 1 ปี 7 เดือน ถ่ายภาพรังสีรอบปลายรากและภาพรังสีแพโนรามา (Panoramic radiograph) พบว่า ฟันซี่ 12 สามารถขึ้นได้ตามปกติ แต่ฟันซี่ 11 ยังไม่ขึ้น เนื่องจากขนาดช่องว่างเพียงพอต่อการขึ้นของฟันซี่ 11 และตำแหน่งของฟันอยู่ในทิศทางที่ปกติจึงพิจารณาติดตามอาการและรอการขึ้นเองของฟันตามธรรมชาติ (Spontaneous eruption) จากนั้นผู้ป่วยได้ขาดนัดการติดตามอาการต่อเนื่องไปเป็นเวลา 1 ปี 10 เดือน ผู้ป่วยจึงได้มาพบทันตแพทย์อีกครั้งด้วยสาเหตุฟันซี่ 11 ยังไม่ขึ้น จากการตรวจนอกและในช่องปาก (รูปที่ 3) พบรูปหน้าภายนอกปกติ ใบหน้ามีความสมมาตร ไม่พบลักษณะที่ผิดปกติใดๆ ตรวจในช่องปากไม่พบฟันซี่ 11 อยู่ระหว่างการจัดฟันเพื่อเปิดช่องว่างระหว่างฟันซี่ 21 และฟันซี่ 12 เนื่องจากพื้นที่สำหรับการขึ้น

ของฟันซี่ 11 ไม่เพียงพอ มีการใส่ฟันอะคริลิก (Acrylic) เพื่อทดแทนช่องว่างชั่วคราวโดยทันตแพทย์จัดฟัน และมีฟันซี่อื่นๆ ขึ้นตามปกติ โดยพิจารณาขนาดช่องว่างที่จะเปิดจากภาพรังสีแพโนรามาและภาพรังสีส่วนตัดอาศัยคอมพิวเตอร์ชนิดโคน빔 (Cone beam computed tomography: CBCT) พบฟันซี่ 11 มีตำแหน่งอยู่สูงในระดับใต้พื้นโพรงจมูก (Floor of nasal cavity) ฟันวางตัวขวางตามแนวหน้า-หลัง ทำมุมมากกว่า 90 องศาต่อทิศทางการขึ้นของฟันปกติ (รูปที่ 4) เนื่องจากตำแหน่งฟันซี่ 11 อยู่สูงและแนวการวางตัวไม่อยู่ในแนวของการขึ้นของฟันปกติ จึงวางแผนรักษาด้วยวิธีการผ่าตัดนำฟันออกมาปลูกถ่าย (Auto transplantation) ในตำแหน่งที่ถูกต้องภายใต้การวางยาระงับความรู้สึกแบบทั่วไป



รูปที่ 3 ภาพทางคลินิกภายนอกและภายในช่องปากก่อนการรักษา (ใส่ฟันอะคริลิคเพื่อทดแทนช่องว่างชั่วคราว)
 Figure 3 Extraoral and intraoral views before treatment. (Temporary acrylic teeth in the space)

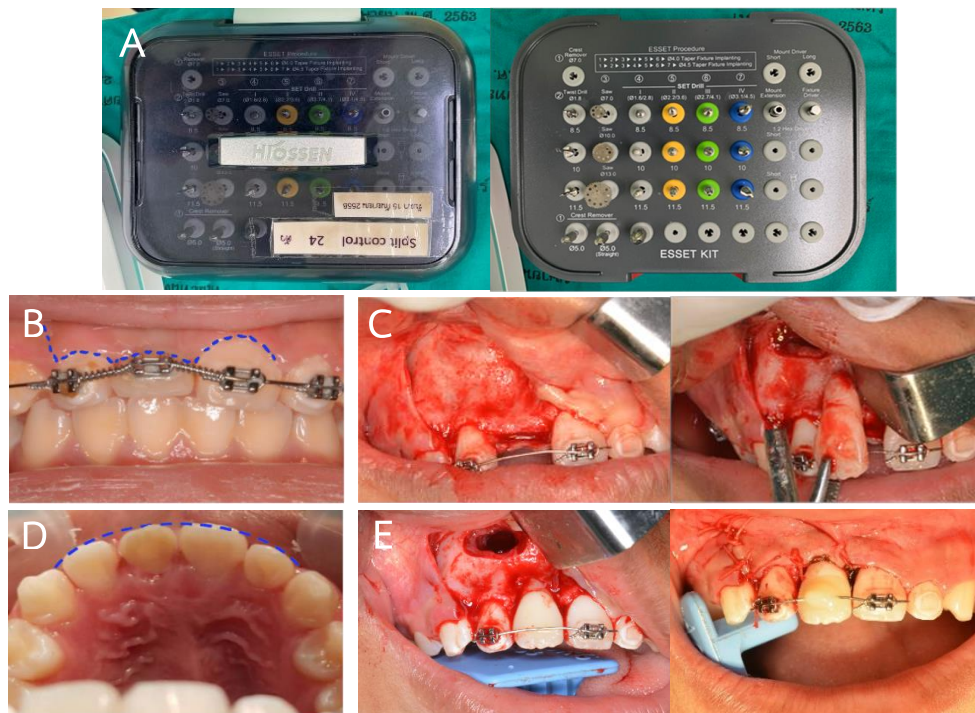


รูปที่ 4 ภาพรังสีแพโนรามาและภาพรังสีส่วนตัดอาศัยคอมพิวเตอร์ชนิดโคนบีมก่อนการรักษาแสดงตำแหน่งของฟันซี่ 11 มีตำแหน่งอยู่สูงในระดับใต้พื้นจมูกและวางตัวขวางตามแนวหน้า-หลัง
 Figure 4 Panoramic radiograph and cone beam computed tomography before treatment show the tooth 11 are located high below the floor of nasal cavity with antero-posterior transverse position.

ขั้นตอนการผ่าตัดเริ่มด้วยการลงรอยกรีดตามร่องเหงือก (Sulcular incision) และลงรอยกรีดแนวตั้ง (Vertical incision) บริเวณด้านไกลกลางของฟันซี่ 12 โดยเปิดเป็นแผ่นเนื้อเยื่อเต็มส่วนรูปสามเหลี่ยม (Triangular full thickness flap) ปกติแล้วในการปลูกถ่ายฟันจะเริ่มต้นด้วยการเตรียมบริเวณผู้รับ (Recipient site) ก่อน เพื่อให้ฟันที่จะนำมาปลูกถ่ายอยู่นอกช่องปากเป็นเวลานานที่สุด แต่ในผู้ป่วยรายนี้เนื่องจากฟันที่จะนำมาปลูกถ่ายเป็นฟันฝังที่รากเจริญสมบูรณ์แล้ว เพื่อให้แน่ใจว่าจะสามารถนำฟันออกมาได้อย่างสมบูรณ์และไม่มีการแตกหักของรากฟัน จึงเลือกเตรียมส่วนบริเวณผู้ให้ (Donor site) หรือการนำฟันซี่ 11 ออกก่อน โดยการกรอกระดูกรอบตัวฟันซี่ 11 โดยคาดคะเนตำแหน่งจากบริเวณที่กระดูกนูนออกมากที่สุด ประกอบกับภาพถ่ายทางรังสี และนำฟันออกมาอย่างนุ่มนวลโดยไม่จับบริเวณผิวรากฟัน นำฟันซี่ 11 แช่พักในสารละลายเกลือสมดุลของแฮงค์ (Hank's balance salt solution) จากนั้นจึงเตรียมบริเวณผู้รับซึ่งปกติจะต้องสร้างเบ้าฟันด้วยการกรอเจาะกระดูกให้เป็นช่องรับส่วนรากฟันปลูก แต่วิธีนี้ทำให้เสียเนื้อกระดูกไปมาก ดังนั้นจึงพิจารณาเตรียมบริเวณผู้รับโดยวิธีขยายสันกระดูก (Ridge expansion) ด้วยชุดเครื่องมือไฮออสเซน อีเอสเซต (HIOSSSEN ESSET KIT) ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการผ่าตัดใส่รากฟันเทียม (Dental implant) เริ่มต้นด้วยการใช้หัวกรอดัดสันกระดูก (Crestal bone removal) กรอเตรียมสันกระดูกบริเวณผู้รับให้เรียบ จากนั้นใช้หัวเจาะนำ (Lance drill) ในตำแหน่งกึ่งกลางสันกระดูกที่เตรียมไว้ก่อนไปทางเพดานปากเล็กน้อย ตามด้วยหัวเจาะเกลียว (Twist drill) เส้นผ่าศูนย์กลาง 1.8 มม. ให้ได้ความลึกเท่ากับความยาวรากฟันปลูกประมาณ 10 มม. จึงใช้หัวกรอรูปใบเลื่อย (Saw) ตัดสันกระดูกตามแนวยาวในตำแหน่งกึ่งกลางรูที่เจาะไว้ สุดท้ายใช้หัวเจาะรูปทรงแท่ง

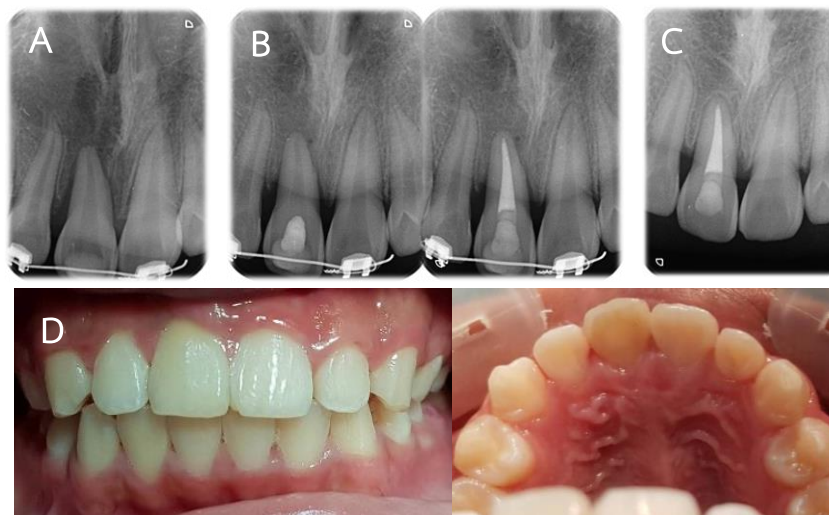
ปลายสอบ (Taper drill) ความยาว 10 มม. เจาะขยายสันกระดูกตามลำดับจนได้ขนาดเบ้าฟันที่ต้องการ จึงนำฟันซี่ 11 ใส่ในกระดูกเบ้าฟันที่เตรียมไว้โดยจัดให้แนวปลายฟันที่นำมาปลูกถ่ายเรียงตัวไปตามฟันซี่ข้างเคียง เมื่อฟันอยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้องแล้วจึงเข้าผูกฟันไว้ด้วยลวดเหล็กไร้สนิม (Stainless steel wire) ยึดด้วยวัสดุอุดฟันชนิดคอมโพสิตเรซิน (Composite resin) (รูปที่ 5) หลังผ่าตัดจ่ายยาแก้ปวดพาราเซตามอล 500 มิลลิกรัม ครั้งละ 1 เม็ด ทุก 6 ชั่วโมง ไอบูโพรเฟน 400 มิลลิกรัม ครั้งละ 1 เม็ด วันละ 3 ครั้งหลังอาหาร และยาปฏิชีวนะ อะม็อกซิซิลลิน 500 มิลลิกรัม ครั้งละ 1 แคปซูล วันละ 3 ครั้งหลังอาหาร แนะนำให้ผู้ป่วยดูแลทำความสะอาดช่องปากอย่างดีเพื่อป้องกันการติดเชื้อ และงดใช้งานบริเวณฟันปลูกเป็นเวลา 1 เดือน จากนั้นให้ค่อยเริ่มเคี้ยวอาหารอ่อน ๆ แล้วพัฒนาขึ้นจนเป็นอาหารปกติ

การติดตามผลการรักษาหลังจากผ่าตัด 5 วัน ถ่ายภาพรังสีรอบปลายรากฟันพบว่า ฟันซี่ 11 ที่นำมาปลูกถ่ายอยู่ในตำแหน่งที่ดี หลังผ่าตัดปลูกถ่ายฟัน 2 สัปดาห์ได้รักษารากฟันเพื่อป้องกันการละลายของรากฟันเหตุอักเสบ (Inflammatory root resorption) และเนื่องจากฟันยังโยกอยู่จึงต้องคงผูกฟันไว้และนำออกพร้อมเครื่องมือจัดฟันหลังผ่าตัด 1 เดือน นัดติดตามอาการหลังผ่าตัด 6 เดือน ตรวจไม่พบอาการผิดปกติใดๆ ฟันไม่โยก ไม่พบร่องลึกปริทันต์ สามารถใช้งานได้ปกติ และจากภาพรังสีไม่พบลักษณะการละลายของรากฟัน และมีอวัยวะปริทันต์ที่ดี (รูปที่ 6) จากนั้นวางแผนนัดติดตามอาการผู้ป่วยอีกครั้งในระยะเวลา 1 ปี หลังผ่าตัด



รูปที่ 5 ขั้นตอนและเครื่องมือที่ใช้ในการผ่าตัด A) เครื่องมือขยายสันกระดูก (HIOSEN ESSET KIT) B) ตำแหน่งแนวรอยกรีดผ่าตัด (ใส่ฟันอะคริลิกเพื่อทดแทนช่องว่างชั่วคราว) C) บริเวณผู้ให้ก่อน (ซ้าย) และหลัง (ขวา) การนำฟันซี่ 11 ออกมา D) ตำแหน่งฟันที่นำมาปลูกถ่ายมีแนวปลายฟันเรียงตัวไปตามฟันซี่ข้างเคียงทางด้านเพดานปาก E) ตำแหน่งฟันปลูกถ่ายก่อน (ซ้าย) และหลัง (ขวา) ยึดฟันปลูกถ่ายด้วยลวดและวัสดุอุดฟันชนิดคอมโพสิตเรซิน

Figure 5 Surgical procedures and instruments. A) Ridge expansion instruments (HIOSEN ESSET KIT) B) Surgical incision line (Temporary acrylic teeth in the space) C) Donor site before (Left) and after (Right) removing embedded tooth 11 D) Position of transplanted tooth's incisal edge aligned with the adjacent teeth at palatal view E) Position of transplanted tooth before (Left) and after (Right) splinting with composite wire.



รูปที่ 6 การติดตามผลการรักษาหลังผ่าตัดปลูกถ่ายฟันซี่ 11 A) ภาพรังสีรอบปลายรากฟันหลังปลูกถ่ายฟัน 5 วัน B) ภาพรังสีรอบปลายรากฟันหลังปลูกถ่ายฟัน 2 สัปดาห์ ก่อนอุดคลองรากฟัน (ซ้าย) และ หลังอุดคลองรากฟัน(ขวา) C) ภาพรังสีรอบปลายรากฟันหลังปลูกถ่ายฟัน 6 เดือน D) ภาพถ่ายในช่องปากหลังทำการปลูกถ่ายฟัน 6 เดือน ด้านหน้า (ซ้าย) และด้านบดเคี้ยว (ขวา)

Figure 6 Postoperative follow up after tooth 11 transplantation A) Periapical radiograph after 5 days of tooth transplantation B) Periapical radiographs after tooth transplantation 2 weeks; before root canal filling (Left) and after root canal filling (Right) C) Periapical radiograph after tooth transplantation 6 months D) Intraoral views after tooth transplantation 6 months; Anterior view (Left) Occlusal view (Right)

บทวิจารณ์

ปัญหาการขึ้นช้าของฟันดัดกลางบน การจัดการควรเริ่มจากการซักประวัติทางทันตกรรม ประวัติการเกิดอุบัติเหตุ กระแทกกระแทก จากนั้นตรวจในช่องปากเพื่อหาสาเหตุอื่นๆ สิ่ง ที่ควรสังเกตคือ ฟันน้ำนมที่ตกค้าง (Retained primary teeth) และการบวมด้านแก้มหรือด้านเพดานปาก นอกจากนี้ควร ประเมินว่าขนาดช่องว่างตรงตำแหน่งที่ฟันจะขึ้นมีเพียงพอต่อ การขึ้นของฟันหรือไม่ และควรประเมินด้วยภาพรังสีโดยเฉพาะ การถ่ายภาพรังสีในเด็กอายุ 7-8 ปี ช่วยตรวจหาความผิดปกติ ของการขึ้นของฟันหน้าบนได้ หรืออาจถ่ายภาพรังสีในกรณี ที่ตรวจพบฟันไม่ขึ้นหลังจากช่วงเวลาขึ้นปกติของฟันขึ้นนั้นเกิน 6 เดือนไปแล้ว⁹ ซึ่งผู้ป่วยกรณีศึกษารายนี้ในขณะที่มาพบ ทันตแพทย์ครั้งแรกเมื่ออายุ 7 ปี มีฟันน้ำนมซี่ 51 ไม่หลุดตาม เวลาปกติ จึงถ่ายภาพรังสีและตรวจพบว่าฟันขึ้นอยู่ใน ตำแหน่งดังกล่าวซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้ฟันไม่สามารถขึ้นมาได้

ปัญหาฟันขึ้นช้าหรือขึ้นเองไม่ได้ตามธรรมชาติ มีสาเหตุหลักจากกรรมพันธุ์และสิ่งแวดล้อม โดยสาเหตุจาก กรรมพันธุ์ที่พบได้บ่อยที่สุด คือ การมีฟันเกิน โดยมีโอกาสทำให้เกิดฟันขึ้นช้ามากถึงร้อยละ 61 ในฟันหน้า และร้อยละ 49 ใน ฟันดัดกลางบนคู้หน้า สาเหตุกรรมพันธุ์อื่นที่พบรองลงมา ได้แก่ โอโดตอนโตมา (Odontoma) ความผิดปกติระหว่างอัตราส่วนฟัน และเนื้อเยื่อ (Abnormal tooth/tissue ratio) ความผิดปกติใน การสร้างฟัน (Developmental dental anomalies) ภาวะ ปากแหว่งเพดานโหว่ (Cleft lip and cleft palate) โคลโดคร เนียลดิสออสโตซิส (Cleidocranial dysostosis) ภาวะฟันขึ้นช้า โดยทั่วไป (Generalized delayed eruption) และภาวะเหงือก ข้าง (Gingival fibromatosis) เป็นต้น และสาเหตุจากสิ่งแวดล้อม ที่พบได้มากที่สุด คือ ฟันที่มีรากงอกมาผิดปกติ (Dilacerations) ซึ่งฟันที่รากงอกพบได้มากถึงร้อยละ 88 ในฟันหน้า และร้อยละ 83 ในฟันดัดกลางบนคู้หน้า สาเหตุสิ่งแวดล้อมอื่นที่พบรองลงมา ได้แก่ การได้รับบาดเจ็บ (History of trauma) จากอุบัติเหตุ การสูญเสียฟันน้ำนมก่อนกำหนด (Early extraction or loss of primary teeth) ฟันน้ำนมไม่หลุดตามเวลา (Retained primary teeth) ถุงน้ำในขากรรไกร (Jaw cysts) และความ ผิดปกติของกระดูก (Bone abnormalities) เป็นต้น โดยพบว่า ฟันที่รากงอกมากกว่าปกติ ตำแหน่งหน่อฟันที่ผิดปกติ (Ectopic position of tooth bud) และการเชื่อมติดของฟันน้ำนมกับ กระดูกหรือฟันน้ำนมคุด (Ankylosed / impacted primary teeth) เป็น 3 สาเหตุที่มีความสัมพันธ์กับประวัติการบาดเจ็บ จากอุบัติเหตุ⁶

จากสาเหตุที่กล่าวมาแล้วข้างต้นพบว่า การมีฟันเกิน เป็นสาเหตุทางกรรมพันธุ์ที่มีโอกาสทำให้เกิดฟันขึ้นช้าได้สูง ที่สุดโดยเฉพาะในฟันดัดกลางบนคู้หน้า และจากการศึกษาของ Nam และคณะ¹⁰ พบว่าตำแหน่งที่อยู่ต่ำกว่าปลายรากฟันของ ฟันดัดกลางบนไปทางด้านเพดานปากมีโอกาสพบฟันฝังสูงที่สุด ถึงร้อยละ 56.9 ตามด้วยตำแหน่งที่อยู่เหนือต่อปลายรากฟัน ดัดกลางบนค่อนข้างไปทางด้านเพดานปากมีโอกาสพบฟันฝัง ร้อยละ 23.5 ดังนั้นฟันเกินหรือฟันฝังส่วนใหญ่บริเวณฟันหน้า บนมักพบด้านเพดานปาก ซึ่งฟันฝังในตำแหน่งนี้มักทำให้ฟัน หน้าบนขึ้นช้าและผิดตำแหน่ง โดยในผู้ป่วยรายนี้จากภาพรังสี พบฟันเกินฝังด้านเพดานปากทอดตัวยาวด้านริมฝีปากซึ่งเป็น สาเหตุของฟันซี่ 11 ไม่ขึ้นในครั้งแรกที่มาพบทันตแพทย์ นอกจากนี้ Smailiene และคณะ¹¹ ได้ศึกษาการขึ้นของฟันเอง ตามธรรมชาติหลังจากที่ไม่ขึ้นตามช่วงเวลาปกติของฟันดัด กลางบนคู้หน้าที่สัมพันธ์กับฟันเกินขัดขวางการขึ้น โดยสรุปว่า การนำฟันเกินออกและเตรียมพื้นที่ให้เพียงพอต่อการขึ้นของ ฟันจะทำให้ฟันขึ้นเองตามธรรมชาติได้ถึงร้อยละ 54-76 ซึ่งมี ช่วงระยะเวลาได้ถึง 3 ปี หลังจากนำฟันเกินออกแล้ว โดยความ ลึกของตำแหน่งฟันในกระดูกขากรรไกรมีผลต่อระยะเวลาการ ขึ้นของฟันเองตามธรรมชาติ ฟันที่อยู่ในระดับที่ลึกกว่าจะใช้ ระยะเวลาในการขึ้นที่ยาวนานกว่า หลังจากฟันขึ้นได้เองแล้ว อาจมีตำแหน่งที่ผิดปกติ พิจารณารักษาด้วยวิธีทางทันตกรรม จัดฟันช่วยแก้ไขตำแหน่งของฟันให้ถูกต้อง¹²⁻¹⁶ ในผู้ป่วย กรณีศึกษารายนี้เนื่องจากยังอยู่ในช่วงเวลาที่เหมาะสมที่จะ อายุ 7 ปี ภายหลังจากจัดฟันเกินตรงกลางออกและพิจารณาว่ามี ช่องว่างเพียงพอต่อการขึ้นของฟันซี่ 11 จึงเลือกการรอให้ฟัน ขึ้นเองตามธรรมชาติก่อน และเมื่อรอฟันขึ้นเองตามธรรมชาติ แล้วฟันยังไม่สามารถขึ้นมาได้ หนึ่งในวิธีการจัดการปัญหาการ ไม่ขึ้นของฟันหน้าคือ การทำการกรอกเทียม (Artificial eruption) เป็นการรักษาทางทันตกรรมจัดฟันร่วมกับการศัลยกรรมเพื่อ จำลองการขึ้นของฟันโดยใช้แรงดึงจากเครื่องมือจัดฟันเข้ามา ช่วย แต่ในผู้ป่วยรายนี้ได้ขาดการติดตามอาการอย่างต่อเนื่อง ทำให้เมื่อกลับมาพบทันตแพทย์อีกครั้งตำแหน่งของฟันซี่ 11 อยู่ในตำแหน่งและลักษณะการวางตัวที่ยากต่อการรักษาด้วย วิธีการกรอกเทียม โดยการศึกษาของ Mahardawi และคณะ¹⁷ เกี่ยวกับช่วงเวลาที่เหมาะสมในการพิจารณาทำการกรอกเทียม ได้สรุปว่า ยังไม่มีความชัดเจนเกี่ยวกับช่วงอายุที่เหมาะสมใน การทำ แต่มีบางการศึกษา¹⁸ ที่กล่าวถึงปัจจัยที่ส่งเสริมให้ เกิดผลลัพธ์ที่ดีในการกรอกเทียม ได้แก่ฟันควรมีความยาวรากไม่ เกิน 2 ใน 3 ของความยาวรากทั้งหมด และผู้ป่วยมีช่วงอายุ ระหว่าง 7-8 ปี ซึ่งการศึกษาดังกล่าวทำการกรอกเทียมใน ผู้ป่วยช่วงอายุ 6.4-10.4 ปี พบว่าประสบความสำเร็จทุกราย

จากการศึกษาของ Shi และคณะ¹⁸ กล่าวว่าสาเหตุของการล้มเหลวที่พบได้บ่อยในการทำการงอกเทียมคือ การเริ่มการรักษาที่ล่าช้าทำให้รากฟันมีความยาวมากเกินไป รากฟันสร้างเสร็จสิ้นแล้ว รากฟันมีการโค้งงอผิดรูป หรือรากฟันมีส่วนที่เผยผิวด้านนอกกระดูกรองรับ และยังได้กล่าวถึงปัจจัยที่ส่งเสริมความสำเร็จในการงอกเทียม ได้แก่ รากฟันที่ยังสร้างไม่เต็ม 2 ใน 3 ของความยาวรากทั้งหมด การรักษาในช่วงอายุผู้ป่วย 7-8 ปี และการมีกระดูกรองรับที่เพียงพอให้รากฟันไม่เผยผิวด้านหลังการรักษา นอกจากนี้มีรายงานของ Agrait และคณะ¹⁹ กล่าวว่าวิธีการงอกเทียมและการปลูกถ่ายฟัน เป็น 2 ทางเลือกที่นิยมใช้ในการแก้ไขปัญหาฟันดัดกลางบนไม่ขึ้น ซึ่งในหลายการศึกษา²⁰⁻²³ แสดงให้เห็นว่าสามารถแก้ไขให้ฟันอยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสมได้ด้วยวิธีการงอกเทียมแทนการใช้วิธีปลูกถ่ายฟัน แต่อย่างไรก็ตามในฟันดัดกลางบนที่มีตำแหน่งอยู่สูงมีปัญหาในการระบุตำแหน่ง ทำให้เกิดความล้มเหลวได้ค่อนข้างสูงถ้าใช้เพียงวิธีการงอกเทียมเพียงอย่างเดียว เนื่องจากอาจทำให้เกิดการละลายของรากฟัน การตอบสนองของเนื้อเยื่ออ่อนที่ไม่ดีจากแรงที่ใช้ดึงฟัน และปัญหาความสวยงามได้ ดังนั้นในผู้ป่วยกรณีศึกษารายนี้จึงพิจารณาทำการรักษาด้วยการปลูกถ่ายฟันเนื่องจากตำแหน่งของฟันที่อยู่สูงและการวางตัวที่ยากต่อการทำการงอกเทียม และเลือกใช้วิธีการเตรียมบริเวณผู้รับด้วยเครื่องมือขยายสันกระดูกที่ใช้ในงานรากเทียม โดยการเตรียมเบ้าฟันให้มีรูปร่างใกล้เคียงกับรากฟันหน้าบนที่มีลักษณะทรงกระบอกปลายสอบหรือรูปกรวย (Cone shape) พบว่าสามารถปลูกถ่ายฟันมายังตำแหน่งที่เหมาะสมโดยไม่เสียเนื้อกระดูกมาก ฟันปลูกมีกระดูกรองรับที่ดีและไม่จำเป็นต้องปลูกถ่ายกระดูกเพิ่มเติม อย่างไรก็ตามในการปลูกถ่ายฟันที่ปลายรากเจริญสมบูรณ์ควรทำการรักษารากฟันภายใน 1-2 สัปดาห์หลังการปลูกถ่ายฟัน²⁴ ซึ่งในผู้ป่วยรายนี้ได้รักษารากฟันภายหลังการปลูกถ่ายเป็นเวลา 2 สัปดาห์เพื่อป้องกันการละลายของรากฟันเหตุจากการอักเสบ ผลการรักษาที่ 6 เดือนพบฟันยึดติดกับอวัยวะปริทันต์ข้างเคียงได้ดี ไม่มีการละลายของรากฟัน สามารถใช้งานได้ตามปกติ ผู้ป่วยและผู้ปกครองมีความพึงพอใจในการรักษา ดังนั้นวิธีการปลูกถ่ายฟันจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในกรณีที่ฟันอยู่ในตำแหน่งที่สูงมากและไม่สามารถขึ้นเองได้หลังจากเตรียมปัจจัยต่างๆ พร้อมแล้ว โดยการปลูกถ่ายฟันสามารถจัดตำแหน่งของฟันให้เป็นปกติอย่างรวดเร็วและการเตรียมบริเวณผู้รับด้วยวิธีขยายสันกระดูกจะเสียเนื้อกระดูกน้อยกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการเตรียมบริเวณผู้รับด้วยวิธีการกรอเจาะกระดูกด้วยหัวกรอแบบดั้งเดิม ซึ่งในกรณีศึกษานี้ได้ผลสำเร็จในระยะแรกเป็นที่น่าพอใจ โดยจะต้องติดตามผลการรักษาด้วยการประเมินทางคลินิก สภาพเหงือก

เนื้อเยื่อปริทันต์ ตำแหน่งและการโยกของฟันที่ทำการปลูกถ่าย รวมถึงการประเมินการเปลี่ยนแปลงทางภาพถ่ายรังสีในระยะยาวต่อไป

บทสรุป

การจัดการปัญหาฟันหน้าบนไม่ขึ้นตามกำหนดเริ่มจากการตรวจและกำจัดสิ่งกีดขวางการขึ้นของฟัน จากนั้นพิจารณาฟันที่เข้าเพียงพอต่อการขึ้นของฟันหรือไม่ ในกรณีที่ฟันที่ไม่เพียงพอ ทันตกรรมจัดฟันสามารถช่วยเปิดพื้นที่สำหรับการขึ้นของฟันได้ ระยะเวลารอให้ฟันขึ้นเองตามธรรมชาติสามารถรอได้ถึง 3 ปี แต่จำเป็นต้องพิจารณาร่วมกับปัจจัยอื่นๆ เช่น ระยะของกระดูกเบ้าฟันที่เหลือเหนือหน้าฟันแท้ ตำแหน่งและมุมของฟัน การพัฒนาของรากฟันและทิศทางที่เหมาะสมในการขึ้นของฟัน ถ้าฟันยังไม่สามารถขึ้นเองได้ให้พิจารณาทำการงอกเทียม การปลูกถ่ายฟัน หรือการถอนฟันผิวนั้นออกแล้วจัดการพื้นที่ด้วยการใส่ฟันหรือจัดฟันเพื่อปิดช่องว่างต่อไป

การปลูกถ่ายฟันและการเตรียมบริเวณรับฟันด้วยวิธีขยายสันกระดูกด้วยเครื่องมือสำหรับงานทันตกรรมรากเทียมเป็นวิธีการที่ทำให้เสียเนื้อกระดูกน้อยกว่าวิธีเตรียมแบบกรอเจาะกระดูกแบบเดิม สามารถเลือกใช้ในกรณีที่ไม่สามารถใช้วิธีการทำให้เกิดการงอกเทียมได้โดยในกรณีศึกษานี้ให้ผลการรักษาในระยะเวลา 6 เดือนเป็นที่น่าพอใจ

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. Proffit WR, Fields HW, Larson BE, Sarver DM. Contemporary Orthodontics. Elsevier; 2019.

6. Tan C, Ekambaram M, Yiu CKY. Prevalence, characteristic features, and complications associated with the occurrence of unerupted permanent incisors. PLoS One 2018;13(6): e0199501.
7. Tantanapornkul W. Prevalence and distribution of dental anomalies in Thai orthodontic patients. Int J Med Health Sci 2015;4(2):165-72.
8. Sakulratchata R, Wongma S, Saenmood S. Prevalence and Characteristics of Dental Anomalies in Pediatric Patients at a Dental Hospital in Thailand. NUJST 2020;29(2):73-83
9. Yaqob O, O'Neill J, Gregg T, Noar J, Cobourne M, Morris D. Management of unerupted maxillary incisors. Available from: http://www.rcseng.ac.uk/fds/publications-clinical-guidelines/clinical_guidelines/docu-ments/ManMaxIncisors2010.pdf. [Accessed June 2012]. 2010 Apr.
10. Nam OH, Lee HS, Kim MS, Yun KH, Bang JB, Choi SC. Characteristics of Mesiodens and Its Related Complications. Pediatr Dent 2015;37(7):E105-9.
11. Smailiene D, Sidlauskas A, Bucinskiene J. Impaction of the central maxillary incisor associated with supernumerary teeth: initial position and spontaneous eruption timing. Stomatologija 2006; 8(4):103-7.
12. Crawford LB. Impacted maxillary central incisor in mixed dentition treatment. Am J Orthod Dentofac Orthop 1997;112(1):1-7.
13. Garvey MT, Barry HJ, Blake M. Supernumerary teeth an overview of classification, diagnosis and management. J Canad Dent Assoc 1999;65(11): 612-6.
14. Mitchell L, Bennett TG. Supernumerary teeth causing delayed eruption. Br J Orthod 1992;19(1):41-6.
15. Witsenburg B, Boering G, Witsenburg B. Eruption of permanent impacted incisor after removal of supernumerary teeth. Int J Oral Surg 1981;10(6): 423-31.
16. Mason C, Azam N, Holt RD, Rule DCA retrospective study of unerupted maxillary incisors associated with supernumerary teeth. Br J Oral Maxillofac Surg 2000;38(1):62-5.
17. Mahardawi B, K C K, Arunakul K, Chaiyasamut T, Wongsirichat N. Judgement in artificial eruption of embedded teeth from an oral surgery perspective: review article. J Korean Assoc Oral Maxillofac Surg 2020;46(1):12-18.
18. Shi XR, Hu Z, Wang XZ, Sun XY, Zhang CY, Si Y. et al. Evaluation of the Effect of the Closed-eruption Technique on Impacted Immature Maxillary Incisors. Chin J Dent Res. 2015;18(2):111-5.
19. Agrait EM, Levy D, Gil M, Singh GD. Repositioning an inverted maxillary central incisor using a combination of replantation and orthodontic movement: a clinical case report. Pediatr Dent 2003;25(2):157-60.
20. Zakershahra M, Moshari A, Vatanpour M, Khalilak Z, Jalali Ara A. Autogenous transplantation for replacing a hopeless tooth. Iran Endod J 2017; 12(1):124-27.
21. Prabhu N, Munshi AK. Surgical management of a labially placed permanent maxillary central incisor after supernumerary tooth extraction: report a case. J Clin Pediatr Dent 1997;21(3):201-03.
22. Yng-Tzer JL. Treatment of an impacted dilacerated maxillary central incisor. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1999;115(4):406-09.
23. Crawford LB. Impacted maxillary central incisor in mixed dentition treatment. Am J Orthod Dentofac Orthop 1997;112(1):1-7.
24. เกลิมพล ลี้ไวยโรจน์. (2559). อายุเท่าไร...ฟันซี่ไหน...ควรขึ้นและหลุด. ค้นเมื่อ 2 ตุลาคม 2564, จาก <https://www.hisopartyofficial.com/content/อายุเท่าไร-ฟันซี่ไหน-ควรขึ้น-และหลุด>.

ผู้รับผิดชอบบทความ

เสาวลักษณ์ ลีम्मณฑล

สาขาวิชาศัลยศาสตร์ช่องปากและแม็กซิลโลเฟเชียล

คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น

โทรศัพท์: 043 202 405 #45152

โทรสาร: 043 202 862

จดหมายอิเล็กทรอนิกส์: saolim@kku.ac.th

Management of Delayed Eruption of Maxillary Central Incisor: A Case Report

Saksrisuwan R* Arayatrakoollikit U** Limmonthol S***

Abstract

Unerupted upper central incisor is not a common problem in oral cavity, but it is important to be treated as soon as possible because it can impact on esthetic, confidence, mental status, personality and patient's pronunciation in the future. It is a frequent reason for parents to take their child to the dentist for treatment. This report reveals a case study of an 11-year-old Thai boy whose unerupted right upper central incisor has previously been treated with primary right upper incisors (51 and 52) extraction and surgical removal of a mesiodens at 7 years old and waiting for spontaneous eruption of permanent right upper central incisor. The radiograph showed the permanent right upper central incisor (11) was located high beneath the floor of nasal cavity. Therefore, autotransplantation of tooth 11 was performed and bony socket was prepared with alveolar ridge expansion technique. The treatment outcome was satisfying. In this report, the diagnosis and management of unerupted upper central incisors were discussed.

Keywords: Delayed eruption/ Unerupted tooth/ Mesiodens/ Autotransplantation/ Ridge expansion/ Central incisor

Corresponding Author

Saowaluck Limmonthol

Department of Oral and Maxillofacial Surgery,

Faculty of Dentistry, Khon Kaen University

Amphur Mueang, Khon Kaen, 40002.

Tel.: +66 43 202 405 #45152

Fax.: +66 43 202 862

Email: saolim@kku.ac.th

* Dental Department, Phanom Dong Rak Hospital, Amphur Phanom Dong Rak, Surin.

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

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

Prevention and Correction of Tooth Discoloration due to Regenerative Endodontic Treatment

Phuvoravan C* Boonyarith P* Pongchaipaiboon T*

Abstract

Tooth discoloration is a condition that may occur after regenerative endodontic treatment and has a negative impact on patients' quality of life. The staining of dental structures can occur from the root canal disinfectant which is composed of minocycline and cervical barrier which contains bismuth oxide. This review article explores the prevention and correction of tooth discoloration caused by triple antibiotic paste (TAP) and mineral trioxide aggregate (MTA) in regenerative endodontic treatment. Studies show the prevention of TAP-induced staining can be achieved by reducing concentration, modifying compositions, occluding dentinal tubules, and using calcium hydroxide as root canal medication. MTA-induced staining can be prevented by using non-bismuth oxide-containing materials and improving bismuth oxide stability with stabilizers. Bleaching is a conservative option to correct tooth discoloration with an acceptable outcome. Side effects after bleaching such as cervical resorption could be prevented by proper sealing of dentinal tubules with cervical barrier or using non-peroxide bleaching material.

Keywords: Bleaching/ Mineral trioxide aggregate/ Regenerative endodontics/ Tooth discoloration/ Triple antibiotic paste

Received: Dec 28, 2021

Revised: Aug 18, 2022

Accepted: Oct 04, 2022

Introduction

Regenerative endodontics is a biologically based approach that regenerates stem cells to replace the damaged pulp and tooth structure in necrotic immature permanent teeth.¹ The result of this procedure is continuation of root maturation and apical closure. According to American Association of Endodontists (AAE)², regenerative endodontic procedures (REPs) consist of several steps (Figure 1) and some steps in the protocol can commonly discolor the tooth, such as disinfecting root canals with triple antibiotic paste (TAP) and placing of mineral trioxide aggregate (MTA) as a barrier in cervical area.^{3,4}

In cases of tooth discoloration, bleaching can be an option to alleviate esthetic damage. However, the resolution of discoloration using dental bleaching

may cause cervical resorption, which is a progressive and aggressive inflammatory response that destroys dental structures.⁵ Moreover, some authors have reported that tooth discoloration caused by TAP has a dubious prognosis with bleaching.^{3,6-8}

This article reviews the published information accessed through five electronic databases: PubMed, ScienceDirect, Wiley, ResearchGate, and Elsevier. The keywords used include “tooth discoloration”, “regenerative endodontic”, “triple antibiotic paste”, “mineral trioxide aggregate”, and “bleaching”. The review of this information focuses on 1) prevention of discoloration caused by TAP and MTA during REPs and 2) correction via tooth bleaching of discoloration after REPs.

* Department of Endodontics, Faculty of Dentistry, Thammasat University, Khlong Luang, Pathum Thani.

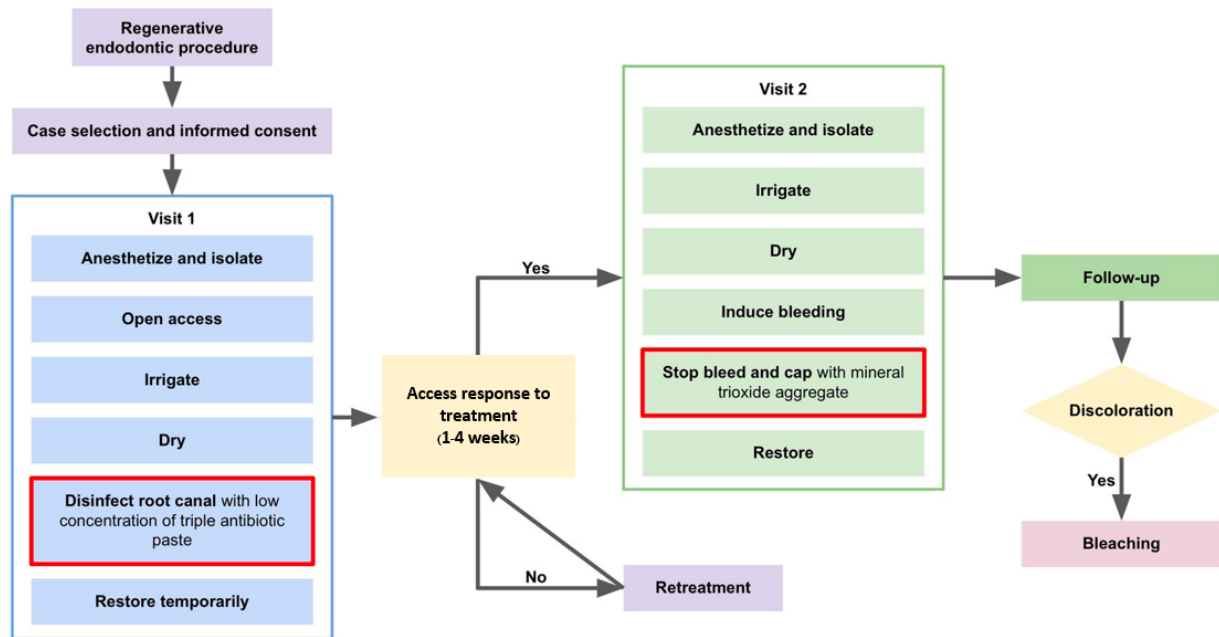


Figure 1 Flow chart of regenerative endodontic procedures as described by AAE. Red boxes indicate steps that could induce tooth discoloration.

Discoloration due to TAP in root canal disinfection TAP is the most commonly used root canal disinfectant in REPs. The combination includes metronidazole, ciprofloxacin, and minocycline. In direct contact with dentine, minocycline, a derivative of tetracycline, bonds to calcium ions and forms insoluble compounds that cause discoloration.³ Greater discoloration was observed when TAP was placed in the pulp chamber, because coronal dentinal tubules are more permeable than dentinal tubules in the root canal.⁹ For this reason, AAE recommends that TAP should be placed below CEJ to minimize coronal staining.² To date, there is no definitive protocol to prevent dental discoloration, but several studies report that the prevention can be accomplished by 1) reduction of TAP concentration¹⁰⁻¹⁴, 2) modification of TAP composition^{13,15-19}, 3) dentinal tubule occlusion²⁰⁻²², and 4) using calcium hydroxide as intracanal medication.²³⁻³³

Reducing of TAP concentration to 1-5 mg/mL were recommended by AAE.² An in vitro study proved that 1 mg/mL TAP caused less discoloration than the conventional 1 g/mL TAP.¹⁰⁻¹² While antibacterial effect could be maintained by mixing TAP with hydrogel or macrogel.¹³⁻¹⁴

TAP modification includes substituting minocycline with other antibiotics.² As recommended by AAE, minocycline could be replaced with doxycycline, amoxicillin, cefaclor, or clindamycin.² However, reports showed that doxycycline, amoxicillin and cefaclor were not esthetically suitable substitutes for minocycline, because they could cause color changes within 1 to 7 days after applications¹⁵⁻¹⁶, while clindamycin did not cause discoloration within 3 weeks.¹⁵ However, Porciuncula de Almeida et al¹³ reported that when minocycline was substituted by clindamycin, the antibacterial effect of TAP was also reduced. To maintain the antibacterial property without disturbing tooth

coloration, macrogol could be used as vehicle instead of propylene glycol. Another modification which was recommended is the minocycline-removed paste or double antibiotic paste (DAP). The antibacterial efficacy of DAP at 1 mg/ml against *E. faecalis*, *S. Aureus*, and *P. Intermedia* were found similar to 1 mg/ml of TAP^{10,17-19} with little or no staining.⁹⁻¹⁰

Studies showed that occlusion of dentinal tubules with desensitizing paste, dentine bonding agent, or Nd: YAG laser could significantly reduce intensity of coronal discoloration.²⁰⁻²² Sealing coronal dentinal tubules should be done before applying minocycline- containing TAP. However, in REPs in which TAP was left in the root canal for up to 3 weeks, the color change is still clinically detectable in every method.²⁰⁻²²

Instead of TAP or DAP, calcium hydroxide has also been used successfully in many cases of REPs without visible discoloration. Since calcium hydroxide does not have the potential for crown discoloration.^{23- 28} Calcium hydroxide can be used as single medication or in a combination with 2% chlorhexidine gel (CHX gel) to increase the antimicrobial activity against some endodontic pathogens.²⁹⁻³² In studies of Nagata et al²³ and Soares et al.³³ showed that the outcomes in both calcium hydroxide with 2% CHX gel group and TAP group have similar clinical and radiographic results. Therefore, calcium hydroxide can be an alternative intracanal medication for REPs to overcome the esthetic problem of TAP.

Discoloration due to MTA in root canal sealing MTA, a mineral tricalcium silicate-based cement, is widely used in regenerative endodontics for its desirable biological and mechanical properties; recommended by AAE.² Its ability to release calcium hydroxide provides its antibacterial and sealing property.

MTA powder is the combination of Portland cement and bismuth oxide. It is composed of fine hydrophilic particles and sets when in contact with water.³⁴ Marciano et al³⁵ showed that bismuth oxide, a radiopacifier in MTA, played an important role in tooth discoloration due to destabilization of bismuth molecules when in contact with certain factors namely amino acids in dentine, sodium hypochlorite, oxygen, and radiation. The change of bismuth oxide results in dark precipitation in dentine.³⁶ To prevent bismuth oxide-induced discoloration, several methods have been proposed. The methods include 1) improving bismuth oxide stability, 2) using MTA without bismuth oxide such as NeoMTA®, 3) using other types of MTA-based cement such as Biodentin®, EndoSequence bioceramic putty, or 4) using Calcium-enriched mixture cement (CEM). Different types of radiopacifiers used in cements were summarized in Table 1. These alternative cements showed satisfactory aesthetic results in laboratory studies.³⁷⁻⁴¹

Table 1 Composition of calcium silicate-based cements and CEM

Type of material	Core composition	Radiopacifier
MTA	Purified Portland cement, Tricalcium silicate, Tricalcium aluminate, Calcium sulfate, Tetracalcium aluminoferrite, Bismuth oxide	Bismuth oxide
NeoMTA	Tricalcium silicate, Dicalcium silicate, Tantalum oxide	Tantalum oxide
EndoSequence	Calcium silicates, Zirconium oxide, Tantalum oxide, Calcium phosphate	Zirconium oxide
BioDentine	Tricalcium silicate, Dicalcium silicate, Calcium carbonate, Zirconium dioxide, Iron oxide	Zirconium oxide
CEM	Calcium oxide, Sulfur trioxide, Phosphorous pentoxide, Silicon dioxide, Trace amounts of aluminum trioxide, Sodium oxide, Magnesium oxide, Chloride	Barium sulfate

Additional substances used to reduce color change from MTA have been studied. The speculation is to add the molecules that would stabilize bismuth oxide by preventing phase changes in the presence of a strong oxidizing agent.³⁹ The suggested inorganic compounds include zinc oxide³⁹ and aluminium fluoride⁴⁰. Marciano et al³⁹ found that by adding 5% zinc oxide to MTA, tooth discoloration was prevented without alterations of radiopacity, volume change, pH, and biocompatibility. While aluminum fluoride has also been tested by Marciano et al in 2019⁴⁰, studies showed that color change was prevented without significantly affecting the physical, chemical, and biological properties of MTA. Therefore, both zinc oxide and aluminium fluoride have potential to develop novel formulae of MTA in the future.

However, MTA with stabilized bismuth oxide or even without bismuth oxide can cause discoloration when it is contaminated with blood.⁴² The speculated mechanism of blood contamination includes the cement porosity and absorption of heme from hemoglobin.^{4,38} In this situation with blood contamination, both Biodentine and CEM also caused significantly less staining than MTA.^{38,41} Thus, Biodentine and CEM were recommended for endodontic treatment with coronal blood contamination, such as REPs in the esthetic zone. However, the long-term color stability has not been investigated and the result in presence of blood has not been reported.

Since bismuth oxide is confirmed as the cause of discoloration in MTA, prevention can be accomplished by using alternative cement with different radiopacifiers or adding stabilizers. Since experimental reports lack clinical factors such as blood, experiments in various conditions especially in the presence of blood is required.

Bleaching of discolored teeth after regenerative endodontic procedures Bleaching is a conservative option to correct tooth discoloration.

Normally, it is indicated for non-vital teeth, but since the regenerated tissue in REPs is restricted within the root canal and the pulp chamber is unoccupied, bleaching is possible for teeth treated with REPs.⁴⁰ Though there are other methods available, several case reports showed that patients preferred bleaching to veneers or crowns.^{44,45,46} However, internal bleaching of tooth discoloration by TAP has uncertain prognoses^{3,6,7,8}, and cervical resorption may be present due to the toxicity of the bleaching agent itself.⁴⁷

The action of bleaching agents is due to the active hydrogen peroxide, which results from the reaction of bleaching agents with water.^{48,49} The common bleaching agents include hydrogen peroxide, sodium perborate, and carbamide peroxide.⁴⁹ In vitro studies showed that, in case of TAP discoloration, 37% carbamide peroxide demonstrated better bleaching efficacy than 30% hydrogen peroxide and sodium perborate.^{6,50} However, case reports revealed that acceptable results could be accomplished with either sodium perborate^{45,46} or carbamide peroxide.⁴⁷ Zaugg et al⁵¹ proposed that changing the bleaching agent over a period of 16 days was recommended in mild to moderate discoloration, while changing the agent every 4 days was preferred in cases of severe discoloration. The whitening effect of bleaching agents was gradually increased, and the effect of day 8 and day 12 was found superior to day 4.⁵²

Rebound effect or color relapse is usually occurred after bleaching. Longevity of color stability varies after its completion. Berzebio et al⁵³ found a slight color regression one month after completion of treatment. While Bizhang et al⁵⁴ and Lise et al⁵⁵ observed color relapse at six-month and one-year recall respectively. Some authors recommended overwhitening to compensate the chromatic regression⁵⁶, and 1-year check-up should be performed after the treatment.

Another severe complication after bleaching is cervical resorption. Cervical resorption arise with the

leakage of the agent. Evidence of cervical root resorption shown as early as 3 months in animal study⁵⁷⁻⁵⁸, or even delayed many years after bleaching.⁵⁹ Diffusion of hydrogen peroxide to cervical tissues is increased by different predisposing factors such as wide opened dentinal tubules in young teeth⁶⁰, traumatic induced or a natural anatomic defect at the CEJ.^{61,62} The leaked peroxide-containing bleaching agent could increase the level of IL-1 β and RANKL, which may lead to cervical resorption.⁴⁹ Ribeiro et al⁶³ reported that by using the cysteine protease enzyme such as papain, bromelain, and ficin as bleaching agents, the cytotoxicity was decreased with similar bleaching efficacy. It was discussed that cervical resorption could be minimized if the coronal barrier was properly sealed, which would prevent leakages of bleaching agents outside the tooth.⁶⁴

Recently, a new non-peroxide bleaching agent has been introduced in the market. It contains phthalimido peroxy caproic acid (PAP) as an active ingredient and has a high potential of oxidation with release of active oxygen. This alternative bleaching agent also gave a favorable result with significant whitening effects immediately and 24 hours after a single-use treatment.⁶⁵ Further investigations should aim to study the potential to use non-peroxide solutions as bleaching agents for TAP discoloration.

Conclusion

This review of *in vitro* and *in vivo* studies shows that tooth discoloration from TAP and MTA is preventable. Prevention of TAP-induced staining can be done through concentration reduction, composition modification, dentinal tubule occlusion, and using calcium hydroxide as root canal medication. Utilization of materials without bismuth oxide and stabilization of bismuth oxide with stabilizers helps prevent MTA-induced discoloration. The review also shows that external cervical resorption can be prevented if the dentinal tubules are properly

occluded. The other possible solution involves non-peroxide bleaching agents. The fact remains that there is still an insufficient number of clinical studies and case reports. Therefore, more reports are required to propose the utilization of these solutions in the dental clinic.

References

1. Regenerative endodontics. Endodontic: colleagues for excellence. 2013. Available from: <https://f3f142zs0k2w1kg84k5p9i1o-wpengine.netdna-ssl.com/specialty/wp-content/uploads/sites/2/2017/06/ecfespring2013.pdf>
2. AAE.org [Homepage on internet]: AAE; Available from: https://www.aae.org/specialty/wp-content/uploads/sites/2/2018/04/ConsiderationForRegEndo_AsOfApril2018.pdf.
3. Kim JH, Kim Y, Shin SJ, Park JW, Jung IY. Tooth discoloration of immature permanent incisor associated with triple antibiotic therapy: a case report. J Endod 2010;36(6):1086-91.
4. Zizka R, Sedy J, Gregor L, Voborna I. Discoloration after regenerative endodontic procedures: A critical review. Iran Endod J 2018;13(3):278-284.
5. Bezerra- Junior DM, Silva LM, Martins Lde M, Cohen- Carneiro F, Pontes DG. Esthetic rehabilitation with tooth bleaching, enamel microabrasion, and direct adhesive restorations. Gen Dent 2016;64(2):60-4.
6. Phuvoravan C, Posrithong P, Yanisarapan T, Sumleerat S. Comparative study of the bleaching outcomes in teeth discolored from triple antibiotic mixture as a root canal medication. CU Dent J 2013;36:153-64.
7. Santos LGPD, Chisini LA, Springmann CG, Souza BDM, Pappen FG, Demarco FF, Felipe MCS, Felipe WT. Alternative to avoid tooth discoloration after regenerative endodontic procedure: a systematic review. Braz Dent J 2018 Sep-Oct;29(5):409-18.

8. Fundaoglu Kucukekenci F, Cakici F, Kucukekenci AS. Spectrophotometric analysis of discoloration and internal bleaching after use of different antibiotic pastes. *Clin Oral Investig* 2019 Jan;23(1):161-7.
 9. Afkhami F, Elahy S, Nahavandi AM, Kharazifard MJ, Sooragar A. Discoloration of teeth due to different intracanal medicaments. *Restor Dent Endod* 2019;44(1):e10.
 10. ALSaeed T, et al. Antibacterial efficacy and discoloration potential of endodontic topical antibiotics. *J Endod* 2018;44(7):1110-14.
 11. Sabrah AHA, Al-Asmar AA, Alsoleihat F, Al-Zer H. The discoloration effect of diluted minocycline containing triple antibiotic gel used in revascularization. *J Dent Sci* 2020;15(2):181-185.
 12. Subrah AH, Yassen GH, Lui WC, Goebel WS, Gregory RL, Platt JA. The effect of diluted triple and double antibiotic paste on dental pulp stem cells and established *E faecalis* biofilm. *Clin Oral Investig* 2015;19(8):2059-66.
 13. Porciuncula de Almeida M, Angelo da Cunha Neto M, Paula Pinto K, Rivera Fidel S, Joao Nogueira Leal Silva E, Moura Sassone L. Antibacterial efficacy and discoloration potential of antibiotic pastes with macrogol for regenerative endodontic therapy. *Aust Endod J* 2021;47(2):157-62.
 14. Fundaoglu Kucukekenci F, Kucukekenci AS, Cakici F. Evaluation of the preventive efficacy of three dentin tubule occlusion methods against discoloration caused by triple-antibiotic paste. *Odontology* 2019;107(2):186-89.
 15. Venkataraman M, Singhal S, Tikku AP, Chandra A. Comparative analysis of tooth discoloration induced by conventional and modified triple antibiotic pastes used in regenerative endodontics. *Indian J Dent Res* 2019;30(6):933-36.
 16. Akcay M, Arslan H, Yasa B, Kavrik F, Yasa E. Spectrophotometric analysis of crown discoloration induced by various antibiotic pastes used in revascularization. *J Endod* 2014;40(6):845-48.
 17. Sousa MGDC, Xavier PD, Cantuária APC, Amorim IA, Almeida JA, Franco OL, Rezende TMB. Antimicrobial and immunomodulatory in vitro profile of double antibiotic paste. *Int Endod J* 2021;54(10):1850-60.
 18. Tagelsir A, Yassen GH, Gomez GF, Gregory RL. Effect of antimicrobials used in regenerative endodontic procedures on 3- week- old enterococcus faecalis biofilm. *J Endod* 2016;42(2):258-62.
 19. Kolte, R, Yassen G, Gregory RL. Antibacterial effects of double antibiotic paste against dual-species biofilms. March 2017. Conference: 2017 IADR/ AADR/ CADR General Session at: San Francisco, California
 20. Fundaoglu Kucukekenci F, Kucukekenci AS, Cakici F. Evaluation of the preventive efficacy of three dentin tubule occlusion methods against discoloration caused by triple-antibiotic paste. *Odontology* 2019;107(2):186-9.
 21. Shokouhinejad N, Khoshkhounejad M, Alikhasi M, Bagheri P, Camilleri J. Prevention of coronal discoloration induced by regenerative endodontic treatment in an ex vivo model. *Clin Oral Investig* 2018;22(4):1725-31.
 22. Fundaoglu Kucukekenci F, Kucukekenci AS, Çakici F. Evaluation of the preventive efficacy of three dentin tubule occlusion methods against discoloration caused by triple-antibiotic paste. *Odontology* 2019;107(2):186-9.
 23. Nagata JY, Gomes BP, Rocha Lima TF, et al. Traumatized immature teeth treated with two protocols of pulp revascularization. *J Endod* 2014;40(5):606-12.
-

24. Cotti E, Mereu M, Lusso D. Regenerative treatment of an immature traumatized tooth with apical periodontitis: report of a case. *J Endod* 2008;34(5):611-6.
 25. Cehreli ZC, Isbitiren B, Sara S, Erbas G. Regenerative endodontic treatment (revascularization) of immature necrotic molars medicated with calcium hydroxide: a case series. *J Endod* 2011;37(9):1327-30.
 26. Huang Y, Chen K, Zhang Y, Xiong H, Liu C. Effect of revascularization treatment of immature permanent teeth with endodontic infection. *J South Med Univ* 2013;33 (5):776-78.
 27. Iwaya S, Ikawa M, Kubota M. Revascularization of an immature permanent tooth with periradicular abscess after luxation. *Dent Traumatol* 2011;27(1):55-8.
 28. Bose R, Nummikoski P, Hargreaves K. A retrospective evaluation of radiographic outcomes in immature teeth with necrotic root canal systems treated with regenerative endodontic procedures. *J Endod* 2009;35(10):1343-49.
 29. Wigler R, Kaufman AY, Lin S, Steinbock N, Hazan-Molina H, Torneck CD. Revascularization: a treatment for permanent teeth with necrotic pulp and incomplete root development. *J Endod* 2013;39(3):319-26.
 30. Gomes BP, Ferraz CC, Garrido FD, Rosalen PL, Zaia AA, Teixeira FB, de Souza-Filho FJ. Microbial susceptibility to calcium hydroxide pastes and their vehicles. *J Endod* 2002;28(11):758-61.
 31. De Souza-filho FJ, Soares Ade J, Vianna ME, et al. Antimicrobial effect and pH of chlorhexidine gel and calcium hydroxide alone and associated with other materials. *Braz Dent J* 2008;19:28-33.
 32. Gomes BP, Montagner F, bender VB, et al. Antimicrobial action of intracanal medicaments on the external root surface. *J Dent* 2009;37:76-81.
 33. Soares Ade J, Lins FF, Nagata JY, Gomes BP, Zaia AA, Ferraz CC, de Almeida JF, de Souza-Filho FJ. Pulp revascularization after root canal decontamination with calcium hydroxide and 2% chlorhexidine gel. *J Endod* 2013 Mar;39(3):417-20.
 34. Dawood AE, Parashos P, Wong RHK, Reynolds EC, Manton DJ. Calcium silicate- based cements: composition, properties, and clinical applications. *J Investig Clin Dent* 2017;8(2):e12195.
 35. Marciano MA, Costa RM, Camilleri J, Mondelli RF, Guimaraes BM, Duarte MA. Assessment of color stability of white mineral trioxide aggregate angelus and bismuth oxide in contact with tooth structure. *J Endod* 2014;40(8):1235-40.
 36. Marciano MA, Camilleri J, Costa RM, Matsumoto MA, Guimaraes BM, Duarte MAH. Zinc Oxide Inhibits Dental Discoloration Caused by White Mineral Trioxide Aggregate Angelus. *J Endod* 2017;43(6):1001-07.
 37. Nagas E, Ertan A, Eymirli A, Uyanik O, Cehreli ZC. Tooth discoloration induced by different calcium silicate-based cements: A two-year spectrophotometric and photographic evaluation in vitro. *J Clin Pediatr Dent* 2021;45(2):112-16.
 38. Madani Z, Alvandifar S, Bizhani A. Evaluation of tooth discoloration after treatment with mineral trioxide aggregate, calcium- enriched mixture, and biodentine® in the presence and absence of blood. *Dent Res J (Isfahan)* 2019;16(6):377-83.
 39. Marciano MA, Camilleri J, Costa RM, Matsumoto MA, Guimarães BM, Duarte MAH. Zinc oxide inhibits dental discoloration caused by white mineral trioxide aggregate angelus. *J Endod.* 2017;43(6):1001-07.
 40. Marciano MA, Camilleri J, Lucateli RL, Costa RM, Matsumoto MA, Duarte MAH. Physical, chemical, and biological properties of white MTA with additions of AlF₃. *Clin Oral Investig* 2019;23(1):33-41.
-

41. Vallés M, Roig M, Duran-Sindreu F, Martínez S, Mercadé M. Color stability of teeth restored with biodentine: A 6-month in vitro study. *J Endod* 2015;41(7):1157-60.
 42. Shokouhinejad N, Nekoofar MH, Pirmoazen S, Shamshiri AR, Dummer PM. Evaluation and comparison of occurrence of tooth discoloration after the application of various calcium silicate-based cements: an ex vivo study. *J Endod* 2016;42(1):140-4.
 43. Santos LG, Felipe WT, Souza BD, Konrath AC, Cordeiro MM, Felipe MC. Crown discoloration promoted by materials used in regenerative endodontic procedures and effect of dental bleaching: spectrophotometric analysis. *J Appl Oral Sci* 2017;25(2):234-42.
 44. Tripathi R, Cohen S, Khanduri N. Coronal tooth discoloration after the use of white mineral trioxide aggregate. *Clin Cosmet Investig Dent* 2020;12:409-14.
 45. D'Mello G, Moloney L. Management of coronal discolouration following a regenerative endodontic procedure in a maxillary incisor. *Aust Dent J* 2017;62(1):111-6.
 46. Timmerman A, Parashos P. Bleaching of a Discolored tooth with retrieval of remnants after successful regenerative endodontics. *J Endod* 2018;44(1):93-97.
 47. Antov H, Duggal MS, Nazzal H. Management of discolouration following revitalization endodontic procedures: A case series. *Int Endod J* 2019;52(11):1660-70.
 48. Carey CM. Tooth whitening: what we now know. *J Evid Based Dent Pract* 2014;14 Suppl:70-76.
 49. Bersezio C, et al. Inflammatory markers IL-1beta and RANK- L assessment after non- vital bleaching: A 3-month follow-up. *J Esthet Restor Dent* 2020;32(1):119-26.
 50. Akkor T, Oztan MD, Yilmaz F. The staining effects of different root canal medicaments on the mature teeth and bleaching effect of different agents of tooth discoloration caused by medicaments. *Clin Dent Res*. 2017;41(3):114-23.
 51. Zaugg LK, Lenherr P, Zaugg JB, Weiger R, Krastl G. Influence of the bleaching interval on the luminosity of long- term discolored enamel-dentin discs. *Clin Oral Investig*. 2016 Apr;20(3):451-8.
 52. Yasa B, Arslan H, Akcay M, Kavrik F, Hatirli H, Ozkan B. Comparison of bleaching efficacy of two bleaching agents on teeth discoloured by different antibiotic combinations used in revascularization. *Clin oral investig*. 2015;19(6): 1437-42.
 53. Bersezio C, Ledezma P, Mayer C, Rivera O, Junior OBO, Fernández E. Effectiveness and effect of non- vital bleaching on the quality of life of patients up to 6 months post- treatment: a randomized clinical trial. *Clin Oral Investig* 2018;22(9):3013-19.
 54. Bizhang M, Heiden A, Blunck U, Zimmer S, Seemann R, Roulet JF. Intracoronal bleaching of discolored non- vital teeth. *Oper Dent*. 2003;28(4):334-40.
 55. Pedrollo Lise D, Siedschlag G, Bernardon JK, Baratieri LN. Randomized clinical trial of 2 nonvital tooth bleaching techniques: A 1-year follow-up. *J Prosthet Dent*. 2018;119(1):53-59.
 56. Bersezio C, Martin J, Peña F, Rubio M, Estay J, Vernal R, Junior OO, Fernández E. Effectiveness and Impact of the Walking Bleach Technique on Esthetic Self- perception and Psychosocial Factors: A Randomized Double- blind Clinical Trial. *Oper Dent*. 2017;42(6):596-605.
 57. Heller D, Skriber J, Lin LM. Effect of intracoronal bleaching on external cervical root resorption. *J Endod*. 1992;18(4):145-8.
-

58. Rotstein I. *In vitro* determination and quantification of 30% hydrogen peroxide penetration through dentin and cementum during bleaching. Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 1991;72(5):602-6.
59. Abou-Rass M. Long-term prognosis of intentional endodontics and internal bleaching of tetracycline-stained teeth. Comp Contin Educ Dent 1998;19(10):1034-50.
60. Aldecoa EA, Mayordomo FG. Modified internal bleaching of severe tetracycline discolorations: a 6- year clinical evaluation. Quintessence Int 1992;23(2):83-9.
61. Rotstein I, Torek Y, Misgav R. Effect of cementum defects on radicular penetration of 30% H₂O₂ during intracoronal bleaching. J Endod 1991;17(5):230-3.
62. Barbosa SV, Safavi KE, Spangberg SW. Influence of sodium hypochlorite on the permeability and structure of cervical human dentine. Int Endod J 1994;27(6):309-12.
63. Ribeiro JS, Barboza ADS, Cuevas-Suarez CE, da Silva AF, Piva E, Lund RG. Novel in- office peroxide-free tooth- whitening gels: bleaching effectiveness, enamel surface alterations, and cell viability. Sci Rep 2020;10(1):10016.
64. de Oliveira LD, Carvalho CA, Hilgert E, Bondioli IR, de Araujo MA, Valera MC. Sealing evaluation of the cervical base in intracoronal bleaching. Dent Traumatol 2003;19(6):309-13.
65. Bizhang M, Domin J, Danesh G, Zimmer S. Effectiveness of a new non-hydrogen peroxide bleaching agent after single use – a double blind placebo – controlled short-term study. J Appl Oral Sci 2017;25(5):575-84.

Corresponding Author

Chalermkwan Phuvoravan

Department of Endodontics,

Faculty of Dentistry, Thammasat University,
Khlong Luang, Pathum Thani. 12121.

Tel.: +66 86 601 7888

Email: cchalermkwan@hotmail.com

การป้องกันและแก้ไขการเปลี่ยนสีของฟันที่เกิดจากการรักษาด้วยวิธีรีเจเนอเรทีฟ เอ็นโดดอนติกส์

เฉลิมขวัญ ภู่วรรณ* ปาริณา บุญฤทธิ์* ธัญพิชชา พงศ์ชัยไพบูลย์*

บทคัดย่อ

ฟันเปลี่ยนสีเป็นภาวะที่เกิดขึ้นได้ในการรักษาด้วยวิธีรีเจเนอเรทีฟ เอ็นโดดอนติกส์ ซึ่งส่งผลกระทบต่อคุณภาพชีวิตของผู้ป่วย การเปลี่ยนสีของฟันนี้เกิดจากการใช้ยารักษาคลองรากฟันที่มีส่วนผสมของยาต้านจุลชีพมีไนโซคลินและวัสดุอุดกั้นบริเวณคอฟันที่มีบิสหม์ทออกไซด์เป็นสารที่บ่งชี้บทความปริทัศน์เรื่องนี้เป่าหมายเพื่อศึกษาวิธีการป้องกันรวมถึงการแก้ไขฟันเปลี่ยนสีภายหลังการรักษาด้วยวิธีรีเจเนอเรทีฟ เอ็นโดดอนติกส์ ที่มีการใช้ยาปฏิชีวนะ 3 ชนิดและมีเนอรัลไดรอกไซด์แอกกรีเกต ซึ่งจากการศึกษาพบว่า การป้องกันฟันเปลี่ยนสีจากยาปฏิชีวนะ 3 ชนิดนั้น ทำได้โดยการลดความเข้มข้น การปรับสูตร การอุดท่อนื้อฟัน และการใช้แคลเซียมไฮดรอกไซด์เป็นยาไลในคลองรากฟัน สำหรับการเปลี่ยนสีจากมีเนอรัลไดรอกไซด์แอกกรีเกตสามารถทำได้โดยการเลือกใช้วัสดุอุดกั้นบริเวณคอฟันชนิดที่ไม่มีบิสหม์ทออกไซด์เป็นสารที่บ่งชี้ หรือการเติมสารเพิ่มความคงตัวให้กับบิสหม์ทออกไซด์ การฟอกสีฟันเป็นกระบวนการรักษาที่ช่วยแก้ไขสีฟันคล้ำได้ โดยผลข้างเคียงของการฟอกสีฟันเช่นการเกิดรากฟันละลาย บริเวณคอฟันสามารถป้องกันได้ด้วยการอุดท่อนื้อฟันด้วยวัสดุอุดกั้นบริเวณคอฟันให้ดีกว่าก่อนทำการฟอกสีฟัน และการใช้สารฟอกสีชนิดที่ไม่มีเปอร์ออกไซด์

คำชี้แจง: การฟอกสีฟัน/ มีเนอรัลไดรอกไซด์แอกกรีเกต/ รีเจเนอเรทีฟ เอ็นโดดอนติกส์/ การเปลี่ยนสีของฟัน/ ยาปฏิชีวนะ 3 ชนิด

ผู้รับผิดชอบบทความ

เฉลิมขวัญ ภู่วรรณ

สาขาวิทยาเอ็นโดดอนต์ คณะทันตแพทยศาสตร์

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

คลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12121

โทรศัพท์: 086 601 7888

จดหมายอิเล็กทรอนิกส์: cchalermkwan@hotmail.com