

2565

ปีที่ 25 ฉบับที่ 3

กันยายน - ธันวาคม 2564

วิทยาการ
ทันตแพทยศาสตร์
มหาวิทยาลัยขอนแก่น



KHON KAEN UNIVERSITY DENTAL JOURNAL
VOL. 25 NO. 3 SEPTEMBER - DECEMBER 2022
E-ISSN : 2730-1699

สารบัญ

❖ บทวิทยาการ

บทความวิจัย

- ◆ ประสิทธิภาพของการล้างคลองรากฟัน 3 วิธีการ ในการกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ 3 ชนิด ออก
จากคลองรากฟัน 1
พิมพ์ธีรา พิมพ์ทิพย์ ชินาลัย ปิยะชน
- ◆ กลุ่มอาการเมตาบอลิกสัมพันธ์กับโรคปริทันต์อักเสบระดับรุนแรงในประชากรไทยกลุ่มหนึ่ง 12
พิมพ์ชนก ลือสุวรรณ พรรณวดี พันธย์
- ◆ การพัฒนาและใช้แบบประเมินผลกระทบของฟันที่สะท้อนคุณภาพชีวิตฉบับภาษาไทย เพื่อประเมินการ
ใช้งานฟันเทียมของผู้สูงอายุในโครงการฟันเทียมพระราชทาน 25
ภูวิวัฒน์ แสนสุทรวิจิตร ปิยะนารถ จาติเกตุ ปิ่นปิ่นทนต์ วนิชย์สายทอง
- ◆ การศึกษาความแข็งแรงระดับนาโน และระดับจุลภาคของพอลิเมทิลเมทาคริเลตเสริมด้วยนาโนลูมินาที่
ผ่านการปรับสภาพผิวด้วยสารคู่ควบไซเลนในปริมาณที่แตกต่างกัน 44
ฤทธา มวกักตึงค์ พิริยะ ยาวีราช พิสิทธิ์ชัย ชัยจรีนนท์
- ◆ การวิเคราะห์การกระจายความเค้นและความล้าของฟันตัดล่างที่ได้รับการรักษาคลองรากฟัน และ
ได้รับการบูรณะด้วยเดือยฟันและแกนฟันชนิดโลหะเทีย่ง และเดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใย
ร่วมกับครอบฟันเซรามิก ด้วยวิธีไฟไนท์เอลิเมนต์ 3 มิติ 58
ดวงรัตน์ วิวัฒน์กุลพาณิชย์ ยศกร ประทุมวัลย์ ดนัย ยอดสุวรรณ
- ◆ ผลของอัตราส่วนผงต่อน้ำโดยรวมต่อค่าความแข็งแรง และสมบัติวิสโคอีลาสติกช่วงแรกของวัสดุเสริม
ฐานฟันเทียมชั่วคราวชนิดอ่อนที่ผสมน้ำมันตะไคร้ภูเขา 73
นันท์มนัส อย่างสุก มนตรี รัตนจันทร์ฉาย วิชญ์ กาญจนะวลิต
- ◆ การศึกษาในร่างกายของแรงแปรปรวนระหว่างขนแปรงสามชนิดจากแปรงสองยี่ห้อ 84
ณัฐพล โรจน์เพ็ญเพียร อาวี วนสุนทรวงศ์
- ◆ การห้ามเลือดด้วยไดโอดเลเซอร์ในหลุมกระดูกเบ้าฟันภายหลังการถอนฟัน: การศึกษานำร่อง 91
อังคณา คลังทอง ศจี สัตยุตม์ ณัฐพงษ์ กันตรง วรชันทน์ ประสงค์วรานนท์ ลภากัทร อนุเทพ

บทวิทยาการคลินิก

- ◆ รายงานผู้ป่วยเรื่องการรักษาความรู้สึกผิดปกติ และไม่สบายของเส้นประสาทอินฟีเรียแอลวีโอลาร์
หลังผ่าฟันคุดล่างด้วยเลเซอร์ความเข้มต่ำ 101
รินรดา พาณิชนพิเชฐ ศจี สัตยุตม์

❖ บทความปริทัศน์

- ◆ การบูรณาการแนวความคิดการกำกับตนเองในการส่งเสริมสุขภาพช่องปากในเด็กปฐมวัย: การทบทวน
วรรณกรรมแบบกำหนดขอบเขต 111
วนิดา มากลั่น อาวีรัตน์ นรินทร์สิทธิ์ อติศักดิ์ จึงพัฒนาวดี

CONTENTS

❖ ORIGINAL ARTICLES

Research

- ◆ Efficacy of Three Irrigation Protocols for Removing Three Types of Calcium Hydroxide from Root Canals 1
Pibultip P, Piyachon C
- ◆ Metabolic Syndrome is Associated with Severe Periodontitis in a Group of Thai Population 12
Lorsuwan P, Bandhaya P
- ◆ Development and Use of the Thai Version of the Dental Impact Profile to Assess Thai Older Adults under Royal Dental Prosthesis Project 25
Saensutthawijit P, Chatiketu P, Wanichsaithong P
- ◆ A Study of Nano and Micro Hardness of Polymethyl Methacrylate Reinforced with Various Amount of Silanized Nano Alumina 44
Maphakdeewong R, Yavirach P, Chaijareenont P
- ◆ Three–Dimensional Finite Element Analysis of Stress Distribution and Fatigue Life of Endodontically Treated Mandibular Incisor Restored with Cast Post and Fiber–Reinforced Composite Post with all Ceramic Crown 58
Vivattanakulpanit T, Pratumwal Y, Yodsuwan D
- ◆ Effect of Overall Powder–to–Liquid Ratios on Surface Hardness and Initial Viscoelasticity of A Short–Term Soft Liner Incorporated with Litsea Cubeba Oil 73
Yangsuk N, Ratanaajanchai M, Kanchanavasita W
- ◆ *In Vivo* Study of Brushing Force Produced by Three Types of Toothbrush Filaments from Two Brands 84
Rotpenpian N, Wanasuntronwong A
- ◆ Diode Laser–Mediated Photocoagulation in an Alveolar Socket after Tooth Extraction: A Preliminary Study 91
Klangthong A, Sattayut S, Kantrong N, Prasongvaranon V, Thanudape L

Clinical Science

- ◆ Low Intensity Laser Therapy Treating Inferior Alveolar Nerve Dysesthesia after Surgical Removal of Lower Third Molar: A Case Report 101
Panichpichate R, Sattayut S

❖ REVIEW ARTICLE

- ◆ Integrating Concept of Self–Regulation to Promote Oral Health in Early Childhood: A Scoping Review 111
Maklon W, Nirunsitthirat A, Chuengpattanawadee A

ประสิทธิภาพของการล้างคลองรากฟัน 3 วิธีการ ในการกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ 3 ชนิด ออกจาก คลองรากฟัน

พิมพ์ธีรา พิบูลทรัพย์* ชินาลัย ปิยะชน**

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีจุดประสงค์เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีการกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์สามชนิดออกจากคลองรากฟันด้วยวิธีที่แตกต่างกันคือ 1) ไฟลเอกซ์พีเอ็นโดฟิโนเซอร์ 2) อัลตราโซนิคแบบไร้แรง และ 3) การล้างด้วยเข็มล้าง ศึกษาในฟันกรามน้อยล่างรากเดียว จำนวน 90 ซี่ ตัดส่วนตัวฟัน ทำการ ขยายคลองรากฟันด้วยไฟลโพเรเตอร์เน็กซ์ แล้วแบ่งครึ่งรากฟันในแนวยาวและประกบยึดกลับตำแหน่งเดิมด้วยซี่ผึ้ง แบ่งฟันเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มละ 30 ซี่ ใส่ แคลเซียมไฮดรอกไซด์ชนิดผงผสมน้ำกลั่น อัลตราแคลเอกซ์เอส และไวตาเพ็กซ์ในคลองรากฟัน เก็บฟันไว้ 7 วัน จากนั้นแบ่งแต่ละกลุ่มเป็นกลุ่มย่อย 3 กลุ่ม กลุ่มละ 10 ซี่ เพื่อล้างคลองรากฟันด้วย 3 วิธีการคือ ไฟลเอกซ์พีเอ็นโดฟิโนเซอร์ อัลตราโซนิคแบบไร้แรง และการล้างด้วยเข็มล้าง จากนั้นแยกชิ้นรากฟันเพื่อประเมินร้อยละ ของพื้นที่ของแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่เหลือบนผนังคลองรากฟันด้วยภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์ใช้แสงสเตอริโอกำลังขยาย 20 เท่า วิเคราะห์ทางสถิติด้วยการ วิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทาง และการทดสอบเชฟเฟ ผลการศึกษาพบว่าวิธีการล้างคลองรากฟันและชนิดของแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่ต่างกัน มีผลให้พื้นที่ ของแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่เหลือบนผนังคลองรากฟันแตกต่างกัน กลุ่มที่ใส่แคลเซียมไฮดรอกไซด์ชนิดผงผสมน้ำกลั่นและอัลตราแคลเอกซ์เอส เมื่อล้างคลองรากฟัน ด้วยไฟลเอกซ์พีเอ็นโดฟิโนเซอร์และอัลตราโซนิคแบบไร้แรง เหลือปริมาณแคลเซียมไฮดรอกไซด์ไม่แตกต่างกัน โดยเหลือน้อยกว่าการล้างด้วยวิธีอื่นอย่างมีนัยสำคัญ ในขณะที่กลุ่มไวตาเพ็กซ์เมื่อล้างด้วยอัลตราโซนิคแบบไร้แรงเหลือปริมาณแคลเซียมไฮดรอกไซด์น้อยกว่าการล้างด้วยวิธีอื่นอย่างมีนัยสำคัญ ภายใต้สภาวะของ การศึกษานี้สรุปว่าวิธีการล้างคลองรากฟันและชนิดของแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่ต่างกันส่งผลต่อปริมาณแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่เหลือบนผนังคลองรากฟัน การล้าง คลองรากฟันด้วยไฟลเอกซ์พีเอ็นโดฟิโนเซอร์และอัลตราโซนิคแบบไร้แรงสามารถกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ได้มีประสิทธิภาพดีกว่าเข็มล้าง และไวตาเพ็กซ์ถูกกำจัด ออกจากคลองรากฟันได้ยากที่สุด

คำชี้แจง: แคลเซียมไฮดรอกไซด์/ อัลตราโซนิคแบบไร้แรง/ เอกซ์พีเอ็นโดฟิโนเซอร์

Received: Aug 01, 2021

Revised: Nov 30, 2021

Accepted: Feb 11, 2022

บทนำ

การใส่ยาในคลองรากฟันมีจุดประสงค์เพื่อกำจัดเชื้อที่ คงเหลืออยู่ภายในคลองรากฟันหลังจากการเตรียมคลองรากฟัน ยาที่ใช้ในคลองรากฟันที่มีความนิยมอย่างแพร่หลายคือ แคลเซียมไฮดรอกไซด์ (Calcium hydroxide)¹ ซึ่งมีฤทธิ์ในการ กำจัดเชื้อ ละลายเนื้อเยื่อ ด้านการละลายของรากฟันและชักนำ ให้เกิดการสร้างเนื้อเยื่อแข็ง² แคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ภายใน คลินิกมีหลายรูปแบบขึ้นกับชนิดของกระสายยา (Vehicles) ได้แก่ กระสายยาที่เป็นของเหลว (Aqueous) เช่น น้ำกลั่น น้ำเกลือ กระสายยาที่มีลักษณะข้นหนืด (Viscous) เช่นกลีเซอริน (Glycerine) และกระสายยาที่เป็นน้ำมัน³

การกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ออกจากคลองรากฟัน เป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญก่อนทำการอุดคลองรากฟัน Riccuci และ Langeland⁴ รายงานกรณีผู้ป่วยที่มีความล้มเหลวของการ รักษาคลองรากฟันหน้าบนที่หลงเหลือแคลเซียมไฮดรอกไซด์

ภายในคลองรากฟันส่งผลต่อการผนึกบริเวณปลายรากฟัน นอกจากนั้นการหลงเหลือแคลเซียมไฮดรอกไซด์ทำให้การแทรก ซึมของซิลเลอร์เข้าไปในเนื้อฟันได้น้อยลง จึงเกิดการรั่วซึม บริเวณปลายรากฟันหลังการอุดคลองรากฟันที่มากขึ้น⁵ จาก การศึกษาของ Margelos และคณะ⁶ พบว่าแคลเซียมไฮดรอกไซด์ ที่หลงเหลือภายในคลองรากฟันมีผลต่อการแข็งตัวของซิลเลอร์ ชนิดซิงค์ออกไซด์ยูจีนอล (Zinc oxide eugenol based sealer) โดยเร่งปฏิกิริยาการแข็งตัวของซิลเลอร์ ทำให้ซิลเลอร์มีลักษณะ เปราะ และเป็นเม็ดอยู่ในโครงสร้างของซิลเลอร์ Barbizam และ คณะ⁷ และ Ghabraei และคณะ⁸ พบว่าแคลเซียมไฮดรอกไซด์ ที่หลงเหลือภายในคลองรากฟันลดแรงในการยึดติดของซิลเลอร์ ชนิดเรซิน (Resin based sealer)

* นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาทันตกรรมคลินิก (วิทยาเอ็นโดดอนต์) คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กรุงเทพฯ

** ภาควิชาทันตกรรมอนุรักษ์และทันตกรรมประดิษฐ์ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กรุงเทพฯ

ปัจจุบันมีอุปกรณ์เสริมในการล้างคลองรากฟันหลายระบบ ได้แก่ ระบบอัลตราโซนิก (Ultrasonic activation) ระบบเอ็นโดแคว็ค (EndoVac™ system, Discus Dental, USA) เอ็นโดแอคทีเวเตอร์ (EndoActivator®, Dentsply Sirona, USA) และ ไฟล์ชนิดเซล์ฟแอตจัสติง (Self-adjusting file, Re-Dent-Mova, Israel) เป็นต้น อย่างไรก็ตามจากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าไม่มีวิธีใดสามารถกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ออกจากคลองรากฟันได้อย่างสมบูรณ์⁹⁻¹²

การล้างคลองรากฟันด้วยระบบอัลตราโซนิกแบบไร้แรง (Passive ultrasonic irrigation; PUI) เป็นวิธีหนึ่งที่สามารถกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ได้อย่างมีประสิทธิภาพเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีอื่น^{9,10,12,13} จากการทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบของ Yaylali และคณะ¹⁴ พบว่าการล้างคลองรากฟันด้วยระบบอัลตราโซนิกแบบไร้แรงสามารถกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ออกจากคลองรากฟันส่วนปลายได้มีประสิทธิภาพกว่าการล้างคลองรากฟันด้วยการล้างด้วยเข็มล้างปกติ (Needle irrigation) ในปัจจุบันมีการนำไฟลีนิกเกิลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่องระบบเอกซ์พีเอนโดฟินิชเซอร์ (XP-endo finisher, FKG Dentaire, La Chaux-de-Fonds, Switzerland) มาใช้ในการกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ออกจากคลองรากฟัน Silva และคณะ¹⁵ พบว่าการใช้ไฟลีโอกซ์พีเอนโดฟินิชเซอร์สามารถลดปริมาณแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่เหลือภายในคลองรากฟันได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในขณะที่บางการศึกษา¹⁶⁻¹⁸ พบว่าการใช้ไฟลีโอกซ์พีเอนโดฟินิชเซอร์มีประสิทธิภาพในการกำจัดปริมาณแคลเซียมไฮดรอกไซด์ภายในคลองรากฟันได้ไม่ต่างจากการล้างคลองรากฟันด้วยระบบอัลตราโซนิกแบบไร้แรง

อย่างไรก็ตามยังไม่มีผู้ทำการศึกษาเปรียบเทียบการกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ภายในคลองรากฟันเมื่อใช้ไฟลีโอกซ์พีเอนโดฟินิชเซอร์กับการล้างคลองรากฟันด้วยระบบอัลตราโซนิกแบบไร้แรง เมื่อใช้แคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่แตกต่างกันสามชนิด คือแคลเซียมไฮดรอกไซด์ชนิดผงผสมน้ำกลั่น แคลเซียมไฮดรอกไซด์ผสมสำเร็จชนิดอัลตราแคลเอกซ์เอส (UltraCal™XS, Ultradent products Inc, USA) และแคลเซียมไฮดรอกไซด์ผสมสำเร็จชนิดไวตาเพ็กซ์ (Vitapex®, Neo-Dental Int, USA) การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ทั้งสามชนิดภายในคลองรากฟันด้วยวิธีการล้างคลองรากฟันที่แตกต่างกัน 3 แบบ

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษานี้ได้ผ่านการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (SWUEC-406/2563E) เป็นที่เรียบร้อยแล้ว ทำการคัดเลือกฟันกรามน้อยล่างรากเดียวจำนวน 90 ซี่ จากฟันแท้ของมนุษย์ที่ถอนแล้ว และแช่อยู่ในสารละลายไฮมอลความเข้มข้นร้อยละ 0.1 (0.1% Thymol: M Dent Shop By Faculty of Dentistry, Mahidol University, Thailand) มีเกณฑ์ในการเลือกฟันคือเป็นฟันรากเดียวที่มีการเจริญของรากฟันสมบูรณ์ รากตรง หรือมีความโค้งของรากฟันไม่เกิน 5 องศา เมื่อประเมินด้วยวิธีของ Schneider¹⁹ ไม่มีรอยร้าวที่ตัวฟันหรือรากฟัน คลองรากฟันไม่แคบติดตัน ไม่มีร่องรอยว่ามีการรักษาคคลองรากฟันมาก่อน และเป็นฟันที่มีเครื่องมือเบอร์แรกที่มีขนาดพอดีกับคลองรากฟัน (Initial apical file; IAF) ขนาดเล็กกว่าไฟลเบอร์ 30

ตัดส่วนตัวฟัน ให้ได้ความยาวฟัน 15 มิลลิเมตรจากปลายรากฟัน กำหนดความยาวทำงานสั้นกว่าบริเวณจุดสิ้นสุดปลายรากฟัน 1 มิลลิเมตร ขยายคลองรากฟันด้วยวิธีคราวน์ดาวน์ (Crown-down) โดยไฟล้โปรเทเปอร์เน็กซ์ (Protaper Next: Dentsply Maillefer, Switzerland) ความเร็ว 300 รอบต่อนาที จนถึงขนาดเอกซ์ 3 (30/.07) นำฟันที่เตรียมคลองรากฟันเสร็จแล้วมายึดกับซิลิโคนบรรจุในหลอดไมโครเซนตริฟิวจ์ (Microcentrifuge tube) เพื่อทำเป็นแบบพิมพ์ของรากฟันแต่ละซี่ (รูปที่ 1A) นำฟันออกจากแบบพิมพ์ทำการกรอแบ่งรากฟันในแนวยาวโดยกรอร่องด้านก้มและด้านขึ้นให้ไม่ลึกถึงผนังคลองรากฟัน และใช้มีดตัดซี่ฝั่งสอดเข้าบริเวณร่องทำการบดให้ฟันแบ่งออกเป็นสองส่วน (รูปที่ 1B) ทำความสะอาดเศษเนื้อฟันที่อยู่บนผนังคลองรากฟัน จากนั้นประกบรากฟันกลับเข้าด้วยกันแล้วยึดด้วยขี้ผึ้ง (Sticky wax) (รูปที่ 1C) และนำกลับเข้าไปสวมในแบบพิมพ์ซิลิโคนในหลอดไมโครเซนตริฟิวจ์ (รูปที่ 1D) ล้างคลองรากฟันด้วยสารละลายกรดเอธิลีนไดเอมีนเตตราอะซิติกความเข้มข้นร้อยละ 17 (17% Ethylenediaminetetraacetic acid: M Dent Shop By Faculty of Dentistry, Mahidol University, Thailand) ปริมาณ 5 มิลลิลิตร และสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ความเข้มข้นร้อยละ 2.5 (2.5% Sodium hypochlorite: M Dent Shop By Faculty of Dentistry, Mahidol University, Thailand) ปริมาณ 5 มิลลิลิตร ขับคลองรากฟันให้แห้งด้วยกระดาษซับรูปกรวย

นำฟันตัวอย่างจำนวน 90 ซี่ มาแบ่งกลุ่มด้วยวิธีสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Simple random sampling) เป็น 3 กลุ่ม กลุ่มละ 30 ซี่ ใส่ยาในคลองรากฟันตามวิธีของแต่ละกลุ่ม โดยขณะใส่ยานำฟันออกมาจากหลอดไมโครเซนตริฟิวล์

กลุ่ม A แคลเซียมไฮดรอกไซด์ชนิดผงผสมกับน้ำกลั่น ผสมผงเข้ากับน้ำกลั่นในอัตราส่วน 1:1 โดยมวลต่อปริมาตร ใส่ในคลองรากฟันด้วยเลนทูโลสปรัล (Lentulo spiral) ขนาด 25

กลุ่ม B แคลเซียมไฮดรอกไซด์ผสมสำเร็จชนิดอัลตราแคลเอกซ์เอส ฉีดอัลตราแคลเอกซ์เอสด้วยเข็มฉีดยาขนาด 30 โดยใส่เข็มห่างจากรูปลายรากฟัน 1 มิลลิเมตร

กลุ่ม C แคลเซียมไฮดรอกไซด์ผสมสำเร็จชนิดไวตาเพ็กซ์ ฉีดไวตาเพ็กซ์ด้วยเข็มฉีดยาขนาดเกจ 30 โดยใส่เข็มห่างจากรูปลายรากฟัน 1 มิลลิเมตร

เซตแคลเซียมไฮดรอกไซด์ส่วนเกินบริเวณรูปลายรากฟันด้วยผ้าก๊อช และใช้กระดาษซับรูปกรวยกดด้านบนให้แคลเซียมไฮดรอกไซด์แน่นเต็มภายในคลองรากฟัน ตรวจสอบความแน่นเต็มของแคลเซียมไฮดรอกไซด์ภายในคลองรากฟันโดยการถ่ายภาพรังสี 2 ด้าน คือด้านใกล้กลางไกลกลาง และด้านแก้มลิ้น คลองรากฟันที่มีความทึบรังสีของแคลเซียมไฮดรอกไซด์ไม่เต็มสม่ำเสมอจะทำการรื้อและใส่แคลเซียมไฮดรอกไซด์จนกว่าจะแน่นเต็มภายในคลองรากฟัน ปิดรูเปิดด้านบนด้วยเควิตอน (Cavition, GC, Japan) หนา 4 มิลลิเมตร ปิดรูปลายรากฟันด้วยซีเมนต์ จากนั้นนำฟันยึดกลับไปแบบพิมพ์ซิลิโคนในหลอดไมโครเซนตริฟิวล์ และเก็บที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 100 เป็นเวลา 7 วัน

นำฟันที่อยู่ในแบบพิมพ์ซิลิโคนในหลอดไมโครเซนตริฟิวล์ แต่ละกลุ่มมาแบ่งด้วยวิธีสุ่มแบบง่ายเป็น 3 กลุ่มย่อย กลุ่มละ 10 ซี่ รื้อเควิตอนออก ล้างคลองรากฟันด้วยโซเดียมไฮโปคลอไรต์ ความเข้มข้นร้อยละ 2.5 ปริมาณ 3 มิลลิลิตร ร่วมกับการใช้ไฟล์ชนิดเคขนาด 15 ใส่ในคลองรากฟันถึงความยาวทำงาน เพื่อสร้างพื้นที่ให้เข็มล้าง ลวดเออร์เซฟ และไฟล์เอกซ์พีเอ็นโดฟิสิกเซอร์ สามารถเข้าไปภายในคลองรากฟันได้สะดวก

กลุ่มที่ 1 ล้างคลองรากฟันด้วยเข็มล้างปกติ ล้างคลองรากฟันด้วยโซเดียมไฮโปคลอไรต์ ความเข้มข้นร้อยละ 2.5 ปริมาณ 3 มิลลิลิตรโดยใช้เข็มเกจ 30 ให้ตำแหน่งปลายเข็มอยู่

ห่างจากความยาวทำงาน 1 มิลลิเมตร เคลื่อนขึ้นลงช้า ๆ เป็นระยะ 5 มิลลิเมตร ภายในเวลา 30 วินาที ทำซ้ำ 4 รอบ

กลุ่มที่ 2 ล้างคลองรากฟันด้วยระบบอัลตราโซนิกแบบไร้แรง ใช้ลวดเออร์เซฟ (Irrisafe®, Setelec, Acteon, France) ต่อเข้ากับเครื่องอัลตราโซนิก (P5 Newtron ultrasonic, Satelec Acteon Group, France) ปรับระดับการสั่นที่ระดับ 6 ให้ปลายลวดอยู่สูงกว่าตำแหน่งความยาวทำงาน 1 มิลลิเมตร ทำการกระตุ้น 30 วินาที ล้างคลองรากฟันด้วยโซเดียมไฮโปคลอไรต์ ความเข้มข้นร้อยละ 2.5 ปริมาณ 3 มิลลิลิตร ทำซ้ำ 4 รอบ

กลุ่มที่ 3 ใช้ไฟล์เอกซ์พีเอ็นโดฟิสิกเซอร์ต่อเข้ากับมอเตอร์เอกซ์สมาร์ทพลัส (X-Smart Plus motor, Dentsply Maillefer, Switzerland) ความเร็วในการหมุน 800 รอบต่อนาที และแรงบิด (Torque) ขนาด 1 นิวตันเซนติเมตร ใส่เครื่องมือถึงความยาวทำงาน โดยเคลื่อนไฟล์ขึ้นลงช้า ๆ เป็นระยะ 5 มิลลิเมตร ภายในเวลา 30 วินาที ล้างคลองรากฟันด้วยโซเดียมไฮโปคลอไรต์ ความเข้มข้นร้อยละ 2.5 ปริมาณ 3 มิลลิลิตร ทำซ้ำ 4 รอบ

ระหว่างทำการทดลองของทั้ง 3 กลุ่ม ทำภายใต้สภาวะควบคุมอุณหภูมิที่ 37 องศาเซลเซียส โดยจุ่มหลอดไมโครเซนตริฟิวล์ ในอ่างน้ำอุ่น (Water bath) โดยทุกกลุ่มทำภายใต้ผู้ทำการทดลองคนเดียว

แยกชิ้นรากฟันออกจากกัน วางทิ้งไว้ให้แห้ง ถ่ายรูปคลองรากฟันของรากฟันทั้ง 2 ส่วนโดยใช้กล้องจุลทรรศน์ใช้แสงสเตอริโอที่ กำลังขยาย 20 เท่า ด้วยโปรแกรมโมติค อิมเมจพลัส (Motic images plus) จากนั้นนำภาพไปวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมอิมเมจเจ (ImageJ: National institutes of Health Bethesda, USA) เพื่อประเมินแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่เคลือบผนังคลองรากฟัน คำนวณพื้นที่ของแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่เคลือบผนังคลองรากฟันทั้งหมดเป็นค่าร้อยละของพื้นที่ โดยค่าร้อยละของพื้นที่แคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่เคลือบผนังคลองรากฟัน คำนวณจากพื้นที่แคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่เคลือบผนังคลองรากฟันหารด้วยพื้นที่ผนังคลองรากฟันทั้งหมดคูณ 100 วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทาง (Two-way ANOVA) และการทดสอบเชฟเฟ (Scheffe test) โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ 0.05



รูปที่ 1 (A) ยึดฟันยึดกับซิลิโคนบรรจุในหลอดไมโครเซนตริฟิวจ์ (B) แบ่งฟันออกเป็นสองส่วนในแนวยาว (C) ยึดฟันทั้งสองส่วนเข้าด้วยซีลิ่ง (D) นำกลับเข้าไปยึดในแบบพิมพ์ซิลิโคนในหลอดไมโครเซนตริฟิวจ์

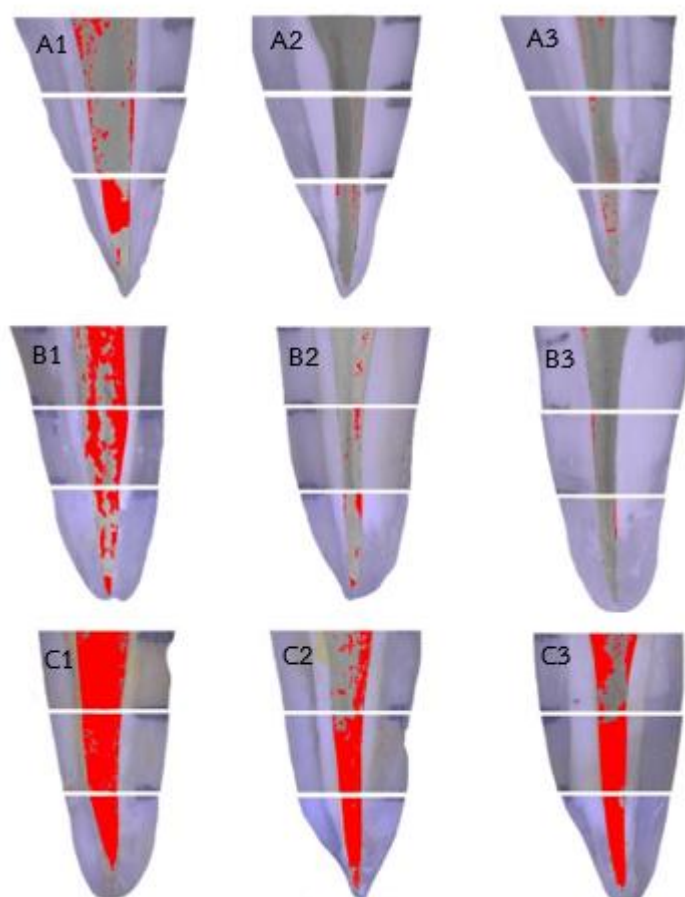
Figure 1 (A) Sample was fixed with silicone in microcentrifuge tube, (B) The root was split longitudinally into two halves, (C) The root was re-assembled with sticky wax, (D) The root was remounted into silicone mold in a microcentrifuge tube.

ผล

จากการศึกษาพบว่าทุกกลุ่มมีแคลเซียมไฮดรอกไซด์เหลืออยู่บนผนังคลองรากฟัน (รูปที่ 2 และตารางที่ 1) ผลการวิเคราะห์ทางสถิติด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทางพบว่า วิธีการล้างคลองรากฟันและชนิดของแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่ต่างกัน มีผลให้พื้นที่ของแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่เหลือบนผนังคลองรากฟันแตกต่างกัน โดยเมื่อพิจารณาผลของวิธีการล้างคลองรากฟันเมื่อใช้แคลเซียมไฮดรอกไซด์ชนิดเดียวกัน (รูปที่ 3) ผลการทดลองของกลุ่มแคลเซียมไฮดรอกไซด์ชนิดผงผสมน้ำกลั่นและกลุ่มอัลตราแคลเอกซ์เอสมีทิศทางเดียวกัน คือ กลุ่มแคลเซียมไฮดรอกไซด์ชนิดผงผสมน้ำกลั่นเมื่อใช้ไฟล์เอกซ์พีเอนโดฟินิชเซอร์เหลือแคลเซียมไฮดรอกไซด์ภายในคลองรากฟันน้อยที่สุด (2.18 ± 0.66) ตามด้วยกลุ่มที่ล้างคลองรากฟันด้วยระบบอัลตราโซนิกแบบไร้แรง (3.89 ± 1.08) โดยทั้งสองกลุ่มไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนกลุ่มที่ล้างคลองรากฟันด้วยเข็มล้างเหลือปริมาณแคลเซียมไฮดรอกไซด์ (11.86 ± 1.15) มากกว่ากลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เช่นเดียวกับกลุ่มอัลตราแคลเอกซ์เอส การใช้ไฟล์เอกซ์พีเอนโดฟินิชเซอร์เหลือแคลเซียมไฮดรอกไซด์บนผนังคลองรากฟันน้อยที่สุด (9.28 ± 1.14) ตามด้วยกลุ่มที่ล้างคลองรากฟันด้วยระบบอัลตราโซนิกแบบไร้แรง (11.32 ± 2.07) โดยทั้งสองกลุ่มไม่

มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนกลุ่มที่ล้างคลองรากฟันด้วยเข็มล้าง (35.03 ± 2.66) เหลือปริมาณแคลเซียมไฮดรอกไซด์มากกว่ากลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ผลการทดลองของกลุ่มไวดาเพ็กซ์มีทิศทางของผลการทดลองต่างไปจากแคลเซียมอีก 2 ชนิดคือกลุ่มที่ล้างคลองรากฟันด้วยระบบอัลตราโซนิกแบบไร้แรง เหลือแคลเซียมไฮดรอกไซด์ภายในคลองรากฟันน้อยที่สุด (47.77 ± 3.32) ตามด้วยกลุ่มที่ใช้ไฟล์เอกซ์พีเอนโดฟินิชเซอร์ (51.90 ± 5.18) ส่วนกลุ่มที่ล้างคลองรากฟันด้วยเข็มล้างเหลือปริมาณแคลเซียมไฮดรอกไซด์มากที่สุด (67.62 ± 4.94) โดยทั้งสามกลุ่มมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

เมื่อพิจารณาถึงปัจจัยด้านชนิดของแคลเซียมไฮดรอกไซด์ เมื่อล้างด้วยวิธีการเดียวกัน พบว่ามีผลการทดลองไปในทิศทางเดียวกันทั้ง 3 วิธีการของล้างคลองรากฟัน (รูปที่ 4) กล่าวคือ กลุ่มแคลเซียมไฮดรอกไซด์ชนิดผงผสมกับน้ำกลั่นเหลือแคลเซียมไฮดรอกไซด์บนผนังคลองรากฟันน้อยที่สุด ตามด้วยกลุ่มอัลตราแคลเอกซ์เอส และกลุ่มไวดาเพ็กซ์เหลือแคลเซียมไฮดรอกไซด์บนผนังคลองรากฟันมากที่สุด โดยร้อยละของพื้นที่แคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่เหลือบนผนังคลองรากฟันระหว่างแคลเซียมไฮดรอกไซด์ทั้งสามชนิดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ



รูปที่ 2 แคลเซียมไฮดรอกไซด์ (พื้นที่สีแดง) ที่เหลือบนผนังคลองรากฟัน (พื้นที่สีเทา) (A1) กลุ่มแคลเซียมไฮดรอกไซด์ชนิดผงผสมน้ำกลั่น + เข็มล้าง (A2) กลุ่มแคลเซียมไฮดรอกไซด์ชนิดผงผสมน้ำกลั่น + ระบบอัลตราโซนิคแบบไร้แรง (A3) กลุ่มแคลเซียมไฮดรอกไซด์ชนิดผงผสมน้ำกลั่น + ไฟล์เอกซ์พีเอ็นโดฟินิชเซอร์ (B1) กลุ่มอัลตราแคลเอกซ์เอส + เข็มล้าง (B2) กลุ่มอัลตราแคลเอกซ์เอส + ระบบอัลตราโซนิคแบบไร้แรง (B3) กลุ่มอัลตราแคลเอกซ์เอส + ไฟล์เอกซ์พีเอ็นโดฟินิชเซอร์ (C1) กลุ่มไวตาเพ็กซ์ + เข็มล้าง (C2) กลุ่มไวตาเพ็กซ์ + ระบบอัลตราโซนิคแบบไร้แรง (C3) กลุ่มไวตาเพ็กซ์ + ไฟล์เอกซ์พีเอ็นโดฟินิชเซอร์

Figure 2 Residual calcium hydroxide (Red area) in root canal (Gray area), (A1) calcium hydroxide powder mixed with distilled water + needle irrigation, (A2) calcium hydroxide powder mixed with distilled water + PUI, (A3) calcium hydroxide powder mixed with distilled water + XPF, (B1) UltracalXS + needle irrigation, (B2) UltracalXS + PUI, (B3) UltracalXS + XPF, (C1) Vitapex + needle irrigation, (C2) Vitapex + PUI, (C3) Vitapex + XPF

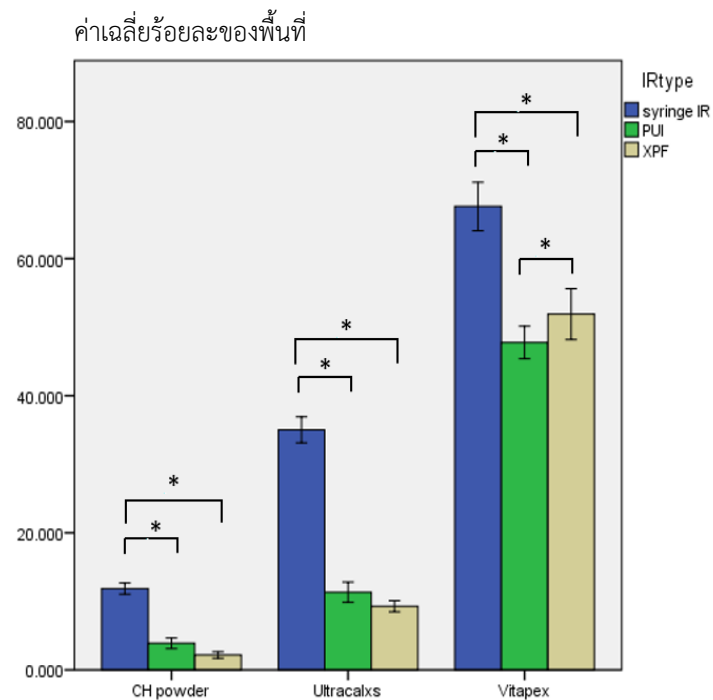
ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยร้อยละของพื้นที่ของแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่เหลืออยู่บนผนังคลองรากฟัน

Table 1 Mean percent residual calcium hydroxide left on root canal wall

Type of calcium hydroxide	Irrigation protocols		
(n=10)	needle irrigation	PUI	XP endo finisher
Calcium hydroxide powder + distilled water	11.86±1.15 ^A	3.89±1.08 ^B	2.18±0.66 ^B
UltraCal™XS	35.03±2.66 ^C	11.32±2.07 ^D	9.28±1.14 ^D
Vitapex®	67.62±4.94 ^E	47.77±3.32 ^F	51.90±5.18 ^G

สัญลักษณ์ตัวอักษรต่างกันแถวและคอลัมน์เดียวกัน หมายถึงค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

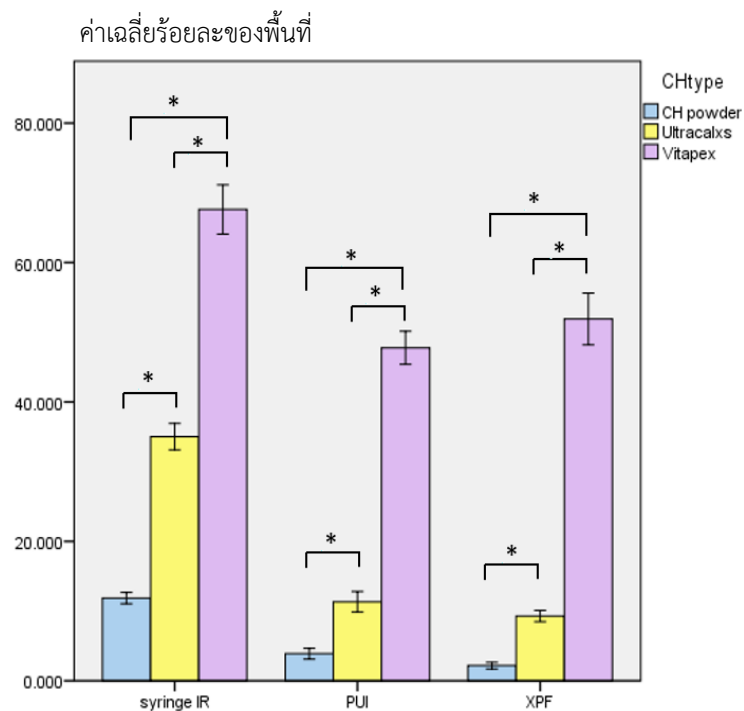
Different alphabet in the same row and column indicates statistically significant difference between groups at P = 0.05.



รูปที่ 3 กราฟแท่งแสดงค่าเฉลี่ยร้อยละของพื้นที่ของแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่เคลือบผนังคลองรากฟันจำแนกตามชนิดของแคลเซียมไฮดรอกไซด์
* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ $P = 0.05$

Figure 3 Bar chart illustrating the means of percent area of calcium hydroxide on root canal wall categorized by types of calcium hydroxide.

* Statistically significant difference at $P = 0.05$.



รูปที่ 4 กราฟแท่งแสดงค่าเฉลี่ยร้อยละของพื้นที่ของแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่เคลือบผนังคลองรากฟันจำแนกตามชนิดของวิธีการล้างคลองรากฟัน
* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ $P = 0.05$

Figure 4 Bar chart illustrating the means of percent area of calcium hydroxide on root canal wall categorized by types of irrigation protocols.

* Statistically significant difference at $P = 0$.

บทวิจารณ์

การศึกษานี้ใช้ฟันกรามน้อยล่างรากเดียว รากตรง มีคลองรากฟันเดียว กรอตัดส่วนตัวฟันเพื่อให้กลุ่มตัวอย่างเป็นมาตรฐานเดียวกัน¹⁷ จากนั้นเตรียมคลองรากฟันให้มีขนาดคลองรากฟันส่วนปลายเท่ากับโพล์ขนาด 30 ความเร็วรอบของคลองรากฟัน 7% เพื่อให้มีขนาดกว้างและมีความผายเพียงพอที่เครื่องมือล้างคลองรากฟันสามารถเข้าไปทำงานได้อย่างสะดวก และมีพื้นที่เพียงพอสำหรับการไหลเวียนของน้ำยาล้างคลองรากฟัน โดยการศึกษาเลือกใช้การประเมินประสิทธิภาพการกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ออกจากคลองรากฟันด้วยการคำนวณพื้นที่แคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่เหลือนบนผนังคลองรากฟันจากภาพถ่ายกล้องจุลทรรศน์ใช้แสงสเตอริโอกำลังขยาย 20 เท่า โดยตัดแบ่งครึ่งรากฟันในแนวตั้ง ทำให้สามารถประเมินและวัดพื้นที่แคลเซียมไฮดรอกไซด์บนผนังคลองรากฟันได้โดยตรงตลอดทั้งคลองรากฟัน และสามารถสังเกตความสะอาดของผนังคลองรากฟันก่อนที่จะทำการใส่ยาภายในคลองรากฟัน¹¹ โดยควบคุมคุณภาพของการใส่ยาภายในคลองรากฟันด้วยการถ่ายภาพรังสีในแนวแกมลิน และแนวใกล้กลางไกลกลาง

การศึกษานี้เลือกใช้วิธีการล้างคลองรากฟัน 3 วิธีคือการล้างคลองรากฟันด้วยเข็มล้างปกติ การล้างคลองรากฟันด้วยระบบอัลตราโซนิกแบบไร้แรง และการล้างคลองรากฟันโดยใช้ไฟล์เอกซ์พีเอ็นโดฟินิชเซอร์เพื่อประเมินประสิทธิภาพของการใช้เครื่องมือหรืออุปกรณ์เสริมจากการล้างคลองรากฟันปกติว่าจะทำให้สามารถล้างแคลเซียมไฮดรอกไซด์ได้สะอาดขึ้นหรือไม่ ผลการศึกษาพบว่าการล้างแคลเซียมไฮดรอกไซด์ชนิดผงผสมน้ำกลั่นและการล้างอัลตราแคลเอกซ์เอสออกจากคลองรากฟันโดยใช้ไฟล์เอกซ์พีเอ็นโดฟินิชเซอร์และระบบอัลตราโซนิกแบบไร้แรงสามารถกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ได้อย่างมีประสิทธิภาพดีไม่แตกต่างกัน ในขณะที่การล้างด้วยเข็มล้างหลงเหลือแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่ผนังคลองรากฟันมากกว่าอีก 2 วิธี ไม่ว่าจะใช้แคลเซียมไฮดรอกไซด์ชนิดใด สอดคล้องกับการศึกษาของ Hamdan และคณะ²⁰ และการศึกษาของ Wigler และคณะ¹⁶

การศึกษาของ Silva และคณะ¹⁵ ทำการประเมินประสิทธิภาพในการกำจัดอัลตราแคลเอกซ์เอสในฟันที่จำลองการเกิดการสูญเสียภายในรากฟัน (Internal root resorption) ในฟันหน้าบน พบว่าไฟล์เอกซ์พีเอ็นโดฟินิชเซอร์ มีประสิทธิภาพในการกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ดีกว่าการล้างคลองรากฟันด้วยระบบอัลตราโซนิกแบบไร้แรงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งได้ผลแตกต่างจากการศึกษานี้เนื่องจากการใช้ฟันที่มีการ

จำลองการเกิดการสูญเสียรากฟันซึ่งแตกต่างจากการศึกษานี้ที่ใช้ฟันที่มีการเตรียมคลองรากฟันปกติ และการศึกษาของ Donnermeyar และคณะ²¹ ศึกษาการกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ชนิดผงผสมน้ำออกจากร่องที่สร้างขึ้นบริเวณผนังคลองรากฟันส่วนต้นและส่วนปลายรากฟันในคลองรากฟันของฟันหน้าบน ผลการศึกษาพบว่าในคลองรากฟันส่วนปลายกลุ่มที่ล้างคลองรากฟันด้วยระบบอัลตราโซนิกแบบไร้แรงมีประสิทธิภาพในการกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่มากกว่ากลุ่มเอกซ์พีเอ็นโดฟินิชเซอร์และการล้างด้วยเข็มล้างแบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งได้ผลแตกต่างจากการศึกษานี้เนื่องจากการศึกษาของ Donnermeyar และคณะ ทำการทดลองที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ซึ่งทำให้ไฟล์เอกซ์พีเอ็นโดฟินิชเซอร์ทำงานได้ประสิทธิภาพไม่เต็มที่ เนื่องจากที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ไฟล์เอกซ์พีเอ็นโดฟินิชเซอร์อยู่ในวิภาคมาร์เทนไซต์ (Martensite phase) ซึ่งไฟล์ยังไม่มีมีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างให้เหมาะสมต่อการทำความสะอาดคลองรากฟัน

การล้างคลองรากฟันด้วยระบบอัลตราโซนิกแบบไร้แรงส่งเสริมประสิทธิภาพการล้างคลองรากฟันทางเชิงกลโดยการสั่นทำให้เกิดปรากฏการณ์อะคูสติกสตรีมมิง (Acoustic streaming) และปรากฏการณ์เควิตชัน (Cavitation) ส่งผลให้เกิดแรงเฉือนของของเหลวไปที่ผนังคลองรากฟันซึ่งทำให้การทำความสะอาดคลองรากฟันมีประสิทธิภาพมากขึ้น และเชิงเคมีโดยพลังงานจลน์ส่งผ่านหัวอัลตราโซนิกไป ทำให้น้ำยาล้างคลองรากฟันมีอุณหภูมิสูงขึ้นซึ่งช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของโซเดียมไฮโปคลอไรต์^{22,23} การล้างคลองรากฟันด้วยระบบอัลตราโซนิกแบบไร้แรงร่วมกับโซเดียมไฮโปคลอไรต์ สามารถกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ในคลองรากฟันดีกว่าการล้างคลองรากฟันด้วยระบบอัลตราโซนิกแบบไร้แรงร่วมกับน้ำ เนื่องจากโซเดียมไฮโปคลอไรต์มีสมบัติทางกายภาพแตกต่างกับน้ำ การล้างคลองรากฟันด้วยระบบอัลตราโซนิกแบบไร้แรงร่วมกับโซเดียมไฮโปคลอไรต์ซึ่งเป็นสารละลายเกลือทำให้เกิดฟองอากาศขนาดเล็กจำนวนมาก ส่งเสริมให้เกิดปรากฏการณ์อะคูสติกสตรีมมิงมากขึ้น นอกจากนั้นยังทำให้เกิดก๊าซคลอรีน (Chlorine gas) ละลายในฟองอากาศส่งเสริมให้เกิดการสั่นและส่งเสริมการเกิดปรากฏการณ์อะคูสติกสตรีมมิงมากยิ่งขึ้น¹²

ไฟล์เอกซ์พีเอ็นโดฟินิชเซอร์มีความยืดหยุ่นสูง ผลิตจากอัลลอยชนิดแมกซ์ไวร์ (Max-Wire alloy) ซึ่งในอุณหภูมิห้องปกติจะอยู่ในวิภาคมาร์เทนไซต์ (Martensite phase) แต่เมื่อเครื่องมืออยู่ในคลองรากฟันที่อุณหภูมิร่างกาย อัลลอยจะมีโครงสร้างเป็นวิภาคออสเทนไนต์ (Austenite phase) ซึ่งมี

คุณสมบัติการจดจำรูปร่าง (Shape-memory effect) ไฟล์จะคืนรูปร่างเดิมกลายเป็นไฟล์ที่มีความโค้งคล้ายเคียวเมื่อเคลื่อนที่ในคลองรากฟันจะมีการเหวี่ยงสับของไฟล์เข้าไปสัมผัสบริเวณผนังคลองรากฟันที่ไฟล์ปกติไม่สามารถเข้าไปทำความสะอาดได้^{24,25} นอกจากนั้นการเคลื่อนที่ของไฟล์ด้วยความเร็วในการหมุน 800 รอบต่อนาทีส่งผลให้เกิดการกระตุ้นของน้ำยาล้างคลองรากฟันและเกิดการไหลเวียนภายในคลองรากฟันได้ดี²⁰ จากการศึกษาของ Gokturk และคณะ²⁶ พบว่าอุณหภูมิเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้ไฟล์เอกซ์พีเอ็นโดฟินิชเซอร์ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพที่สภาวะอุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส สามารถกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ได้มีประสิทธิภาพดีกว่าที่สภาวะอุณหภูมิ 21 องศาเซลเซียสอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การศึกษาในครั้งนี้จึงทำการทดลองภายใต้สภาวะอุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียสเพื่อให้ไฟล์เอกซ์พีเอ็นโดฟินิชเซอร์มีโครงสร้างผลึกออกสเทนไนต์ซึ่งจะทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด

จากการศึกษาการล้างคลองรากฟันทั้ง 3 วิธีการสามารถกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ชนิดผงผสมน้ำกลั่นได้มากที่สุด ตามด้วยอัลตราแคลเอกซ์เอส และกำจัดไวดาเพ็กซ์ได้น้อยที่สุด แสดงถึงความแตกต่างของชนิดของกระสายยามีผลต่อประสิทธิภาพการกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ออกจากคลองรากฟัน กระสายยาที่เป็นน้ำซึ่งมีการละลายตัวสูงสามารถกำจัดออกจากคลองรากฟันได้ง่าย อัลตราแคลเอกซ์เอสมีกระสายยาเป็นของเหลวชนิดเมทิลเซลลูโลส (Methyl cellulose) ซึ่งมีคุณสมบัติเพิ่มความหนืดจึงกำจัดออกจากคลองรากฟันได้ยากกว่า สอดคล้องกับการศึกษาของ Lambrianidis และคณะ²⁷ ที่ทำการศึกษากำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ 3 ชนิด พบว่ากระสายยาที่ต่างชนิดกันส่งผลต่อการกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ออกจากคลองรากฟัน โดยพัลพ์เดนท (Pulpdent®) ที่มีกระสายยาเป็นเมทิลเซลลูโลสเหลือในคลองรากฟันมากกว่าแคลเซียมไฮดรอกไซด์ชนิดผงผสมน้ำกลั่น และชนิดผสมสำเร็จแคลซิล (Calxyl®) ซึ่งมีกระสายยาเป็นน้ำเช่นเดียวกัน กลุ่มไวดาเพ็กซ์ซึ่งมีกระสายยาเป็นน้ำมันซิลิโคนกำจัดออกได้ยากที่สุดเนื่องจากไม่ละลายน้ำ และมีการละลายตัวต่ำ^{3,28} ทำให้มีปริมาณแคลเซียมไฮดรอกไซด์ผสมสำเร็จชนิดไวดาเพ็กซ์เหลือบนผนังคลองรากฟันภายหลังการล้างทุกวิธีนั้นมีมากถึงร้อยละ 50-60 สอดคล้องกับการศึกษาของ Nandini และคณะ²⁹ ซึ่งพบว่ากลุ่มแคลเซียมไฮดรอกไซด์ผสมน้ำกลั่นสามารถถูกกำจัดออกจากคลองรากฟันได้มีประสิทธิภาพกว่ากลุ่มเมตาเพ็กซ์ (Metapex) ซึ่งเป็นแคลเซียมไฮดรอกไซด์ผสมด้วยไอโอโดฟอร์มและน้ำมันซิลิโคน ดังนั้นหากต้องการใส่แคลเซียมไฮดรอกไซด์ในคลองราก

ฟันเพียงช่วงเวลาสั้นๆ การใช้ไวดาเพ็กซ์อาจไม่ใช่ตัวเลือกที่เหมาะสม เนื่องจากรื้อออกจากคลองรากฟันให้สะอาดได้ยาก มีโอกาสส่งผลต่อความแนบสนิของวัสดุอุดคลองรากฟัน

จากการศึกษานี้เห็นได้ว่าความสามารถในการกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ออกจากคลองรากฟันขึ้นกับปัจจัยทั้ง 2 อย่าง คือวิธีการล้างคลองรากฟันและชนิดของแคลเซียมไฮดรอกไซด์ ดังนั้นควรเลือกชนิดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่เหมาะสมกับจุดประสงค์ของการใส่ยาในคลองรากฟันที่ต้องการ และเลือกวิธีการล้างคลองรากฟันที่เหมาะสมในการกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์แต่ละชนิดเพื่อส่งผลดีต่อความแนบสนิบริเวณปลายรากฟัน³⁰ ซึ่งมีผลต่อความสำเร็จในการรักษารากฟันในระยะยาวต่อไป

การศึกษานี้ทำการศึกษากำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ 3 ชนิดในฟันกรามน้อยล่างรากตรง ซึ่งเครื่องมือสามารถเข้าไปในคลองรากฟันได้สะดวก การศึกษาในอนาคตอาจทำการศึกษาประสิทธิภาพการกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ในฟันที่มีรากฟันซับซ้อนมากขึ้นเช่น ฟันที่มีรากโค้งหรือฟันที่มีการจำลองการสูญเสียภายในรากฟัน

บทสรุป

วิธีการล้างคลองรากฟันและชนิดของแคลเซียมไฮดรอกไซด์ส่งผลต่อปริมาณแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่เหลือภายหลังการล้างคลองรากฟัน โดยการล้างคลองรากฟันด้วยระบบอัลตราโซนิคแบบไร้แรงและไฟล์เอกซ์พีเอ็นโดฟินิชเซอร์สามารถกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ได้มีประสิทธิภาพดีกว่าเซมล้างและแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่ผสมกับกระสายยาที่เป็นน้ำมันจะล้างออกจากคลองรากฟันได้ยากที่สุด

เอกสารอ้างอิง

1. Kim D, Kim E. Antimicrobial effect of calcium hydroxide as an intracanal medicament in root canal treatment: a literature review - Part I. In vitro studies. Rest Dent Endod 2014;39(4):241-52.
2. Siqueira JF, Jr., Lopes HP. Mechanisms of antimicrobial activity of calcium hydroxide: a critical review. Int Endod J 1999;32(5):361-9.
3. Fava LR, Saunders WP. Calcium hydroxide pastes: classification and clinical indications. Int Endod J 1999;32(4):257-82.

4. Ricucci D, Langeland K. Incomplete calcium hydroxide removal from the root canal: a case report. *Int Endod J* 1997;30(6):418-21.
5. Uzunoglu-Ozyurek E, Erdogan O, Aktemur Turker S. Effect of calcium hydroxide dressing on the dentinal tubule penetration of 2 different root canal sealers: A confocal laser scanning microscopic study. *J Endod* 2018;44(6):1018-23.
6. Margelos J, Eliades G, Verdelis C, Palaghias G. Interaction of calcium hydroxide with zinc oxide-eugenol type sealers: a potential clinical problem. *J Endod* 1997;23(1):43-8.
7. Barbizam JV, Trope M, Teixeira EC, Tanomaru-Filho M, Teixeira FB. Effect of calcium hydroxide intracanal dressing on the bond strength of a resin-based endodontic sealer. *Braz Dent J* 2008;19(3):224-7.
8. Ghabraei S, Bolhari B, Yaghoobnejad F, Meraji N. Effect of intra-canal calcium hydroxide remnants on the push-out bond strength of two endodontic sealers. *Iran Endod J* 2017;12(2):168-72.
9. Topcuoglu HS, Duzgun S, Ceyhanli KT, Akti A, Pala K, Kesim B. Efficacy of different irrigation techniques in the removal of calcium hydroxide from a simulated internal root resorption cavity. *Int Endod J* 2015;48(4):309-16.
10. Capar ID, Ozcan E, Arslan H, Ertas H, Aydinbelge HA. Effect of different final irrigation methods on the removal of calcium hydroxide from an artificial standardized groove in the apical third of root canals. *J Endod* 2014;40(3):451-4.
11. Kenée DM, Allemang JD, Johnson JD, Hellstein J, Nichol BK. A quantitative assessment of efficacy of various calcium hydroxide removal techniques. *J Endod* 2006;32(6):563-5.
12. van der Sluis LW, Wu MK, Wesselink PR. The evaluation of removal of calcium hydroxide paste from an artificial standardized groove in the apical root canal using different irrigation methodologies. *Int Endod J* 2007;40(1):52-7.
13. Gokturk H, Ozkocak I, Buyukgebiz F, Demir O. Effectiveness of various irrigation protocols for the removal of calcium hydroxide from artificial standardized grooves. *J Appl Oral Sci: revista FOB* 2017;25(3):290-8.
14. Yaylali IE, Kecici AD, Ureyen Kaya B. Ultrasonically activated irrigation to remove calcium hydroxide from apical third of human root canal system: A systematic review of in vitro studies. *J Endod* 2015;41(10):1589-99.
15. Marques-da-Silva B, Alberton CS, Tomazinho FSF, Gabardo MCL, Duarte MAH, Vivan RR, et al. Effectiveness of five instruments when removing calcium hydroxide paste from simulated internal root resorption cavities in extracted maxillary central incisors. *Int Endod J* 2020;53(3):366-375.
16. Wigler R, Dvir R, Weisman A, Matalon S, Kfir A. Efficacy of XP-endo finisher files in the removal of calcium hydroxide paste from artificial standardized grooves in the apical third of oval root canals. *Int Endod J* 2017;50(7):700-5.
17. Uygun AD, Gundogdu EC, Arslan H, Ersoy I. Efficacy of XP-endo finisher and TRUShape 3D conforming file compared to conventional and ultrasonic irrigation in removing calcium hydroxide. *Aust Endod* 2017;43(2):89-93.
18. Keskin C, Sariyilmaz E, Sariyilmaz O. Efficacy of XP-endo finisher file in removing calcium hydroxide from simulated internal resorption cavity. *J Endod* 2017;43(1):126-30.
19. Schneider SW. A comparison of canal preparations in straight and curved root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1971;32(2):271-5.
20. Hamdan R, Michetti J, Pinchon D, Diemer F, Georgelin-Gurgel M. The XP-endo finisher for the removal of calcium hydroxide paste from root canals and from the apical third. *J Clin Exp Dent* 2017;9(7):e855-e60.

21. Donnermeyer D, Wyrsh H, Burklein S, Schafer E. Removal of calcium hydroxide from artificial grooves in straight root canals: sonic activation using EDDY versus passive ultrasonic irrigation and XP-endo finisher. J Endod 2019;45(3):322-6.
22. van der Sluis LW, Versluis M, Wu MK, Wesselink PR. Passive ultrasonic irrigation of the root canal: a review of the literature. Int Endod J 2007; 40(6):415-26.
23. Retsas A, Boutsoukis C. An update on ultrasonic irrigant activation. ENDO - Endodontic Practice Today 2019;13(2):115-29.
24. Gavini G, Santos MD, Caldeira CL, Machado MEL, 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(1): 44-65.
25. XP-endo Finisher and Finisher R - Instructions for use [Internet]. [cited <https://www.fkg.ch/products/endodontics/canal-shaping-and-cleaning/xp-endo-finisher>].
26. Göktürk H, Özkoçak İ, Büyükgebiz F. Effect of temperature on the ability of XP-Endo Finisher to remove calcium hydroxide from root canal irregularities: Ex vivo. Acta Odontol Turc 2018;35(2):38-43.
27. Lambrianidis T, Margelos J, Beltes P. Removal efficiency of calcium hydroxide dressing from the root canal. J Endod 1999;25(2):85-8.
28. Mohammadi Z, Dummer PM. Properties and applications of calcium hydroxide in endodontics and dental traumatology. Int Endod J 2011;44(8):697-730.
29. Nandini S, Velmurugan N, Kandaswamy D. Removal efficiency of calcium hydroxide intracanal medicament with two calcium chelators: volumetric analysis using spiral CT, an *in vitro* study. J Endod 2006;32(11):1097-101.
30. Kim SK, Kim YO. Influence of calcium hydroxide intracanal medication on apical seal. Int Endod J 2002;35(7):623-8.

ผู้รับผิดชอบบทความ

ชินาลัย ปิยะชน

ภาควิชาทันตกรรมอนุรักษ์และทันตกรรมประดิษฐ์
คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
กรุงเทพฯ 10110

โทรศัพท์: 081 550 6043

จดหมายอิเล็กทรอนิกส์: chinalai@g.swu.ac.th

Efficacy of Three Irrigation Protocols for Removing Three Types of Calcium Hydroxide from Root Canals

Pibultip P* Piyachon C**

Abstract

The aim of this study was to compare the efficacy of XP-endo finisher, passive ultrasonic irrigation and conventional syringe and needle irrigation for removing three types of calcium hydroxide (CH) from root canals. Ninety human mandibular premolar teeth with single root canals were used in this study. All teeth were decoronated and root canal enlarged using PT Next rotary instruments. The roots were split longitudinally, and the root halves were reassembled with sticky wax. The specimens were randomly divided into three groups according to type of CH medication (n=30): CH powder mixed with distilled water, UltraCal™XS and Vitapex®. After seven days, the roots were divided into three subgroups (n=10) according to the irrigating techniques : XP-endo finisher, passive ultrasonic irrigation and conventional syringe and needle irrigation. The root halves were detached. The photographs of root canals were taken under light stereomicroscope at 20x magnification. The percentage of calcium hydroxide coated the total surface area in relation to the surface area was calculated. The data was analyzed with two-way ANOVA and a post-hoc Scheffe test. Results showed that different irrigation protocols and CH types have affected to the residual CH in root canal. The percent area of residual CH of CH powder mixed with distilled water group and UltraCal™XS group had no statistically significant difference in XP-endo finisher and passive ultrasonic irrigation group, but significantly less than conventional needle irrigation group. In contrast, the Vitapex® group showed significantly less residual when irrigated passive ultrasonic irrigation. Under the condition of this study, the conclusion is that different irrigation protocols and CH types have affected to the residual CH in root canal. XP-endo finisher and passive ultrasonic irrigation were more effective in the removal of CH than conventional needle irrigation. The oil-based CH paste exhibited the most difficult to remove from root canals.

Keywords: Calcium hydroxide/ Passive ultrasonic irrigation/ XP-endo finisher

Corresponding Author

Chinalai Piyachon

Department of Conservative Dentistry and Prosthodontics,

Faculty of Dentistry, Srinakharinwirot University,

Bangkok, 10110.

Tel.: +66 81 550 6043

Email: chinalai@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.

กลุ่มอาการเมตาบอลิกสัมพันธ์กับโรคปริทันต์อักเสบ ระดับรุนแรงในประชากรไทยกลุ่มหนึ่ง

พิมพ์ชนก ล้อสุวรรณ* พรรณวดี พันธย์**

บทคัดย่อ

การศึกษาแบบมีกลุ่มควบคุมนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มอาการเมตาบอลิกกับโรคปริทันต์อักเสบ ทำการศึกษาในกลุ่มตัวอย่างที่มีกลุ่มอาการเมตาบอลิก 100 คน และกลุ่มตัวอย่างที่ไม่มีกลุ่มอาการเมตาบอลิก 100 คน อายุ 40-81 ปี ที่มารับการรักษาที่คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ กลุ่มตัวอย่างตอบแบบสอบถามเกี่ยวกับข้อมูลทั่วไป และข้อมูลทางทันตสุขภาพ จากนั้นกลุ่มตัวอย่างได้รับการตรวจร่างกาย และตรวจเลือดทางห้องปฏิบัติการเพื่อการวินิจฉัยกลุ่มอาการเมตาบอลิกตามเกณฑ์ฮาโมไนซ์ การวินิจฉัยโรคปริทันต์อักเสบจำแนกตามค่าเฉลี่ยระดับการยึดเกาะของอวัยวะปริทันต์ โดยกลุ่มตัวอย่างที่มีค่าระดับการยึดเกาะของอวัยวะปริทันต์เฉลี่ยทั้งปาก ≥ 3 มิลลิเมตรจัดเป็นกลุ่มผู้มีโรคปริทันต์อักเสบระดับรุนแรง ผลการศึกษาพบความสัมพันธ์ระหว่างโรคปริทันต์อักเสบระดับรุนแรงกับผู้ที่มีกลุ่มอาการเมตาบอลิก ($OR=1.929$, 95% CI: 1.010-3.687) ทันตแพทย์ควรมีความตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มอาการเมตาบอลิกกับโรคปริทันต์อักเสบ

คำไวยุทธ: กลุ่มอาการเมตาบอลิก/ โรคปริทันต์อักเสบ/ ปัจจัยเสี่ยง/ ประเทศไทย

Received: Jun 26, 2021

Revised: Feb 01, 2022

Accepted: May 02, 2022

บทนำ

โรคปริทันต์อักเสบ (Periodontitis) เป็นโรคที่มีการติดเชื้อแบคทีเรียร่วมกับมีการอักเสบของอวัยวะปริทันต์ เป็นผลให้มีการทำลายของอวัยวะปริทันต์ซึ่งได้แก่ เหงือก (Gingiva) เอ็นยึดปริทันต์ (Periodontal ligament) เคลือบรากฟัน (Cementum) และกระดูกเบ้าฟัน (Alveolar bone) หากไม่ได้รับการรักษาจะเป็นสาเหตุสำคัญสาเหตุหนึ่งของการสูญเสียฟันในที่สุด¹ โรคปริทันต์อักเสบมีสาเหตุจากหลายปัจจัยร่วมกัน (Multifactorial disease) โดยสาเหตุหลักคือแบคทีเรียในแผ่นคราบจุลินทรีย์ การแสดงออกและการดำเนินโรคขึ้นกับการตอบสนองทางภูมิคุ้มกันของร่างกายโดยมีอิทธิพลจากหลายปัจจัยที่เกี่ยวข้อง เช่น ปัจจัยทางพันธุกรรม ปัจจัยทางระบบ ปัจจัยทางสังคมและพฤติกรรม เป็นต้น ทำให้บุคคลมีความเสี่ยงต่อการเกิดและการดำเนินโรคไม่เท่ากัน¹ ทั้งนี้เชื่อว่าความผิดปกติของปัจจัยทางระบบ เช่น ภาวะบกพร่องของระบบภูมิคุ้มกัน โรคทางระบบบางโรคที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการตอบสนองทางภูมิคุ้มกันของร่างกายอาจเป็นปัจจัยส่งเสริมการเกิดโรคปริทันต์อักเสบหรือทำให้โรคปริทันต์อักเสบที่เป็นอยู่มีความรุนแรงมากยิ่งขึ้น ปัจจุบันมีการศึกษา

เพื่อทำความเข้าใจเกี่ยวกับอิทธิพลของปัจจัยทางระบบต่อโรคปริทันต์อักเสบมากขึ้น²

กลุ่มอาการเมตาบอลิก (Metabolic Syndrome, MS) เป็นกลุ่มอาการความผิดปกติที่ประกอบด้วย การเพิ่มขึ้นของความดันโลหิต การเพิ่มขึ้นของระดับน้ำตาลในเลือด การสะสมของไขมันรอบเอวและหน้าท้อง และการเปลี่ยนแปลงของระดับไขมันในเลือด ผู้ป่วยกลุ่มอาการเมตาบอลิกมีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคหัวใจ โรคเบาหวาน และภาวะที่สมองขาดเลือดไปเลี้ยงเนื่องจากหลอดเลือดตีบหรือแตก (Stroke) โดยมีสมมุติฐานว่ากลไกการอักเสบเรื้อรังที่พบในผู้ป่วยกลุ่มนี้อาจมีผลต่อการเกิดภาวะแทรกซ้อนที่กล่าวมา ซึ่งรวมไปถึงโรคปริทันต์อักเสบด้วย³

การศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มอาการเมตาบอลิกกับสภาวะปริทันต์มีหลากหลายรูปแบบด้วยกันทั้งในด้านการศึกษาทางระบาดวิทยาของการสำรวจสภาวะสุขภาพประชากรในหลายกลุ่มประเทศ ได้แก่ สหรัฐอเมริกา⁴ ญี่ปุ่น⁵ เกาหลี⁶ ไต้หวัน⁷ ผลการศึกษาส่วนใหญ่พบความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มอาการเมตาบอลิกกับโรคปริทันต์อักเสบ โดยมีความสัมพันธ์ที่แตกต่างกันออกไป นอกจากนี้ยังมีการศึกษาแบบมีกลุ่มควบคุม (Case-control studies) ที่ส่วน

* นักศึกษาหลักสูตรฝึกอบรมผู้สมัคร สาขาปริทันตวิทยา ภาควิชาทันตกรรมบูรณะและปริทันตวิทยา คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่

** ภาควิชาทันตกรรมบูรณะและปริทันตวิทยา คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่

ใหญ่พบความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มอาการเมตาบอลิกกับโรคปริทันต์อักเสบ⁸⁻¹⁰ ระดับความสัมพันธ์ที่แตกต่างกันในแต่ละการศึกษาอาจจะขึ้นกับหลายปัจจัยด้วยกัน เช่น เชื้อชาติ¹¹ อายุของกลุ่มตัวอย่าง⁹ เพศ¹² ชนิดขององค์ประกอบของกลุ่มอาการเมตาบอลิก⁶ เป็นต้น สำหรับประเทศไทยมีรายงานการศึกษาภาคตัดขวางที่พบความสัมพันธ์ของสองโรคนี้โดยมีลักษณะความสัมพันธ์แบบขึ้นกับปริมาณ (Dose-dependent) กล่าวคือ พบความรุนแรงของโรคปริทันต์อักเสบที่มากขึ้นตามองค์ประกอบของกลุ่มอาการเมตาบอลิกที่เพิ่มขึ้น¹³ อย่างไรก็ตาม การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มอาการเมตาบอลิกกับโรคปริทันต์อักเสบในกลุ่มประชากรไทยยังมีจำกัด¹³⁻¹⁵ ดังนั้น การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มอาการเมตาบอลิกกับสภาวะปริทันต์ในกลุ่มตัวอย่างชาวไทยกลุ่มหนึ่ง

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

กลุ่มตัวอย่าง การศึกษานี้เป็นการศึกษาแบบมีกลุ่มควบคุม ในผู้มีสัญชาติไทยที่อายุ 40-81 ปี ประกอบด้วยผู้ได้รับการวินิจฉัยว่ามีกลุ่มอาการเมตาบอลิกจำนวน 100 ราย และผู้ไม่ได้รับการวินิจฉัยว่ามีกลุ่มอาการเมตาบอลิกจำนวน 100 ราย เกณฑ์การคัดเลือกกลุ่มอาสาสมัคร คือเป็นผู้เข้ารับการรักษาทางทันตกรรมที่คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ในช่วงปี 2559-2561 โดยอาสาสมัครผู้มีอาการกลุ่มเมตาบอลิกได้รับการวินิจฉัยตามเกณฑ์ข้อตกลงร่วมระหว่างสหพันธ์เบาหวานนานาชาติ (International Diabetes Federation, IDF) สถาบันหัวใจ ปอดและเลือดแห่งชาติ (National Heart, Lung, and Blood Institute, NHLB) สมาคมโรคหัวใจอเมริกัน (American Heart Association, AHA) สหพันธ์หัวใจโลก (World Heart Federation, WHF) สมาคมหลอดเลือดนานาชาติ (International Atherosclerosis Society, IAS) และ สมาคมศึกษาโรคอ้วนระหว่างประเทศ (International Association for the Study of Obesity, IASO) หรือเรียกว่าเกณฑ์ฮาโมนไนซ์ (Harmonized criteria) โดยมีองค์ประกอบของกลุ่มอาการเมตาบอลิก อย่างน้อย 3 ใน 5 ข้อ ได้แก่ 1) รอบเอววัดจากระดับตำแหน่งสะดือ ≥ 90 เซนติเมตร (36 นิ้ว) ในเพศชาย หรือ ≥ 80 เซนติเมตร (32 นิ้ว) ในเพศหญิง (ตามเกณฑ์ของประชากรเอเชีย) 2) ความดันโลหิตสูงสุดขณะหัวใจบีบตัว ≥ 130 มิลลิเมตรปรอท หรือ ความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว ≥ 85

มิลลิเมตรปรอท หรือมีประวัติกำลังรักษาและได้รับยาลดความดันโลหิต 3) ระดับน้ำตาลกลูโคสในเลือดหลังการอดอาหาร อย่างน้อย 12 ชั่วโมง ≥ 100 มิลลิกรัม/เดซิลิตร หรือมีประวัติกำลังรักษาและได้รับยาลดระดับน้ำตาลในเลือด 4) ระดับไขมันที่มีความหนาแน่นสูง ≤ 40 มิลลิกรัม/เดซิลิตร ในเพศชาย หรือ ≤ 50 มิลลิกรัม/เดซิลิตร ในเพศหญิง 5) ระดับไตรกลีเซอไรด์ ≥ 150 มิลลิกรัม/เดซิลิตร หรือมีประวัติกำลังรักษาและได้รับยาลดระดับไขมันในเลือด¹⁶ และมีเกณฑ์ในการคัดเลือกผู้ไม่มีกลุ่มอาการเมตาบอลิก ได้แก่ ผู้ไม่มีกลุ่มอาการเมตาบอลิก หรือมีกลุ่มอาการเมตาบอลิกไม่เกิน 2 ข้อ โดยมีเกณฑ์ในการคัดอาสาสมัครออกจากการวิจัย ได้แก่ ผู้ที่จัดอยู่ในกลุ่มเสี่ยงต้องได้รับยาปฏิชีวนะก่อนการตรวจสภาวะปริทันต์ตามเกณฑ์สมาคมโรคหัวใจแห่งประเทศไทยสำหรับสหรัฐอเมริกา ผู้ที่มีประวัติผ่าตัดเปลี่ยนข้อกระดูกเทียมในช่วง 2 ปีที่ผ่านมา หรือมีประวัติการติดเชื้อของข้อต่อกระดูกเทียม ผู้ป่วยโรคไตที่ต้องได้รับการล้างไต ผู้มีภูมิคุ้มกันต่ำหรือบกพร่อง ผู้ที่มีปัญหาเลือดแข็งตัวผิดปกติ (Hemostasis disorder) โดยเลือดออกง่ายและหยุดยาก หรือกำลังได้รับยากันการแข็งตัวของเลือด (ยกเว้น แอสไพริน ขนาดไม่เกิน 325 มิลลิกรัม/วัน เพื่อป้องกันโรคหลอดเลือดหัวใจขาดเลือดหรือเส้นเลือดสมองอุดตัน) ผู้ที่เป็นโรคกระดูกพรุน (Osteoporosis) ชนิดใช้ยารักษาทั้งชนิดรับประทานและฉีด ผู้ที่มีโรคอันเกี่ยวกับการอักเสบของข้อต่อ เช่น โรคข้ออักเสบรูมาตอยด์ และผู้ที่มีจำนวนฟันในช่องปากน้อยกว่า 8 ซี่

การวิจัยนี้ได้รับการพิจารณารับรองจากคณะกรรมการพิทักษ์สิทธิสวัสดิภาพและป้องกันอันตรายของผู้ถูกวิจัย คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ตามเอกสารเลขที่ ๔๔/๒๕๕๙ ผู้เข้าร่วมการศึกษาได้ทราบข้อมูลวัตถุประสงค์และขั้นตอนการวิจัยอย่างละเอียด พร้อมทั้งลงชื่อในหนังสือยินยอมโดยความสมัครใจ (Informed consent)

การคำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่างใช้สูตรของ Schlesselman ปี 1982 โดยค่าความชุกของกลุ่มอาการเมตาบอลิกในประเทศไทยอ้างอิงตามการศึกษาของ Thanakun ปี 2014¹³ ได้กลุ่มที่ต้องการศึกษาที่จำนวน 57 คน และกลุ่มควบคุมจำนวน 57 คน (power of analysis 90% และ type I error 0.05) ทำการเพิ่มจำนวนกลุ่มตัวอย่างเป็นกลุ่มละ 100 คน

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

การตรวจร่างกาย อาสาสมัครทำการอดอาหารไม่น้อยกว่า 12 ชั่วโมงก่อนมารับการเจาะเลือดปริมาณ 15 มิลลิลิตรเพื่อนำไปวิเคราะห์ค่าความสมบูรณ์ของเม็ดเลือด (Complete blood count, CBC) ระดับน้ำตาลกลูโคสในเลือด (Fasting Blood Sugar, FBS) ระดับเฉลี่ยน้ำตาลสะสมในเลือด (Hemoglobin A1c, HbA1c) และการตรวจระดับไขมันในเลือด (Lipid profile) ที่หน่วยปฏิบัติการเคมีคลินิก โรงพยาบาลมหาราชนครเชียงใหม่ และห้องปฏิบัติการภาควิชาชีวเคมี คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จากนั้นผู้วิจัยทำการชั่งน้ำหนักอาสาสมัครด้วยเครื่องชั่งน้ำหนักระบบดิจิทัล (Digital) (Shaper รุ่น HD-110 บริษัท เซ็ปเปอร์อินสตรูเมนต์ จำกัด) ที่มีหน่วยวัดเป็นกิโลกรัม และมีค่าบอกเลขทศนิยม 1 ตำแหน่ง และวัดส่วนสูงด้วยแถววัดส่วนสูงหน่วยเป็นเซนติเมตร โดยวัดในตำแหน่งที่อาสาสมัครยืนตัวตรงหลัง เท้า และศีรษะชิดแถววัดมากที่สุด และใช้ไม้ฉากในการวัดพร้อมอ่านค่าในระดับสายตา วัดรอบเอวโดยใช้สายวัดที่มีหน่วยเป็นเซนติเมตร วัดในตำแหน่งระดับสะดือ โดยจะทำการวัดในขณะที่อาสาสมัครหายใจออก วัดความดันโลหิตด้วยเครื่องวัดแบบดิจิทัล (Automatic sphygmomanometer) (SOS Plus FT-C23Y-V บริษัท บางกอก เมดิซัพพลาย จำกัด) โดยให้อาสาสมัครนั่งพัก 15 นาที และทำการวัดครั้งเดียวในท่านั่ง โดยวัดที่แขนข้างซ้ายให้ระดับแขนอยู่ตรงกับตำแหน่งของหัวใจ

การตอบแบบสอบถาม การตอบแบบสอบถามใช้วิธีการสัมภาษณ์อาสาสมัคร โดยผู้สัมภาษณ์เป็นทันตแพทย์ ระดับหลังปริญญาสาขาวิชาปริทันตวิทยา แบบสอบถามประกอบด้วย ข้อมูลทั่วไป ได้แก่ ระดับการศึกษา การจ้างงาน โรคประจำตัว พฤติกรรมสุขภาพ ได้แก่ พฤติกรรมการสูบบุหรี่ ประวัติการรักษาทางทันตกรรม พฤติกรรมการดูแลสุขภาพช่องปาก รายได้เฉลี่ยของครัวเรือน

การตรวจในช่องปาก การตรวจในช่องปากดำเนินการโดยทันตแพทย์ระดับหลังปริญญาสาขาปริทันตวิทยา ซึ่งผู้ทำการวิจัยได้ปรับมาตรฐานการตรวจวัดค่าร่องลึกปริทันต์ และค่าการสูญเสียการยึดเกาะของอวัยวะปริทันต์ในผู้ตรวจคนเดียว (Intra-examination calibration) ได้ค่า Weight kappa 0.94 และ 0.84 ตามลำดับ

การตรวจในช่องปาก ประกอบด้วย ประเมินระดับการอักเสบของเหงือก โดยใช้เกณฑ์ดัชนีเหงือกอักเสบ (Gingival index) ตามวิธีของ Loe and Silness ปี 1963¹⁷ และประเมินระดับบ่อน้ำช่องปากโดยใช้ ดัชนีคราบจุลินทรีย์ (Plaque index) ตามวิธีของ Silness and Loe 1964¹⁸ การ

นับจำนวนซี่ฟันที่เหลือในช่องปาก การตรวจสภาวะปริทันต์ ประกอบด้วย การวัดระดับความลึกของร่องลึกปริทันต์ (Probing depth) และระดับการยึดเกาะของอวัยวะปริทันต์ (Clinical attachment level) โดยใช้เครื่องมือตรวจปริทันต์ชนิด PCP-UNC 15 ทำการตรวจฟันทุกซี่ในช่องปาก ยกเว้นตอรากฟันและฟันกรามแท้ซี่ที่สาม โดยวัด 6 ตำแหน่งในฟัน 1 ซี่ ได้แก่ ด้านใกล้กลางด้านแก้ม (Meso-buccal) ด้านแก้ม (Mid-buccal) ด้านไกลกลางด้านแก้ม (Disto-buccal) ด้านไกลกลางด้านเพดาน/ด้านไกลกลางด้านลิ้น (Disto-palatal/Disto-lingual) ด้านเพดาน/ด้านลิ้น (Mid-palatal/Mid-lingual) ด้านใกล้กลางด้านเพดาน/ด้านใกล้กลางด้านลิ้น (Meso-palatal/Meso-lingual) บันทึกค่าหน่วยเป็นมิลลิเมตร

การวิเคราะห์ผล การจำแนกโรคปริทันต์อักเสบ ใช้ระดับการยึดเกาะของอวัยวะปริทันต์ในการจำแนกโรค โดยมีการวิเคราะห์ ROC curve เพื่อวิเคราะห์หาจุดตัดของระดับค่าการยึดเกาะของอวัยวะปริทันต์ที่เหมาะสมในการทำนายกลุ่มอาการเมตาบอลิก ซึ่งจุดที่เหมาะสมที่สุดของการศึกษานี้ คือค่าการสูญเสียระดับการยึดเกาะของอวัยวะปริทันต์เฉลี่ยทั้งปาก ตั้งแต่ 3 มิลลิเมตรขึ้นไป จัดเป็นกลุ่มผู้ป่วยโรคปริทันต์อักเสบระดับรุนแรง

สถิติที่ใช้ เปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูลระหว่างกลุ่มศึกษาและกลุ่มควบคุม ด้วยสถิติ Mann-Whitney U Test สำหรับตัวแปรที่เป็นตัวแปรต่อเนื่อง Chi-squared test สำหรับตัวแปรเชิงกลุ่ม และใช้สถิติ Logistic Regression Analysis วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของกลุ่มอาการเมตาบอลิกกับโรคปริทันต์อักเสบระดับรุนแรง โดยการปรับอิทธิพลของปัจจัยกวน นำเสนอด้วย Adjusted odds ratio (OR) และ 95% Confidence interval (CI) กำหนดระดับนัยสำคัญที่ 0.05

ผล

จำนวนอาสาสมัครประกอบด้วยผู้ได้รับการวินิจฉัยเป็นกลุ่มอาการเมตาบอลิกจำนวน 100 ราย จำแนกเป็นเพศชาย 30 ราย และเพศหญิง 70 ราย ค่ามัธยฐาน (ควอไทล์ที่ 1 และควอไทล์ที่ 3) ของอายุเท่ากับ 60.50 (50.25-66.00) ปี และผู้ไม่มีกลุ่มอาการเมตาบอลิก จำนวน 100 ราย จำแนกเป็นเพศชาย 30 ราย และเพศหญิง 70 ราย ค่ามัธยฐาน (ควอไทล์ที่ 1 และควอไทล์ที่ 3) ของอายุเท่ากับ 60.00 (53.00-65.75) ปี กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีรายได้ครัวเรือนมากกว่า 25,000 บาท/เดือน ระดับการศึกษาส่วนใหญ่จบชั้นมัธยมปลายขึ้นไป และ

ร้อยละ 50 เป็นผู้ได้รับการจ้างงาน โดยไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างผู้ได้รับการวินิจฉัยว่ามีกลุ่มอาการเมตาบอลิก และผู้ไม่ได้รับการวินิจฉัยว่ามีกลุ่มอาการเมตาบอลิก รายละเอียดของเพศ อายุ รายได้ครัวเรือน ระดับ

การศึกษา และการจ้างงาน (ตารางที่ 1) ด้านพฤติกรรมสุขภาพพบว่าอาสาสมัครส่วนใหญ่เป็นผู้ไม่สูบบุหรี่ มีประวัติเคยรักษาทางทันตกรรมและรักษาทางปริทันต์ และมีพฤติกรรมการแปรงฟันไม่เกิน 2 ครั้ง/วัน รายละเอียด (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 1 ข้อมูลประชากรศาสตร์

Table 1 Demographic data

Variables	Total	Metabolic Syndrome		P-value
		yes	no	
Sex				
Male	60	30	30	-
Female	140	70	70	
Age [median(Q1-Q3)]	60.00 (51.25-66.00)	60.50 (50.25-66.00)	60.00 (53.00-65.75)	0.551 [#]
Household income (baht/month, N)				
< 25,000	86	41	45	0.701 [*]
25,000-49,900	49	27	22	
≥ 50,000 baht	65	32	33	
Educational level (N)				
≤ Primary school	37	14	23	0.253 [*]
High school	64	33	31	
≥ Bachelor's degree	99	53	46	
Occupation (N)				
Unemployed	36	15	21	0.458 [*]
Employed	100	50	50	
Retired	64	35	29	

[#]Mann-Whitney U test

^{*}Chi-square test

ตารางที่ 2 พฤติกรรมสุขภาพของกลุ่มตัวอย่าง

Table 2 Health behavior

Variables	Total	Metabolic Syndrome		P-value [*]
		yes	no	
Smoking status				
Former/Current smoker	27	13	14	0.836
Non smoker	173	87	86	
History of dental treatment				
Regular dental check up	87	45	42	0.669
See dentist only when symptoms arise/Never been to the dentist	113	55	58	
History of periodontal treatment (Scaling/Root planing)				
Yes	145	70	75	0.428
No	55	30	25	
Tooth brushing frequency				
≤ 2 time/day	160	75	85	0.077
≥ 3 times/day	40	25	15	

^{*}Chi-square test

ผลการตรวจร่างกายและการตรวจเลือด เพื่อประเมินองค์ประกอบของกลุ่มอาการเมตาบอลิก มีความแตกต่างกันระหว่างอาสาสมัครผู้ที่มีกลุ่มอาการเมตาบอลิก และผู้ไม่มีกลุ่มอาการเมตาบอลิก (ตารางที่ 3) การกระจายของแต่ละองค์ประกอบของกลุ่มอาการเมตาบอลิก (ตารางที่ 4) ผลการตรวจสภาวะปริพันธ์พบว่าทั้งผู้ที่มีกลุ่มอาการเมตาบอลิก และผู้ไม่มี

กลุ่มอาการเมตาบอลิกมีค่ามัธยฐาน (ควอไทล์ที่ 1 - ควอไทล์ที่ 3) ของจำนวนซีพีน ค่ามัธยฐานของร่องลึกปริทันต์ ค่ามัธยฐานการยึดเกาะของอวัยวะปริทันต์ ค่ามัธยฐานระดับการอักเสบของเหงือก และค่ามัธยฐานระดับอนามัยช่องปากที่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับผู้ไม่มีกลุ่มอาการเมตาบอลิก (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 3 ผลการตรวจร่างกาย และผลการตรวจเลือดในกลุ่มอาสาสมัคร

Table 3 Physical and blood chemistry results

Variables [Median (Q1-Q3)]	Metabolic Syndrome		P-value [#]
	Yes	No	
Body Mass Index (BMI, kg/m ²)	26.91 (24.86-30.08)	22.45 (20.41-25.04)	<0.001
Waist circumferences (WC, cm.)			
Male	95.75 (91.75-102.63)	85.40 (77.88-89.00)	<0.001
Female	89.00 (84.50-97.08)	77.75 (72.50-86.25)	<0.001
Fasting blood glucose (FBS, mg/dl)	97.50 (89.25-113.00)	88.00 (81.25-93.00)	<0.001
HbA1C (%)	5.87 (5.51-6.39)	5.43 (5.06-5.70)	<0.001
Triglyceride (TG, mg/dl)	131.00 (101.00-184.00)	83.50 (68.00-127.25)	<0.001
Low Density Lipoprotein (LDL, mg/dl)	129.01 (102.21-170.01)	134.09 (107.10-163.88)	0.702
High Density Lipoprotein (HDL, mg/dl)			
Male	40.70 (35.96-51.76)	47.91 (43.00-56.71)	0.026
Female	54.16 (46.21-64.00)	58.97 (53.21-65.37)	0.018
White blood count (WBC, x10 ³ u)	5.6 (4.72-6.93)	5.99 (5.15-7.09)	0.102
Red blood count (RBC, x10 ⁶ u)	4.93 (4.59-5.37)	4.75 (4.36-5.06)	0.027
Hemoglobin (HGB, gm/dl)			
Male	14.25 (13.62-15.42)	13.85 (12.37-14.60)	0.093
Female	13.20 (12.55-14.02)	12.70 (12.10-13.50)	0.019
Neutrophil (%)	57.60 (50.80-63.28)	55.60 (48.10-61.50)	0.178
Lymphocyte (%)	32.20 (27.20-38.23)	34.10 (28.40-39.10)	0.242
Neutrophil-lymphocyte ratio (NLR)	1.76 (1.37-2.33)	1.63 (1.23-2.12)	0.193
Monocyte (%)	5.85 (4.83-7.30)	6.60 (5.50-7.60)	0.035
Eosinophil (%)	2.70 (1.83-4.18)	2.80 (1.60-4.30)	0.753
Basophil (%)	0.60 (0.40-0.88)	0.50 (0.30-0.70)	0.321
Platelet (PLT, x10 ⁶ u)	256.50 (218.75-312.50)	238 (196-272)	0.050
Platelet-lymphocyte ratio (PLR)	7682.68 (6380.46-10550.60)	7020.31 (5431.03-6380.46)	0.045
Blood pressure (BP, mmHg)			
Systolic Blood Pressure	137.00 (128.25-146.00)	127.50 (118.00-139.00)	<0.001
Diastolic Blood Pressure	85.00 (75.00-90.75)	78.00 (71.00-84.00)	<0.001
Metabolic Components (N)			
0	0	21	
1 component	0	36	
2 components	0	43	
3 components	62	0	
4 components	25	0	
5 components	13	0	

[#]Mann-Whitney U test

ตารางที่ 4 การกระจายองค์ประกอบของกลุ่มอาการเมตาบอลิก

Table 4 The components distribution of the metabolic syndrome according to the harmonized criteria

Metabolic Components	N	
	0-2 (100)	≥ 3 (100)
Elevated fasting glucose/ Drug treatment of elevated glucose	4	50
Elevated waist circumference	35	95
Elevated triglycerides/Drug treatment for reduce triglycerides	17	72
Elevated blood pressure/Antihypertensive drug treatment in a patient with a history of hypertension	51	92
Reduced HDL-C	15	42

ตารางที่ 5 ค่าทางปริทันต์จำแนกตามกลุ่มผู้มีและไม่มีกลุ่มอาการเมตาบอลิก

Table 5 Periodontal parameters classified by subjects with and without metabolic syndrome

Periodontal parameters Median (Q1-Q3)	Metabolic Syndrome		p-value [#]
	Yes	No	
Remaining teeth	25.00 (22.00-27.00)	26.00 (22.25-27.75)	0.062
Periodontal probing depth (mm.)	2.61 (2.42-2.86)	2.54 (2.30-2.83)	0.084
Clinical attachment level (mm.)	3.22 (2.85-3.82)	3.06 (2.71-3.43)	0.060
Gingival index	1.29 (1.17-1.40)	1.27 (1.11-1.39)	0.445
Plaque index	1.15 (1.05-1.29)	1.12 (1.00-1.29)	0.135
Mean CAL ≥ 3 mm. (N)	67	54	0.060 [*]

[#]Mann-Whitney U test

^{*}Chi-square test

การจำแนกโรคปริทันต์อักเสบ ผู้วิจัยใช้ค่าเฉลี่ยการยึดเกาะของอวัยวะปริทันต์ทั้งปากตั้งแต่ 3 มิลลิเมตรขึ้นไป ตามการวิเคราะห์ ROC curve เป็นค่าที่แบ่งระหว่างผู้ป่วยโรคปริทันต์อักเสบระดับรุนแรงออกจากกลุ่มผู้ป่วยโรคปริทันต์อักเสบระดับน้อยกว่า จากนั้นทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์แบบ Univariable model ด้วย Binary Logistic Regression ระหว่างกลุ่มอาการเมตาบอลิก กับปัจจัยต่างๆ ได้แก่ เพศชาย อายุ รายได้ครัวเรือนที่น้อยกว่า 25,000 บาท/เดือน ระดับการศึกษาไม่เกินประถมศึกษา ผู้ที่มีพฤติกรรมการสูบบุหรี่ ความถี่ในการแปรงฟันไม่เกิน 2 ครั้ง/วัน ระดับการอักเสบของเหงือก รวมถึงการตรวจพบโรคปริทันต์อักเสบระดับรุนแรง ไม่พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เมื่อทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์แบบ Multivariable model ด้วย Binary Logistic Regression โดยกำหนดให้การตรวจพบกลุ่มอาการเมตาบอลิกเป็นตัวแปรตาม และมีการควบคุมตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กับโรคปริทันต์อักเสบ ซึ่งอาจมีผลต่อการตรวจพบกลุ่มอาการเมตาบอลิก ได้แก่ เพศชาย อายุ รายได้เฉลี่ยครัวเรือนที่น้อยกว่า 25,000 บาท/เดือน ระดับการศึกษาไม่เกินประถมศึกษา ผู้ที่มีพฤติกรรมการสูบบุหรี่ ความถี่ในการแปรงฟันไม่เกิน 2 ครั้ง/วัน ระดับการอักเสบของเหงือก และการตรวจพบโรคปริทันต์อักเสบระดับรุนแรง ผลการวิเคราะห์พบความสัมพันธ์ของผู้มีกลุ่มอาการเมตาบอลิก กับโรคปริทันต์อักเสบระดับรุนแรง (OR = 1.929, 95% CI: 1.010-3.687) (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างสภาวะปริทันต์ ข้อมูลประชากรศาสตร์ และองค์ประกอบของเมตาบอลิก

Table 6 Association between metabolic syndrome and severe periodontitis

factor	N	MS $\geq$ 3 components			
		Crude OR (95% CI)	p-value	Adjusted OR (95% CI)	p-value
Severe periodontitis (Mean CAL $\geq$ 3 mm)	121	1.730 (0.975-3.068)	0.061	1.929 (1.010-3.687)	0.047
Age	200	1.014 (0.983-1.045)	0.385	1.018 (0.985-1.053)	0.290
Male	60	1.000 (0.546-1.831)	1.000	0.881 (0.427-1.818)	0.731
Smoking behavior	27	0.918 (0.408-2.067)	0.836	0.913 (0.343-2.427)	0.855
Education $\leq$ Primary school	37	0.528 (0.244-1.144)	0.106	0.386 (0.139-1.072)	0.068
Household income < 25,000 bath/month	86	0.940 (0.493-1.790)	0.850	1.543 (0.662-3.595)	0.315
Tooth brushing frequency $\leq$ 2 times/day	160	0.529 (0.260-1.078)	0.080	0.547 (0.260-1.153)	0.113
Gingival index	200	1.573 (0.359-6.905)	0.548	1.227 (0.240-6.270)	0.806

Individuals with 0-2 components were used as the reference group

บทวิจารณ์

การศึกษานี้เป็นการศึกษาแบบมีกลุ่มควบคุมเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มอาการเมตาบอลิกกับสภาวะปริทันต์ โดยกลุ่มศึกษาแบ่งเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ ผู้มีกลุ่มอาการเมตาบอลิกและผู้ไม่มีกลุ่มอาการเมตาบอลิก หากทำการหาความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มอาการเมตาบอลิกกับโรคปริทันต์อักเสบระดับรุนแรงเพียงปัจจัยเดียวไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างสองตัวแปรนี้ แต่เมื่อทำการวิเคราะห์เพิ่มเติมโดยควบคุมตัวแปรที่เป็นปัจจัยกวนซึ่งเป็นปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดโรคปริทันต์อักเสบซึ่งจะมีผลต่อความสัมพันธ์ของโรคปริทันต์อักเสบและกลุ่มอาการเมตาบอลิก ได้แก่ เพศ อายุ รายได้เฉลี่ยครัวเรือน ระดับการศึกษา พฤติกรรมการสูบบุหรี่ ความถี่ในการแปรงฟัน ระดับการอักเสบของเหงือก ทำให้พบความสัมพันธ์ที่แท้จริงระหว่างกลุ่มอาการเมตาบอลิกกับโรคปริทันต์อักเสบระดับรุนแรงของการศึกษานี้ โดยพบว่าในกลุ่มตัวอย่างที่เป็นโรคปริทันต์อักเสบระดับรุนแรงมีโอกาสตรวจพบกลุ่มอาการเมตาบอลิก 1.929 เท่า เมื่อเทียบกับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นโรคปริทันต์อักเสบในระดับที่รุนแรงน้อยกว่า ซึ่งสอดคล้องกับหลายการศึกษา ที่พบว่าผู้มีกลุ่มอาการเมตาบอลิกจะสัมพันธ์กับการตรวจพบโรคปริทันต์อักเสบ^{8,9,19} หรือมีการตรวจพบกลุ่มอาการเมตาบอลิกในผู้ที่มีโรคปริทันต์อักเสบ^{11,20} โดยในแต่ละการศึกษาอาจมีระดับความสัมพันธ์ที่แตกต่างกันไป ตั้งแต่

การพบความสัมพันธ์ในระดับน้อย^{21,22} ไปจนถึงระดับมาก^{13,19} ทั้งนี้ความแตกต่างของผลการศึกษานี้ขึ้นอยู่กับขนาดและลักษณะของประชากรที่นำมาศึกษา การออกแบบการศึกษา รวมไปถึงการตรวจและวินิจฉัยโรคปริทันต์อักเสบและกลุ่มอาการเมตาบอลิกที่มีความแตกต่างกัน

การศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของกลุ่มอาการเมตาบอลิกกับโรคปริทันต์อักเสบ มีการศึกษาในหลายรูปแบบด้วยกัน การสำรวจสภาวะสุขภาพแห่งชาติครั้งที่ 3 ของประเทศสหรัฐอเมริกา ในกลุ่มประชากร 13,665 ราย ช่วงอายุ 18-90 ปี พบผู้ที่มีกลุ่มอาการเมตาบอลิกในช่วงอายุ 18-24 ปี มีโอกาสตรวจพบโรคปริทันต์อักเสบได้ 2.2 เท่า (95% CI: 1.131-4.291) และในกลุ่มผู้ที่มีอาการเมตาบอลิกอายุ 25-34 ปี มีโอกาสพบโรคปริทันต์อักเสบได้ 2.1 เท่า (95% CI: 1.281-3.432) เมื่อเทียบกับผู้ที่ไม่มีความเสี่ยงต่อกลุ่มอาการเมตาบอลิก²³ การสำรวจสภาวะสุขภาพของประเทศเกาหลี ในปี 2013-2015 กลุ่มสำรวจ 8,314 คน ช่วงอายุ 35-79 ปี พบว่ากลุ่มผู้ป่วยโรคปริทันต์อักเสบมีโอกาสตรวจพบกลุ่มอาการเมตาบอลิก 1.422 เท่า (95% CI: 1.26-1.61) เมื่อเทียบกับกลุ่มที่ไม่เป็นโรคปริทันต์อักเสบ²⁴ นอกจากนี้ การศึกษาของประเทศไต้หวัน ที่ทำการศึกษาผู้ป่วยในโรงพยาบาล จำนวน 33,740 ราย พบว่า เพศหญิงที่เป็นโรคเหงือกอักเสบ หรือ โรคปริทันต์อักเสบ มีโอกาสตรวจพบกลุ่มอาการเมตาบอลิกได้ 1.42 เท่า

(95% CI: 1.30-1.56) และ 1.52 เท่า (95% CI: 1.41-1.63) ตามลำดับ ขณะที่กลุ่มตัวอย่างที่เป็นเพศชาย พบความสัมพันธ์ในระดับต่ำ⁷ และการศึกษาในกลุ่มตัวอย่างคนไทยทำงานการไฟฟ้าฝ่ายผลิต จำนวน 5,690 คนในปี 2021 พบความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มอาการเมตาบอลิกกับโรคปริทันต์อักเสบในกลุ่มตัวอย่างที่มีอายุน้อยกว่า 45 ปี¹⁵

การศึกษาแบบมีกลุ่มควบคุมส่วนใหญ่พบความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มอาการเมตาบอลิกกับโรคปริทันต์อักเสบ การศึกษาของ Han และคณะในปี 2012⁹ พบว่าในกลุ่มผู้มีโรคปริทันต์อักเสบจะมีแนวโน้มตรวจพบกลุ่มอาการเมตาบอลิกมากกว่าผู้ไม่มีโรคปริทันต์อักเสบ โดยพบความสัมพันธ์ชัดเจนขึ้นในกลุ่มตัวอย่างอายุ 45-60 ปี และความสัมพันธ์ไม่ได้ขึ้นกับปริมาณการศึกษาของ Li และคณะในปี 2009⁸ พบความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มอาการเมตาบอลิกกับโรคปริทันต์อักเสบ โดยพบว่าในกลุ่มตัวอย่างเพศชายจะพบความสัมพันธ์ในกลุ่มอายุน้อย ขณะที่กลุ่มตัวอย่างเพศหญิงพบความสัมพันธ์ในกลุ่มอายุมาก การศึกษาของ Gomes-Filho และคณะในปี 2020²⁵ พบความสัมพันธ์ของกลุ่มอาการเมตาบอลิกกับโรคปริทันต์อักเสบระดับรุนแรง เช่นเดียวกับการศึกษาของ Pham และคณะในปี 2018¹⁹ ที่พบความสัมพันธ์ของกลุ่มอาการเมตาบอลิกกับโรคปริทันต์อักเสบระดับรุนแรงเช่นกัน

เมื่อทำการพิจารณาผลการตรวจเลือด การศึกษานี้พบว่าค่าอัตราส่วนของจำนวนเม็ดเลือดขาวนิวโทรฟิลต่อจำนวนลิมโฟไซต์ในเลือด (neutrophil-lymphocyte ratio; NLR) และ อัตราส่วนจำนวนเกล็ดเลือดต่อจำนวนลิมโฟไซต์ในเลือด (platelet-lymphocyte ratio; PLR) ซึ่งเป็นเครื่องหมายบ่งชี้ค่าการอักเสบของระบบร่างกาย (systemic inflammation) ที่หลายๆ การศึกษานำมาใช้ในการทำนายความรุนแรงและอัตราการรอดชีวิตของโรคต่างๆ ได้แก่ โรคหัวใจอุดตัน โรคมะเร็ง และใช้ทำนายโอกาสในการเกิดโรคที่มีความเกี่ยวข้องกับระบบหลอดเลือด เช่น กลุ่มอาการเมตาบอลิก เป็นต้น^{26,27} นอกจากนี้ยังมีการศึกษาที่พบความสัมพันธ์ระหว่างค่าอัตราส่วนของจำนวนเม็ดเลือดขาวนิวโทรฟิลต่อจำนวนลิมโฟไซต์ในเลือด กับโรคปริทันต์อักเสบระดับรุนแรง²⁸ โดยการศึกษาพบว่าค่าอัตราส่วนของจำนวนเม็ดเลือดขาวนิวโทรฟิลต่อจำนวนลิมโฟไซต์ในเลือดของผู้มีกลุ่มอาการเมตาบอลิก และผู้ไม่มีกลุ่มอาการเมตาบอลิกมีค่าไม่แตกต่างกัน อาจเป็นไปได้ว่า ระดับความรุนแรงของโรคปริทันต์อักเสบในกลุ่มผู้ป่วยทั้งสองกลุ่มไม่มีความแตกต่างกันมากนัก ขณะที่ค่าอัตราส่วนจำนวนเกล็ดเลือดต่อจำนวนลิมโฟไซต์ในเลือดซึ่งสัมพันธ์กับค่า ซีรีแอคทีฟ

โปรตีน (C-reactive protein, CRP)²⁶ มีค่าเพิ่มขึ้นในผู้ป่วยกลุ่มเมตาบอลิกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งมีการศึกษาที่พบว่า ในกลุ่มผู้ป่วยที่มีความทนต่อน้ำตาลบกพร่อง (impaired glucose tolerance) หรือกลุ่มที่เพิ่งได้รับการวินิจฉัยว่าเป็นโรคเบาหวาน จะมีค่าอัตราส่วนจำนวนเกล็ดเลือดต่อจำนวนลิมโฟไซต์ในเลือดลดลง ขณะที่กลุ่มผู้ป่วยที่มีภาวะเบาหวานมานานจะมีค่าอัตราส่วนจำนวนเกล็ดเลือดต่อจำนวนลิมโฟไซต์ในเลือดเพิ่มขึ้น²⁹ ซึ่งกลุ่มผู้มีอาการเมตาบอลิกในการศึกษานี้ส่วนใหญ่ได้รับการวินิจฉัยว่าเป็นโรคเบาหวานและมีการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดจนมีค่าคงที่แล้ว จึงอาจมีผลต่อค่าความสัมพันธ์ที่ตรวจพบในการศึกษานี้

การศึกษานี้พบความสัมพันธ์ระหว่างโรคปริทันต์อักเสบระดับรุนแรงกับกลุ่มอาการเมตาบอลิก ซึ่งผลของความสัมพันธ์พบว่าผู้ที่มีโรคปริทันต์อักเสบระดับรุนแรงมีโอกาสที่จะตรวจพบกลุ่มอาการเมตาบอลิก 1.929 เท่า (95% CI: 1.010-3.687) เมื่อเทียบกับผู้ไม่มีโรคปริทันต์อักเสบระดับรุนแรง ซึ่งผลการศึกษานี้เป็นไปในทิศทางเดียวกับการศึกษาแบบมีกลุ่มควบคุมที่ผ่านมา^{9,25} ระดับความสัมพันธ์ที่ตรวจพบในการศึกษานี้มีความใกล้เคียงกับการศึกษาก่อนหน้า ค่าความสัมพันธ์อยู่ในช่วง 1.76-2.72^{9,10,20,25} ส่วนการศึกษาของ Pham และคณะพบระดับความสัมพันธ์สูงถึง 4.06 เท่า ความแตกต่างของระดับความสัมพันธ์ที่ได้ในแต่ละการศึกษา อาจเกิดจากหลายปัจจัย ได้แก่กลุ่มตัวอย่างที่ศึกษา เกณฑ์การวินิจฉัยโรคปริทันต์อักเสบ รวมไปถึงองค์ประกอบต่างๆ ของกลุ่มอาการเมตาบอลิก

กลุ่มตัวอย่างในแต่ละการศึกษานั้น มีความแตกต่างกันในสัดส่วนของเพศ และอายุ โดยหลายการศึกษาพบความสัมพันธ์ที่ต่างกันในเพศชายและหญิง²⁵ อีกทั้งความสัมพันธ์ที่ตรวจพบยังมีความแตกต่างกันในแต่ละช่วงอายุ อย่างไรก็ตาม การศึกษานี้ได้ทำการควบคุมตัวแปรด้านเพศและอายุให้มีความใกล้เคียงกันคล้ายกับหลายการศึกษาที่ได้มีรายงานมา^{9,19} นอกจากนี้เกณฑ์การวินิจฉัยโรคปริทันต์อักเสบในแต่ละการศึกษาก็มีความแตกต่างกัน การศึกษาของ Han และคณะ⁹ ทำการวัดค่าปริทันต์โดยดัชนี CPI ซึ่งอาจจะไม่ใช่ค่าที่แสดงการสูญเสียของอวัยวะปริทันต์อย่างแท้จริง การศึกษาของ Campos ปี 2020¹⁰ ใช้เกณฑ์การวินิจฉัยโรคปริทันต์อักเสบของสมาคมปริทันต์วิทยาแห่งประเทศไทย สหรัฐอเมริกาในปี 2018 ส่วนการศึกษาของ Jaramillo และคณะ²⁰ ใช้เกณฑ์ของศูนย์ควบคุมและป้องกันโรคติดต่อสหรัฐอเมริกา ร่วมกับสมาคมโรคปริทันต์ของประเทศ

สหรัฐอเมริกา (CDC/AAP) การศึกษาของ Campos และคณะ¹⁰ ใช้ค่าร้อยละของความถี่ของโรคปริทันต์ และร้อยละของการติดเชื้อของอวัยวะปริทันต์ สำหรับการศึกษานี้ใช้ค่าเฉลี่ยระดับการติดเชื้อของอวัยวะปริทันต์ทั้งปวงเป็นเกณฑ์ในการจำแนกโรคปริทันต์อักเสบ เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างมีประวัติเคยได้รับการรักษาทางปริทันต์มาก่อน ดังนั้นการใช้เกณฑ์ที่มีความถี่ของโรคปริทันต์เป็นตัวชี้วัดในการจำแนกโรค อาจไม่ได้แสดงระดับการทำลายของอวัยวะปริทันต์ที่แท้จริงของกลุ่มประชากรนี้ ความหลากหลายของเกณฑ์การวินิจฉัยเหล่านี้อาจมีผลต่อการเปรียบเทียบค่าความสัมพันธ์ระหว่างการศึกษาค้นคว้าได้

ปัจจัยสำคัญอีกประการหนึ่ง คือองค์ประกอบของกลุ่มอาการเมตาบอลิกที่อาจมีผลต่อค่าความสัมพันธ์ที่ตรวจพบชนิดขององค์ประกอบมีอิทธิพลต่อค่าความสัมพันธ์ในแต่ละการศึกษา มีการศึกษาที่พบความสัมพันธ์ระหว่างโรคปริทันต์อักเสบกับรอบเอวที่เพิ่มขึ้น³⁰ ค่าน้ำตาลในเลือดสูงและค่าไขมันความหนาแน่นสูงในเลือดที่ต่ำมีผลในการตรวจพบโรคปริทันต์อักเสบในกลุ่มศึกษาโดยเฉพาะเพศหญิง^{4,12,20} บางการศึกษาพบว่ารอบเอวที่เพิ่มขึ้นร่วมกับภาวะไขมันความหนาแน่นสูงในเลือดต่ำสัมพันธ์กับโรคปริทันต์และระดับการติดเชื้อของอวัยวะปริทันต์ที่เพิ่มขึ้น³¹ หรือการเพิ่มระดับของไตรกลีเซอไรด์ในผู้ป่วยโรคปริทันต์อักเสบ³² อย่างไรก็ตาม ในความหลากหลายของผลการศึกษา พบว่าองค์ประกอบที่มักพบความสัมพันธ์กับโรคปริทันต์อักเสบมากที่สุด คือ ภาวะที่มีค่าน้ำตาลในเลือดสูง^{11,20,33,34} การศึกษานี้มีกลุ่มตัวอย่างที่มีกลุ่มอาการเมตาบอลิกมีองค์ประกอบของภาวะน้ำตาลในเลือดสูงมากกว่ากลุ่มควบคุม เมื่อเทียบกับองค์ประกอบอื่น ภาวะน้ำตาลในเลือดสูงจึงอาจมีอิทธิพลต่อความสัมพันธ์ที่ตรวจพบในการศึกษานี้ ปัจจัยอีกประการคือ กลุ่มที่ไม่ได้รับการวินิจฉัยว่ามีกลุ่มอาการเมตาบอลิก เป็นกลุ่มที่ยังมีองค์ประกอบของกลุ่มอาการเมตาบอลิกแต่ไม่ครบ 3 องค์ประกอบ ซึ่งอาจมีผลต่อค่าความสัมพันธ์ที่ตรวจพบได้

ความสัมพันธ์ระหว่างโรคปริทันต์อักเสบกับกลุ่มอาการเมตาบอลิกยังไม่ทราบกลไกที่ชัดเจน เชื่อว่าอาจจะมี ความสัมพันธ์ผ่านทางเนื้อเยื่อไขมัน (Adipose tissue) ที่สามารถหลั่งฮอร์โมนหรือไซโตไคน์ ที่เรียกว่า อะดิโปไคน์³⁵ ซึ่งในภาวะที่มีโรคอ้วนนั้นจะส่งผลต่อสมดุลของกระบวนการอักเสบในร่างกาย นอกจากนี้ ยังมีรายงานการวิเคราะห์ห่อหุ้ม (meta-analysis) ที่พบว่าโรคปริทันต์อักเสบมีความสัมพันธ์กับการลดระดับของไขมันความหนาแน่นสูงและเพิ่มระดับไขมันชนิดความหนาแน่นต่ำ และไตรกลีเซอไรด์³⁶ ซึ่งภาวะความไม่

สมดุลของระดับไขมันนี้ อาจเป็นผลมาจากการติดเชื้อแบคทีเรียจากโรคปริทันต์อักเสบทำให้เกิดภาวะการอักเสบที่มีผลต่อกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางเคมี (metabolism) ของไขมัน ขณะเดียวกันความสัมพันธ์นี้อาจเป็นความสัมพันธ์แบบสองทาง กล่าวคือ ภาวะความไม่สมดุลของไขมันก็อาจทำให้เกิดความไม่สมดุลของกระบวนการอักเสบและส่งเสริมความเสี่ยงต่อการเกิดและการดำเนินโรคปริทันต์อักเสบได้³²

การศึกษาค้นคว้านี้เป็นการศึกษาในกลุ่มประชากรไทย ซึ่งได้เคยมีรายงานการศึกษาไม่มาก¹³⁻¹⁵ และเป็นการศึกษาเชิงสำรวจ โดยการศึกษาที่ออกแบบให้มีการคัดเลือกอาสาสมัคร 2 กลุ่มที่มีสัดส่วนของเพศและอายุที่ไม่แตกต่างกันระหว่างผู้มี/ไม่มีกลุ่มอาการเมตาบอลิก นอกจากนี้ยังทำการตรวจฟันทุกซี่ในช่องปาก เพื่อทำให้ทราบสภาวะปริทันต์ที่แท้จริงของกลุ่มศึกษา ซึ่งในบางการศึกษาที่ผ่านมาใช้เพียงการตรวจฟันบางส่วน หรือใช้การตรวจ CPI ซึ่งอาจไม่แสดงค่าการทำลายของอวัยวะปริทันต์ที่แท้จริงของกลุ่มศึกษาได้⁹ นอกจากนี้การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของกลุ่มอาการเมตาบอลิกกับสภาวะปริทันต์ของกลุ่มตัวอย่าง ได้มีการควบคุมปัจจัยที่อาจมีผลต่อการเกิดโรคปริทันต์อักเสบ ได้แก่ อายุ เพศ เศรษฐฐานะ การศึกษา การสูบบุหรี่ เพื่อให้ทราบระดับความสัมพันธ์ที่แท้จริงของกลุ่มอาการเมตาบอลิกกับสภาวะปริทันต์ อย่างไรก็ตาม การศึกษานี้เป็นการศึกษาในช่วงเวลาเดียวจึงมีข้อจำกัดบางประการ เช่น การคัดเลือกกลุ่มศึกษาซึ่งไม่ได้เป็นการคัดเลือกแบบสุ่มทำให้กลุ่มศึกษาอาจไม่ใช่ตัวแทนของกลุ่มประชากรทั่วไปได้ อีกทั้งไม่สามารถบอกถึงสาเหตุการเกิดโรคได้ ข้อจำกัดอีกประการหนึ่ง คือเกณฑ์การวินิจฉัยโรคปริทันต์อักเสบในการศึกษานี้ใช้ค่าเฉลี่ยการติดเชื้อของอวัยวะปริทันต์เป็นเกณฑ์ในการจำแนกโรค ซึ่งอาจไม่สามารถนำไปเปรียบเทียบกับการศึกษาอื่นได้ กลุ่มศึกษาในครั้งนี้มีอายุเฉลี่ยค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับการศึกษาอื่น^{10,20} เนื่องจากธรรมชาติของกลุ่มอาการเมตาบอลิกและโรคปริทันต์อักเสบมักจะเกิดวัยผู้ใหญ่จนถึงผู้สูงอายุ³² ประกอบกับกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เคยได้รับการรักษาทางปริทันต์มาก่อน และกลุ่มตัวอย่างที่ตรวจพบกลุ่มอาการเมตาบอลิกบางส่วนได้รับยาเพื่อควบคุมกลุ่มอาการเมตาบอลิก จึงอาจมีผลต่อความสัมพันธ์ที่ตรวจพบได้ การศึกษาถึงกลไกความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มอาการเมตาบอลิกกับโรคปริทันต์อักเสบจะช่วยทำให้เกิดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของโรคทั้งสองได้ดียิ่งขึ้น

บทสรุป

การศึกษานี้ตรวจพบความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มอาการเมตาบอลิกกับโรคปริทันต์อักเสบระดับรุนแรง โดยผู้มีโรคปริทันต์อักเสบระดับรุนแรงเพิ่มความเสี่ยงของการตรวจพบกลุ่มอาการเมตาบอลิก 1.929 เท่า (95% CI: 1.010-3.687) เทียบกับกลุ่มผู้มีโรคปริทันต์อักเสบระดับต่ำกว่า การเฝ้าระวังผู้ป่วยโรคปริทันต์อักเสบระดับรุนแรงให้มีการตรวจคัดกรองกลุ่มอาการเมตาบอลิกอาจช่วยในการวินิจฉัยกลุ่มอาการเมตาบอลิกในกลุ่มผู้ป่วยที่ยังไม่เคยได้รับการตรวจวินิจฉัยได้

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนงานวิจัย จากราชวิทยาลัยทันตแพทย์แห่งประเทศไทย และทุนบัณฑิตศึกษา คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.สมเดช ศรีชัยรัตนกุล ภาควิชาชีวเคมี คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และ อาจารย์ชัชศรี เชื้อนสุวรรณ สาขาวิชาชีววิทยาช่องปาก คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์ช่วยเหลือทางห้องปฏิบัติการชีวเคมี ขอขอบคุณอาจารย์เกสัชกร ดร.จิตชนก เรือนก้อน ศูนย์วิจัยเภสัชระบาดวิทยาและสถิติ คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่ให้ความกรุณาเป็นที่ปรึกษาทางสถิติ และสอบทานต้นฉบับ อาจารย์ทันตแพทย์หญิงเบญญาภา ศิรินิรันดร์ คุณรัตนา บัวลอย ทันตแพทย์หญิงอารดา ภัทรพงศ์านต์ และทันตแพทย์หญิงธัญชนก บุรีศรี ที่ให้ความช่วยเหลือด้านการทำงานวิจัยเป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

- Page RC, Kornman KS. The pathogenesis of human periodontitis: an introduction. *Periodontol* 2000 1997;14:9-11.
- Cullinan MP, Seymour GJ. Periodontal disease and systemic illness: will the evidence ever be enough? *Periodontol* 2000 2013;62(1):271-86.
- Genco RJ, Borgnakke WS. Risk factors for periodontal disease. *Periodontol* 2000 2013;62(1):59-94.
- Andriankaja OM, Sreenivasa S, Dunford R, DeNardin E. Association between metabolic syndrome and periodontal disease. *Aust Dent J* 2010;55(3):252-9.
- Sakurai SI, Yamada SI, Karasawa I, Sakurai A, Kurita H. A longitudinal study on the relationship between dental health and metabolic syndrome in Japan. *J Periodontol* 2019;90(7):728-46.
- Kim OS, Shin MH, Kweon SS, Lee YH, Kim OJ, Kim YJ, et al. The severity of periodontitis and metabolic syndrome in Korean population: The Dong-gu study. *J Periodontol Res* 2018;53(3):362-8.
- Tu YK, D'Aiuto F, Lin HJ, Chen YW, Chien KL. Relationship between metabolic syndrome and diagnoses of periodontal diseases among participants in a large Taiwanese cohort. *J Clin Periodontol* 2013;40(11):994-1000.
- Li P, He L, Sha YQ, Luan QX. Relationship of metabolic syndrome to chronic periodontitis. *J Periodontol* 2009;80(4):541-9.
- Han DH, Lim S, Paek D, Kim HD. Periodontitis could be related factors on metabolic syndrome among Koreans: a case-control study. *J Clin Periodontol* 2012;39(1):30-7.
- Campos JR, Costa FO, Cota LOM. Association between periodontitis and metabolic syndrome: A case-control study. *J Periodontol* 2020;91(6):784-91.
- Nibali L, D'Aiuto F, Griffiths G, Patel K, Suvar J, Tonetti MS. Severe periodontitis is associated with systemic inflammation and a dysmetabolic status: a case-control study. *J Clin Periodontol* 2007;34(11):931-7.
- Furuta M, Shimazaki Y, Takeshita T, Shibata Y, Akifusa S, Eshima N, et al. Gender differences in the association between metabolic syndrome and periodontal disease: the Hisayama Study. *J Clin Periodontol* 2013;40(8):743-52.
- Thanakun S, Watanabe H, Thaweboon S, Izumi Y. Association of untreated metabolic syndrome with moderate to severe periodontitis in Thai population. *J Periodontol* 2014;85(11):1502-14.

14. Chomkhakhai U, Thanakun S, Khovidhunkit SP, Khovidhunkit W, Thaweboon S. Oral health in Thai patients with metabolic syndrome. *Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews* 2009;3(4):192-7.
15. Suwanprasit W, Lertpimonchai A, Thienpramuk L, Vathesatogkit P, Sritara P, Tamsailom S. Metabolic syndrome and severe periodontitis were associated in Thai adults: A cross-sectional study. *J Periodontol* 2021;92(10):1420-9.
16. Alberti KG, Eckel RH, Grundy SM, Zimmet PZ, Cleeman JI, Donato KA, et al. Harmonizing the metabolic syndrome: a joint interim statement of the International Diabetes Federation Task Force on Epidemiology and Prevention; National Heart, Lung, and Blood Institute; American Heart Association; World Heart Federation; International Atherosclerosis Society; and International Association for the Study of Obesity. *Circulation* 2009;120(16):1640-5.
17. Loe H, Silness J. Periodontal Disease in Pregnancy. I. Prevalence and Severity. *Acta Odontol Scand* 1963;21:533-51.
18. Silness J, Loe H. Periodontal Disease in Pregnancy. II. Correlation between Oral Hygiene and Periodontal Condition. *Acta Odontol Scand* 1964;22:121-35.
19. Pham T. The association between periodontal disease severity and metabolic syndrome in Vietnamese patients. *Int J Dent Hyg* 2018;16(4): 484-91.
20. Jaramillo A, Contreras A, Lafaurie GI, Duque A, Ardila CM, Duarte S, et al. Association of metabolic syndrome and chronic periodontitis in Colombians. *Clin Oral Investig* 2017;21(5):1537-44.
21. Koo HS, Hong SM. Prevalence and Risk Factors for Periodontitis Among Patients with Metabolic Syndrome. *Metab Syndr Relat Disord* 2018;16(7): 375-81.
22. Muskopf ML, Daudt LD, Weidlich P, Gerchman F, Gross JL, Oppermann RV. Metabolic syndrome as a risk indicator for periodontal disease and tooth loss. *Clin Oral Investig* 2017;21(2):675-83.
23. Al-Zahrani MS, Bissada NF, Borawski EA. Obesity and periodontal disease in young, middle-aged, and older adults. *J Periodontol* 2003;74(5):610-5.
24. Kim JS, Kim SY, Byon MJ, Lee JH, Jeong SH, Kim JB. Association between periodontitis and metabolic syndrome in a Korean nationally representative sample of adults aged 35-79 years. *Int J Environ Res Public Health* 2019; 16(16):2930.
25. Gomes-Filho IS, Balinha Idsce, da Cruz SS, Trindade SC, Cerqueira EMM, Passos-Soares JS, et al. Moderate and severe periodontitis are positively associated with metabolic syndrome. *Clin Oral Investig* 2021;25(6):3719-27.
26. Akboga MK, Canpolat U, Yuksel M, Yayla C, Yilmaz S, Turak O, et al. Platelet to lymphocyte ratio as a novel indicator of inflammation is correlated with the severity of metabolic syndrome: A single center large-scale study. *Platelets* 2016;27(2): 178-83.
27. Liu CC, Ko HJ, Liu WS, Hung CL, Hu KC, Yu LY, et al. Neutrophil-to-lymphocyte ratio as a predictive marker of metabolic syndrome. *Medicine (Baltimore)* 2019;98(43):e17537.
28. Torrungruang K, Ongphiphadhanakul B, Jitpakdeebordin S, Sarujikumjornwatana S. Mediation analysis of systemic inflammation on the association between periodontitis and glycaemic status. *J Clin Periodontol* 2018; 45(5):548-56.
29. Mertoglu C, Gunay M. Neutrophil-Lymphocyte ratio and Platelet-Lymphocyte ratio as useful predictive markers of prediabetes and diabetes mellitus. *Diabetes Metab Syndr* 2017;11(Suppl 1):S127-S31.

30. Iwasaki M, Sato M, Minagawa K, Manz MC, Yoshihara A, Miyazaki H. Longitudinal relationship between metabolic syndrome and periodontal disease among Japanese adults aged ≥ 70 years: the Niigata Study. J Periodontol 2015;86(4):491-8.
31. Shimazaki Y, Saito T, Yonemoto K, Kiyohara Y, Iida M, Yamashita Y. Relationship of metabolic syndrome to periodontal disease in Japanese women: the Hisayama Study. J Dent Res 2007;86(3):271-5.
32. Jepsen S, Suvan J, Deschner J. The association of periodontal diseases with metabolic syndrome and obesity. Periodontol 2000 2020;83(1):125-53.
33. Benguigui C, Bongard V, Ruidavets JB, Chamontin B, Sixou M, Ferrieres J, et al. Metabolic syndrome, insulin resistance, and periodontitis: a cross-sectional study in a middle-aged French population. J Clin Periodontol 2010;37(7):601-8.
34. Zadik Y, Bechor R, Galor S, Levin L. Periodontal disease might be associated even with impaired fasting glucose. Br Dent J 2010;208(10):E20.
35. Lehr S, Hartwig S, Sell H. Adipokines: a treasure trove for the discovery of biomarkers for metabolic disorders. Proteomics Clin Appl 2012;6(1-2):91-101.
36. Nepomuceno R, Pigossi SC, Finoti LS, Orrico SRP, Cirelli JA, Barros SP, et al. Serum lipid levels in patients with periodontal disease: A meta-analysis and meta-regression. J Clin Periodontol 2017;44(12):1192-207.

ผู้รับผิดชอบบทความ

พรรณวดี พันธุ์ชัย

ภาควิชาทันตกรรมบูรณะและปริทันตวิทยา

คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ 50200

โทรศัพท์ : 081 746 8529

โทรสาร : 053 222 844

จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ : panwadee.b@cmu.ac.th

Metabolic Syndrome is Associated with Severe Periodontitis in a Group of Thai Population

Lorsuwan P* Bandhaya P**

Abstract

The purpose of this case-control study was to assess the association between Metabolic syndrome (MS) and periodontitis. One hundred participants with MS and 100 without MS, aged 40-81 years old, were recruited from the Faculty of Dentistry, Chiang Mai University. Socio-demographic characteristic and oral health-related behaviour were obtained from participants. The anthropometric index and blood test were performed to define MS by harmonized criteria. Severity level of periodontitis was categorized by mean clinical attachment level (CAL). Participants with the mean CAL ≥ 3 mm were classified into the severe periodontitis group. There is positive association between the severe periodontitis and participants with MS. (OR=1.929, 95% CI: 1.010-3.687). Dentists should be aware of the association between MS and periodontitis.

Keywords: Metabolic Syndrome/ Periodontitis/ Risk factor/ Thailand

Corresponding Author

Panwadee Bandhaya

Department of Restorative Dentistry and Periodontology,

Faculty of Dentistry, Chiang Mai University,

Amphur Muang, Chiang Mai, 50200.

Tel.: +66 81 746 8529

Fax.: +66 53 222 844

Email: panwadee.b@cmu.ac.th

* Residency Training Program Student, Department of Restorative Dentistry and Periodontology, Faculty of Dentistry, Chiang Mai University, Amphur Muang, Chiang Mai.

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

การพัฒนาและใช้แบบประเมินผลกระทบของฟันที่สะท้อนคุณภาพชีวิตฉบับภาษาไทย เพื่อประเมินการใช้งานฟันเทียมของผู้สูงอายุในโครงการฟันเทียมพระราชทาน

ภูวิวัฒน์ แสนสุทธิจิตร* ปิยะนารถ จาติเกตุ** ปิ่นปัทม์ วนิชย์สายทอง**

บทคัดย่อ

ผู้สูงอายุที่ใช้งานฟันเทียมภายใต้โครงการฟันเทียมพระราชทาน มีพฤติกรรมการใส่ฟันเทียมในรูปแบบแตกต่างกันไป แต่ยังไม่เคยมีการประเมินผลกระทบต่อคุณภาพชีวิตและการค้นหาปัจจัยที่ส่งผลต่อผลกระทบของฟันเทียมต่อคุณภาพชีวิต ดังนั้นการศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและทดสอบความเที่ยงตรงและความเชื่อมั่นของแบบประเมินผลกระทบของฟันที่สะท้อนคุณภาพชีวิต ฉบับภาษาไทย จากนั้นจึงนำแบบประเมินไปใช้เพื่อประเมินผลกระทบของฟันเทียมต่อคุณภาพชีวิต และศึกษาปัจจัยที่สัมพันธ์กับผลกระทบของฟันเทียมต่อคุณภาพชีวิตด้านต่าง ๆ โดยทำการเก็บข้อมูลในผู้สูงอายุที่ได้รับการใส่ฟันเทียม จำนวน 215 คน ในอำเภอปากชม จังหวัดเลย โดยวิธีการสัมภาษณ์และตรวจสอบภาวะสุขภาพช่องปาก ผลการพัฒนาและทดสอบความเที่ยงตรงและความเชื่อมั่นของแบบประเมินพบว่าแบบประเมินฉบับภาษาไทยมีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาทั้งฉบับเท่ากับ 0.96 ความเที่ยงตรงตามโครงสร้างพบว่าทุกข้อมีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างที่ดี ($P < 0.05$) ยกเว้นข้อคำถามเรื่องการเจ็บหรือทรมาน (P=0.083) และความสอดคล้องภายในมีค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาคเท่ากับ 0.970 และผลการนำแบบประเมินที่พัฒนาแล้วไปใช้พบว่า ฟันเทียมส่งผลต่อการยิ้มและเป็นสัดส่วนมากที่สุด (ร้อยละ 78.1) ส่งผลเสียต่อการเคี้ยวและการกัดเป็นสัดส่วนมากที่สุด (ร้อยละ 29.7) และไม่ส่งผลกระทบต่อ (ร้อยละ 47.6) อายุ ระดับการศึกษา รายได้ต่อเดือน ลักษณะบุคลิกภาพ การมีหรือไม่มีคู่สมรส พันธะชาติ ประเพณีฟันเทียมมีความสัมพันธ์กับผลกระทบของฟันเทียมต่อคุณภาพชีวิตในบางมิติ ($P < 0.05$) และพฤติกรรมการใส่ฟันเทียมสัมพันธ์กับผลกระทบของฟันเทียมต่อคุณภาพชีวิตในทุกมิติ ($P < 0.001$) ผลการศึกษานี้ สรุปได้ว่าแบบประเมินผลกระทบของฟันที่สะท้อนคุณภาพชีวิต ฉบับภาษาไทย ที่ถูกพัฒนาขึ้น มีความเที่ยงตรงและความเชื่อมั่นอยู่ในระดับที่ดีสามารถนำไปใช้กับประชากรไทยได้ และเมื่อนำแบบประเมินไปใช้สามารถอธิบายผลกระทบลักษณะต่าง ๆ ของฟันเทียมต่อคุณภาพชีวิตในมิติต่าง ๆ และปัจจัยข้อมูลทั่วไปมีความสัมพันธ์กับผลกระทบของฟันเทียมต่อคุณภาพชีวิต

คำใช้รหัส: ผู้สูงอายุ/ ฟันเทียม/ ผลกระทบของฟันที่สะท้อนคุณภาพชีวิต

Received: Sep 19, 2021

Revised: Mar 07, 2022

Accepted: Mar 25, 2022

บทนำ

การสูญเสียฟันเป็นปัญหาสุขภาพช่องปากในผู้สูงอายุที่สำคัญซึ่งทั่วโลกให้ความตระหนัก องค์การอนามัยโลกได้ให้ความสำคัญกับสุขภาพช่องปากที่ดีของผู้สูงอายุ จึงได้กำหนดว่าเกณฑ์สภาวะช่องปากที่ดีของบุคคลมีฟันธรรมชาติอย่างน้อย 20 ซี่ โดยอยู่ในสภาพใช้งานและให้ความสวยงามได้ จากผลการสำรวจสภาวะสุขภาพช่องปากระดับประเทศ ครั้งที่ 8 พ.ศ. 2560 พบว่าผู้สูงอายุ 60-74 ปี มีฟันแท้เฉลี่ย 18.6 ซี่ต่อคน โดยผู้ที่มีจำนวนฟันแท้ใช้งาน 20 ซี่และมีฟันหลัง 4 คู่สบ คิดเป็นร้อยละ 39.4 และพบว่าผู้สูงอายุ 80-85 ปี มีฟันแท้เฉลี่ยเหลือเพียง 10 ซี่ต่อคน โดยมีฟันแท้ใช้งานได้น้อยกว่า 20 ซี่เพียงร้อยละ 22.4 และมีฟันหลังสบกัน 4 คู่สบ เหลือเพียงร้อยละ

12.1² แสดงให้เห็นว่าเมื่ออายุเพิ่มขึ้นประสิทธิภาพการบดเคี้ยวลดลง ดังนั้นกระทรวงสาธารณสุขร่วมกับสำนักงานหลักประกันสุขภาพแห่งชาติ (สปสช.) จึงแก้ไขปัญหาโดยการฟื้นฟูสุขภาพช่องปากให้ผู้สูงอายุให้สามารถเคี้ยวอาหารได้ โดยการรณรงค์ใส่ฟันเทียมทั้งปากหรือบางส่วนแก่ผู้สูงอายุทั่วประเทศภายใต้โครงการฟันเทียมพระราชทาน ตั้งแต่ พ.ศ. 2548 เป็นต้นมา³ หลังจากนั้นมีการศึกษาหลายชิ้นที่ได้ประเมินผลลัพธ์โครงการเพื่อหาปัจจัยความสำเร็จและอุปสรรคของโครงการ อาทิเช่น การประเมินกระบวนการและปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการจัดบริการ^{4,5} การประเมินคุณภาพฟันเทียมและเนื้อเยื่อโดยทันตแพทย์^{6,8} การประเมินคุณภาพฟัน

* ฝ่ายทันตกรรม โรงพยาบาลปากชม อำเภอปากชม จังหวัดเลย

** ภาควิชาทันตกรรมครอบครัวและชุมชน คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่

เทียมในมุมมองผู้สูงอายุ เช่น ความพึงพอใจฟันเทียม⁸ คำนับจากการใช้งาน⁹ เป็นต้น รวมถึงการประเมินคุณภาพชีวิตในมิติสุขภาพช่องปาก (Oral Health-Related Quality of Life: OHQoL) ซึ่งในปัจจุบันได้รับความนิยมใช้เพื่อประเมินคุณภาพชีวิตผู้ป่วยภายหลังใส่ฟันเทียม ได้แก่ ดัชนี Oral Impact Daily Performance (OIDP) และ Oral Health Impact Profile (OHIP) ฉบับภาษาไทย^{10,11} อย่างไรก็ตามดัชนีที่เป็นที่นิยมดังกล่าวเป็นการประเมินผลกระทบเชิงลบของสุขภาพช่องปากต่อคุณภาพชีวิต แต่ไม่ได้ประเมินผลกระทบเชิงบวกหรือการให้คุณค่าของฟันต่อคุณภาพชีวิตด้านต่าง ๆ ในมุมมองผู้สูงอายุ¹² ในปี ค.ศ.1993 Strauss และ Hunt ได้พัฒนาแบบประเมินผลกระทบของฟันที่สะท้อนคุณภาพชีวิต (Dental Impact Profile: DIP) ในกลุ่มผู้สูงอายุ ที่นอกจากมีการประเมินผลกระทบเชิงลบแล้ว ยังมีการประเมินผลกระทบเชิงบวกของฟันต่อคุณภาพชีวิต เพื่อค้นหาว่าการทำงานของระบบบดเคี้ยวมีผลกระทบต่อคุณภาพชีวิตอย่างไร หรือสำรวจในมุมมองของผู้ถูกประเมินว่าฟันของตนเองมีผลต่อคุณภาพชีวิตในด้านใดบ้าง ดัชนีนี้ประกอบด้วยคุณภาพชีวิตใน 4 ด้าน ได้แก่ การรับประทานอาหาร สุขภาพและความเป็นอยู่ที่ดี ความสัมพันธ์ทางสังคม และความรักใคร่¹³ ซึ่งแบบประเมินชนิดนี้จะช่วยให้ทันตบุคลากรมีความเข้าใจการให้คุณค่าและการรับรู้ที่เกี่ยวกับฟันของผู้สูงอายุรอบด้านมากขึ้น และสามารถนำข้อมูลไปเป็นแนวทางและกลยุทธ์ในการสร้างแรงจูงใจ การให้ความร่วมมือหรือการวางแผนการทำงานส่งเสริมสุขภาพหรือป้องกันโรคในกลุ่มนี้ต่อไป

การศึกษาเชิงคุณภาพในอดีตได้ศึกษามุมมองจุดประสงค์ และการให้คุณค่าต่อฟันเทียม พบว่าผู้สูงอายุมีมุมมองเชิงผลกระทบทั้งในทางบวกและลบต่อฟันเทียมที่เกิดจากการมีประสบการณ์ที่แตกต่างกันไป เช่น การมีมุมมองเชิงบวกต่อความสวยงามของฟันเทียมเพราะพอใจกับการยิ้มด้วยฟันเทียมมากกว่าฟันธรรมชาติที่ไม่สวยของตนเอง¹⁴ หรือการมีมุมมองเชิงลบเพราะฟันเทียมดูไม่เป็นธรรมชาติทำให้ไม่กล้ายิ้มหรือพูดคุยต่อหน้าคนรอบข้าง¹⁵ และแม้ฟันเทียมจะส่งผลกระทบต่อที่ไม่ดี เช่น ใส่แล้วเจ็บ เคี้ยวอาหารไม่ได้ แต่ผู้สูงอายุบางคนก็พยายามใส่เนื่องจากมองเห็นคุณค่าของฟันเทียมในแง่ของความมีเสน่ห์ ความสวยงาม และความสัมพันธ์เชิงสังคม¹⁶ นอกจากนี้ ระดับการศึกษา อายุ รายได้ต่อเดือน การมีฟันธรรมชาติเหลืออยู่ในช่องปาก¹⁷ และประเภทของฟันเทียม¹⁸ ก็

เป็นปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับผลกระทบหรือความพึงพอใจของฟันเทียมเช่นกัน

จากการติดตามการใช้งานฟันเทียมภายใต้โครงการฟันเทียมพระราชทาน ในอำเภอปากชม จังหวัดเลย ซึ่งได้เข้าร่วมโครงการตั้งแต่ปี พ.ศ.2548 เป็นต้นมา พบว่าผู้สูงอายุที่มีอายุ 60 ปีขึ้นไปที่ได้รับการใส่ฟันเทียมในโครงการรวมทั้งหมดจำนวน 470 ราย โดยแบ่งเป็น การใส่ฟันเทียมทั้งปากคิดเป็นร้อยละ 59.8 และฟันเทียมบางส่วนถอดได้หรือฟันเทียมเดือยคิดเป็นร้อยละ 40.2 จากการสอบถามหรือสังเกตแบบไม่เป็นทางการพบว่าผู้สูงอายุมีพฤติกรรมกาใส่ฟันเทียมที่แตกต่างกันไป โดยพบว่าส่วนใหญ่ใส่ตลอดเวลาซึ่งใส่เพื่อความสวยงามและใช้เคี้ยวอาหาร บางส่วนใส่บางเวลา เช่น ใส่เฉพาะออกไปพบปะผู้คนแต่ไม่ใส่ตอนรับประทานอาหาร และบางส่วนไม่ใส่เลยเนื่องจากหลายสาเหตุ เช่น ใส่แล้วเจ็บ ใส่แล้วไม่ชิน ฟันเทียมไม่สวยหรือเคี้ยวอาหารไม่ได้ เป็นต้น ซึ่งความแตกต่างของพฤติกรรมดังกล่าว อาจเนื่องมาจากมีมุมมองหรือการให้คุณค่าของฟันเทียมต่อคุณภาพชีวิตที่แตกต่างกัน แต่ยังไม่เคยมีการศึกษาผลกระทบของฟันหรือฟันเทียมต่อคุณภาพชีวิตอย่างครอบคลุมทั้งในเชิงลบหรือเชิงบวกในพื้นที่ดังกล่าว การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและทดสอบความเที่ยงตรงและความเชื่อมั่นของแบบประเมินผลกระทบของฟันที่สะท้อนคุณภาพชีวิต ฉบับภาษาไทย และเพื่อนำเครื่องมือที่พัฒนาขึ้นไปใช้วัดผลกระทบของฟันเทียมต่อคุณภาพชีวิต และศึกษาปัจจัยที่สัมพันธ์กับผลกระทบของฟันเทียมต่อคุณภาพชีวิตของผู้สูงอายุในโครงการฟันเทียมพระราชทาน พื้นที่อำเภอปากชม จังหวัดเลย

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษานี้เป็นการศึกษาเชิงพรรณนาแบบตัดขวาง (Descriptive cross-sectional study) ประชากรที่ทำการศึกษาคือผู้สูงอายุที่มีอายุ 60 ปีขึ้นไป ที่ได้รับการใส่ฟันเทียมภายใต้โครงการฟันเทียมพระราชทาน ตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2548 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2562 จากโรงพยาบาลปากชม โดยมีเกณฑ์คัดออกได้แก่ เสียชีวิต ไม่ได้อยู่ในอำเภอปากชม มีภาวะการเจ็บป่วยทางจิตหรือสติปัญญาที่ไม่สามารถสื่อสารได้ซึ่งอ้างอิงตามประวัติการรักษาและการวินิจฉัยโรคของแพทย์โดยสืบค้นจากข้อมูลสารสนเทศของโรงพยาบาล เมื่อทำการคัดออกตามเกณฑ์ข้างต้น จะเหลือผู้ที่ผ่านเข้าเกณฑ์เป็นประชากรจำนวนทั้งสิ้น 301 คน การศึกษานี้ผ่านการ

พิจารณาจริยธรรมจากคณะกรรมการพิทักษ์สิทธิสวัสดิภาพ และป้องกันอันตรายของผู้ถูกวิจัย คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เลขที่ 79/2563 และสำนักงาน สาธารณสุขจังหวัดเลย เลขที่ ECLOEI007/2564

การศึกษาทำในกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 215 คน จำแนก ออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่

1. กลุ่มตัวอย่างนำร่อง (Pilot study) เพื่อทดสอบ ความเที่ยงตรงและความเชื่อมั่นของแบบประเมินผลกระทบ ของฟันที่สะท้อนคุณภาพชีวิต ฉบับภาษาไทย คำนวณขนาด ตัวอย่างโดยใช้สูตรคำนวณขนาดตัวอย่างนำร่องของ Viechtbauer และคณะ¹⁹ กำหนดระดับความเชื่อมั่น 95% และความน่าจะเป็นที่อาสาสมัครไม่เข้าร่วมวิจัยหรือถูกคัด ออกไป (Exclusion) เท่ากับ 0.05 คำนวณได้ 52 คน แต่มีการ เพิ่มจำนวนอีก 15% เพื่อลดความคลาดเคลื่อนในกลุ่มตัวอย่าง ขนาดเล็ก จึงเพิ่มให้มีขนาดกลุ่มตัวอย่างนำร่องเท่ากับ 60 คน

2. กลุ่มตัวอย่างหลัก (Main study) เพื่อประเมินผล กระทบของฟันเทียมต่อคุณภาพชีวิตและหาปัจจัยที่สัมพันธ์กับ ผลกระทบของฟันเทียมต่อคุณภาพชีวิต โดยใช้แบบประเมินผล กระทบของฟันที่สะท้อนคุณภาพชีวิต ฉบับภาษาไทย ที่ผ่านการ พัฒนาแล้ว ได้จากการสุ่มตัวอย่างแบบต่อเนื่อง (Consecutive sampling) นับรวมจากประชากรที่สามารถติดตามได้ทั้งหมด ในช่วงระยะเวลาที่ทำการเก็บข้อมูล แต่ไม่นับรวมประชากรที่ เป็นกลุ่มตัวอย่างนำร่อง ได้ขนาดตัวอย่างจำนวน 155 คน

กลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างโดยการ สุ่มตัวอย่างแบบชั้นภูมิ (Stratified random sampling) โดย แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็นชั้นภูมิตามปีงบประมาณที่ได้รับการ ใส่ฟันเทียมเพื่อให้ทุกชั้นภูมิมีโอกาสถูกเลือกเป็นตัวอย่างเท่า ๆ กัน เนื่องจากแต่ละปีงบประมาณมีจำนวนผู้สูงอายุที่ได้รับฟัน เทียมแตกต่างกันมาก ผู้ที่จะเข้าร่วมวิจัยจะได้รับการอธิบาย วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย ความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้น และ ประโยชน์ที่ได้รับก่อนยินยอมเข้าร่วมโครงการ

การพัฒนาแบบประเมินผลกระทบของฟันที่สะท้อน คุณภาพชีวิต

แบบประเมินผลกระทบของฟันที่สะท้อนคุณภาพ ชีวิต ฉบับภาษาไทย ฉบับนี้มีการแปลมาจากเครื่องมือของ Strauss และ Hunt¹³ ซึ่งเครื่องมือนี้มีจุดเด่นที่มีการประเมิน ว่าฟันหรือฟันเทียม ส่งผลดี ผลเสีย หรือไม่ส่งผลกระทบใด ๆ ต่อคุณภาพชีวิต การพัฒนาแบบประเมินผลกระทบของฟันที่

สะท้อนคุณภาพชีวิต ฉบับภาษาไทย ประกอบด้วย 2 ขั้นตอน หลัก ดังนี้

1. การแปลภาษาและปรับข้ามวัฒนธรรม ซึ่งต้นฉบับ เป็นภาษาอังกฤษ โดยยึดการแปลภาษาตามแนวทางของ Beaton และคณะ²⁰ โดยมีการแปลเป็นภาษาไทย 2 ฉบับ โดยผู้ แปล 2 คน ที่มีความเชี่ยวชาญภาษาไทยและอังกฤษ แล้วทำการ รวมฉบับแปลภาษาไทยเพื่อทำการแปลกลับเป็นภาษาอังกฤษ (Back translation) 1 ฉบับ โดยครูวิชาภาษาอังกฤษชาวไทย หลังจากนั้นนำฉบับแปลทั้งหมดมาทบทวน วิเคราะห์ร่วมกัน และปรับเปลี่ยนข้ามวัฒนธรรม โดยคณะกรรมการซึ่ง ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านทันตสาธารณสุข 2 ท่านและผู้ แปลทั้งหมดที่กล่าวมาข้างต้น เป็นฉบับภาษาไทยเกือบสมบูรณ์ (Pre-final version) แล้วไปทดสอบเบื้องต้นกับผู้สูงอายุ 60 ปี ขึ้นไป ที่มารับบริการใส่ฟันเทียมที่ คลินิกทันตกรรม โรงพยาบาลปากชม ที่ไม่ใช่กลุ่มประชากรในการศึกษาครั้งนี้ จำนวน 20 คน เพื่อปรับปรุงความเที่ยงตรงส่วนเลือกหน้า (Face validity)

2. การทดสอบความเที่ยงตรงและความเชื่อมั่น โดย เก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างนำร่อง ด้วยวิธีการสัมภาษณ์ โดยจัด ให้มีผู้ช่วยผู้วิจัยทำการสัมภาษณ์ผู้สูงอายุและกรอกข้อมูลใน แบบประเมิน ซึ่งได้ปรับมาตรฐานผู้สำรวจกับผู้เชี่ยวชาญด้าน ระเบียบวิธีวิจัย เพื่อให้ข้อมูลที่ได้จากการตอบแบบประเมินมี ความแม่นยำ ถูกต้องและเชื่อถือได้ การทดสอบความเที่ยงตรง และความเชื่อมั่น ประกอบด้วย

- การทดสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) โดยวิธีการหาค่าดัชนีความเที่ยงตรงของ เนื้อหา (Content Validity Index: CVI) โดยกำหนดจำนวน ผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาในแบบสอบถามจำนวน 3 คน โดยการประเมินเป็นอัตวิสัยตามแนวทางของ Yaghmaie ประกอบด้วย ความสอดคล้อง ความชัดเจน ความง่าย และความกำกวมของเนื้อหา หากมีค่าดัชนีเท่ากับ 0.75 ขึ้นไป ร่วมกับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ²¹ จึงจะถือว่าแบบสอบถาม มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาในระดับที่น่าพอใจ

- ความเที่ยงตรงตามโครงสร้าง (Construct validity) ใช้วิธีการตรวจสอบจากกลุ่มที่แตกต่างกัน (Know-Group technique) โดยทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างนำร่อง เปรียบเทียบระหว่าง 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ใส่ฟันเทียม ตลอดเวลา กับกลุ่มที่ใส่ฟันเทียมบางเวลาหรือไม่ใส่ฟันเทียม แล้ว ใช้สถิติการทดสอบไคสแควร์ (Chi-square test) หรือการ

ทดสอบของฟิชเชอร์ (Fisher's Exact test) เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของผลกระทบของฟันเทียมต่อคุณภาพชีวิตภายใต้ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 หากทดสอบแล้วพบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จะถือว่าแบบประเมิมนั้นมีความเที่ยงตรงตามโครงสร้างสูง

- การทดสอบความสอดคล้องภายในของเครื่องมือ (Internal consistency) ในกลุ่มตัวอย่างนาร์รอง โดยวิธีการครอนบาค (Cronbach Method) โดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient) ผลการทดสอบต้องไม่ต่ำกว่า 0.7 จึงจะถือว่าแบบประเมิมนั้นมีความสอดคล้องภายใน²²

การนำแบบประเมินผลกระทบของฟันที่สะท้อนคุณภาพชีวิตที่พัฒนาแล้วไปใช้

เมื่อได้แบบประเมินฉบับภาษาไทยที่ผ่านการทดสอบความเที่ยงตรงและความเชื่อมั่นแล้ว ผู้วิจัยจึงนำแบบประเมินมาใช้ในการศึกษา โดยในขั้นตอนนี้มี การเก็บข้อมูล 3 ส่วน ได้แก่ 1. แบบสัมภาษณ์ข้อมูลทั่วไป 2. แบบประเมินผลกระทบของฟันที่สะท้อนคุณภาพชีวิต ฉบับภาษาไทย 3. แบบสำรวจสถานะช่องปาก เพื่อใช้ในการเก็บข้อมูลในกลุ่มตัวอย่างหลักโดยมีรายละเอียดและวิธีการเก็บข้อมูล ดังนี้

1. แบบสัมภาษณ์ข้อมูลทั่วไป เก็บข้อมูลโดยทีมอาสาสมัครสาธารณสุขประจำหมู่บ้าน (อสม.) ได้แก่ 1) อายุ 2) เพศ 3) รายได้ต่อเดือน 4) ระดับการศึกษา 5) ลักษณะบุคลิกภาพตามการจำแนกของ Jung²³ ได้แก่ บุคลิกแบบสนใจภายใน (Introvert) แบบสนใจภายนอก (Extrovert) และแบบก้ำกึ่ง (Ambivert) 6) ประเภทฟันเทียมชุดปัจจุบันที่ทำจากโรงพยาบาล 7) พฤติกรรมการใส่ฟันเทียมชุดปัจจุบัน ได้แก่ ใส่ตลอดเวลา ใส่เป็นบางเวลา และไม่ใส่แล้ว วิธีการเก็บข้อมูลโดยให้อสม.อธิบายนิยามเชิงปฏิบัติการกับกลุ่มตัวอย่างแล้วเลือกคำตอบที่ตรงกับความรู้สึกและประสบการณ์ตนเอง โดยมีการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของลักษณะบุคลิกภาพและพฤติกรรมการใส่ฟันเทียม ดังนี้

- ลักษณะบุคลิกภาพแบบสนใจภายใน หมายถึง ชอบเก็บเนื้อเก็บตัว ชอบใช้เวลาอยู่กับคนสนิทกลุ่มเล็ก ๆ มากกว่าใช้เวลากับคนจำนวนมาก และชอบอยู่กับตัวเองเพื่อพักผ่อนเพื่อเติมพลังให้กับตัวเอง

- ลักษณะบุคลิกภาพแบบสนใจภายนอก หมายถึง ชอบอยู่กับคนกลุ่มใหญ่ ๆ ชอบเข้าสังคมไม่ชอบอยู่คนเดียว

เวลาพักผ่อนชอบอยู่กับคนอื่นเพื่อเติมพลังให้กับตัวเอง ช่างพูดช่างคุย ชอบเป็นจุดสนใจของคนอื่น

- ลักษณะบุคลิกภาพแบบก้ำกึ่ง หมายถึง อยู่ตรงกลางระหว่างแบบสนใจภายในและภายนอก ขึ้นอยู่กับสถานการณ์และสิ่งแวดล้อม เช่น ชอบเข้าสังคม ชอบเป็นจุดสนใจของผู้อื่น แต่เวลาพักผ่อนชอบอยู่คนเดียว ใช้ความคิดอยู่กับตัวเองเพื่อพักผ่อนเติมพลัง

- พฤติกรรมใส่ฟันเทียมตลอดเวลา หมายถึง ใส่เพื่อใช้งาน ได้แก่ เคี้ยวอาหาร ใส่เพื่อความสวยงามหรือออกไปพบปะผู้อื่นและออกเสียงพูด และถอดบ้างเมื่อไม่ได้ใช้งาน

- พฤติกรรมใส่ฟันเทียมบางเวลา หมายถึง ใส่ฟันเทียมเฉพาะสถานการณ์ใดสถานการณ์หนึ่ง เช่น ใส่เฉพาะออกไปพบปะผู้อื่นแต่ไม่ใส่เคี้ยวอาหาร ใส่เฉพาะญาติพี่น้องมาเยี่ยม

- พฤติกรรมไม่ใส่ฟันเทียมแล้ว หมายถึง เคยได้รับการใส่ฟันในโครงการ แต่ปัจจุบันไม่ใส่ฟันเทียมเพื่อใช้งานใด ๆ แล้ว

2. แบบประเมินผลกระทบของฟันที่สะท้อนคุณภาพชีวิต ฉบับภาษาไทย ที่ได้รับการพัฒนาขึ้นมา เก็บข้อมูลโดยทีมอาสาสมัครสาธารณสุขประจำหมู่บ้าน (อสม.) โดยให้อธิบายนิยามเชิงปฏิบัติการกับกลุ่มตัวอย่าง และเลือกคำตอบที่ตรงกับความรู้สึกและประสบการณ์ตนเองว่าฟันเทียมของตนนั้นส่งผลกระทบอย่างไรต่อคุณภาพชีวิต ประกอบด้วย 25 ข้อ (มิติ) ใน 4 ด้าน ได้แก่ 1. การรับประทานอาหาร (Eating) 5 มิติ 2. สุขภาพและความเป็นอยู่ที่ดี (Health/Well-Being) 7 มิติ 3. ความสัมพันธ์เชิงสังคม (Social relationship) 10 มิติ และ 4. ความรักใคร่ (Romance) 3 มิติ โดยจำแนกผลกระทบออกเป็น 3 แบบ ได้แก่

แบบที่ 1 ผลดี (Good effect) หมายถึง ผลในเชิงบวก หรือผลอันเป็นประโยชน์ต่อคุณภาพชีวิตหรือทำให้คุณภาพชีวิตดีขึ้น

แบบที่ 2 ผลเสีย (Bad effect) หมายถึง ผลในเชิงลบ หรือผลอันเป็นโทษต่อคุณภาพชีวิตหรือทำให้คุณภาพชีวิตแย่ลง

แบบที่ 3 ไม่มีผล (No effect) หมายถึง ผลเป็นกลาง หรือไม่ส่งผลกระทบใด ๆ ต่อคุณภาพชีวิต

ทั้งนี้การจัดให้อสม.เป็นผู้สัมภาษณ์และเก็บข้อมูลเพื่อลดการเกิดความลำเอียงในการตอบ (Response bias) หรือคำตอบเป็นที่ขึ้นชอบของสังคม (Social desirability)²⁴

ซึ่งอาจเกิดจากผู้สูงอายุเกรงใจที่จะตอบตามความเป็นจริง เนื่องจากทัศนคติเป็นผู้ทำฟันเทียมให้ ทำให้การตอบคำถามไม่เป็นไปตามความคิดเห็นจริงของผู้ตอบ โดยคัดเลือก อสม. ที่มีประสบการณ์ในการดูแลผู้สูงอายุจึงมีพื้นฐานความรู้ในระดับที่ดีและมีทักษะในการสื่อสารกับผู้สูงอายุได้ โดยจะได้รับการฟังบรรยายเพื่อชี้แจงเกี่ยวกับโครงการวิจัย ได้แก่ วัตถุประสงค์ของการวิจัย ทำความเข้าใจเนื้อหา นิยามเชิงปฏิบัติการ รูปแบบคำถาม เทคนิคการซักถามเป็นภาษาอีสานเพื่อให้ได้คำตอบจากกลุ่มตัวอย่างเนื่องจากใช้ภาษาอีสานในชีวิตประจำวันเป็นหลัก การบันทึกคำตอบ และฝึกปฏิบัติการสัมภาษณ์กับผู้สูงอายุ

3. แบบสำรวจสภาวะช่องปาก ประกอบด้วย จำนวน ฟันธรรมชาติและคู่สบฟันธรรมชาติ เก็บข้อมูลโดยทีมทันตแพทย์ที่ปฏิบัติงานประจำโรงพยาบาลปากชม จำนวน 3 คน ซึ่งเป็นฟันธรรมชาติที่เหลือในช่องปากที่สามารถใช้บดเคี้ยว ออกเสียงพูด และให้ความสวยงามได้ โดยมีการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการโดยทีมผู้วิจัย ได้แก่ 1. ฟันปกติ 2. ฟันที่ผุเป็นจุดหรือเป็นเส้นตามหลุมร่องฟันที่มีรูเล็กน้อยถึงขั้นเคลือบฟันโดยไม่มีการใด ๆ หรือตัวฟันหรือรากฟันที่ผุหยุดยั้ง (Arrested caries) ขนาดใหญ่ซึ่งผู้สูงอายุสามารถใช้งานได้โดยที่ไม่มีอาการหรือก่อให้เกิดความรำคาญ 3. ฟันโยกเล็กน้อย ซึ่งผู้สูงอายุสามารถใช้งานได้โดยที่ไม่มีอาการหรือก่อให้เกิดความรำคาญ 4. ฟันสึกถึงชั้นเนื้อฟัน หรือสึกถึงชั้นประสาทฟันแต่มีการสร้างเนื้อฟันซ่อมแซม (Reparative dentin) ซึ่งผู้สูงอายุสามารถใช้งานได้โดยที่ไม่มีอาการหรือก่อให้เกิดความรำคาญ หลังจากนั้นจึงจะนับจำนวนคู่สบฟันธรรมชาติ วิธีการสำรวจโดยใช้การตรวจฟัน คลำ โยก และมองด้วยตาเปล่า ภายใต้แสงธรรมชาติ โดยมีมาตรฐานอ้างอิงคือทันตแพทย์มีประสบการณ์ในการสำรวจสภาวะสุขภาพช่องปากผู้สูงอายุในระดับจังหวัด ก่อนเก็บข้อมูลได้มีการปรับมาตรฐานผู้สำรวจเพื่อลดอคติในการตัดสินใจ (Cognitive bias) มีการชี้แจงวิธีการเก็บข้อมูลและจำลองสถานการณ์การตรวจให้ตรงกับสถานการณ์จริง ได้ผลทดสอบความเชื่อมั่นระหว่างผู้ประเมิน (Inter-rater reliability) โดยใช้สถิติสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้น (Intraclass Correlation Coefficient) ผลการทดสอบได้เท่ากับ 0.998 ถือว่าความน่าเชื่อถือของทีมผู้สำรวจมีความสอดคล้องกันในระดับดีมาก²⁵

การวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลถูกวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป SPSS statistics for Window version 25.0 (IBM Corp, Armonk, NY, USA) โดยใช้สถิติดังนี้

- สถิติเชิงพรรณนา เพื่ออธิบายลักษณะทั่วไปของกลุ่มตัวอย่างและการกระจายของข้อมูล ได้แก่ จำนวน ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

- สถิติเชิงวิเคราะห์ ได้แก่ การเปรียบเทียบผลกระทบของฟันเทียมต่อคุณภาพชีวิตมิติต่าง ๆ มิติต่าง ๆ 4 มิติ 25 ข้อย่อย โดยแบ่งผลกระทบออกเป็น ออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ ฟันเทียมส่งผลดี (Good effect) ต่อคุณภาพชีวิต และฟันเทียมส่งผลเสียหรือไม่มีผล (Bad and no effect) ต่อคุณภาพชีวิต จำแนกตาม อายุ เพศ รายได้ต่อเดือน ระดับการศึกษา ลักษณะบุคลิกภาพ จำนวนฟันธรรมชาติ การมีหรือไม่มีคู่สบฟันธรรมชาติ ประเภทฟันเทียม และพฤติกรรมการใส่ฟันเทียมชุดปัจจุบันที่ทำจากโรงพยาบาล ใช้สถิติการทดสอบไค-สแควร์ หรือการทดสอบของฟิชเชอร์ ภายใต้ระดับความเชื่อมั่นทางสถิติที่ร้อยละ 95 ($P < 0.05$)

ผล

การศึกษานี้แบ่งผลออกเป็นสองส่วนย่อย ได้แก่

ส่วนที่ 1 ผลการพัฒนาแบบประเมิน

ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่างนำร่องแสดงในตารางที่ 2 เมื่อนำเครื่องมือไปทดสอบในกลุ่มตัวอย่างนำร่องจำนวน 60 คน พบว่าผู้สูงอายุเข้าใจความหมายของคำถามในแบบประเมินผลกระทบของฟันที่สะท้อนคุณภาพชีวิต ฉบับภาษาไทย โดยมีความเข้าใจคำถามแต่ละข้อและสามารถตอบคำถามได้ด้วยตนเอง เมื่อนำไปทดสอบความเที่ยงตรงพบว่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบประเมินผลกระทบของฟันที่สะท้อนคุณภาพชีวิตมีค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาทั้งฉบับ (Content validity index for scale) เท่ากับ 0.96

ตารางที่ 1 แสดงความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบประเมินผลกระทบของฟันที่สะท้อนคุณภาพชีวิตในรายข้อ พบว่าทุกข้อให้ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างที่ดี ($P < 0.05$) ยกเว้นข้อ 25.การจูบหรือหอมแก้ม (Kissing) ($P = 0.083$) และความสอดคล้องภายในของแบบประเมินผลกระทบของฟันที่สะท้อนคุณภาพชีวิต มีค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาคเท่ากับ 0.970

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบประเมินผลกระทบของฟันที่สะท้อนคุณภาพชีวิต ฉบับภาษาไทย ในการศึกษาสำรวจ

Table 1 The results of construct validity in a pilot of the Thai version of the Dental Impact Profile

Aspects of quality of life	Percentage of Good effect n (%)		χ^2	p-value
	Always wearing denture(s) (n=35)	Not a denture Wearer (n=25)		
Eating (การรับประทานอาหาร)				
1. Eating (การรับประทานอาหาร)	33 (94.3)	10 (40.0)	21.165	<0.001**
2. Tasting (การชิมรสอาหาร)	30 (85.7)	9 (36.0)	15.843	<0.001**
3. Chewing and biting (การเคี้ยวและการกัด)	33 (94.3)	9 (36.0)	23.592	<0.001**
4. Enjoyment of eating (ความสุขในการรับประทานอาหาร)	33 (94.3)	8 (32.0)	26.146	<0.001**
5. Food you choose to eat (ชนิดอาหารที่เลือกรับประทาน)	34 (97.1)	10 (40.0)	24.351	<0.001**
Health/Well-being (สุขภาพและความเป็นอยู่ที่ดี)				
6. Feeling comfortable (ความรู้สึกสบาย)	33 (94.3)	12 (48.0)	16.663	<0.001**
7. Living a long life (การมีอายุที่ยืนยาว)	30 (85.7)	13 (52.0)	8.163	0.004*
8. General health (สุขภาพโดยทั่วไป)	35 (100.0)	13 (52.0)	21.000	<0.001**
9. Appetite (ความอยากอาหาร)	31 (88.6)	11 (44.0)	13.796	<0.001**
10. Enjoyment of life (ความสุขในการดำเนินชีวิต)	35 (100.0)	13 (52.0)	21.000	<0.001**
11. General happiness (ความสุขโดยภาพรวม)	35 (100.0)	14 (56.0)	- ^a	<0.001**
12. Weight (น้ำหนักตัว)	23 (65.7)	7 (28.0)	8.297	0.004*
Social Relationship (ความสัมพันธ์ทางสังคม)				
13. Having confidence around others (ความมั่นใจเมื่อพบปะคนรอบข้าง)	35 (100.0)	15 (60.0)	- ^a	<0.001**
14. Appearance to other people (ภาพลักษณ์ที่คนอื่นมอง)	33 (94.3)	14 (56.0)	12.595	<0.001**
15. Moods (อารมณ์ความรู้สึก)	34 (97.1)	14 (56.0)	15.429	<0.001**
16. Attendance at activities (การเข้าร่วมกิจกรรมต่างๆ)	34 (97.1)	14 (56.0)	15.429	<0.001**
17. Success at work (ความสำเร็จในการทำงาน)	31 (88.6)	13 (52.0)	9.974	0.002*
18. Smile and laughing (การยิ้มและหัวเราะ)	35 (100.0)	14 (56.0)	- ^a	<0.001**
19. Facial appearance (รูปลักษณ์ใบหน้าตนเอง)	34 (97.1)	13 (52.0)	17.510	<0.001**
20. Social life (การเข้าสังคม)	34 (97.1)	12 (48.0)	19.688	<0.001**
21. Speech (การพูด)	35 (100.0)	15 (60.0)	- ^a	<0.001**
22. Breath (กลิ่นปาก)	27 (77.1)	8 (32.0)	12.227	<0.001**
Romance (ความรักใคร่)	(n=29) ^b	(n=20) ^b		
23. Romantic relationships (ความสัมพันธ์กับคู่รัก)	22 (75.9)	7 (35.0)	8.182	0.004*
24. Having sex appeal (ความมีเสน่ห์)	22 (75.9)	7 (35.0)	8.182	0.004*
25. Kissing (การจูบหรือหอมแก้ม)	16 (55.2)	6 (30.0)	3.032	0.082

^a Fisher's Exact Test, ^b Excluding single, divorced, and widowed, *P-value < 0.05, **P-value < 0.001

ส่วนที่ 2 ผลการนำแบบประเมินไปใช้

ตารางที่ 2 แสดงข้อมูลทั่วไปของอาสาสมัครผู้สูงอายุ ในโครงการฟันเทียมพระราชทานที่เข้าร่วมการศึกษาครั้งนี้ทั้งหมด 155 คน มีอายุระหว่าง 60-97 ปี อายุเฉลี่ย 73.99 ± 8.7 ปี ส่วนใหญ่เป็นเพศชายร้อยละ 54.8 จบการศึกษาระดับประถมศึกษาร้อยละ 72.9 มีรายได้ต่อเดือนอยู่ระหว่าง 600-15,000 บาท เฉลี่ย $1,670.3 \pm 1,971.0$ บาท ส่วนใหญ่มีลักษณะบุคลิกภาพแบบก้ำกึ่ง (Ambivert) คิดเป็นร้อยละ 54.8 มีจำนวนฟันธรรมชาติเหลือในช่องปากอยู่ระหว่าง 0-27 ซี่ต่อคน เฉลี่ย 4.10 ± 6.1 ซี่ต่อคน จำนวนคู่สบฟันธรรมชาติอยู่ระหว่าง

0-7 คู่สบต่อคน เฉลี่ย 0.32 ± 1.0 คู่สบต่อคน และประเภทฟันเทียมที่ได้รับส่วนใหญ่เป็นฟันเทียมทั้งปาก (Complete denture) ร้อยละ 56.1

อาสาสมัครที่เข้าร่วมวิจัยมีพฤติกรรมการใส่ฟันเทียมตลอดเวลา คิดเป็นร้อยละ 53.5 ในจำนวนนี้ไม่ใส่ตอนนอนคิดเป็นร้อยละ 91.6 และพบว่าร้อยละ 17.4 ของอาสาสมัครใส่ฟันเทียมบ้างเป็นบางเวลา ในจำนวนนี้จะใส่เฉพาะตอนที่ออกไปพบปะผู้อื่น (ร้อยละ 70.4) นอกจากนี้ ร้อยละ 29.0 ของอาสาสมัครไม่ใส่ฟันเทียมแล้ว โดยเหตุผลที่ไม่ใส่มากที่สุดคือเคี้ยวอาหารไม่ได้ (ร้อยละ 28.9)

ตารางที่ 2 ข้อมูลทั่วไปและพฤติกรรมการใส่ฟันเทียมของกลุ่มตัวอย่างนำร่องและกลุ่มตัวอย่างหลัก

Table 2 Demographic and denture wearing of participants of a pilot study and a main study

Characteristics	Pilot Study (n = 60)		Main Study (n = 155)	
	n	Percentage (%)	n	Percentage (%)
1. Gender (Mean (SD), Range of age)				
Male	31	51.7	85	54.8
Mean (SD) of age	73.3 (1.26)		74.7 (0.93)	
Range of age	62, 90		60, 97	
Female	29	48.3	70	45.2
Mean (SD) of age	76.0 (1.65)		73.2 (1.07)	
Range of age	60, 94		60, 94	
2. Age (years old)				
60 – 69	17	28.3	53	34.2
70 – 79	29	48.3	56	36.1
≥80	14	23.3	46	29.7
3. Educational level				
Uneducated	11	18.3	35	22.6
Elementary	45	75.0	113	72.9
Junior high school	2	3.3	3	1.4
High school	2	3.3	4	2.6
4. Monthly income (Thai Baht)				
<1,000	33	55.0	76	49.0
1,000 – 2,500	23	38.3	59	38.1
2,501 – 5,000	3	5.0	13	8.4
>5,000	1	1.7	7	4.5
5. Personality				
Introvert	12	20.0	33	21.3
Extrovert	12	20.0	37	23.9
Ambivert	36	60.0	85	54.8
6. Number of natural teeth remaining (teeth per person)				
None	36	60.0	87	56.1
1 – 6	10	16.7	28	18.1
≥7	14	23.3	40	25.8
7. Number of pairs of natural teeth (pair per person)				
None	53	88.3	135	87.1
≥1	7	11.7	20	12.9
8. Type of the current dentures				
Complete denture	36	60.0	87	56.1
Acrylic partial denture (both upper and lower arch)	16	26.7	42	27.1
Single denture with acrylic partial denture	8	13.3	26	16.8
9. Denture wearing				
Always	35	58.3	83	53.9
- Sleeping with dentures	7	20.0	7	8.4
- Removed at night	28	80.0	76	91.6
Sometimes	8	13.3	27	17.4
Reasons for wearing				
- Eating	2	25.0	8	29.6
- Meeting others	6	75.0	19	70.4
Never	17	28.3	45	29.0

ตารางที่ 3 แสดงผลกระทบของฟันเทียมต่อคุณภาพชีวิตที่ประเมินโดยเครื่องมือที่พัฒนาขึ้นจากการศึกษานำร่อง จำแนกเป็นรายละเอียดทั้ง 4 ด้าน 25 มิติ และแจกแจงผลกระทบของฟันเทียมต่อคุณภาพชีวิตออกเป็น 3 ลักษณะ ได้แก่ ผลดี ผลเสีย และไม่มีผลกระทบ ในการประเมินผลดีของฟันเทียม พบว่าส่งผลดีต่อการเคี้ยวและหัวเราะร้อยละ 78.1 รองลงมาคือ ความมั่นใจเมื่อพบปะคนรอบข้าง อารมณ์

ความรู้สึก และรูปลักษณ์ใบหน้าตนเอง ร้อยละ 77.4 ในขณะที่การประเมินผลเสียของฟันเทียม พบว่าส่งผลเสียต่อการเคี้ยวและการกัดอาหาร ร้อยละ 29.7 รองลงมาคือ การรับประทานอาหารร้อยละ 28.4 ส่วนการประเมินว่าคุณภาพชีวิตด้านใดที่ฟันเทียมไม่มีผลกระทบ พบว่าไม่ส่งผลกระทบต่อด้านการจูบหรือหอมแก้ม ร้อยละ 47.6 รองลงมาคือความสัมพันธ์กับคู่รัก ร้อยละ 40.3

ตารางที่ 3 ผลกระทบของฟันเทียมต่อคุณภาพชีวิตของกลุ่มตัวอย่างจากแบบประเมินผลกระทบของฟันที่สะท้อนคุณภาพชีวิต ฉบับภาษาไทย

Table 3 The impact of denture on quality of life of participants from the Thai version of the Dental Impact Profile

Aspects of quality of life	n = 155					
	Good effect		Bad effect		No effect	
	n	%	n	%	n	%
Eating (การรับประทานอาหาร)						
1. Eating (การรับประทานอาหาร)	107	69.0	44	28.4	4	2.6
2. Tasting (การชิมรสอาหาร)	101	65.2	34	21.9	20	12.9
3. Chewing and biting (การเคี้ยวและการกัด)	102	65.8	46	29.7	7	4.5
4. Enjoyment of eating (ความสุขในการรับประทานอาหาร)	106	68.4	42	27.1	7	4.5
5. Food you choose to eat (ชนิดอาหารที่เลือกรับประทาน)	108	69.7	38	24.5	9	5.8
Health/Well-being (สุขภาพและความเป็นอยู่ที่ดี)						
6. Feeling comfortable (ความรู้สึกสบาย)	109	70.3	31	20.0	15	9.7
7. Living a long life (การมีอายุที่ยืนยาว)	107	69.0	19	12.3	29	18.7
8. General health (สุขภาพโดยทั่วไป)	115	74.2	18	11.6	22	14.2
9. Appetite (ความอยากอาหาร)	100	64.5	24	15.5	31	20.0
10. Enjoyment of life (ความสุขในการดำเนินชีวิต)	115	74.2	17	11.0	23	14.8
11. General happiness (ความสุขโดยภาพรวม)	116	74.8	16	10.3	23	14.8
12. Weight (น้ำหนักตัว)	86	55.5	14	9.0	55	35.5
Social Relationship (ความสัมพันธ์ทางสังคม)						
13. Having confidence around others (ความมั่นใจเมื่อพบปะคนรอบข้าง)	120	77.4	10	6.5	25	16.1
14. Appearance to other people (ภาพลักษณ์ที่คนอื่นมอง)	118	76.1	13	8.4	24	15.5
15. Moods (อารมณ์ความรู้สึก)	120	77.4	16	10.3	19	12.3
16. Attendance at activities (การเข้าร่วมกิจกรรมต่าง ๆ)	116	74.8	11	7.1	28	18.1
17. Success at work (ความสำเร็จในการทำงาน)	112	72.3	10	6.5	33	21.3
18. Smile and laughing (การยิ้มและหัวเราะ)	121	78.1	13	8.4	21	13.5
19. Facial appearance (รูปลักษณ์ใบหน้าตนเอง)	120	77.4	14	9.0	21	13.5
20. Social life (การเข้าสังคม)	115	74.2	13	8.4	27	17.4
21. Speech (การพูด)	118	76.1	16	10.3	21	13.5
22. Breath (กลิ่นปาก)	96	61.9	18	11.6	41	26.5
Romance (ความรักใคร่) n = 124a						
23. Romantic relationships (ความสัมพันธ์กับคู่รัก)	64	51.6	10	8.1	50	40.3
24. Having sex appeal (ความมีเสน่ห์)	78	62.9	9	7.3	37	29.8
25. Kissing (การจูบหรือหอมแก้ม)	57	46.0	8	6.5	59	47.6

^a Excluding single, divorced, and widowed

ตารางที่ 4 แสดงระดับนัยสำคัญทางสถิติของความสัมพันธ์ระหว่างผลกระทบของฟันเทียมต่อคุณภาพชีวิตกับปัจจัยข้อมูลทั่วไป พบว่า เพศและจำนวนฟันธรรมชาติไม่มีความสัมพันธ์กับผลกระทบของฟันเทียมต่อคุณภาพชีวิต ($P>0.05$) ในขณะที่อายุ ระดับการศึกษา รายได้ต่อเดือน ลักษณะบุคลิกภาพ การมีหรือไม่มีคู่สับฟันธรรมชาติ และประเภทฟันเทียมมีความสัมพันธ์กับผลกระทบของฟันเทียมต่อคุณภาพชีวิตในบางมิติ ($P<0.05$) ดังตารางที่ 5 และ 6 และพฤติกรรมการใช้ฟันเทียมมีความสัมพันธ์กับผลกระทบของฟันเทียมต่อคุณภาพชีวิตในทุกมิติ ($P<0.001$) อย่างมีนัยสำคัญ ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 6 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างผลกระทบของฟันเทียมต่อคุณภาพชีวิตในมิติของด้านการรับประทานอาหารและความสัมพันธ์ทางสังคม กับข้อมูลทั่วไปที่พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญ พบว่า ผลกระทบของฟันที่สะท้อนคุณภาพชีวิตในมิติอาหารที่เลือกรับประทานมีความสัมพันธ์กับการมีหรือไม่มีคู่สับฟันธรรมชาติ ($P=0.034$) มิติการเข้าร่วมกิจกรรมต่าง ๆ มีความสัมพันธ์กับการมีหรือไม่มีคู่สับฟันธรรมชาติ ($P=0.027$) มิติความสำเร็จในการทำงานมีความสัมพันธ์กับการมีหรือไม่มีคู่สับฟันธรรมชาติ ($P=0.015$) และมิติการเข้าสังคมมีความสัมพันธ์กับลักษณะบุคลิกภาพ ($P=0.047$) อย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 4 ความสัมพันธ์ที่มีนัยสำคัญระหว่างผลกระทบของฟันเทียมต่อคุณภาพชีวิตและปัจจัยต่างๆ

Table 4 Significant correlations between the impact of dentures on quality of life and different factors

Aspects of quality of life	Variables								
	Gender	Age	Educational level	Monthly income	Personality	Number of natural teeth remaining	Having a pair of natural teeth	Type of the current dentures	Denture wearing
Eating									
1. Eating	0.813	0.972	0.189	0.790	0.823	0.859	0.256	0.917	<0.001**
2. Tasting	0.419	0.838	0.125	0.670	0.812	0.753	0.136	0.809	<0.001**
3. Chewing and biting	0.982	0.702	0.219	0.350	0.696	0.827	0.152	0.367	<0.001**
4. Enjoyment of eating	0.460	0.528	0.225	0.485	0.800	0.929	0.231	0.860	<0.001**
5. Food you choose to eat	0.257	0.747	0.318	0.536	0.687	0.969	0.034*	0.746	<0.001**
Health/Well-being									
6. Feeling comfortable	0.182	0.969	0.498	0.801	0.451	0.714	0.624	0.792	<0.001**
7. Living a long life	0.199	0.649	0.189	0.916	0.751	0.218	0.256	0.563	<0.001**
8. General health	0.134	0.353	0.193	0.958	0.709	0.826	0.237	0.693	<0.001**
9. Appetite	0.777	0.993	0.819	0.586	0.266	0.901	0.583	0.911	<0.001**
10. Enjoyment of life	0.134	0.355	0.193	0.720	0.288	0.826	0.083	0.847	<0.001**
11. General appiness	0.331	0.392	0.063	0.674	0.246	0.893	0.094	0.916	<0.001**
12. Weight	0.958	0.466	0.583	0.596	0.060	0.646	0.663	0.661	<0.001**
Social Relationship									
13. Having confidence around others	0.486	0.542	0.335	0.262	0.569	0.863	0.250	0.852	<0.001**
14. Appearance to other people	0.517	0.913	0.233	0.261	0.921	0.892	0.408	0.886	<0.001**
15. Moods	0.756	0.542	0.155	0.262	0.313	0.787	0.568	0.629	<0.001**
16. Attendance at activities	0.331	0.365	0.332	0.474	0.464	0.399	0.026*	0.500	<0.001**
17. Success at work	0.609	0.445	0.066	0.532	0.242	0.435	0.015*	0.562	<0.001**
18. Smile and laughing	0.089	0.557	0.123	0.713	0.857	0.701	0.078	0.755	<0.001**
19. Facial appearance	0.064	0.542	0.060	0.599	0.827	0.646	0.250	0.660	<0.001**
20. Social life	0.446	0.193	0.671	0.561	0.047*	0.576	0.083	0.587	<0.001**
21. Speech	0.788	0.913	0.458	0.160	0.210	0.968	0.162	0.994	<0.001**
22. Breath	0.226	0.649	0.507	0.814	0.836	0.805	0.075	0.889	<0.001**
Romance									
23. Romantic relationships	0.682	0.047*	0.399	0.022*	0.008*	0.460	0.001*	0.262	<0.001**
24. Having sex appeal	0.256	0.024*	0.025*	0.018*	0.169	0.120	0.004*	0.047*	<0.001**
25. Kissing	0.669	0.073	0.857	0.044*	0.043*	0.287	0.025*	0.291	<0.001**

*P-value < 0.05, **P-value <0.001

ตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบสัดส่วนของผลกระทบของฟันเทียมต่อคุณภาพชีวิตด้านความสัมพันธ์กับคู่รัก จำแนกตามอายุ ระดับการศึกษา รายได้ต่อเดือน ลักษณะบุคลิกภาพ จำนวนคู่สบฟันธรรมชาติ และประเภทฟันเทียม

Table 5 The results of a comparative analysis of the proportion of the impact of dentures on quality of life in romance, classified by age, education level, monthly income, characteristic, number of pairs of natural teeth, and types of dentures

Variable	Romantic relationship				Having sex appeal				Kissing			
	Good effect	Bad and No effect	χ^2 (df)	p-value	Good effect	Bad and No effect	χ^2 (df)	p-value	Good effect	Bad and No effect	χ^2 (df)	p-value
	n (%)	n (%)			n (%)	n (%)			n (%)	n (%)		
Age (years old)												
60 – 69	31 (63.3)	18 (36.7)	6.119 (2)	0.047*	37 (75.5)	12 (25.5)	7.479 (2)	0.024*	26 (53.1)	23 (46.9)	5.239 (2)	0.073
70 – 79	23 (50.0)	23 (50.0)			28 (60.9)	18 (39.1)			23 (50.0)	23 (50.0)		
≥80	10 (34.5)	19 (65.5)			13 (44.8)	16 (55.2)			8 (27.6)	21 (72.4)		
Education level												
No education	12 (44.4)	15 (55.6)	0.710 (1)	0.399	12 (44.4)	15 (55.6)	5.040 (1)	0.025*	12 (44.4)	15 (55.6)	.032 (1)	0.857
Elementary or higher	52 (53.6)	45 (46.4)			66 (68.0)	31 (32.0)			45 (46.4)	52 (53.6)		
Monthly income (Thai Baht)												
<1,000	30 (50.8)	29 (49.2)	7.656 (2)	0.022*	37 (62.7)	22 (37.3)	8.019 (2)	0.018*	28 (47.5)	31 (52.5)	6.226 (2)	0.044*
1,000 – 2,500	19 (41.3)	27 (58.7)			24 (52.2)	22 (47.8)			16 (34.8)	30 (65.2)		
>2,500	15 (78.9)	4 (21.1)			17 (89.5)	2 (10.5)			13 (68.4)	6 (31.6)		
Personality												
Introvert	6 (24.0)	19 (76.0)	9.759 (2)	0.008*	12 (48.0)	13 (52.0)	3.561 (1)	0.169	7 (28.0)	18 (72.0)	6.278 (2)	0.043*
Extrovert	18 (62.1)	11 (37.9)			21 (72.4)	8 (27.6)			18 (62.1)	11 (37.9)		
Ambivert	40 (57.1)	30 (42.9)			45 (64.3)	25 (35.7)			32 (45.7)	38 (54.3)		
Having a pair of natural teeth												
No	49 (45.8)	58 (54.2)	10.580 (1)	0.001*	62 (57.9)	45 (42.1)	8.226	0.004*	45 (42.1)	62 (57.9)	4.808	0.028*
Yes (≥1 pair)	15 (88.2)	2 (11.8)			16 (94.1)	1 (5.9)			12 (70.6)	5 (29.4)		
Type of the current dentures												
CD	33 (48.5)	35 (51.5)	2.675 (2)	0.262	38 (55.9)	30 (44.1)	6.119	0.047*	28 (41.2)	40 (58.8)	2.470	0.291
ARPD	22 (62.9)	13 (37.1)			28 (80.0)	7 (20.0)			20 (57.1)	15 (42.9)		
SD with ARPD	9 (42.6)	12 (57.4)			12 (57.1)	9 (42.9)			9 (42.9)	12 (57.1)		

ตารางที่ 6 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบสัดส่วนของผลกระทบของฟันเทียมต่อคุณภาพชีวิตด้านการรับประทานอาหารและความสัมพันธ์ทางสังคม จำแนกตามลักษณะบุคลิกภาพและจำนวนคู่สบฟันธรรมชาติ

Table 6 The results of a comparative analysis of the proportion of the impact of dentures on quality of life in eating and social relationship, classified by characteristic, and number of pairs of natural teeth

Variable	Eating								Social Relationship							
	Food you choose to eat				Attendance at Activities				Success at Work				Social Life			
	Good effect n (%)	Bad and No effect n (%)	χ^2 (df)	p-value	Good effect n (%)	Bad and No effect n (%)	χ^2 (df)	p-value	Good effect n (%)	Bad and No effect n (%)	χ^2 (df)	p-value	Good effect n (%)	Bad and No effect n (%)	χ^2 (df)	p-value
Personality			0.751(2)	0.751			1.537(2)	0.464			2.842 (2)	0.242			6.102(2)	0.047*
Introvert	21 (63.7)	12 (36.3)			22 (66.7)	11 (33.3)			20 (60.6)	13 (39.4)			20 (60.6)	13 (39.4)		
Extrovert	26 (70.3)	11 (29.7)			29 (78.4)	8 (21.6)			28 (75.7)	9 (24.3)			32 (86.5)	5 (13.1)		
Ambivert	61 (71.8)	24 (28.2)			65 (76.5)	20 (23.5)			64 (75.3)	21 (24.7)			63 (74.1)	22 (25.9)		
Having a pair of natural teeth			4.489(1)	0.034*			- ^a	0.027*			- ^a	0.015*			- ^a	0.103
No	90 (66.7)	45 (33.3)			97 (71.9)	38 (29.1)			93 (68.9)	42 (31.1)			97 (71.9)	38 (29.1)		
Yes (≥1 pair)	18 (90.0)	2 (10.0)			19 (95.0)	1 (5.0)			19 (95.0)	1 (5.0)			18 (90.0)	2 (10.0)		

^a Fisher's Exact Test

*P-value < 0.05

ตารางที่ 7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างผลกระทบของ ฟันเทียมต่อคุณภาพชีวิตในทุกมิติกับพฤติกรรมการใส่ฟันเทียม พบว่าพฤติกรรมการใส่ฟันเทียมมีความสัมพันธ์กับคุณภาพชีวิต ในทุกมิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.001$) โดยกลุ่มที่ใส่ฟันเทียม

ตลอดเวลา มีสัดส่วนผู้ที่ตอบว่าฟันเทียมส่งผลดีต่อคุณภาพชีวิต มากที่สุดในทุกมิติ รองลงมาคือ กลุ่มที่ใส่ฟันเทียมบางเวลา และกลุ่มที่ไม่ใส่แล้ว ตามลำดับ

ตารางที่ 7 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบสัดส่วนของผลกระทบ(ผลดี)ของฟันเทียมต่อคุณภาพชีวิตในทุกด้าน จำแนกตามพฤติกรรมการใส่ฟันเทียม

Table 7 The results of a comparative analysis of the proportion of the impact (good effect) of dentures on quality of life in all aspects, classified by denture wearing

Aspects of quality of life	Denture wearing			χ^2 (df=2)	P
	Always (n=83) n (%)	Sometimes (n=27) n (%)	Never (n=45) n (%)		
Eating (การรับประทานอาหาร)					
Eating (การรับประทานอาหาร)	78 (94.0)	15 (55.6)	14 (31.1)	56.721	<0.001**
Tasting (การชิมรสอาหาร)	72 (86.7)	16 (59.2)	13 (28.9)	43.530	<0.001**
Chewing and biting (การเคี้ยวและการกัด)	76 (91.6)	13 (48.1)	13 (28.9)	55.474	<0.001**
Enjoyment of Eating (ความสุขในการรับประทานอาหาร)	79 (95.2)	14 (51.9)	13 (28.9)	63.450	<0.001**
Food you choose to eat (ชนิดอาหารที่เลือกรับประทาน)	79 (95.2)	14 (51.9)	15 (33.3)	57.745	<0.001**
Health/Well-being (สุขภาพและความเป็นอยู่ที่ดี)					
Feeling comfortable (ความรู้สึกสบาย)	77 (92.8)	19 (70.4)	13 (23.3)	57.058	<0.001**
Living a long life (การมีอายุที่ยืนยาว)	75 (90.4)	19 (70.4)	13 (23.3)	51.607	<0.001**
General health (สุขภาพโดยทั่วไป)	79 (95.2)	22 (81.5)	14 (31.1)	63.466	<0.001**
Appetite (ความอยากอาหาร)	74 (89.2)	15 (55.6)	11 (24.4)	54.524	<0.001**
Enjoyment of life (ความสุขในการดำเนินชีวิต)	81 (97.6)	22 (84.5)	12 (26.7)	77.567	<0.001**
General happiness (ความสุขโดยภาพรวม)	80 (96.4)	21 (77.8)	15 (33.3)	61.756	<0.001**
Weight (น้ำหนักตัว)	60 (72.3)	16 (59.3)	10 (22.2)	29.803	<0.001**
Social Relationship (ความสัมพันธ์ทางสังคม)					
Having confidence around others (ความมั่นใจเมื่อพบปะคนรอบข้าง)	81 (97.6)	22 (84.5)	17 (37.8)	60.023	<0.001**
Appearance to other people (ภาพลักษณ์ที่คนอื่นมอง)	80 (96.4)	21 (77.8)	17 (38.8)	55.202	<0.001**
Moods (อารมณ์ความรู้สึก)	81 (97.6)	21 (77.8)	18 (40.0)	55.362	<0.001**
Attendance at activities (การเข้าร่วมกิจกรรมต่าง ๆ)	80 (96.4)	20 (74.1)	16 (35.6)	57.350	<0.001**
Success at work (ความสำเร็จในการทำงาน)	77 (92.8)	21 (77.8)	14 (31.1)	55.840	<0.001**
Smile and laughing (การยิ้มและหัวเราะ)	83 (100)	23 (85.2)	15 (33.3)	76.703	<0.001**
Facial appearance (รูปลักษณ์ใบหน้าตนเอง)	81 (97.6)	23 (85.2)	16 (35.6)	65.362	<0.001**
Social life (การเข้าสังคม)	79 (95.2)	22 (84.5)	14 (31.1)	63.466	<0.001**
Speech (การพูด)	81 (97.6)	20 (74.1)	17 (38.8)	57.520	<0.001**
Breath (กลิ่นปาก)	70 (83.4)	13 (48.1)	13 (23.3)	40.690	<0.001**
Romance	n=64 ^a	n=21 ^a	n=39 ^a		
Romantic relationships (ความสัมพันธ์กับคู่รัก)	45 (70.3)	12 (57.1)	7 (18.0)	26.916	<0.001**
Having sex appeal (ความมีเสน่ห์)	53 (82.8)	15 (71.4)	10 (25.6)	34.731	<0.001**
Kissing (การจูบหรือหอมแก้ม)	41 (64.1)	7 (33.3)	9 (23.1)	18.014	<0.001**

^aExcluding single, divorced, and widowed

**P-value <0.001

บทวิจารณ์

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและทดสอบความเที่ยงตรงและความเชื่อมั่นของแบบประเมินผลกระทบของฟันที่สะท้อนคุณภาพชีวิต (Dental Impact Profile) ฉบับภาษาไทย และนำเครื่องมือที่พัฒนาขึ้นไปใช้เพื่อประเมินผลกระทบของฟันที่สัมพันธ์ต่อคุณภาพชีวิต และศึกษาปัจจัยที่สัมพันธ์กับผลกระทบของฟันที่สัมพันธ์ต่อคุณภาพชีวิตด้านต่าง ๆ ของผู้สูงอายุที่ได้รับการใส่ฟันเทียมจากโรงพยาบาลปากชม จังหวัดเลย ภายใต้โครงการฟันเทียมพระราชทาน โดยมีทีมอาสาสมัครสาธารณสุขประจำหมู่บ้านเป็นผู้สัมภาษณ์ และทีมทันตแพทย์เป็นผู้เก็บข้อมูลสภาวะช่องปาก

แบบประเมินผลกระทบของฟันที่สะท้อนคุณภาพชีวิตต้นฉบับภาษาอังกฤษ ผู้วิจัยได้นำมาแปลภาษาและปรับข้ามวัฒนธรรมตามแนวทางของ Beaton และคณะ ซึ่งได้รับการยอมรับและถูกนำไปใช้ในหลายประเทศ²⁶⁻²⁸ รวมถึงได้ใช้ในการพัฒนดัชนีสถานะสุขภาพช่องปาก Oral Health Impact Profile รูปแบบภาษาไทย (OHIP14-Thai)¹⁰ เพื่อให้แบบประเมินที่แปลเป็นภาษาไทยมีความเท่าเทียมกับเนื้อหาในแบบประเมินต้นฉบับทั้งในเชิงความหมายและเชิงวัฒนธรรม โดยมีคณะผู้แปลได้แก่ ทันตแพทย์ ผู้เชี่ยวชาญด้านทันตสาธารณสุขและผู้ประกอบวิชาชีพนอกสาขาวิทยาศาสตร์สุขภาพแต่มีความเชี่ยวชาญทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษเพื่อให้ได้การแปลภาษามีหลายมุมมองมากขึ้น โดยได้ทดลองใช้กับผู้สูงอายุชาวไทยในพื้นที่และนำมาปรับบางคำและบางประโยคให้เป็นบริบทของภาษาและวัฒนธรรมไทยเพื่อให้ผู้สูงอายุไทยเข้าใจง่ายขึ้น ยกตัวอย่างเช่น ต้นฉบับของแบบประเมิน ปรากฏข้อความที่มีคำว่า 'Romantic relationship' ที่คณะผู้แปลภาษาได้แปลเป็นภาษาไทยว่า 'ความสัมพันธ์กับคู่รัก' ซึ่งน่าจะเทียบเคียงได้มากที่สุด เนื่องจากคำว่า 'Romantic' ไม่มีการบัญญัติความหมายในพจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน อย่างไรก็ตามได้มีการบัญญัติไว้หลายความหมายในพจนานุกรมภาษาอังกฤษของมหาวิทยาลัยคอลลิנס ประเทศสหรัฐอเมริกา (Collins University, USA) โดยหมายถึง การที่ใครบางคนทำสิ่งบางอย่างกับภรรยา สามี หรือคนรักของพวกเขาได้รู้สึกพิเศษและเป็นที่รัก เป็นสิ่งที่เกี่ยวข้องกับความรู้สึกทางเพศ หรือเกี่ยวกับเรื่องรักใคร่หรือความหลงใหล²⁹ และข้อความที่มีคำว่า 'Having a sex appeal' ที่แปลตรงตัวได้ว่า 'ความมีเสน่ห์ดึงดูดทางเพศ' อย่างไรก็ตามคณะผู้แปลภาษาได้ปรับคำเป็น 'ความมีเสน่ห์' เพื่อให้มีความเหมาะสมกับวัฒนธรรมไทยและผู้สูงอายุเข้าใจ

ง่ายขึ้น อย่างไรก็ตาม ผู้วิจัยได้ทดสอบค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนรายข้อ (Corrected Item-Total Correlation) ของข้อความดังกล่าว พบว่ามีค่าเท่ากับ 0.672 และ 0.655 ตามลำดับ ซึ่งมีความสัมพันธ์กับคะแนนรวมของข้อความที่เหลือของแบบสอบถามทั้งฉบับที่เหมาะสม³⁰ ดังนั้น ข้อความดังกล่าวจึงสามารถนำไปใช้ได้จริงกับคนไทย

แบบประเมินผลกระทบของฟันที่สะท้อนคุณภาพชีวิต (Dental Impact Profile) ของ Strauss และ Hunt ยังไม่เคยถูกแปลเป็นภาษาไทยมาก่อนนอกเหนือจากต้นฉบับภาษาอังกฤษ โดยต้นฉบับมีค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาคกับ 0.93¹³ ใกล้เคียงกับรูปแบบภาษาไทยที่พัฒนาขึ้นมาที่ได้ค่าเท่ากับ 0.970 และได้ทดสอบความเที่ยงตรงของแบบประเมินฉบับภาษาไทย โดยวิธีการหาค่าดัชนีความเที่ยงตรงของเนื้อหา เนื่องจากการพิจารณาว่าข้อความแต่ละข้อมีความสอดคล้อง ความชัดเจน ความง่าย ความกำกวม มากน้อยเพียงใด²² ซึ่งเหมาะสมกับการพัฒนาแบบประเมินที่ต้องแปลภาษาและปรับข้ามวัฒนธรรม นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ทดสอบความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างโดยวิธีการตรวจสอบจากกลุ่มที่แตกต่างกัน เพื่อทดสอบว่าแบบประเมินทั้งสองจะสามารถวัดได้ตรงกับทฤษฎีที่ผู้วิจัยได้จากการทบทวนวรรณกรรมว่าพฤติกรรมกรใส่ฟันเทียมที่แตกต่างกันเกี่ยวข้องกับการให้คุณค่าของฟันเทียมในแง่ผลกระทบของฟันที่ต่างกัน อย่างไรก็ตามข้อความการจูบหรือหอมแก้ม (Kissing) ไม่สามารถให้ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างตามทฤษฎีดังกล่าวได้ อาจเนื่องมาจากอิทธิพลของวัฒนธรรมชาวเอเชียที่มีรูปแบบสังคมที่ให้ความสำคัญกับกลุ่มและต้องการการยอมรับจากสังคมรอบข้าง (Collectivism) ที่ควบคุมหรือตรึงพฤติกรรมทางเพศและการแสดงออกด้านความรักตั้งแต่ช่วงวัยรุ่นมากกว่ากลุ่มชาติพันธุ์อื่น ๆ ซึ่งมีผลต่อทัศนคติและการแสดงพฤติกรรมในเรื่องรักใคร่³¹ ดังนั้นผู้สูงอายุชาวไทยอาจไม่ได้ให้ความสำคัญกับเรื่องการแสดงความรักทางกายด้วยวิธีการจูบหรือหอมแก้มเมื่อมีอายุมากขึ้นมากเท่ากับวัยหนุ่มสาว³² หากมีการนำแบบประเมินผลกระทบของฟันที่สะท้อนคุณภาพชีวิตฉบับภาษาไทยกับผู้สูงอายุไปใช้ในอนาคต อาจต้องปรับเปลี่ยนคำถามให้เหมาะสมกับวัฒนธรรมและสังคมในมุมมองความสัมพันธ์กับคู่รักของผู้สูงอายุชาวไทย

เมื่อนำแบบประเมินไปใช้ในกลุ่มตัวอย่างพบว่า มิติที่มีสัดส่วนของผู้ตอบว่าฟันเทียมส่งผลเสียมากที่สุด คือ การเคี้ยวและการกัด รองลงมาคือ การรับประทานอาหาร สอดคล้องกับการศึกษาที่พบว่า ผู้สูงอายุได้รับผลกระทบจากฟันเทียมใน

กิจกรรมรับประทานอาหารมากที่สุด^{9,32-33} อาจเนื่องจากผู้สูงอายุส่วนใหญ่ในการศึกษาเป็นผู้ที่ไม่มีพันธุกรรมชาติและมีพันธุกรรมชาติเหลือน้อย ทำให้ต้องใช้เวลาในปรับตัวให้คุ้นเคยกับพันเทียมในการบดเคี้ยวอาหาร หรือเกิดแรงที่สร้างการบิด (Torque) ที่ฟันแท้หรือแรงกดที่สันเหงือกจากฟันเทียมสบไม่สมดุล ทำให้เกิดความไม่สบายขณะเคี้ยวหรือกัด จึงเป็นสาเหตุให้ประสบปัญหาในการบดเคี้ยว ในขณะที่มิติที่มีสัดส่วนของผู้ตอบว่าฟันเทียมไม่ส่งผลกระทบต่อใด ๆ มากที่สุด คือ การจูบหรือหอมแก้ม รองลงมาคือ ความสัมพันธ์กับคู่รัก อาจเนื่องมาจากลักษณะสังคมชาวเอเชียที่ถูกตีกรอบพฤติกรรมทางเพศและการแสดงออกด้านความรักใคร่³¹ และคู่รักสูงอายุที่มีรูปแบบความสัมพันธ์ที่ไม่ต้องการอยู่ใกล้ชิดกัน³⁴ ทำให้ผู้สูงอายุไม่ได้ให้ความสำคัญกับมิติดังกล่าวในการดำเนินชีวิตมากเท่าวัยหนุ่มสาว ส่วนมิติที่มีสัดส่วนของผู้ที่ตอบว่าฟันเทียมส่งผลดีมากที่สุด คือ การยิ้มและหัวเราะ รองลงมาคือ ความมั่นใจและพบปะคนรอบข้าง อารมณ์ความรู้สึก และบุคลิกภาพใบหน้าตนเอง จากการศึกษาค้นคว้าความพึงพอใจฟันเทียมของผู้สูงอายุพบว่า ผู้ที่มีความพึงพอใจฟันเทียมมากกว่าจะมีการรับรู้คุณค่าในตนเอง (Self-esteem) ในระดับสูง³⁵ ซึ่งเป็นผู้ที่มีความรู้สึกภูมิใจ มั่นใจ รวมไปถึงมีความสุขกับการเป็นตัวเอง และสามารถรับมือกับอารมณ์และสถานการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นได้ดี³⁶ จึงอาจกล่าวได้ว่า การใส่ฟันเทียมไม่เพียงแต่ส่งเสริมด้านความสวยงาม การบดเคี้ยว และการออกเสียงพูดเท่านั้น แต่ยังส่งเสริมให้ผู้สูงอายุมีความมั่นใจ ความภูมิใจในตัวเอง และมีความสุขในการดำเนินชีวิตมากขึ้น

จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์พบว่า อายุมีความสัมพันธ์กับผลกระทบของฟันเทียมต่อคุณภาพชีวิตในมิติความสัมพันธ์กับคู่รักและความมีเสน่ห์ โดยพบว่ามีส่วนผู้ตอบว่าฟันเทียมส่งผลดีต่อคุณภาพชีวิตมิติดังกล่าวลดลงตามช่วงอายุที่เพิ่มขึ้น อาจเนื่องมาจากเมื่ออายุมากขึ้นสุขภาพร่างกายเสื่อมถอย การมีโรคประจำตัวหลายโรคที่ส่งผลกระทบต่อภาวะซึมเศร้า³⁷ และทฤษฎี Living Apart Together ที่เป็นรูปแบบความสัมพันธ์ที่ไม่ต้องการอยู่ใกล้ชิดกันแต่ไปด้วยกันได้ โดยหันไปให้ความสำคัญกับความสัมพันธ์กับลูกหลานและมรดกของตน และลดความสำคัญลงในเรื่องความสัมพันธ์คู่รัก³⁴ จึงทำผู้สูงอายุให้ความสำคัญต่อมิติความสัมพันธ์กับคู่รักและความมีเสน่ห์ลดลง ดังนั้นในผู้สูงอายุที่มีอายุมากขึ้น การใส่ฟันเทียมอาจส่งผลเสียหรือไม่ส่งผลกระทบต่อใด ๆ ต่อคุณภาพชีวิตด้านดังกล่าว

ระดับการศึกษามีความสัมพันธ์กับผลกระทบของฟันเทียมต่อคุณภาพชีวิตในมิติความมีเสน่ห์ โดยผู้ที่เข้าระบบการศึกษามีสัดส่วนผู้ตอบว่าฟันเทียมส่งผลดีต่อคุณภาพชีวิตในมิติดังกล่าวมากกว่าผู้ที่ไม่ได้เข้าระบบการศึกษา และรายได้ต่อเดือนมีความสัมพันธ์กับผลกระทบของฟันเทียมต่อคุณภาพชีวิตด้านความสัมพันธ์กับคู่รัก โดยสัดส่วนของผู้ตอบว่าฟันเทียมส่งผลดีต่อคุณภาพชีวิตมิติดังกล่าวมากขึ้นตามระดับรายได้ต่อเดือนที่เพิ่มขึ้น อาจเนื่องมาจากปัจจัยด้านฐานะทางเศรษฐกิจสังคม (Socioeconomic status) โดยผู้มีฐานะทางเศรษฐกิจสังคมสูงกว่าซึ่งเป็นผู้มีหน้าที่การงานที่ต้องพบปะผู้คน อาจมีแนวโน้มให้ความสำคัญกับความมีเสน่ห์หรือการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นมากขึ้น การใส่ฟันเทียมจึงสามารถตอบสนองต่อความต้องการเหล่านั้นได้ เนื่องจากการศึกษาพบว่า ผู้ที่มีระดับรายได้และระดับการศึกษาสูงกว่ามีความพึงพอใจของฟันเทียมด้านความสวยงามและการเข้าสังคมมากกว่าผู้ที่มีระดับรายได้และระดับการศึกษาต่ำกว่า³⁸⁻³⁹ อย่างไรก็ตามไม่สอดคล้องกับการศึกษาที่พบว่า ผู้ที่มีระดับการศึกษาสูงกว่ามีความพึงพอใจฟันเทียมด้านความสวยงามน้อยกว่าผู้ที่มีระดับการศึกษาต่ำกว่า³⁶ ดังนั้น นอกจากจะเกี่ยวข้องกับปัจจัยด้านฐานะทางเศรษฐกิจสังคมแล้ว อาจเกี่ยวเนื่องกับลักษณะบุคลิกภาพ ประสบการณ์เกี่ยวกับการรักษา หรือทัศนคติที่มีต่อฟันเทียมก็เป็นได้⁴⁰⁻⁴²

ลักษณะบุคลิกภาพมีความสัมพันธ์กับผลกระทบของฟันเทียมต่อคุณภาพชีวิตในมิติการเข้าสังคม ความสัมพันธ์กับคู่รัก และการจูบและหอมแก้ม โดยผู้ที่มีลักษณะบุคลิกภาพแบบสนใจภายนอกมีสัดส่วนผู้ตอบว่าฟันเทียมส่งผลดีมากที่สุด อาจเป็นเพราะผู้ที่มีลักษณะบุคลิกภาพดังกล่าว มักชอบการปฏิสัมพันธ์กับบุคคลอื่นและเป็นคนที่มีชีวิตชีวาและมีความสุขเมื่ออยู่ร่วมกับผู้อื่น จึงมีแนวโน้มที่จะชอบร่วมกิจกรรมทางสังคม²³ ดังนั้นการใส่ฟันเทียมจึงส่งผลดีหรือส่งเสริมทางบวกต่อการเข้าสังคมและการปฏิสัมพันธ์กับคนอื่นมากกว่าผู้ที่มีบุคลิกภาพแบบอื่น ๆ

การมีคู่สับพันธุกรรมชาติมีความสัมพันธ์กับผลกระทบของฟันเทียมต่อคุณภาพชีวิตในมิติการรับประทานอาหาร การเข้าร่วมกิจกรรมต่าง ๆ ความสำเร็จในการทำงาน และความสัมพันธ์กับคู่รัก โดยกลุ่มผู้ที่มีคู่สับพันธุกรรมชาติมีส่วนผู้ตอบว่าฟันเทียมส่งผลดีในทุกมิติมากกว่ากลุ่มที่ไม่มีคู่สับพันธุกรรมชาติ อาจเนื่องมาจากพันธุกรรมชาติให้แรงบดเคี้ยวและการรู้อากัปกิริยา (Proprioception) ได้ดีกว่าฟันเทียม⁴³ จึงทำให้ประสิทธิภาพการบดเคี้ยวดีกว่า และสอดคล้องกับการศึกษาของ Brennan, Spencer และ Roberts-Thomson พบว่า

จำนวนพันธุกรรมชาติที่น้อยลงมีความสัมพันธ์กับการสูญเสียความสามารถในการบดเคี้ยว ความรู้สึกไม่สบายทางจิตใจ และการสูญเสียความสามารถทางจิตใจ⁴⁴ จึงอาจเป็นไปได้ว่ากลุ่มที่ไม่มีคู่สบพันธุกรรมชาติที่สูญเสียความสามารถในการบดเคี้ยวจะส่งผลกระทบต่อด้านจิตใจ และอาจส่งผลกระทบต่อการเข้าสังคมและการปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นตามมา

ประเภทฟันเทียมมีความสัมพันธ์กับผลกระทบของฟันเทียมต่อคุณภาพชีวิตในมิติความมีเสน่ห์ โดยกลุ่มที่ใส่ฟันเทียมบางส่วนถอดได้มีสัดส่วนผู้ตอบว่าฟันเทียมส่งผลดีต่อความมีเสน่ห์มากที่สุด ไม่สอดคล้องกับการศึกษาที่พบว่าผู้ใส่ฟันเทียมบางส่วนถอดได้มีความพึงพอใจทั่วไป ความสวยงาม และความสบายต่อฟันเทียมไม่แตกต่างกับผู้ใส่ฟันเทียมทั้งปาก⁴⁵ อย่างไรก็ตามกลุ่มที่ใส่ฟันเทียมบางส่วนถอดได้ซึ่งมีพันธุกรรมชาติและคู่สบพันธุกรรมชาติเหลืออยู่ อาจอธิบายได้ว่า การเก็บรักษาพันธุกรรมชาติไว้เพื่อทำหน้าที่ร่วมกันกับฟันเทียมสามารถช่วยเพิ่มคุณภาพชีวิตในมิติดังกล่าวได้มากกว่าการมีฟันเทียมทำหน้าที่เพียงอย่างเดียว เพราะการสูญเสียพันธุกรรมชาติส่งผลกระทบต่อความรู้สึกไม่สบายและสูญเสียความสามารถทางจิตใจ⁴⁴ อาจทำให้ผู้ที่ใส่ฟันเทียมทั้งปากยังไม่มี ความมั่นใจในความมีเสน่ห์หรือความสวยงามของฟันเทียมที่มีต่อผู้อื่น

พฤติกรรมการใช้ฟันเทียมมีความสัมพันธ์กับผลกระทบของฟันเทียมต่อคุณภาพชีวิตในทุกมิติ โดยพบว่ากลุ่มที่ใส่ฟันเทียมตลอดเวลา มีสัดส่วนผู้ที่ตอบว่าฟันเทียมส่งผลดีต่อคุณภาพชีวิตมากที่สุดในทุกมิติรองลงมาคือ กลุ่มที่ใส่ฟันเทียมบางเวลา และกลุ่มที่ไม่ใส่แล้ว ตามลำดับ อาจเป็นเพราะว่าผู้ที่ใส่ฟันเทียมตลอดเวลา มีความพึงพอใจกับการใช้งานฟันเทียม เนื่องจากใช้งานแล้วส่งผลดีหรือส่งเสริมทางบวกต่อคุณภาพชีวิตในมิติต่าง ๆ สอดคล้องกับการศึกษาของ สุวรรณและคณะ ที่พบว่าความพึงพอใจต่อฟันเทียมบางส่วนถอดได้มีความสัมพันธ์กับการใช้หรือไม่ใช้ฟันเทียมอย่างมีนัยสำคัญ¹⁷ โดยมีมิติของคุณภาพชีวิตที่มีสัดส่วนผู้ที่ตอบว่าฟันเทียมส่งผลเสียมากที่สุดของกลุ่มที่ไม่ใส่ฟันเทียมแล้ว คือ การเคี้ยวและการกัด รองลงมาคือ การรับประทานอาหาร โดยให้เหตุผลที่ไม่ใส่ฟันเทียมมากที่สุด คือ ใส่แล้วเจ็บ สอดคล้องกับการศึกษาของ Yoshizumi ที่พบว่าคุณภาพของฟันเทียมมีความสัมพันธ์อย่างมากกับความพึงพอใจของผู้ป่วยในด้านความสบายและความสามารถในการบดเคี้ยว⁴⁶ ดังนั้นจึงความเป็นไปได้ว่าความไม่สบายเมื่อใส่ฟันเทียมและปัญหาในการรับประทานอาหารมีอิทธิพลมากที่สุดต่อการยอมรับฟันเทียม

อย่างไรก็ตามในการศึกษานี้พบว่ากลุ่มที่ใส่ฟันเทียมตลอดเวลา กลับพบว่ามิติที่มีสัดส่วนผู้ตอบว่าฟันเทียมส่งผลดี

มากที่สุดอยู่ในด้านความสัมพันธ์ทางสังคม เช่น การยิ้มและหัวเราะ รูปลักษณ์ใบหน้าตนเอง เป็นต้น เช่นเดียวกับกลุ่มที่ใส่ฟันเทียมบางเวลา โดยมีมิติที่ฟันเทียมส่งผลดีมากที่สุดคือ การยิ้มและหัวเราะและรูปลักษณ์ใบหน้าตนเอง ซึ่งกลุ่มนี้ส่วนใหญ่จะใส่ฟันเทียมเฉพาะออกไปพบปะผู้อื่น จึงมีความเป็นไปได้ว่ากลุ่มตัวอย่างยอมรับการใช้ฟันเทียม เนื่องมาจากมองเห็นคุณค่าของฟันเทียมในแง่ของการส่งเสริมความสวยงามหรือความสัมพันธ์ทางสังคม มากกว่าการรับประทานหรือประสิทธิภาพการบดเคี้ยว แต่ไม่สอดคล้องกับการศึกษาของ สุวรรณและคณะ ที่พบว่าเหตุผลหลักในกลุ่มที่ยังใช้ฟันเทียมอยู่ คือ เพื่อการบดเคี้ยว¹⁷ อาจเนื่องมาจากกลุ่มตัวอย่างของการศึกษาในอดีตส่วนใหญ่มีสันเหงือกกว้างแบบที่ 3 ตามการจำแนกของเคนเนดี (Kenedy's Classification) ในขณะที่การศึกษานี้ กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ไม่มีพันธุกรรมชาติ ดังนั้นจึงมีความต่างกันในเรื่องของประเภทฟันเทียม และอาจต้องมีการศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมการใช้ฟันเทียมชนิดต่าง ๆ ต่อไป

ข้อจำกัดของการพัฒนาเครื่องมือในการศึกษานี้คือ มีการทดสอบความเที่ยงตรงและความเชื่อมั่นของแบบประเมินรูปแบบภาษาไทยเฉพาะในกลุ่มผู้สูงอายุ จึงอาจยังไม่สามารถเป็นตัวแทนของประชากรไทยในทุกกลุ่มอายุได้ และไม่สามารถเปรียบเทียบกับแบบประเมินในรูปแบบภาษาอื่น ๆ ได้ เนื่องจากแบบประเมินนี้ยังไม่เคยแปลเป็นภาษาใดมาก่อน รวมทั้งอาจมีข้อจำกัดในเรื่องของการนำไปใช้กับผู้สูงอายุบางกลุ่มในแง่ของความเข้าใจในภาษาเขียน หรือการที่ผู้สัมภาษณ์อาจต้องแปลภาษาเขียนเป็นภาษาพูด เช่น กลุ่มผู้มีการศึกษาระดับต่ำ หรือกลุ่มผู้ใช้ภาษาถิ่น เป็นต้น

บทสรุป

แบบประเมินผลกระทบของฟันที่สะท้อนคุณภาพชีวิต ฉบับภาษาไทย ที่ถูกพัฒนาขึ้น มีความเที่ยงตรงและความเชื่อมั่นอยู่ในระดับที่สามารถนำไปใช้กับผู้สูงอายุไทยได้ เมื่อนำแบบประเมินไปใช้สามารถอธิบายผลกระทบลักษณะต่าง ๆ ของฟันเทียมที่มีต่อคุณภาพชีวิตในมิติต่าง ๆ และปัจจัยข้อมูลทั่วไปมีความสัมพันธ์กับผลกระทบของฟันเทียมต่อคุณภาพชีวิต ดังนั้นบุคลากรควรเรียนรู้และทำความเข้าใจผลกระทบของฟันเทียมและปัจจัยที่เกี่ยวข้องเหล่านี้ เพื่อช่วยให้การวางแผนการรักษาทางทันตกรรมมีความเหมาะสมกับแต่ละบุคคล นำไปสู่ผลลัพธ์การรักษาที่ดีทั้งในมุมมองของผู้ให้และผู้รับบริการ รวมถึงการสร้างความสัมพันธ์ที่ดีระหว่างทันตแพทย์และผู้ป่วยต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลทุกแห่งในอำเภอปากชม ที่อำนวยความสะดวกในการเก็บข้อมูล ขอขอบคุณ อสม. ทุกท่าน และทีมทันตแพทย์ที่ให้ความร่วมมือในการเก็บข้อมูล และขอขอบคุณผู้สูงอายุทุกท่านที่ให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถามและตรวจสอบภาวะสุขภาพช่องปากเป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

1. World Health Organization. A review of current recommendations for the organization and administration of community oral health services in Northern and Western Europe: report on a WHO workshop: Oslo, 24-28 May 1982. 1983.
2. Bureau of Dental Health, Ministry of Public Health. The 8th National Oral Health Report 2017. Nonthaburi: Bureau of Dental Health, Department of Health, Ministry of Public Health; 2018.330.
3. Dental Health Innovation Technology Development Group for Working Age and Elderly. Oral health promotion for the elderly in the Royal Denture Project and the promotion of oral health for the elderly in honor of His Majesty the King 2012: Department of Health, Ministry of Public Health; 2012 [cited 2563 March 19th2020]. Available from: <http://dental.Anamai.moph.go.th/elderly/elderly55.php>.
4. Dalodom S, Veerachai N, Vejvithi V, Jiamaneechotchai S. Evaluation of the Royal Denture Project in Honor of His Majesty the King Due to the opportunity to celebrate the birthday of December 5th, 2007. Th Dent PH J 2008; 13(5):71-84.
5. Detpithak A. Evaluation of the Royal Denture Project Chiang Mai province between the year 2005-2013. Th Dent PH J 2015;20(1):60-8.
6. Srinawarat P, Richuwararak P. Follow-up for the treatment of patients wearing full dentures: 3-5 years after treatment. M Dent J 1997;17:61-8.
7. Sribuathong S. Five Year Follow-up on Complete Dentures Used Under "Royal Dental Prosthesis Project": A Case Study Among Elderly at Nakhonpathom Hospital. Reg 4-5 Med J 2015; 34(1):80-91.
8. Theeranuluk B. A Follow up Study among Elderly Complete Denture Wearers under Royal Dental Prosthesis Project Phutthamonthon Hospital, Nakhon Pathom Province: 3-5 Years after Treatment. Reg 4-5 Med J 2018;37(1):22-32.
9. Nakmanee S. Quality of oral health-related quality of life among elderly complete denture wearers at bangpakong hospital. J Prapokklao Hosp Clin Med Educ Cent 2018;35(1):40-9.
10. Chaiphotchanaphong N, Tumrasvin W, Krisdapong S, editors. Thai version of the Oral Health Impact Profile (Thai-OHIP) in Thai dental patients. The 23rd National Graduate Research Conference Rajamangala University of Technology Isan; 2011: Citeseer.
11. Adulyanon S, Sheiham A. Oral impacts on daily performances. Measuring oral health quality of life. 1997;151:160.
12. Slade GD. Measuring oral health and quality of life. Chapel Hill. 1997;3.
13. Strauss RP, Hunt RJ. Understanding the value of teeth to older adults: influences on the quality of life. J Am Dent Assoc 1993;124(1):105-10.
14. Macentee MI, Hole R, Stolar E. The significance of the mouth in old age. Soc Sci Med 1997; 45(9):1449-58.
15. Trulsson U, Engstrand P, Berggren U, Nannmark U, Brånemark PI. Edentulousness and oral rehabilitation: experiences from the patients' perspective. Eur J Oral Sci 2002;110(6):417-24.

16. Smith PA, Entwistle VA, Nuttall N. Patients' experiences with partial dentures: a qualitative study. *Gerodontology* 2005;22(4):187-92.
17. Tuongratanaphan S, Chokwattanapornchai N, Marasri P, Pattranukukit P, Pak-insee Y, Piworn W, et al. A Retrospective Study on Usage of Removable Partial Dentures by Patients in Comprehensive Dental Clinic. *CM Dent J* 2016;37(2):123-33.
18. Peršić S, Čelebić A. Influence of different prosthodontic rehabilitation options on oral health-related quality of life, orofacial esthetics and chewing function based on patient-reported outcomes. *Qual Life Res* 2015;24(4): 919-26.
19. Viechtbauer W, Smits L, Kotz D, Budé L, Spigt M, Serroyen J, et al. A simple formula for the calculation of sample size in pilot studies. *J Clin Epidemiol* 2015;68(11):1375-9.
20. Beaton DE, Bombardier C, Guillemin F, Ferraz MB. Guidelines for the process of cross-cultural adaptation of self-report measures. *Spine* 2000;25(24):3186-91.
21. Yaghmaie F. Content validity and its estimation. *J Med Edu* 2009;3(1):870.
22. Terwee CB, Bot SD, de Boer MR, van der Windt DA, Knol DL, Dekker J, et al. Quality criteria were proposed for measurement properties of health status questionnaires. *J Clin Epidemiol* 2007; 60(1):34-42.
23. Rorer LG. The great response-style myth. *Psychol Bull* 1965;63(3):129.
24. Koo TK, Li MY. A guideline of selecting and reporting intraclass correlation coefficients for reliability research. *J Chiropr Med* 2016;15(2): 155-63.
25. Jung CG. Psychologische typen: Rascher; 1921.
26. Åström AN, Okullo I. Validity and reliability of the Oral Impacts on Daily Performance (OIDP) frequency scale: a cross-sectional study of adolescents in Uganda. *BMC Oral health* 2003;3(1):1-9.
27. El Osta N, Tubert-Jeannin S, Hennequin M, Naaman NBA, El Osta L, Geahchan N. Comparison of the OHIP-14 and GOHAI as measures of oral health among elderly in Lebanon. *Health Qual Life Outcomes* 2012;10(1):1-10.
28. Yamazaki M, Inukai M, Baba K, John M. Japanese version of the oral health impact profile (OHIP-J). *J Oral Rehabil* 2007;34(3):159-68.
29. Dictionary CE. Collins english dictionary. Complete Unabridged 2014.
30. Field A. Exploratory factor analysis. *Discovering statistics using SPSS*. 2005:619-80.
31. Goodwin R. Personal relationships across cultures: Routledge; 2013.
32. Somsiri N. Oral Health Related to Quality of Life after Complete Denture Delivered among Elderly. *Journal of Health Education* 2015;38(1): 1-13.
33. Malta S, Farquharson K. The initiation and progression of late-life romantic relationships. *Journal of Sociology* 2012;50(3):237-51.
34. Sirithetmontree D. Oral health related to quality of life among the elderly population after prosthesis of the Royal Denture Program. *Vajira Medical Journal: Journal of Urban Medicine*. 2008:39-47.
35. Mosharraf R, Aghaee A, Hasan Zadeh A, Poor Agha Koockak M. Relationship between satisfaction and expectation with self-esteem and self-concept in patients using complete denture. *Journal of Dentistry*. 2007;8(3):60-70.
36. Robins RW, Hendin HM, Trzesniewski KH. Measuring global self-esteem: Construct validation of a single-item measure and the Rosenberg Self-Esteem Scale. *Personality social psychology bulletin*. 2001;27(2):151-61.

37. Suntaphun P. Elderly Depression: Nursing Role. UMT Poly Journal 2020;17(1).
38. Singh BP, Pradhan KN, Tripathi A, Tua R, Tripathi S. Effect of sociodemographic variables on complete denture satisfaction. jap. 2012;4(1):43-51.
39. Lee GR, Yoo WK. A study on denture satisfaction in rural elderly people. J Agri Med & Community Health 2010;35(1):56-66.
40. Van Waas MA. The influence of psychologic factors on patient satisfaction with complete dentures. J Prosthet Dent 1990;63(5):545-8.
41. Özdemir AK, Özdemir HD, Polat NT, Turgut M, Sezer H. The effect of personality type on denture satisfaction. Int J Prosthodont 2006; 19(4):364-70.
42. Fenlon MR, Sherriff M, Newton JT. The influence of personality on patients' satisfaction with existing and new complete dentures. J Dent 2007;35(9):744-8.
43. Fontijn-Tekamp F, Slagter A, Van Der Bilt A, Van'T Hof M, Witter D, Kalk W, et al. Biting and chewing in overdentures, full dentures, and natural dentitions. J Dent Res 2000;79(7):1519-24.
44. Brennan DS, Spencer AJ, Roberts-Thomson KF. Tooth loss, chewing ability and quality of life. Qual Life Res 2008;17(2):227-35.
45. Čelebić A, Knezović-Zlatarić D. A comparison of patient's satisfaction between complete and partial removable denture wearers. Journal of dentistry. 2003;31(7):445-51.
46. Yoshizumi DT. An evaluation of factors pertinent to the success of complete denture service. J Prosthet Dent 1964;14(5):866-78.

ผู้รับผิดชอบบทความ

ปิ่นปิ่นทร์ วณิชย์สายทอง

ภาควิชาทันตกรรมครอบคร้วและชุมชน

คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ 50200

โทรศัพท์: 080 212 9424

จดหมายอิเล็กทรอนิกส์: pinpinut.w@cmu.ac.th

Development and Use of the Thai Version of the Dental Impact Profile to Assess Thai Older Adults under Royal Dental Prosthesis Project

Saensutthawijit P* Chatiketu P** Wanichsaithong P**

Abstract

Older adults who use dentures under the Royal Denture Prosthesis Project have different behaviors of denture wearing. However, the impact on quality of life, or factors associated with the impact of dentures on quality of life has never been assessed. Therefore, the purposes of this study were to develop and test the validity and reliability of the Thai version of the Dental Impact Profile, and then to use the tool to assess the impact of dentures on quality of life and to explore the factors associated with the impact of dentures on various aspects of quality of life. Data were collected among 215 Thai older adults who received dentures in Pak Chom District, Loei Province by interview and oral health examination. The results of the development and testing of the validity and reliability demonstrated that The Thai version of the Dental Impact Profile had a content validity index of 0.96. For a construct validity, it was found that all items had good structural integrity ($P < 0.05$), except for the kissing question ($P = 0.083$). Cronbach's alpha coefficient for determining the internal consistency was 0.970. The results of using the developed assessment revealed that the dentures had the greatest proportion of good effect on smiling and laughing (78.1%), the greatest proportion of bad effect on chewing and biting (29.7%), and the greatest proportion of no effect on kissing (47.6%). Educational level, monthly income, personality traits, having a pair of natural teeth, and type of the current dentures were associated with the impact of dentures on some dimensions of quality of life ($P < 0.05$). Denture wearing was associated with the impact of dentures on all dimensions of quality of life ($P < 0.001$). This result of the study indicated that the Thai Version of the Dental Impact Profile is a good validity and reliability that can be applied to the Thai population. The tool was able to explain the different effect of denture on various dimensions of quality of life and the demographic factors were associated with the impact of dentures on quality of life.

Keywords: Older Adults/ Dentures/ The Dental Impact Profile

Corresponding Author

Pinpinut Wanichsaithong
Department of Family and Community Dentistry,
Chiang Mai University,
Amphur Muang, Chiang Mai, 50200.
Tel.: +66 80 212 9424
Email: pinpinut.w@cmu.ac.th

* Dental Department, Pak Chom Hospital, Amphur Pak Chom, Loei.

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

การศึกษาความแข็งผิวระดับนาโน และระดับจุลภาคของพอลิเมทิลเมทาคริเลตเสริมด้วยนาโนลูมินาที่ผ่านการปรับสภาพผิวด้วยสารคู่ควบไซเลนในปริมาณที่แตกต่างกัน

ฤทธา มากักตึงค์* พิริยะ ยาวีราช** พิสิษฐ์ชัย ชัยจรีนนท์**

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึงความแข็งผิวทั้งระดับนาโนและระดับจุลภาคของพอลิเมทิลเมทาคริเลตที่เสริมด้วยอนุภาคนาโนลูมินาที่ผ่านการปรับสภาพผิวด้วยสารคู่ควบไซเลนในปริมาณที่แตกต่างกันและศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างความแข็งผิวระหว่างระดับนาโนและระดับจุลภาค โดยนำสารคู่ควบไซเลนมาปรับสภาพผิวของอนุภาคนาโนลูมินา ใช้ปริมาณของอนุภาคนาโนลูมินาที่ผสมกับเรซินอะคริลิกร้อยละ 0.25 0.5 0.75 1 3 และ 5 โดยน้ำหนัก เป็นกลุ่มทดลอง โดยกลุ่มควบคุมคือเรซิน อะคริลิกที่ไม่ได้ผสมอนุภาคนาโนลูมินา รวมทั้งรวม 7 กลุ่ม กลุ่มละ 10 ตัวอย่างการทดลอง สร้างขนาดขึ้นตัวอย่างการทดลองกว้าง 12 มิลลิเมตร ยาว 12 มิลลิเมตรและหนา 3 มิลลิเมตร ทดสอบความแข็งผิวระดับนาโน ความแข็งผิวระดับจุลภาค วิเคราะห์ผลด้วยสถิติความแปรปรวนแบบทางเดียวที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และหาความสัมพันธ์ระหว่างความแข็งผิวทั้งสองด้วยการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ พบว่าค่าความแข็งผิวระดับนาโนมีค่าตั้งแต่ 195.51-266.76 เมกะปาสคาล ค่าความแข็งผิวระดับจุลภาคมีค่าตั้งแต่ 17.60-26.43 วิกเกอร์ ความแข็งผิวระดับนาโนที่มีค่ามากที่สุดพบในกลุ่มเรซินอะคริลิกที่ผสมอนุภาคนาโนลูมินาที่ปรับสภาพผิวด้วยสารคู่ควบไซเลนร้อยละ 0.25 โดยน้ำหนัก (266.76±26.19 เมกะปาสคาล) และแตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ความแข็งผิวระดับจุลภาคที่มีค่ามากที่สุดพบในกลุ่มเรซินอะคริลิกที่ผสมอนุภาคนาโนลูมินาที่ปรับสภาพผิวด้วยสารคู่ควบไซเลนร้อยละ 0.25 โดยน้ำหนัก (26.43±3.86 วิกเกอร์) และแตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างความแข็งผิวระดับนาโนและระดับจุลภาคมีค่าเท่ากับ 0.84

คำชี้แจง: เมทิลเมทาคริเลต/ ความแข็งผิวระดับจุลภาค/ อนุภาคนาโนลูมินา/ ความแข็งผิวระดับนาโน/ สารคู่ควบไซเลน

Received: May 22, 2021

Revised: Nov 17, 2021

Accepted: Feb 11, 2022

บทนำ

เมื่อเกิดการสูญเสียฟันจนเกิดเป็นพื้นที่สันเหงือกว่าง (Edentulous area) ทำให้การบดเคี้ยวของผู้ป่วยผิดปกติไป จำเป็นต้องมีการทดแทนฟันที่สูญเสียไป โดยวิธีการรักษาหนึ่งในนั้นคือการใส่ฟันเทียมทดแทนชนิดฟันเทียมแบบถอดได้ (Removable denture) โดยฟันเทียมแบบถอดได้มีส่วนประกอบหลักคือส่วนของซีฟันเทียมและฐานฟันเทียม ในส่วนของซีฟันเทียมจัดเป็นส่วนประกอบที่มีความสำคัญเนื่องจากทำหน้าที่หลักในการให้แรงบดเคี้ยว โดยวัสดุที่นิยมนำมาสร้างเป็นซีฟันเทียม ได้แก่ พอลิเมทิลเมทาคริเลต (Polymethyl methacrylate) คอมโพสิต (Composite) และเซรามิก (Ceramic)¹

พอลิเมทิลเมทาคริเลตหรือเรซินอะคริลิก (Resin acrylic) ที่ใช้ผลิตเป็นซีฟันเทียมมีข้อดีหลายประการ คือเกิดพันธะเคมีเชื่อมกับฐานฟันเทียมได้ดี² เข้ากันได้ดีกับสภาวะ

แวดล้อมในช่องปาก มีความเป็นพิษต่ำ ไม่เป็นอันตรายต่อเนื้อเยื่อ มีเสถียรภาพทางมิติ น้ำหนักเบา ขึ้นรูปง่าย จัดแต่งได้ง่าย ซ่อมแซมง่ายและราคาถูก³ แต่อย่างไรก็ตามพอลิเมทิลเมทาคริเลตเมื่อนำไปใช้งานจะเกิดการสะสมความเครียด (Strain) มีการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง (Deformation) ภายในวัสดุเนื่องจากแรงบดเคี้ยวอาจทำให้เกิดรอยร้าวจนแตกหัก⁴ รวมถึงมีความแข็งผิว (Surface hardness) ต่ำเมื่อเทียบกับวัสดุชนิดอื่นที่ใช้ผลิตฟันเทียม⁵

เมื่อด้านบดเคี้ยวของซีฟันเทียมที่ผลิตจากพอลิเมทิลเมทาคริเลตได้รับการกรอแต่งหรือเกิดการสึกเนื่องมาจากการใช้งาน ส่งผลให้ซีฟันเทียมสึกลงอย่างรวดเร็ว⁶ และนำไปสู่การสูญเสียมิติแนวตั้ง⁷ โดยที่ความแข็งผิวเป็นคุณสมบัติที่บ่งชี้ความสามารถในการต้านการสึกที่เกิดขึ้นบริเวณผิววัสดุ^{8,9} และ

* นักศึกษาหลักสูตรอบรมเพื่อวุฒิบัตร ภาควิชาทันตกรรมประดิษฐ์ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่

** ภาควิชาทันตกรรมประดิษฐ์ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่

ความแข็งแรงของผิวบอกรับความสามารถในการต้านทานการผิวดูอย่างถาวรที่พื้นผิวของวัตถุ เช่น รอยบุบ (Indentation) รอยถลอก รอยขีดข่วนหรือการสึก จากการศึกษารายงานของ Wongkhantee¹⁰ พบว่าชั้นเคลือบฟันและเนื้อฟันมีความแข็งแรงผิวที่สูงกว่าเมื่อเทียบกับพอลิเมทิลเมทาคริเลตที่ไม่ได้ปรับปรุงคุณสมบัติ ทำให้การสึกของผิวพอลิเมทิลเมทาคริเลตที่ไม่ได้ปรับปรุงคุณสมบัติเกิดการสึกอย่างรวดเร็วมานานกว่าฟันธรรมชาติ

จากเหตุผลดังกล่าวการปรับปรุงความแข็งแรงผิวของซีฟันเทียมชนิดพอลิเมทิลเมทาคริเลตจึงมีความจำเป็น ซึ่งการเสริมคุณสมบัติพอลิเมทิลเมทาคริเลตมีการศึกษาอย่างแพร่หลาย อาทิเช่น การเติมอนุภาคอลูมินาซึ่งเป็นสารอัดแทรกในพอลิเมทิลเมทาคริเลต เนื่องจากอนุภาคอลูมินาราคาถูก มีความแข็งแรงสูง และมีความเสถียรทางเคมีที่สูง ทนทานต่อการกัดกร่อนของกรดและด่างได้ดี จากการศึกษารายงานเพื่อเพิ่มความแข็งแรงผิวของพอลิเมทิลเมทาคริเลตโดยการเสริมด้วยอนุภาคอลูมินา พบว่าสามารถเพิ่มความแข็งแรงผิวได้ร้อยละ 25 เมื่อเทียบกับพอลิเมทิลเมทาคริเลตที่ไม่ได้เสริมด้วยอนุภาคอลูมินา⁷

การที่อนุภาคนาโนอลูมินาที่เป็นสารอัดแทรกช่วยเสริมความแข็งแรงผิวของพอลิเมทิลเมทาคริเลตได้ เนื่องจากอนุภาคนาโนอลูมินาทำหน้าที่เป็นส่วนกีดขวาง (Barrier) ต่อการขยายตัวของรอยแตก (Crack propagation) ที่บริเวณผิวเรซินเมทริกซ์ของพอลิเมทิลเมทาคริเลต และเพิ่มความต้านทานต่อการสึก (Wear resistance)^{11,12} ซึ่ง Arimate'ia และคณะ¹³ พบว่าอนุภาคนาโนอลูมินาที่ผสมลงในพอลิเมทิลเมทาคริเลตให้ผลความแข็งแรงผิวสูงและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญจากกลุ่มทดลองอื่น และยังพบว่าการที่มีอนุภาคนาโนอลูมินาที่มากขึ้นในพอลิเมทิลเมทาคริเลตช่วยลดการสึกและเพิ่มความต้านทานแบบข่วน (Scratch resistance)

อย่างไรก็ตามการเชื่อมยึดที่ไม่ดีของสารอัดแทรกที่เสริมเข้าไปในเรซินเมทริกซ์ของพอลิเมทิลเมทาคริเลตเป็นสาเหตุให้เกิดการลดคุณสมบัติเชิงกลของพอลิเมทิลเมทาคริเลตลง¹⁴ จึงมีการศึกษาถึงสารคู่ควบไซเลน (Silane coupling agent) เพื่อเพิ่มการเชื่อมยึดระหว่างสารอัดแทรก และเรซินเมทริกซ์ของพอลิเมทิลเมทาคริเลตให้ดีขึ้น โดยจากการศึกษาของ Jasim และคณะ¹⁵ ที่ทดสอบนำอนุภาคนาโนอลูมินาที่ปรับปรุงสภาพผิวด้วยสารคู่ควบไซเลนเสริมในพอลิเมทิลเมทาคริเลตพบว่าความแข็งแรงผิวมีค่าเพิ่มขึ้นในทุกกลุ่มการทดลอง โดยสารคู่ควบไซเลน ช่วยเพิ่มการยึดติดระหว่างสารอัดแทรกกับเรซินเมทริกซ์ส่งผลให้เพิ่มความ

แข็งแรงด้านการแตกหักต่อพอลิเมทิลเมทาคริเลตมากขึ้น^{16,17} โดย Katheng และคณะ¹⁸ ได้พบว่าอนุภาคนาโนอลูมินาร้อยละ 1 ที่ผ่านการปรับปรุงสภาพผิวด้วยสารคู่ควบไซเลนเพิ่มค่าความทนแรงอัด (Compressive strength) ต่อพอลิเมทิลเมทาคริเลตสูงที่สุด โดยอนุภาคอลูมินาทั้งระดับนาโนและจุลภาคช่วยปรับปรุงคุณสมบัติเชิงกลของพอลิเมทิลเมทาคริเลตได้ทั้งคู่^{19,20} และการใช้สารคู่ควบไซเลนทำการปรับปรุงสภาพผิวอนุภาคอลูมินาออกไซด์ระดับจุลภาคในการศึกษาที่ผ่านมา^{16,21} พบว่าการเคลือบผิวแบบชั้นเดียว (Monolayer) ที่เรียกว่าชั้นเคมีซอร์บ (Chemisorbed layer) ให้การเชื่อมยึดแข็งแรงที่สุดเมื่อเทียบกับการเชื่อมมากกว่าชั้นเดียวซึ่งชั้นอื่นที่เกิดจะเป็นชั้นฟิสิซอร์บ (Physisorbed layer) ซึ่งเป็นชั้นที่มีความอ่อนแอ²² และส่งผลลดคุณสมบัติเชิงกลของพอลิเมทิลเมทาคริเลต โดยความแข็งแรงผิวมี 3 ระดับตามแรงและความลึกที่เกิดขึ้นจากการทดสอบตามมาตรฐานไอเอสโอ 14577-1 (2015) โดยความแข็งแรงผิวมหภาค (Macrohardness) ใช้แรงที่ทดสอบตั้งแต่ 2 นิวตันถึง 30 กิโลนิวตัน ความแข็งแรงผิวระดับจุลภาคใช้แรงที่ทดสอบน้อยกว่า 2 นิวตัน ความลึกมากกว่า 2 ไมโครเมตร และความแข็งแรงผิวระดับนาโนมีความลึกน้อยกว่าหรือเท่ากับ 2 ไมโครเมตร²³

การศึกษาที่ผ่านมา การทดสอบความแข็งแรงผิวระดับจุลภาคที่พบบ่อยสำหรับพอลิเมทิลเมทาคริเลต คือ ความแข็งแรงผิวแบบวิกเกอร์²⁴ (Vickers Hardness) ซึ่งต้องอาศัยกล้องจุลทรรศน์ในการช่วยคำนวณความแข็งแรงผิว สามารถใช้ทดสอบวัสดุได้อย่างหลากหลายทั้งที่มีองค์ประกอบสม่ำเสมอและไม่สม่ำเสมอ²⁵ แต่ความแข็งแรงผิวชนิดนี้มีข้อจำกัด คือ ไม่สามารถวัดชิ้นการทดลองที่มีขนาดเล็กเกินไปหรือเมื่อชิ้นการทดลองมีส่วนประกอบในระดับที่เล็กกว่าขนาดหัวทำการทดสอบความแข็งแรงผิวระดับจุลภาคมากเช่นสารอัดแทรกระดับนาโน นอกจากนี้การทดสอบความแข็งแรงระดับนาโนมิซอร์ได้เปรียบเหนือความแข็งแรงระดับจุลภาคหลายประการ²⁶ อาทิเช่น เป็นการทดสอบในอุดมคติสำหรับวัสดุที่มีความหนาไม่มาก ชิ้นตัวอย่างมีขนาดหน้าตัดสำหรับทดสอบขนาดเล็กหรือมีองค์ประกอบในวัสดุระดับนาโน ซึ่งหากเป็นความแข็งแรงผิวระดับจุลภาคจะมีรอยกดที่ลึกเกินไปสำหรับวัสดุบางชนิดหรือไม่เหมาะสมสำหรับวัสดุที่มีองค์ประกอบที่มีขนาดระดับนาโน นอกจากนี้เครื่องมือทดสอบความแข็งแรงระดับนาโนไม่ต้องการกล้องจุลทรรศน์เหมือนการทดสอบความแข็งแรงระดับจุลภาคได้ค่าความแข็งแรงผิวแบบนาโนทันทีหลังทดสอบโดยไม่ต้องวัดมุมรอยกด แต่เครื่องมือทดสอบความแข็งแรงระดับนาโนมีราคาสูง

กว่าเครื่องมือทดสอบความแข็งผิวแบบจุลภาค การทราบแนวโน้มและความสัมพันธ์ระหว่างความแข็งผิวระดับจุลภาคและนาโนจะช่วยให้ทำนายความแข็งผิวระดับนาโนได้เมื่อรู้ความแข็งผิวระดับจุลภาคอย่างเดียว ซึ่งการศึกษาเปรียบเทียบและค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation coefficient) ระหว่างความแข็งผิวระดับจุลภาคและความแข็งผิวระดับนาโนในวัสดุพอลิเมทิลเมทาคริเลตที่เสริมด้วยนาโนลูมินาที่ผ่านการปรับสภาพผิวด้วยสารคู่ควบไซเลนยังมีการศึกษาน้อยอยู่

จากเหตุผลดังที่กล่าวมา งานวิจัยครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึงคุณสมบัติความแข็งผิวทั้งระดับนาโนและระดับจุลภาคของพอลิเมทิลเมทาคริเลตที่เสริมด้วยอนุภาคนาโนลูมินาที่ผ่านการปรับสภาพผิวด้วยสารคู่ควบไซเลนในปริมาณที่แตกต่างกันและศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างความแข็งผิวระดับนาโนและระดับจุลภาค โดยมีสมมติฐานงานวิจัยหลักประการแรก คือ ไม่มีความแตกต่างระหว่างความแข็งผิวระดับนาโนและระดับจุลภาคของพอลิเมทิลเมทาคริเลตที่เสริมด้วยอนุภาคนาโนลูมินาที่ผ่านการปรับสภาพผิวด้วยสารคู่ควบไซเลน และสมมติฐานงานวิจัยหลักอีกประการคือ ไม่มีความสัมพันธ์ระหว่างความแข็งผิวระดับนาโนและระดับจุลภาคของพอลิเมทิลเมทาคริเลตที่เสริมด้วยอนุภาคนาโนลูมินาที่ผ่านการปรับสภาพผิวด้วยสารคู่ควบไซเลน

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

หมายเลขรุ่นที่ผลิตของวัสดุหลัก (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 แสดงวัสดุที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้

Table 1 Showed materials that use in this study

วัสดุ	บริษัทผู้ผลิต เมือง/ประเทศ	หมายเลขรุ่นที่ ผลิต (Lot No.)
พอลิเมอร์ของเมทิลเมทาคริเลตชนิดบ่มตัวด้วยความร้อน	Major, Moncalieri, Italy	LOT 1900MS
สารคู่ควบไซเลนชนิดเอ็มพีเอส	Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, USA	LOT PX2762200
อนุภาคนาโนลูมินา	US Research Nano, Houston, TX, USA	LOT UAX543-6002

1. ขั้นตอนการสร้างชิ้นตัวอย่างทดลอง สร้างแม่แบบพลาสติกให้มีความยาว 25 มิลลิเมตร กว้าง 13 มิลลิเมตร และหนา 3.5 มิลลิเมตร มีน้ำหนัก 140 กรัม แล้วสร้างเบ้าหล่อขึ้นงานตัวอย่างโดยผสมพลาสติกและเทลง

ในภาชนะทองเหลืองหล่อแบบ (Dental flask) ส่วนครึ่งล่างจนเต็ม เมื่อพลาสติกแข็งตัวแล้วขัดแต่งด้วยกระดาษทราย ทาสารคั่นกลาง นำแม่แบบวางลงบนพลาสติกที่แห้งจากขอบภาชนะหล่อแบบเท่าๆ กัน นำภาชนะหล่อแบบส่วนครึ่งบนมาประกบและค่อยๆ เทพลาสติกลงไปในเต็ม ด้วยน้ำหนักของแม่แบบทำให้ตัวแม่แบบไม่เกิดการขยับและอยู่ในตำแหน่งเดิมที่วางไว้ เมื่อพลาสติกแข็งตัว แกะแม่แบบพลาสติกออกและทาสารคั่นกลางที่ภาชนะหล่อแบบทั้งส่วนครึ่งบนและล่าง

ใช้อนุภาคนาโนลูมินาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 40 นาโนเมตร (US Research Nano., Houston, TX, USA) และสารคู่ควบไซเลนชนิด ไตรเมทาโครลอกซีโพรพิลไตรเมทอกซี [(3-methacryloxypropyl) trimethoxysilane] หรือ เอ็มพีเอส (MPS, Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, USA) โดยคำนวณจากสมการของโพสทิวมัส (Posthumus's equation)²⁷ เพื่อเตรียมความเข้มข้นของสารคู่ควบไซเลนต่ออนุภาคนาโนลูมินาในหลายความเข้มข้นเพื่อทดสอบว่าความเข้มข้นใดที่ทำให้เกิดการเคลือบแบบชั้นเดียว ทั้งหมด 9 ความเข้มข้นได้แก่ 0.01475 0.0295 0.059 0.118 0.236 0.472 0.944 1.416 และ 1.888 กรัมเอ็มพีเอส/กรัมลูมินา ซึ่งเป็นค่า 1/32 1/16 1/8 1/4 1/2 1 2 4 6 และ 8 เท่าจากการคำนวณด้วยสมการของโพสทิวมัสตามลำดับตามแนวทางการศึกษาของ Jiangkongkho และคณะ²⁷ เพื่อนำไปทำการปรับสภาพผิวอนุภาคนาโนลูมินาด้วยวิธีของ Katheng และคณะ¹⁸ ต่อไป

เตรียมสารคู่ควบไซเลนในสารละลายเอทานอลความเข้มข้น ร้อยละ 99.8 โดยปริมาตร (99.8% Ethanol, Carlo erba, Milano, Italy) ผสมกับน้ำปราศจากไอออน (Deionized water) จำนวน 9 ขวด ให้ได้เอทานอลความเข้มข้น ร้อยละ 70 โดยปริมาตร จากนั้นปรับค่าความเป็นกรดและเป็นด่าง โดยหยดสารละลายกรดอะซิติก (96% acetic acid, Carlo erba, Milano, Italy) ให้มีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ที่ 4.5²⁰ และใส่อนุภาคนาโนลูมินา 1 กรัม แล้วนำไปผสมด้วยเครื่องปั่นผสมแม่เหล็ก (Magnetic stirrer, Intllab, Shenzhen, China) โดยปั่นผสมเป็นเวลา 2 ชั่วโมง จากนั้นนำไปอบในตู้อบ (Incubator, Memmert, Schwabach, Germany) ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 ชั่วโมง หลังจากนั้นจึงปล่อยให้เย็นลงที่อุณหภูมิห้องแล้วแบ่งแต่ละความเข้มข้นออกเป็นสองส่วน ส่วนแรกอบที่อุณหภูมิ 50±5 องศาเซลเซียส จนแห้งสนิทเรียกกลุ่มแห้ง (Dried group) อีกส่วนเติมสารละลายไอโซโพรพานอล (Isopropanol, RCI

labscan, Bangkok, Thailand) ที่อัตราส่วน 3 ต่อ 1 โดยปริมาตร เพื่อนำไปปั่นด้วยเครื่องปั่นเหวี่ยงตกตะกอน (Hettich 460R centrifuge, St. Louis, MO, USA) ที่ 20,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 2 ชั่วโมง แล้วใช้ปิเปตต์ (Pipette) ดูดส่วนของเหลวด้านบนออกเหลือเพียงอนุภาคนาโนอลูมินาที่ตกตะกอนอยู่ด้านล่างแล้วจึงนำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 ± 5 องศาเซลเซียสในตู้อบ 16 ชั่วโมง เรียกกลุ่มปั่นเหวี่ยง (Centrifuged group)

นำตัวอย่างอนุภาคนาโนอลูมินาที่ผ่านการปรับสภาพผิวด้วยสารคู่ควบไฮโดรเจนทั้งกลุ่มแห้งและกลุ่มที่ผ่านการปั่นเหวี่ยงทุกความเข้มข้นทั้งหมด 18 กลุ่มไปตรวจสอบด้วยเครื่องวิเคราะห์องค์ประกอบอินทรีย์สาร (Organic element analysis, Thermo Fisher Scientific, Waltham, MA, USA) เพื่อดูปริมาณคาร์บอนจากสารคู่ควบไฮโดรเจนที่เกาะอยู่บนผิวของอนุภาคนาโนอลูมินา เพื่อคำนวณปริมาณสารคู่ควบไฮโดรเจนที่เกาะอยู่ที่ผิวของอนุภาคนาโนอลูมินาและหาความเข้มข้นที่ทำให้เกิดการเคลือบแบบชั้นเดียวซึ่งมีค่าเท่ากับความเข้มข้นที่ 0.118 กรัมเอมพีเอส/กรัม_{อลูมินา} เพื่อนำไปใช้ในการปรับสภาพผิวอนุภาคนาโนอลูมินาที่ทำการผสมในพอลิเมทิลเมทาคริเลตในขั้นตอนการทดสอบความแข็งแรงผิวต่อไป

ใช้ปริมาณอนุภาคนาโนอลูมินา ร้อยละ 0.25 0.5 0.75 1 3 และ 5 โดยน้ำหนักที่ผ่านการปรับสภาพผิวด้วยสารคู่ควบไฮโดรเจนตามขั้นตอนของกลุ่มปั่นเหวี่ยงที่ความเข้มข้นที่ 0.118 กรัมเอมพีเอส/กรัม_{อลูมินา} ผสมกับส่วนผงพอลิเมอร์ของเมทิลเมทาคริเลตชนิดบ่มด้วยความร้อน (Methyl methacrylate, Major, Moncalieri, Italy) ด้วยเครื่องผสมคิวบิกมิกเซอร์ (Cubic mixer, Uniquetools, Chachoengsao, Thailand) จากนั้นเขย่าด้วยเครื่องเขย่าสาร (Vortex mixer, VTX L-3000, LMS Co., Tokyo, Japan) เป็นเวลา 10 นาทีตามแนวทางการศึกษาของ Kamonkhantikul และคณะ²⁸ ซึ่งพบว่าทำให้เกิดการกระจายตัวที่ดีและสม่ำเสมอของสารอัดแทรกระดับนาโนในเรซินอะคริลิกที่ทำการส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด โดยมีกลุ่มควบคุมคือกลุ่มที่ไม่เติมอนุภาคนาโนอลูมินา นำทุกกลุ่มไปผสมกับส่วนของเหลวที่เป็นมอนอเมอร์ (Monomer) ด้วยอัตราส่วนผง 2.5 กรัม ต่อมอนอเมอร์ 1 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน จากนั้นเมื่อเข้าสู่ระยะอ่อนนุ่ม (Dough stage) จึงนำไปใส่ลงในเบ้าหล่อ นำไปบ่มในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 90 นาที เพิ่มความร้อนจนน้ำเดือดต่อเนื่องอีก 30 นาที รอให้เย็นก่อนแกะชิ้นงาน

นำแผ่นพอลิเมทิลเมทาคริเลตมาตัดเรียบจนความหนา 3 มิลลิเมตร ด้วยเครื่องตัดชิ้นงาน (MoPao160E, Shangdong, China) ที่ความเร็ว 600 รอบต่อนาทีเป็นเวลา 10 วินาที โดยใช้กระดาษทรายน้ำความละเอียด 200 400 600 800 และ 1,000 ตามลำดับ จากนั้นนำชิ้นงานไปตัดแบ่งออกเป็นสองชิ้นเท่ากันๆ ให้ได้ความกว้าง 12 มิลลิเมตร และยาว 12 มิลลิเมตร และหนา 3 มิลลิเมตร ด้วยเครื่องตัดเลเซอร์ จากนั้นนำชิ้นงานไปตัดด้วยเลเซอร์ (Laser CNC machine, T-BROs engineering, China) โดยขึ้นตัวอย่างการทดสอบครั้งแรกสำหรับทดสอบความแข็งแรงระดับจุลภาค และครั้งหลังสำหรับทดสอบความแข็งแรงระดับนาโน ตามแนวทางการศึกษาของ Machado และคณะ²⁹ ที่ศึกษาความแข็งแรงของพอลิเมทิลเมทาคริเลต และตรวจสอบขนาดชิ้นงานด้วยเครื่องวัดระยะแบบดิจิตอล (Digital vernier caliper, Mitutoyo, Kanagawa, Japan) แบ่งกลุ่มทดลองทั้งหมดออกเป็น 7 กลุ่ม (ตารางที่ 2) โดยจากการศึกษานำร่อง ได้คำนวณอำนาจของการทดสอบ (Power of test) ที่ร้อยละ 90 ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 ร่วมกับค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของทุกกลุ่มการทดลอง เพื่อคำนวณหาจำนวนตัวอย่าง (N) พบว่าได้จำนวนตัวอย่างเท่ากับ 7.66 ขึ้นสำหรับความแข็งแรงระดับนาโนและ 8.74 ขึ้นสำหรับความแข็งแรงระดับจุลภาค หลังจากนั้นจึงเตรียมชิ้นตัวอย่างสำหรับการทดลองจริงกลุ่มละ 20 ชิ้น โดยแบ่งครั้งแรก 10 ชิ้นสำหรับการทดสอบความแข็งแรงระดับนาโนและครั้งหลังอีก 10 ชิ้นสำหรับทดสอบความแข็งแรงระดับจุลภาค แซ่ขึ้นตัวอย่างการทดลองทุกกลุ่มในน้ำที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ก่อนการทดสอบ

ตารางที่ 2 กลุ่มตัวอย่างการทดลองและส่วนประกอบของแต่ละกลุ่ม

Table 2 Experimental groups and the component in each group

กลุ่มที่ใช้ในการทดลอง	ปริมาณอนุภาคนาโนอลูมินาที่ผสมในพอลิเมทิลเมทาคริเลต
1 (กลุ่มควบคุม)	ไม่ผสมอนุภาคนาโนอลูมินา
2	ร้อยละ 0.25 โดยน้ำหนัก
3	ร้อยละ 0.5 โดยน้ำหนัก
4	ร้อยละ 0.75 โดยน้ำหนัก
5	ร้อยละ 1 โดยน้ำหนัก
6	ร้อยละ 3 โดยน้ำหนัก
7	ร้อยละ 5 โดยน้ำหนัก

2. **ขั้นตอนการทดสอบความแข็งผิว** นำชิ้นงานทั้ง 7 กลุ่ม ๆ ละ 10 ชิ้นไปทดสอบความแข็งผิวระดับจุลภาคแบบวิกเกอร์ โดยใช้เครื่องทดสอบความแข็งผิวระดับจุลภาค (Vicker hardness tester, Sunproc, Guiyang, China) กดชิ้นงานด้วยหัวกดแบบวิกเกอร์ ขนาดแรงกด 10 กรัม เป็นเวลา 10 วินาที ตามวิธีทดสอบของข้อกำหนดเอดีเอ (ADA specification) ลำดับที่ 17³⁰ สำหรับฐานฟันเทียมที่สร้างจากอะคริลิกในแต่ละชิ้นงาน ทำการทดสอบ 5 จุด คือมุมทั้งสี่และจุดกึ่งกลางแล้วหาค่าเฉลี่ยเพื่อใช้เป็นตัวแทนในแต่ละชิ้นงาน

นำชิ้นงานทั้ง 7 กลุ่มอีกกลุ่มละ 10 ชิ้น ทดสอบความแข็งผิวระดับนาโนด้วยเครื่องทดสอบนาโนอินเดนเทนซ์ (Nanoindenter, Nanomechanics, Inc., Oak Ridge, TN, USA) ด้วยหัวกดเพชรรูปปิรามิดสามด้าน (Three-sided pyramidal diamond tip) โดยใช้แรงสัมผัส (Contact force) เริ่มต้นที่ 150 นาโนนิวตันและแรงกดสูงสุดที่ 1 มิลลินิวตัน ที่ 10 วินาทีก่อนลดแรงและยกหัวกดขึ้นตามวิธีการทดสอบความแข็งผิวระดับนาโนในพอลิเมทิลเมทาคริเลตตามการศึกษาของ Arun และคณะ³¹ โดยทดสอบ 5 บริเวณคือมุมทั้งสี่และจุดกึ่งกลางแล้วหาค่าเฉลี่ยในแต่ละชิ้นงาน

3. **ขั้นตอนการทดสอบทางสถิติ** วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงอนุมาน ประเภทวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One-way ANOVA) เพื่อหาความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของความแข็งผิวทั้งสองชนิดและทดสอบเชิงซ้อนด้วยวิธีทูเก้ (Tukey's HSD test) เพื่อเปรียบเทียบความแปรปรวนเชิงซ้อนของชุดข้อมูลในแต่ละกลุ่มทดลองที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$) จากนั้นหาความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย

ความแข็งผิวระดับจุลภาคและระดับนาโนด้วยการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแบบไม่อิสระ (Paired t-test) และหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างความแข็งผิวทั้งสองชนิดในแต่ละกลุ่มทดลองเพื่อดูความสัมพันธ์ระหว่างความแข็งผิวทั้งสองชนิดด้วยการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน (Pearson correlation coefficient) โดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์ทางสถิติเอสพีเอสเอส เวอร์ชัน 24 (SPSS version 24, IBM, Armonk, NY, USA)

ผล

ผลการศึกษา (ตารางที่ 3) พบว่าค่าเฉลี่ยของความแข็งผิวระดับนาโนที่มากที่สุดพบในกลุ่มเรซินอะคริลิกที่ผสมด้วยอนุภาคนาโนลูมินาที่ผ่านการปรับสภาพผิวด้วยสารคู่ควบไฮเลนน้อยละ 0.25 โดยน้ำหนัก มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 266.76 เมกะปาสคาลซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญจากกลุ่มควบคุมและกลุ่มเรซินอะคริลิกที่ผสมด้วยอนุภาคนาโนลูมินาที่ผ่านการปรับสภาพผิวด้วยสารคู่ควบไฮเลนน้อยละ 5 โดยน้ำหนัก โดยที่กลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยความแข็งผิวระดับนาโนอยู่ที่ 195.51 เมกะปาสคาล

ค่าเฉลี่ยของความแข็งผิวระดับจุลภาคที่มากที่สุดพบในกลุ่มเรซินอะคริลิกที่ผสมด้วยอนุภาคนาโนลูมินาที่ผ่านการปรับสภาพผิวด้วยสารคู่ควบไฮเลนน้อยละ 0.25 โดยน้ำหนัก มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 26.43 วิกเกอร์แต่ไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญ โดยที่กลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยความแข็งผิวระดับจุลภาคอยู่ที่ 17.60 วิกเกอร์

ตารางที่ 3 แสดงค่าเฉลี่ยความแข็งผิวระดับนาโนและความแข็งผิวระดับจุลภาคของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองรวมทั้งค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างความแข็งผิวระดับนาโนกับความแข็งผิวระดับจุลภาค

Table 3 Showed average of nano and micro hardness of control group and each experimental group with correlation coefficient between nano and micro hardness.

อนุภาคนาโนลูมินา (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ความแข็งผิวระดับนาโน (เมกะปาสคาล)	ความแข็งผิวระดับจุลภาค		สัมประสิทธิ์ สหสัมพันธ์
		เมกะปาสคาล*	วิกเกอร์	
0 (กลุ่มควบคุม)	195.51±31.59 ^a	172.60± 38.93 ^A	17.60±3.97 ^A	0.927
0.25	266.76±26.19 ^c	259.20± 37.86 ^B	26.43±3.86 ^B	0.929
0.5	243.23±26.73 ^{bc}	235.80±32.56 ^B	24.04±3.32 ^B	0.909
0.75	244.75±25.38 ^{bc}	231.60± 37.95 ^B	23.62±3.87 ^B	0.959
1	241.91±36.82 ^{bc}	242.20± 29.03 ^B	24.70±2.96 ^B	0.847
3	224.01±22.40 ^{abc}	230.39±31.19 ^B	23.49±3.18 ^B	0.852
5	223.76±28.00 ^{ab}	227.10±35.40 ^B	23.16±3.61 ^B	0.602

*หน่วยเมกะปาสคาลของความแข็งผิวระดับจุลภาคได้รับการแปลงมาจากหน่วยวิกเกอร์

**ตัวอักษรที่ต่างกันจะแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

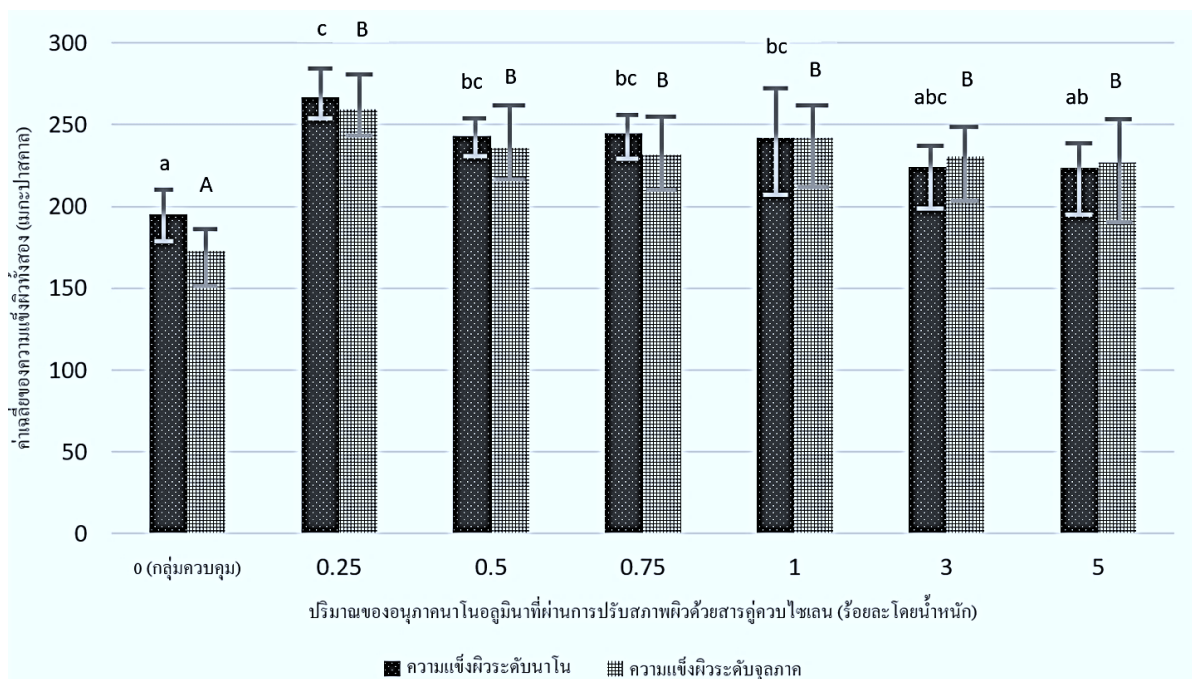
ค่าเฉลี่ยความแข็งผิวระดับนาโนและระดับจุลภาคมีแนวโน้มลดลงเมื่อปริมาณอนุภาคนาโนลูมินาที่ผ่านการปรับสภาพผิวด้วยสารคู่ควบไซเลนเพิ่มสูงขึ้น อย่างไรก็ตามกลุ่มทดลองทุกกลุ่มที่มีการผสมอนุภาคนาโนลูมินามีความแข็งผิวทั้งสองชนิดสูงกว่ากลุ่มควบคุม ดังเห็นได้ชัดในรูปที่ 1

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างความแข็งผิวระดับนาโนและระดับจุลภาคของทุกกลุ่มการทดลองรวมกันมีค่าเท่ากับ 0.84 โดยการวิเคราะห์แบบถดถอยเชิงเส้น (Linear regression) และได้สมการจำลองที่มีความแม่นยำที่ ร้อยละ 70.6 ดังนี้

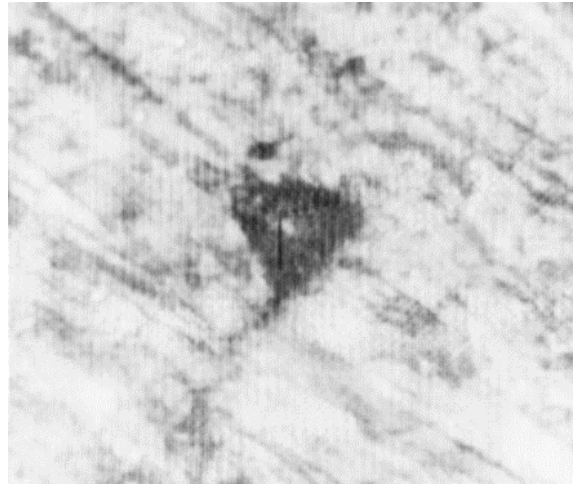
$$\begin{aligned} & \text{ความแข็งผิวระดับนาโน (เมกะปาสคาล)} \\ &= 7.339 \times \text{ความแข็งผิวระดับจุลภาค (วิกเกอร์)} + 62.325 \\ & \text{หรือ} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{ความแข็งผิวระดับจุลภาค (วิกเกอร์)} \\ &= 0.096 \times \text{ความแข็งผิวระดับนาโน (เมกะปาสคาล)} + 0.419 \end{aligned}$$

ลักษณะของรอยกดและพื้นผิวของขึ้นตัวอย่างการทดลองในกลุ่มการทดลองหลังจากผ่านการทดสอบความแข็งผิวระดับนาโนและระดับจุลภาค (รูปที่ 2 และ 3) ไม่มีความแตกต่างกันระหว่างกลุ่มการทดลองและกลุ่มควบคุมภายใต้การทดสอบความแข็งผิวชนิดเดียวกัน แต่ลักษณะของรอยกดมีความแตกต่างกันตามหัวทดสอบของเครื่องมือทดสอบ โดยความแข็งผิวในระดับนาโนใช้หัวทดสอบรูปปิรามิดสามด้านจึงเกิดเป็นลักษณะของรอยกดรูปสามเหลี่ยมด้านเท่า ในขณะที่เครื่องมือทดสอบความแข็งผิวระดับจุลภาคใช้หัวกดทดสอบความแข็งผิวแบบวิกเกอร์ ซึ่งเป็นหัวกดเพชรทรงพีรามิดมุม 136° ฐานสี่เหลี่ยมจัตุรัส จึงเกิดลักษณะรอยกดเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสเกิดขึ้นบนขึ้นตัวอย่างพอลิเมทิลเมทาคริเลตที่ใช้ทดสอบ

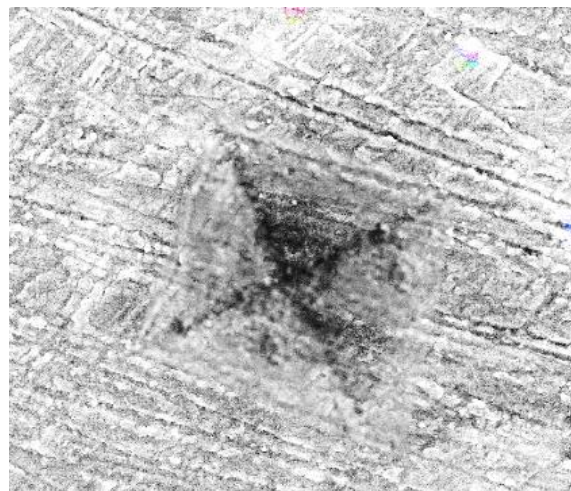


รูปที่ 1 เปรียบเทียบระหว่างค่าเฉลี่ยความแข็งผิวระดับนาโนและค่าเฉลี่ยความแข็งผิวระดับจุลภาคที่ได้รับการแปลงมาเป็นหน่วยเมกะปาสคาลในทุกกลุ่มการทดลอง
Figure 1 Comparison between average nano hardness and micro hardness which were converted into megapascal in every experimental groups.



รูปที่ 2 ภาพตัวอย่างรอยกดและพื้นผิวของชิ้นตัวอย่างการทดลองในกลุ่มควบคุมหลังจากผ่านการทดสอบความแข็งผิวระดับนาโน รอยกดรูปสามเหลี่ยมด้านเท่าเกิดจากการกดโดยหัวที่ใช้ทดสอบความแข็งผิวระดับนาโนรูปปิรามิดสามเหลี่ยมด้านเท่า

Figure 2 Sample image of impression and surface relief of specimen of control group after nano-indentation. The triangle impression was indented by equilateral triangular pyramid shaped nanoindentation testing tip.



รูปที่ 3 ภาพตัวอย่างรอยกดและพื้นผิวของชิ้นตัวอย่างการทดลองในกลุ่มควบคุมหลังจากผ่านการทดสอบความแข็งผิวระดับจุลภาค รอยกดรูปสี่เหลี่ยมด้านเท่าเกิดจากการกดโดยหัวทดสอบความแข็งผิวระดับจุลภาคแบบวิกเกอร์ ซึ่งเป็นหัวกดทรงพีรามิดมุม 136° ฐานสี่เหลี่ยมจัตุรัส

Figure 3 Sample image of impression and surface relief of specimen of control group after micro-indentation. The square impression was indented by square base 136° pyramid shaped vicker hardness testing tip.

บทวิจารณ์

ผลการศึกษาปฏิสัมพันธ์สมมติฐานงานวิจัยหลักประการแรกที่ว่าไม่มีความแตกต่างระหว่างความแข็งแรงระดับนาโนและระดับจุลภาคของพอลิเมทิลเมทาคริเลตที่เสริมด้วยอนุภาคนาโนลูมินาที่ผ่านการปรับสภาพผิวด้วยสารคูควบไซเลนในปริมาณที่แตกต่างกันจากการหาความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยความแข็งแรงระดับจุลภาคและระดับนาโนในแต่ละกลุ่มด้วยการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแบบไม่อิสระ อย่างไรก็ตาม หากพิจารณาภายในความแข็งแรงระดับนาโนด้วยกันเองจะพบว่ามีความแตกต่างในแต่ละกลุ่มการทดลองที่มีปริมาณอนุภาคนาโนลูมินาที่ผ่านการปรับสภาพผิวด้วยสารคูควบไซเลนที่แตกต่างกันจากการทดสอบด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว ในขณะที่ความแข็งแรงระดับจุลภาคไม่พบความแตกต่างระหว่างกลุ่มการทดลองที่มีปริมาณอนุภาคนาโนลูมินาที่ผ่านการปรับสภาพผิวด้วยสารคูควบไซเลนไม่ว่าจะมีปริมาณเท่าใด นอกจากนี้ผลการศึกษายังปฏิเสธสมมติฐานงานวิจัยหลักอีกประการที่ว่าไม่มีความสัมพันธ์ระหว่างความแข็งแรงระหว่างระดับนาโน และระดับจุลภาคของพอลิเมทิลเมทาคริเลตที่เสริมด้วยนาโนลูมินาที่ผ่านการปรับสภาพผิวด้วยสารคูควบไซเลน

การศึกษาในครั้งนี้มีขั้นตอนในการปรับสภาพผิวอนุภาคนาโนลูมินาด้วยสารคูควบไซเลน (Silanization) ที่มีส่วนเหมือนกับวิธีการศึกษาของ Wareesurahan และ คณะ³¹ ที่ได้ศึกษาถึงความต้านทานต่อการสึก (Wear resistance) ของพอลิเมทิลเมทาคริเลตที่เสริมด้วยอนุภาคนาโนลูมินาที่ผ่านการปรับสภาพผิวด้วยสารคูควบไซเลนเปรียบเทียบกับซี ฟันทางการค้าชนิดต่างๆตามแนวทางการศึกษาของ Katheng และคณะ¹⁸ อย่างไรก็ตามมีข้อแตกต่างกันตรงวิธีที่หาความเข้มข้นที่เหมาะสมของสารคูควบไซเลน โดยการศึกษาของ Wareesurahan ใช้การหาความเข้มข้นของสารคูควบไซเลนที่ทำให้เกิดการเคลือบผิวแบบชั้นเดียวด้วยการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของอนุภาคนาโนลูมินาที่ผ่านการปรับสภาพผิวด้วยสารคูควบไซเลนด้วยเครื่องวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของสารโดยคุณสมบัติทางความร้อน [Thermo Gravimetric Analysis (TGA)] ซึ่งทำให้ทราบถึงน้ำหนักของสารคูควบไซเลนที่ได้ใช้ไปในการปรับสภาพผิวให้เกิดการเคลือบผิวแบบชั้นเดียวบนอนุภาคนาโนลูมินาแล้วจึงคำนวณเป็นความเข้มข้นของสารคูควบไซเลนที่เหมาะสม มีค่าเท่ากับ 0.26 กรัมเอมพีเอส/กรัม³¹ ในขณะที่การศึกษานี้ใช้แนว

ทางการหาความเข้มข้นของสารคูควบไซเลนตามแนวทางการศึกษาของ Jiangkongkho และคณะ²⁷ ซึ่งอาศัยเครื่องปั่นเหวี่ยงตตะกอนเพื่อชะล้างชั้นฟิลิซอร์บที่อยู่ด้านนอกของพื้นผิวอนุภาคออกและวิเคราะห์ปริมาณคาร์บอนด้วยเครื่องวิเคราะห์อินทรีย์สารบนพื้นผิวของอนุภาคนาโนลูมินา เพื่อทำการคำนวณเป็นความเข้มข้นของสาร คูควบไซเลนที่ทำให้เกิดการเคลือบผิวแบบชั้นเดียวซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ค่าของ ความเข้มข้นของสารคูควบไซเลนตรงกับการศึกษาของ Maphakdeewong³³ และคณะที่ 0.118 กรัมเอมพีเอส/กรัม^{ลูมินา}

ผลการศึกษานี้ยังสังเกตพบแนวโน้มของค่าเฉลี่ยของความแข็งแรงระดับนาโนลดลงตามปริมาณของอนุภาคนาโนลูมินาที่เพิ่มขึ้น โดยพบว่าปริมาณของอนุภาคนาโนลูมินาที่ผ่านการปรับสภาพผิวที่ผสมลงในกลุ่มทดลองในแต่ละกลุ่มมีผลต่อความแข็งแรงระดับนาโนที่เกิดขึ้น ปรากฏการณ์นี้ Asopa และคณะ³⁴ ได้อธิบายว่าการที่สารอัดแทรกที่มีมากขึ้นไม่จำเป็นที่ความแข็งแรงมากขึ้นตาม แต่ปริมาณของสารอัดแทรกที่มากเกินไปสู่การไม่เป็นเนื้อเดียวกัน (Non-unity) ของวัสดุและนำไปสู่การขัดขวางความต่อเนื่องภายในโครงร่างเรซินเมทริกซ์ และสารอัดแทรกที่มากเกินไปจุดอิ่มตัว (Saturation point) ที่วัสดุไม่สามารถรับสารอัดแทรกเพิ่มได้อีก นำไปสู่การลดความแข็งแรงในที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาในครั้งนี้ที่ใช้อนุภาคนาโนลูมินาที่น้อยที่สุดผสมลงในพอลิเมทิลเมทาคริเลตแล้วให้ความแข็งแรงผิวมากที่สุด อีกทั้งยังสอดคล้องกับการศึกษาของ Hasratiningsih และคณะ⁹ ที่พบว่าความแข็งแรงยิ่งน้อยลงเมื่อสารอัดแทรกในพอลิเมทิลเมทาคริเลตเพิ่มมากขึ้น และสอดคล้องกับการศึกษาของ Arun และคณะ³¹ ที่พบว่าเมื่อผสมอนุภาคนาโนลูมินาร้อยละ 0.2 โดยน้ำหนักในพอลิเมทิลเมทาคริเลตจะให้ความแข็งแรงระดับนาโนสูงที่สุดและเมื่อเพิ่มปริมาณสารอัดแทรกจะพบเรื่องปัญหาการกระจายตัวและเกิดความไม่เป็นเนื้อเดียวกันของชิ้นตัวอย่างการทดลองและลดความแข็งแรงในระดับนาโนตามมา

ค่าเฉลี่ยของความแข็งแรงระดับนาโนและระดับจุลภาคจากการศึกษานี้ไม่ไปในทิศทางเดียวกันในแง่ที่ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงในระดับนาโนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่มเรซินอะคริลิกที่ผสมอนุภาคนาโนลูมินาร้อยละ 0.25 และ 5 โดยน้ำหนัก ในขณะที่ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงระดับจุลภาคไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่มการทดลอง ซึ่งห้วงกตที่ใช้ทดสอบความแข็งแรงระดับนาโนมีขนาดที่เล็กมากกว่าความแข็งแรงระดับจุลภาค

มากทำให้หวัคที่ใช้ทดสอบความแข็งแรงระดับนาโนมีโอกาสเกิดไมโครร้าวในนาโนออลูมินาสูง อีกทั้งระดับของแรงกดความแข็งแรงในระดับนาโนที่มีความเบาว่าเครื่องมือทดสอบความแข็งแรงในระดับจุลภาค ส่งผลให้ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงระดับนาโนจึงสามารถเกิดความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อกลุ่มทดลองที่ทำการผสมสารอัดแทรกที่เป็นอนุภาคในระดับนาโน อย่างไรก็ตามลักษณะการบดเคี้ยวในช่องปากมีความใกล้เคียงกับลักษณะของการทดสอบความแข็งแรงในระดับจุลภาคมากกว่า ผู้วิจัยจึงเห็นว่าความแข็งแรงระดับจุลภาคในการศึกษาครั้งนี้จึงเหมาะแก่การอ้างอิงเพื่อใช้ในการศึกษาต่อสำหรับวัสดุในกลุ่มพอลิเมทิลเมทาคริเลตที่จะพัฒนาเป็นซีฟันเทียม

ความแข็งแรงของพอลิเมทิลเมทาคริเลตควรได้รับการพิจารณาร่วมกับความต้านทานการสึก ซึ่งจากการศึกษาของ Wareesurahan และคณะ³² พบว่าความต้านทานต่อการสึกของเรซินอะคริลิกที่ปรับปรุงด้วยอนุภาคนาโนอะลูมินาที่ผ่านการปรับสภาพด้วยสารคู่ควบไฮโดรลอส 0.25 โดยน้ำหนักมีค่าสูงที่สุด อย่างไรก็ตามปริมาณของสารอัดแทรก จากการศึกษาของ Wareesurahan และจากการศึกษาค้นคว้า มีปริมาณที่น้อยมากเมื่อเทียบกับการศึกษาของ Arwatchanakan และคณะ³⁵ ที่ทำการศึกษาฟันเดนโตฟอร์มพบว่าสารอัดแทรกอนุภาคนาโนอะลูมินาที่ผ่านการปรับสภาพผิวด้วยสารคู่ควบไฮโดรลอส 70 โดยน้ำหนักทำให้เกิดความต้านทานต่อการสึกและความแข็งแรงสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญ

ผลจากการศึกษาค้นคว้าเมื่อแปลงค่าความแข็งแรงระดับจุลภาคจากหน่วยวิกเกอร์มาเป็นหน่วยเมกะปาสคาลซึ่งเป็นหน่วยของความแข็งแรงระดับนาโนแล้วทดสอบค่าเฉลี่ยระหว่างความแข็งแรงระดับนาโนและความแข็งแรงระดับจุลภาคในทุกตัวอย่างการทดลองรวมกันด้วยการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแบบไม่อิสระพบว่าค่าเฉลี่ยที่คำนวณรวมทุกกลุ่มการทดลองของความแข็งแรงระดับนาโนสูงกว่าความแข็งแรงระดับจุลภาคอย่างมีนัยสำคัญ โดยค่าเฉลี่ยความแข็งแรงระดับนาโนสูงกว่าค่าเฉลี่ยความแข็งแรงระดับจุลภาคประมาณร้อยละ 2.5 สอดคล้องกับการศึกษาของ Qian และคณะ³⁶ ที่พบว่าความแข็งแรงระดับนาโนให้ค่าเฉลี่ยสูงกว่าความแข็งแรงระดับจุลภาคร้อยละ 10 ถึง 30 ในชิ้นตัวอย่างการทดลองเดียวกัน ซึ่งจากการศึกษาในครั้งนี้พบว่ากลุ่มที่ความแข็งแรงระดับนาโนสูงกว่าระดับจุลภาคในกลุ่มที่เติมอนุภาคนาโนอะลูมินาร้อยละ 0.25 0.5 และ 0.75 โดยน้ำหนัก อย่างไรก็ตามที่ความ

แข็งแรงระดับนาโนมีค่าน้อยกว่าความแข็งแรงระดับจุลภาคในกลุ่มที่เติมอนุภาคนาโนอะลูมินาร้อยละ 1 3 และ 5 โดยน้ำหนัก อาจเกิดจากการที่อนุภาคนาโน เมื่อมีปริมาณที่เพิ่มมากขึ้นการกระจายตัวจะเริ่มลดลง ในส่วนที่มีการกระจายตัวที่ไม่ดีในชิ้นวัสดุนั้นย่อมส่งผลต่อปัจจัยของการเกิดการเปลี่ยนแปลงรูปร่างถาวร (Plastic deformation) และการยืดหยุ่น (Elasticity) ของวัสดุ³⁷ ทำให้การตอบสนองของฟันผิวของชิ้นตัวอย่างการทดลองเมื่อได้รับแรงจากหัวทดสอบความแข็งแรงระดับนาโนที่มีความละเอียดกว่าระดับจุลภาคนั้นเปลี่ยนแปลงความแข็งแรงระดับนาโนที่เกิดขึ้นได้³⁸

เมื่อพิจารณาถึงจุดประสงค์ของการศึกษาในครั้งนี้ที่ต้องการพัฒนาเรซินอะคริลิกเพื่อเป็นซีฟันเทียม จากการศึกษาของ Wareesurahan และคณะ³² พบว่าซีฟันเทียมที่เป็นอะคริลิกแบบดั้งเดิมมีค่าความต้านทานการสึกใกล้เคียงอย่างมากกับกลุ่มควบคุมซึ่งเป็นเรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อนชนิดเดียวกันกับการศึกษาในครั้งนี้ ในขณะที่ซีฟันเทียมประเภทคอมโพสิตชนิดมาโครฟิลล์ให้ความต้านทานต่อการสึกที่สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้นการศึกษาในอนาคตจึงควรนำฟันเทียมชนิดอะคริลิกแบบดั้งเดิมมาเพื่อเป็นกลุ่มควบคุมบวกและซีฟันเทียมประเภทคอมโพสิตชนิดมาโครฟิลล์มาเพื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มเรซินอะคริลิกที่ผสมด้วยอนุภาคนาโนอะลูมินาที่ผ่านการปรับสภาพผิวด้วยสารคู่ควบไฮโดรลอสจะทำให้ผลการทดลองมีความสมบูรณ์ในการนำไปใช้จริงมากยิ่งขึ้น

ผลการศึกษาค้นคว้าพบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ลดลงเมื่อปริมาณอนุภาคนาโนอะลูมินาเพิ่มมากขึ้น ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่ลดลงแสดงถึงความสัมพันธ์ที่เริ่มไม่สอดคล้องกัน คำอธิบายที่เป็นไปได้คือปริมาณอนุภาคนาโนอะลูมินาที่ผ่านการปรับสภาพผิวด้วยสารคู่ควบไฮโดรลอสมีมากขึ้น อนุภาคเหล่านี้สามารถเกิดการรวมตัวเป็นกลุ่มก้อน (Agglomeration) กันเองและการกระจายตัวในเรซินเมทริกซ์ของพอลิเมทิลเมทาคริเลตลดลงกลายเป็นจุดสะสมความเครียดและจุดอ่อนแอภายในชิ้นวัสดุ³⁹ อีกทั้งยังนำไปสู่การเกิดช่องว่าง (Gap) ในชิ้นตัวอย่างการทดลอง¹⁹ เมื่อหวัคที่ใช้ทดสอบความแข็งแรงสัมผัสบริเวณนั้นก็จะเกิดการแยกตัวจากการทดสอบที่ใหญ่ขึ้นกว่าปกติ และค่าความแข็งแรงที่น้อยกว่าค่าความแข็งแรงจริงที่ควรเกิดขึ้นในชิ้นตัวอย่างการทดลองนั้น นอกจากนี้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างความแข็งแรงระดับนาโนและความแข็งแรงระดับจุลภาคแสดงให้เห็นว่าความสัมพันธ์ระหว่างความแข็งแรงทั้งสองชนิดนั้นคาดคะเนได้แม่นยำน้อยลง สอดคล้องกับการศึกษาของ Zhang และคณะ¹¹

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างความแข็งแรงระดับนาโนและระดับจุลภาคของทุกกลุ่มการทดลองมีค่าเท่ากับ 0.84 แสดงให้เห็นถึงแนวโน้มระหว่างค่าความแข็งแรงทั้งสองชนิดไปในทิศทางเดียวกันอย่างมาก และจากการวิเคราะห์แบบถดถอยเชิงเส้นเพื่อสร้างสมการคาดคะเนผลของความแข็งแรงระดับนาโนจากความแข็งแรงระดับจุลภาค ความแม่นยำของสมการนี้อยู่ในระดับพอใช้ได้ โดยมีความแม่นยำที่ร้อยละ 70.6 ซึ่งเกิดจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างความแข็งแรงทั้งสองชนิดทั้งหมดยกกำลังสอง

ประโยชน์ที่ได้รับจากการศึกษาในครั้งนี้ประการแรกคือทำให้ทราบความสัมพันธ์ระหว่างความแข็งแรงระดับนาโนและความแข็งแรงระดับจุลภาคของพอลิเมทิลเมทาคริเลตที่ผสมด้วยอนุภาคนาโนอลูมินาที่ผ่านการปรับสภาพผิวด้วยสารคู่ควบไซเลน นำไปสู่การทำนายผลของค่าความแข็งแรงชนิดใดชนิดหนึ่งได้หากทราบค่าความแข็งแรงเพียงชนิดเดียวโดยสมการจากการวิเคราะห์แบบถดถอยเชิงเส้น นอกจากนี้ยังทำให้ทราบข้อมูลว่าความแข็งแรงทั้งระดับนาโนและระดับจุลภาคมีค่าสูงสุดอยู่ที่กลุ่มพอลิเมทิลเมทาคริเลตที่ผสมด้วยอนุภาคนาโนอลูมินาที่ผ่านการปรับสภาพผิวด้วยสารคู่ควบไซเลนร้อยละ 0.25 โดยน้ำหนัก อย่างไรก็ตามปริมาณของอนุภาคนาโนที่ผ่านการปรับสภาพผิวด้วยสารคู่ควบไซเลนมีผลต่อเรื่องของสีและความขุ่นของพอลิเมทิลเมทาคริเลต ซึ่งจากการศึกษาของ Katheng และคณะ¹⁸ พบว่าปริมาณของอนุภาคนาโนอลูมินาที่ผ่านการปรับสภาพผิวด้วยสารคู่ควบไซเลนที่ร้อยละ 5 โดยน้ำหนักเมื่อผสมกับพอลิเมทิลเมทาคริเลตให้การเปลี่ยนแปลงสีน้อยที่สุด ดังนั้นจึงต้องคำนึงถึงปริมาณของอนุภาคนาโนอลูมินาที่ผ่านการปรับสภาพผิวนั้นจะส่งผลต่อเรื่องของสีและความสวยงามต่อพอลิเมทิลเมทาคริเลตที่ใช้พัฒนาเป็นสีฟันเทียม

การศึกษาในครั้งนี้เป็นเพียงการศึกษาในห้องปฏิบัติการ เมื่อนำไปใช้จริงในสภาวะช่องปากควรได้รับการทดสอบอุณหภูมิร้อนเย็นเป็นจังหวะ (Thermal cycling test) เพื่อให้ใกล้เคียงสภาวะช่องปากยิ่งขึ้น รวมถึงการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบกับสีฟันเทียมทางการค้าชนิดต่างๆจะทำให้สามารถใช้เพื่อเป็นข้อมูลประกอบสำหรับปรับปรุงคุณสมบัติสีฟันเทียมต่อไป

บทสรุป

1. ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงระดับนาโนที่มากที่สุดเกิดขึ้นในกลุ่มการทดลองที่ผสมอนุภาคนาโนอลูมินาที่ผ่านการปรับสภาพผิวร้อยละ 0.25 มีค่าเท่ากับ 266.76 เมกะปาสคาล โดยกลุ่มการทดลองที่มีค่าเฉลี่ยความแข็งแรงระดับนาโนสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญได้แก่กลุ่มที่ผสมอนุภาคนาโนอลูมินาที่ผ่านการปรับสภาพผิวร้อยละ 0.25 0.5 0.75 และ 1 โดยน้ำหนัก

2. ความแข็งแรงระดับจุลภาคของทุกกลุ่มการทดลองที่ผสมอนุภาคนาโนอลูมินาที่ผ่านการปรับสภาพผิวด้วยสารคู่ควบไซเลนสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ โดยค่าเฉลี่ยความแข็งแรงระดับจุลภาคที่มากที่สุดเกิดขึ้นในกลุ่มที่ผสมอนุภาคนาโนอลูมินาที่ผ่านการปรับสภาพผิวร้อยละ 0.25 มีค่าเท่ากับ 26.43 วิกเกอร์ อย่างไรก็ตามเป็นค่าที่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญจากกลุ่มการทดลองอื่น

3. ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างความแข็งแรงระดับนาโนและความแข็งแรงระดับจุลภาคของทุกกลุ่มทดลองมีค่าเท่ากับ 0.84 แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างความแข็งแรงทั้งสองชนิดในระดับสูง

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษานี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากคณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ขอขอบคุณศูนย์วิจัยทันตวัสดุศาสตร์ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และศูนย์บริการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่ได้สนับสนุนเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัย และขอขอบคุณ ดร.ธนพัฒน์ ศาสตร์ระจุ ที่ให้คำแนะนำเกี่ยวกับการวิเคราะห์ทางสถิติในงานวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

1. Reis K, Bonfante G, Pegoraro L, Conti P. In vitro wear resistance of three types of polymethyl methacrylate denture teeth. *J Appl Oral Sci* 2008;16(3):176-80.
2. Patel MB, Bencharit S. A treatment protocol for restoring occlusal vertical dimension using an overlay removable partial denture as an alternative to extensive fixed restorations: a clinical report. *Open Dent J* 2009;3(2):213-8.
3. Ucar Y, Akova T, Aysan I. Mechanical Properties of Polyamide Versus Different PMMA Denture Base Materials. *J Prosthodont* 2012;21(3):173-76.
4. Aydin C, Yilmaz H, Caglar A. Effect of glass fiber reinforcement on the flexural strength of different denture base resin. *Quintessence Int* 2002;33(6):457-63.
5. Kawano F, Ohguri T, Ichikawa T, Mizuno I, Hasegawa A. Shock Absorbability and Hardness of Commercially Available Denture Teeth. *Int J Prosthodont* 2002;15(3):243-7.
6. Heintze SD, Zellweger G, Sbicego S, Rousson V, Muñoz-Viveros C. Wear of two denture teeth materials in vivo-2-year results. *Dent Mater J* 2013;29(9):191-204.
7. Balshi TJ, Wolfinger GJ. Restoring lost vertical dimension of occlusion using dental implants: a clinical report. *Int J Prosthodont* 1996;9(5):473-8.
8. Alhareb AO, Akil HM, Ahmad ZA. Impact strength, fracture toughness and hardness improvement of PMMA denture base through addition of nitrile rubber/ceramic fillers. *Saudi Dent J* 2017;8(1-2):26-34.
9. Hasratiningsih Z, Takarini V, Cahyanto A, Faza Y, Purwasasmita BS. Hardness evaluation of PMMA reinforced with two different calcinations temperatures of $ZrO_2-Al_2O_3-SiO_2$ filler system. *Mater Sci Eng* 2017;12(6):172-9.
10. Wongkhantee S, Patanapiradejb V, Maneenuth C, Tantbirojn D. Effect of acidic food and drinks on surface hardness of enamel, dentine, and tooth-coloured filling materials. *J Dent* 2006;34(3):214-20.
11. Zhang J. Study on friction and wear behavior of PMMA composites reinforced by HCL-immersed TiO_2 particles. *J Thermoplast Compos Mater* 2014;27(5):603-10.
12. Silva E, Ribeiro L, Nascimento M, Ito E. Rheological and Mechanical Characterization of Poly (methyl methacrylate)/silica (PMMA/ SiO_2) Composites. *Mater Res* 2014;17(4):926-32.
13. Arimatéia RR, Hanken RB, Oliveira AD, Silva ES. Effect of alumina on the properties of poly(methyl methacrylate)/alumina composites obtained by melt blending. *J Thermoplast Compos Mater* 2021;34(4):451-71.
14. Guo Z, Pereira T, Choi O, Wang Y, Hahn HT. Surface functionalized alumina nanoparticle filled polymeric nanocomposites with enhanced mechanical properties. *J Mater Chem* 2006; 16(27):2800-08.
15. Jasim BS, Ismail IJ. The effect of silanized alumina nano -fillers addition on some physical and mechanical properties of heat cured polymethyl methacrylate denture base material. *JBCD* 2014; 26(4):18-23.
16. Arksornnukit M, Takahashi H, Nishiyama N. Effects of Silane Coupling Agent Amount on Mechanical Properties and Hydrolytic Durability of Composite Resin After Hot Water Storage. *Dent Mater J* 2004;23(1):31-6.
17. Matinlinna JP, Lassila LV, Vallittu PK. An introduction to silanes and their clinical applications in dentistry. *Int J Prosthodont* 2004; 17(2):155-64.

18. Katheng, A, Chaijareenont, P, Chaoklaiwong, B, Pleumsamran, N, Yavirach, P. Effect of Silanized Alumina Nanoparticles on Compressive Strength and Color Alteration of Heat-polymerized Acrylic Resin Tooth. *CM Dent J* 2017;38(2):97-110.
19. Kundie F, Azhari C, Ahmad Z. Effect of nano- and micro-alumina fillers on some properties of poly(methyl methacrylate) denture base composites. *J Serb Chem Soc* 2018;83(1):75-91.
20. Chaijareenont P, Takahashi H, Nishiyama N, Arksornnukit M. Effects of silane coupling agents and solutions of different polarity on PMMA bonding to alumina. *Dent Mater J* 2012;31(4): 610-6.
21. Chaijareenont P, Takahashi H, Nishiyama N, Arksornnukit M. Effect of different amounts of 3-methacryloxypropyltrimethoxysilane on the flexural properties and wear resistance of alumina reinforced PMMA. *Dent Mater J* 2012;31(4):623-8.
22. Culler SR, Ishida H, Koenig JL. Structure of silane coupling agents adsorbed on silicon powder. *Colloid Interf Sci* 1985;106(2):334-46.
23. BSI. Metallic materials - Instrumented indentation test for hardness and materials parameters - Part 1: Test method 2015 (reference number ISO 14577-1:2015). Switzerland, International Organization for Standardization; 2015.
24. Kumar M, Arun S, Upadhyaya P. Properties of PMMA/clay nanocomposites prepared using various compatibilizers. *Int J Mech Mater Eng* 2015;10(7):1-9.
25. Kang S, Kim J, Park C, Kim H, Kwon D. Conventional Vickers and true instrumented indentation hardness determined by instrumented indentation tests. *J Mater Res* 2010;25(2):337-43.
26. Van Meerbeek B, Willems G, Celis JP, Roos JR, Lambrechts P. Assessment by Nano-indentation of the Hardness and Elasticity of the Resin-Dentin Bonding Area. *J Dent Res* 1993;72(10):1434-42.
27. Jiangkongkho P, Arksornnukit M, Takahashi H. The synthesis, modification, and application of nanosilica in polymethyl methacrylate denture base. *Dent Mater J* 2018;37(4):582-91.
28. Kamonkhantikul K, Arksornnukit M, Takahashi H. Antifungal, optical, and mechanical properties of polymethylmethacrylate material incorporated with silanized zinc oxide nanoparticles. *Int J Nanomedicine* 2017;12(1):2353-60.
29. Machado AL, Breeding LC, Vergani CE, da Cruz Perez LE. Hardness and surface roughness of reline and denture base acrylic resins after repeated disinfection procedures. *J Prosth Dent* 2009;102(2):115-22.
30. Swaney AC, Paffenbarger GC, Caul HJ, Sweeney WT. American Dental Association specification No. 12 for denture base resin: second revision. *J Am Dent Assoc* 1953;46(1):54-66.
31. Arun S, Rama SP, Kanagaraj S. Mechanical characterisation of PMMA/SWNTs bone cement using nanoindenter. *Mater Tech* 2014;29(1):B4-9.
32. Wareesurahan Y, Chaijareenont P, Yavirach P. A Comparison of Wear Resistance The Comparison of Wear Resistance Between a Heat-curing Acrylic Resin Modified with Silanized Nanoalumina and Commercially Artificial Tooth. *Khon Kaen Dent J* 2021;24(2):10-13.
33. Maphakdeewong R, Yavirach P. A Study of Flexural Properties of Polymethyl Methacrylate Reinforced with Various Amount of Silanized Nano Alumina. *CM Dent J* 2021;42(3):13-22.
34. Asopa V, Suresh S, Khandelwal M, Sharma V, Kaira S. A comparative evaluation of properties of zirconia reinforced high impact acrylic resin with that of high impact acrylic resin. *Saudi J Dent Res* 2015;6(2):146-51.
35. Arwatchanakan S, Thanaphumpong N, Suwanprateeb J, Arksornnukit M. Comparison of Wear Resistance, Surface Hardness and Surface Roughness of Dentoform Tooth and Silane-treated Alumina Reinforced Epoxy Resin. *Khon Kaen Dent J* 2021;23(1):33-42.

36. Qian L, Li M, Zhou Z, Yang H, Shi X. Comparison of nano-indentation hardness to microhardness. Surf Coat Technol 2005;195(2-3):264-71.
37. Broitman E. Indentation hardness measurements at macro-, micro-, and nanoscale: a critical overview. Tribol Lett 2017;65(1):23.
38. Jiang G, Su J, Feng Q. Effect of surface roughness on nanoindentation test of thin films. Eng Fract Mech 2008;75(17):4965-72.
39. Kumar SR, Patnaik A, Bhat I. Physical and thermo-mechanical characterizations of resin-based dental composite reinforced with silane-modified nanoalumina filler particle. JMDA 2016; 230(2):504-14.

ผู้รับผิดชอบบทความ

พิสมัยชัย ชัยจรีนนท์

ภาควิชาทันตกรรมประดิษฐ์

คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

อำเภอเมืองเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200

โทรศัพท์: 081 939 9538

จดหมายอิเล็กทรอนิกส์: yodent@hotmail.com

A Study of Nano and Micro Hardness of Polymethyl Methacrylate Reinforced with Various Amount of Silanized Nano Alumina

Maphakdeewong R* Yavirach P** Chaijareenont P**

Abstract

The purposes of this study were to study nano and micro hardness of polymethyl methacrylate mixed with various amount of silanized nano-alumina particles and to study relationship between nano and micro hardness. Silane coupling agent were used for silanization of nano-alumina particles and silanized nano-alumina particles were mixed with acrylic resin at 0.25, 0.5, 0.75, 1, 3 and 5% w/w, producing the experimental groups. The control group was acrylic resin without nano-alumina particles. Both experimental groups and control group were 7 groups, each group contained 10 specimens. The specimens were 12 mm in width, 12 mm in length and 3 mm in thickness. Nano and micro hardness were investigated for all groups. Results were analyzed using one-way ANOVA at 95% confidence intervals and were analyzed by correlation coefficient for relationship between nano and micro hardness. Nano hardness ranged between 195.51-266.76 MPa. Micro hardness ranged between 17.60-26.43 vickers. The highest average nano hardness was found in the 0.25% w/w silanized nano-alumina group (266.76 ± 26.19 MPa) and was significantly different from control group. The highest average micro hardness was found in the 0.25% w/w silanized nano-alumina group (26.43 ± 3.86 vickers) and was significantly different from control group. The correlation coefficient between nano and micro hardness in all groups was 0.84.

Keywords: Methyl methacrylate/ Micro-hardness/ Nano-alumina particles/ Nanoindentation/ Silane coupling agents

Corresponding Author

Pisaisit Chaijareenont

Department of Prosthodontics,

Faculty of Dentistry, Chiangmai University.

Amphur Muang, Chiang Mai, 50200.

Tel.: +66 81 939 9538

Email: yodent@hotmail.com

* Residency training student of prosthodontics, Department of Prosthodontics, Faculty of Dentistry, Chiang Mai University, Amphur Muang, Chiang Mai.

** Department of Prosthodontics, Faculty of Dentistry, Chiang Mai University, Amphur Muang, Chiang Mai.

การวิเคราะห์การกระจายความเค้นและความล้าของ ฟันตัดล่างที่ได้รับการรักษาคลองรากฟัน และได้รับการ บูรณะด้วยเดือยฟันและแกนฟันชนิดโลหะเหวียง และ เดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใย ร่วมกับครอบฟันเซรามิก ด้วยวิธีไฟไนท์เอลิเมนต์ 3 มิติ

ดวงรัตน์ วิวัฒนกุลพาณิชย์* ยศกร ประทุมวัลย์** คณัย ยอดสุวรรณ***

บทคัดย่อ

การศึกษากการกระจายความเค้นและความล้าในฟันตัดล่างที่ได้รับการรักษาคลองรากฟันและได้รับการบูรณะด้วยเดือยฟันและแกนฟันชนิดโลหะเหวียง และเดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใย ร่วมกับครอบฟันเซรามิก ด้วยวิธีไฟไนท์เอลิเมนต์ โดยถ่ายภาพรังสีโคนบีมคอมพิวเตอร์โทโมกราฟีของฟันตัดล่างที่เตรียมคลองรากฟันเพื่อรับเดือยฟันและแกนฟัน ทำการสแกนแบบเรซินของเดือยฟันและแกนฟันชนิดโลหะเหวียง เดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใย และครอบฟันเซรามิก จากนั้นนำไปสร้างแบบจำลอง 3 มิติ เพื่อใช้ศึกษาการกระจายความเค้นและความล้า ด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ไฟไนท์เอลิเมนต์แอนซิสเวิร์คเบนด์ โดยจำลองแรงเคี้ยวและแรงกัดสูงสุดที่ตำแหน่งฟันตัด ขนาด 65 นิวตัน และ 176 นิวตัน ตามลำดับ โดยให้แรงที่ปลายฟันด้านริมฝีปากทำมุม 30 องศากับแกน พิจารณาการกระจายความเค้นและค่าความเค้นวอนมิสเซลเพื่อคำนวณจำนวนรอบรับแรงของฟัน ผลพบว่าเกิดความเค้นวอนมิสเซลสูงสุดบริเวณปลายครอบฟันเซรามิกด้านริมฝีปากในทุกโมเดล ในฟันที่ได้รับการบูรณะด้วยเดือยฟันและแกนฟันชนิดโลหะเหวียงพบการกระจายความเค้นสูงบริเวณใกล้ส่วนปลายของเดือยฟัน และฟันที่ได้รับการบูรณะด้วยเดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใยพบการกระจายความเค้นบริเวณกึ่งกลางฟัน ความล้าของฟันที่ได้รับการบูรณะด้วยเดือยฟันและแกนฟันทั้งสองชนิดไม่พบการเสียหายภายใต้การรับแรงกดเคี้ยว สรุปฟันตัดล่างที่ได้รับการบูรณะด้วยเดือยฟันและแกนฟันชนิดโลหะเหวียงและบูรณะด้วยเดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใยร่วมกับ แกนฟันคอมโพสิตมีการกระจายความเค้นที่แตกต่างกัน โดยไม่พบความเสียหายภายใต้แรงเคี้ยวปกติและแรงกัดสูงสุด และคาดการณ์ว่าไม่เกิดความล้มเหลวจากความล้าภายใต้แรงแบบวัฏจักร

คำไชรทศ: ความเค้น/ ความล้า/ เดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใย/ เดือยฟันและแกนฟันชนิดโลหะเหวียง/ ฟันตัดล่างที่ได้รับการรักษาคลองรากฟัน

Received: Oct 10, 2021

Revised: Jun 06, 2022

Accepted: Jul 07, 2022

บทนำ

ฟันที่ได้รับการรักษาคลองรากฟันแล้วจำเป็นต้องได้รับการบูรณะที่เหมาะสม เพื่อให้สามารถใช้งานต่อไปได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีความสวยงาม สิ่งที่ทำให้สมบัติของฟันที่ผ่านการรักษาคลองรากฟันแตกต่างจากฟันที่มีชีวิตคือ ปริมาณเนื้อฟันที่เหลืออยู่ ซึ่งมีความสัมพันธ์โดยตรงกับความต้านทานการแตกหัก¹ ฟันที่ได้รับการรักษาคลองรากฟันมักสูญเสียเนื้อฟันเนื่องจากฟันผุ อุบัติเหตุ เคยผ่านการบูรณะมาก่อน จากการเปิดช่องทางเข้าสู่คลองรากฟัน และจากกระบวนการรักษาคลองรากฟัน¹⁻³ นอกจากนี้การสูญเสียเนื้อเยื่อในฟันทำให้

สูญเสียกลไกการตอบสนองต่อแรงกดเคี้ยว ยังเป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดการแตกหักของฟันที่ผ่านการรักษาคลองรากฟัน⁴ การบูรณะฟันที่ได้รับการรักษาคลองรากฟันจะประสบความสำเร็จได้นั้นขึ้นกับประสิทธิภาพของการรักษาคลองรากฟันและการบูรณะหลังการรักษาคลองรากฟัน

ปัจจัยที่ควรคำนึงถึงในการวางแผนการบูรณะฟัน ได้แก่ ปริมาณเนื้อฟันที่เหลือ รูปร่างและตำแหน่งของฟัน ปริมาณแรงที่กระทำต่อฟัน และความสวยงาม เป็นต้น³ กรณีที่ฟันหน้าสูญเสียเนื้อฟันไปมาก เช่น ฟันที่สันริมฟันไม่มีเนื้อฟัน

* ฝ่ายทันตกรรมโรงพยาบาลศูนย์สกลนคร อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร

** ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย อำเภอลองหลวง จังหวัดปทุมธานี

*** สาขาวิชาทันตกรรมประดิษฐ์ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น

อยู่ได้เคลือบฟัน ฟันที่สูญเสียสันปลายฟันตัด หรือฟันที่มีการแตกหักบริเวณตัวฟัน หรือมีปัญหาด้านความสวยงาม ควรบูรณะด้วยครอบฟัน เพื่อปกป้องโครงสร้างของเนื้อฟันที่เหลืออยู่ แต่ด้วยปริมาณของเนื้อฟันที่เหลืออยู่น้อย ทำให้มีปัญหาต่อการยึดอยู่ของแกนฟัน จึงมีการใช้เดือยฟัน เพื่อเพิ่มการยึดอยู่ของวัสดุก่อแกนฟันกับเนื้อฟันที่เหลืออยู่⁵

เดือยฟันแต่ละประเภทมีข้อพิจารณาในการเลือกใช้แตกต่างกัน เดือยฟันและแกนฟันชนิดโลหะเหวี่ยง (Cast post and core) ถูกพิจารณาเป็นมาตรฐานในการบูรณะฟันที่ผ่านการรักษาคคลองรากฟันมาเป็นเวลานาน⁶ โดยพิจารณาใช้หลังทำการเตรียมฟันสำหรับครอบฟันและกำจัดโครงสร้างฟันที่มีความหนาน้อยกว่า 1 มิลลิเมตรออกแล้ว พบว่ามีโครงสร้างฟันน้อย จึงจำเป็นต้องเพิ่มความแข็งแรงในส่วนคอฟัน เพื่อเสถียรภาพของการบูรณะ⁷ นอกจากนี้ยังมีข้อบ่งชี้สำหรับฟันที่มีการเรียงตัวในตำแหน่งที่ไม่ถูกต้องและต้องการปรับมุมของแกนฟันให้สัมพันธ์กับฟันข้างเคียง และมักใช้ในฟันที่มีขนาดเล็ก²

เดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใย (Fiber-reinforced composite post) สร้างจากเส้นใยโลหะที่แข็งแรง โดยเส้นใยเรียงตัวขนานกับแกนตามแนวยาวของเดือยฟัน ทำให้สามารถกระจายแรงไปตามเดือยฟันได้ดี⁸ การบูรณะด้วยเดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใย มักร่วมกับการสร้างส่วนแกนฟันด้วยคอมโพสิต พิจารณาเลือกใช้เมื่อทำการเตรียมส่วนตัวฟันและกำจัดโครงสร้างฟันที่อ่อนแอออกแล้ว ยังคงมีโครงสร้างบริเวณคอฟันสูง 2 มิลลิเมตร ซึ่งโครงสร้างฟันส่วนนี้สามารถต้านการบิดเบี้ยวที่เกิดขึ้นจากแรงบดเคี้ยวได้^{9, 10}

ฟันตัดล่างเป็นฟันที่มีขนาดเล็กที่สุดในช่องปาก มีรูปร่างบางในแนวใกล้กลาง-ไกลกลาง ทำให้การเตรียมช่องว่างสำหรับเดือยฟันทำได้ยาก และควรให้ความระมัดระวังเมื่อทำการบูรณะด้วยเดือยฟัน¹¹ โดยเดือยฟันและแกนฟันชนิดโลหะเหวี่ยงเป็นข้อบ่งชี้ในการบูรณะฟันที่มีโครงสร้างเนื้อฟันเหลือน้อย หรือฟันขนาดเล็ก เช่น ฟันตัดล่าง เป็นต้น แต่ในปัจจุบันมีความนิยมใช้เดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใยร่วมกับแกนฟันคอมโพสิต เนื่องจากมีค่ามอดุลัสความยืดหยุ่นใกล้เคียงเนื้อฟันสามารถกระจายแรงไปสู่เนื้อฟันโดยทั่ว ช่วยลดอุบัติการณ์การแตกหักของตัวฟันและรากฟัน

ที่ผ่านมาการศึกษาในฟันตัดล่างที่ได้รับการรักษาคคลองรากฟันและบูรณะด้วยเดือยฟันไม่มาก และมักเป็นการศึกษาทางห้องปฏิบัติการ แต่ในปัจจุบันความรู้ทางวิศวกรรมศาสตร์ได้มีบทบาทในการศึกษาและวิเคราะห์ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์และวิทยาศาสตร์มากขึ้น โดยการ

วิเคราะห์ด้วยวิธีไฟไนท์เอลิเมนต์¹² สามารถใช้วิเคราะห์ปัญหา รวมถึงสามารถออกแบบวิธีการทดสอบได้หลากหลายแนวทาง สามารถนำมาใช้ในการวิเคราะห์ความเค้นและความเครียด และสามารถคาดเดาความล้มเหลวที่จะเกิดขึ้นบนฟันหรือวัสดุบูรณะฟัน ที่มีองค์ประกอบหลากหลายและซับซ้อน¹³

จึงเป็นที่มาของการศึกษาในครั้งนี้ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการกระจายความเค้นและความล้าในฟันตัดล่างที่ผ่านการรักษาคคลองรากฟันและได้รับการบูรณะด้วยเดือยฟันและแกนฟันชนิดโลหะเหวี่ยง และเดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใย ร่วมกับแกนฟันคอมโพสิต โดยใช้วิธีไฟไนท์เอลิเมนต์ 3 มิติ

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

งานวิจัยนี้ผ่านการดำเนินการขอยกเว้นไม่ต้องขอรับพิจารณาจริยธรรมการวิจัย จากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น (HE612270) โดยเก็บฟันตัวอย่างจากฟันตัดล่าง ที่ได้รับการถอนที่โรงพยาบาลทันตกรรม คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จำนวน 1 ซี่ ทำการรักษาคคลองรากฟัน จากนั้นเตรียมฟันสำหรับรองรับครอบฟันเซรามิก (All ceramic crown)^{14,15} และเตรียมช่องว่างสำหรับเดือยฟัน (Post space) ด้วยรีมเมอร์ (Reamer) สำหรับเดือยฟันชนิดเส้นใย (FRC Postec® Plus No.0, Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein)

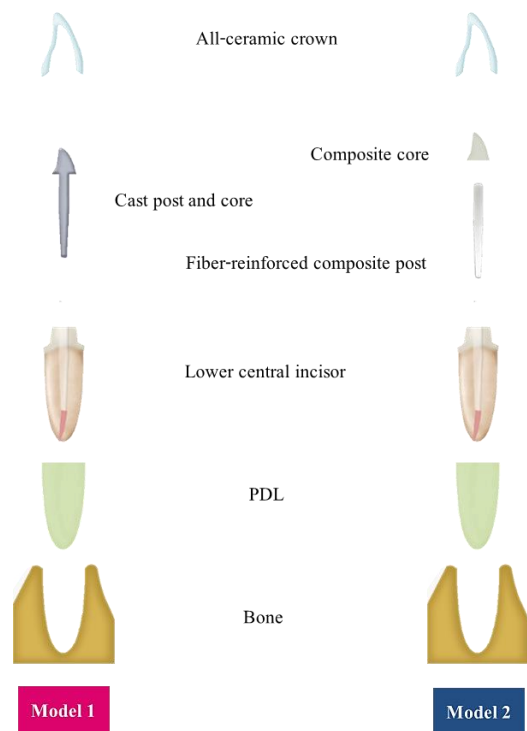
เตรียมแบบเรซิน (Resin pattern) ด้วยวิธีการตรง (Direct technique) โดยใช้เซมิพลาสติกสำเร็จรูป (Prefabricated plastic pattern) ร่วมกับเรซินดูราเลย์ (Duralay, Reliance Dental Mfg.Co., Worth, Illinois, USA) เพื่อจำลองรูปร่างเดือยฟันและแกนฟันชนิดโลหะเหวี่ยงด้วยโลหะผสมเงินแพลเลเดียม (Silver-Palladium casting alloy, Aurium, USA) โดยส่วนแกนฟันมีความสูง 3 มิลลิเมตร

ใส่แบบเรซินของเดือยฟันและแกนฟันชนิดโลหะเหวี่ยงในฟันตัดล่างที่เตรียมคลองรากฟันเพื่อรับเดือยฟันและแกนฟัน และทำการสแกนด้วยเครื่องสแกน 3 Shape E3 (3 shape, Copenhagen, Denmark) บันทึกข้อมูลในรูปแบบแฟ้มข้อมูลคอมพิวเตอร์นามสกุล .dcm (Digital Imaging and Communications in Medicine image) เพื่อนำไปออกแบบส่วนครอบฟันเซรามิกด้วยโปรแกรม Dental system (3 shape, Copenhagen, Denmark) จากนั้นนำไฟล์ข้อมูลส่วนครอบฟันเซรามิกเข้าสู่โปรแกรม Hyperdent เพื่อกลึงสร้างครอบฟันเซรามิกด้วยเครื่อง Coritec 250i Digital milling machine (ines-icore®, Eiterfeld, Germany)

การเตรียมแบบจำลองเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ไฟไนท์เอลิเมนต์ ถ่ายภาพรังสีโคนบีมคอมพิวเตอร์โทโมกราฟี (Micro CT Scan, Skyscan 1173, Bruker Company, Belgium) เฉพาะฟันตัดล่างที่เตรียมคลองรากฟันเพื่อรับเดือยฟันและแกนฟัน บันทึกข้อมูลในรูปแบบแฟ้มข้อมูลคอมพิวเตอร์นามสกุล *.dcm และประมวลผลออกมาเป็นภาพ 3 มิติ โดยใช้โปรแกรม Medical image processing (MIMICS version 11, Materialise NV, Belgium) ซึ่งจะอยู่ในรูปแบบแฟ้มข้อมูลคอมพิวเตอร์นามสกุล *.stl (Stereolithography)

ทำการสแกนฟันตัดล่างที่เตรียมคลองรากฟันเพื่อรับเดือยฟันและแกนฟัน แบบเรซินของเดือยฟันและแกนฟันชนิดโลหะเหวี่ยง เดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใย และครอบฟันเซรามิก เพื่อให้ได้ข้อมูลพื้นผิว 3 มิติ ซึ่งเป็นแฟ้มข้อมูลพื้นผิวภายนอก (Surface) ของฟันตัดล่างที่เตรียมคลองรากฟันเพื่อรับเดือยฟันและแกนฟัน เดือยฟันและแกนฟันชนิดโลหะเหวี่ยง เดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใย และครอบฟันเซรามิกตามลำดับ โดยใช้เครื่องสแกน 3 มิติ (3D optical scanner, ATOS 3D Scanner, GOM, Braunschweig, Germany) และจัดเก็บในรูปแบบแฟ้มข้อมูลคอมพิวเตอร์นามสกุล *.stl

สร้างแบบจำลอง 3 มิติ ของฟันตัดล่างที่เตรียมคลองรากฟันเพื่อรับเดือยฟันและแกนฟัน เดือยฟัน และแกนฟันชนิดโลหะเหวี่ยง เดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใย แกนฟันคอมโพสิต และครอบฟันเซรามิก จากข้อมูลพื้นผิว 3 มิติ โดยใช้โปรแกรมช่วยออกแบบ Computer-Aided Design software (Geomagic, 3D Systems, USA) และเก็บข้อมูลอยู่ในรูปแบบแฟ้มข้อมูลคอมพิวเตอร์นามสกุล *.stp (STEP file; Standard for the exchange of product) จากนั้นนำไฟล์ข้อมูลเข้าสู่โปรแกรมสำเร็จรูปโซลิดเวิร์ครุ่น 2017 (Solidwork version 2017, Dassault system, France) พร้อมสร้างแบบจำลองของกระดูกและเอ็นยึดปริทันต์ รวมแบบจำลองไฟไนท์เอลิเมนต์ของส่วนต่าง ๆ เข้าด้วยกันได้แบบจำลอง 3 มิติที่ใช้ในการศึกษา 2 แบบจำลอง (รูปที่ 1) แปลงแฟ้มข้อมูลเป็นพาราโซลิด (Parasolid) และเก็บอยู่ในรูปแบบแฟ้มข้อมูลคอมพิวเตอร์นามสกุล *.x_t



รูปที่ 1 แสดงแบบจำลองไฟไนท์เอลิเมนต์

Figure 1 Finite element modelled components.

แบบจำลองที่ 1 ประกอบด้วย ฟันตัดล่างที่เตรียมคลองรากฟันเพื่อรับเดือยฟันและแกนฟัน เดือยฟันและแกนฟันชนิดโลหะเหวี่ยง ครอบฟันเซรามิก กระดูก และเอ็นยึดปริทันต์

แบบจำลองที่ 2 ประกอบด้วย ฟันตัดล่างที่เตรียมคลองรากฟันเพื่อรับเดือยฟันและแกนฟัน เดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใย แกนฟันคอมโพสิต ครอบฟันเซรามิก กระดูก และเอ็นยึดปริทันต์

นำแบบจำลองที่ผ่านการประกอบเสร็จสมบูรณ์แล้วเข้าสู่โปรแกรมวิเคราะห์ไฟไนท์เอลิเมนต์แอนซิสเวิร์คเบ็นซ์ (Finite element analysis software, ANSYS Workbench Version 20.0, Inc., Canonsburg, Pennsylvania, USA) สร้างโครงร่างตาข่ายรูปร่างทรงสี่หน้า (Tetrahedral) และทรงหกหน้า (Hexahedron) ขนาด 0.5 มิลลิเมตร จำนวน 2,991,105 เอลิเมนต์ และกำหนดสมบัติทางกลของวัสดุในแบบจำลอง โครงสร้างฟันและวัสดุทั้งหมดนับเป็นวัสดุที่มีสมบัติของวัสดุเหมือนกันทุกทิศทาง (Isotropic) มีความยืดหยุ่นเชิงเส้น (Linearly elastic) และเหมือนกันเป็นหน่วยเดียวกัน (Homogeneous) ยกเว้นเดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใยที่มีสมบัติของวัสดุแตกต่างกันเมื่อวัดในทิศทางต่างกัน (Orthotropic)¹⁶ (ตารางที่ 1 และ ตารางที่ 2)

ตารางที่ 1 แสดงสมบัติทางกลของวัสดุที่มีสมบัติเป็นไอโซโทรปิก

Table 1 The mechanical properties of isotropic materials

Materials	Elastic modulus, (GPa)	Poisson's ratio
Dentine ²⁴	18.6	0.31
Periodontal ligament ⁴⁷	0.0689	0.45
Bone ²⁴	13.7	0.30
Gutta-percha ⁴⁸	0.14	0.45
Resin composite ²⁴	12.0	0.30
All ceramic crown (IPS e.max CAD, Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) ⁴⁹	95	0.23
Ag-Pd alloy ⁵⁰	95	0.33

ตารางที่ 2 สมบัติทางกลของวัสดุที่มีสมบัติเป็นออร์โทโทรปิก

Table 2 The mechanical properties of orthotropic materials

Materials	Elastic modulus, (GPa)	Poisson's ratio	Shear modulus, (GPa)
Fiber-reinforced composite post ⁵¹	X=37	Xy=0.27	Gxy=3.1
	Y=9.5	Xz=0.34	Gxz=3.5
	Z=9.5	Yz=0.27	Gyz=3.1

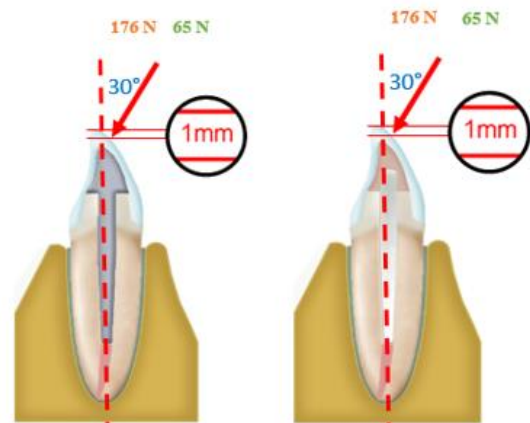
กำหนดเงื่อนไขขอบเขต (Boundary condition) และเงื่อนไขการให้แรง (Loading condition) โดยแบบจำลองถูกตรึงในทุกทิศทางบริเวณกระดูกขากรรไกร จำลองแรงสถิต (Static load) ที่ปลายฟันด้านริมฝีปากต่ำกว่าปลายฟัน 1 มิลลิเมตร ทำมุม 30 องศา กับแกนฟัน¹⁷ โดยจำลองแรงเคี้ยว (Chewing force) ขนาด 65 นิวตัน¹⁸ และแรงกัดสูงสุด (Maximum bite force) ขนาด 176 นิวตัน¹⁹ (รูปที่ 2) ได้โมเดลที่ทำการทดสอบ 4 โมเดล โดยโมเดล A และ โมเดล B แสดงฟันตัดล่างที่ได้รับการบูรณะด้วยเดือยฟันและแกนฟันชนิดโลหะเหวี่ยง ซึ่งมีแรงกระทำที่ 65 นิวตัน และ 176 นิวตัน ตามลำดับ ส่วนโมเดล C และ โมเดล D แสดงฟันตัดล่างที่ได้รับการบูรณะด้วยเดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใยร่วมกับแกนฟันคอมโพสิต และมีแรงกระทำที่ 65 นิวตัน และ 176 นิวตัน ตามลำดับ

การวิเคราะห์ข้อมูล ด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ไฟไนท์เอลิเมนต์แอนซิสเวิร์คเบนซ์ ในรูปแบบการวิเคราะห์แบบสถิต (Static structural) ซึ่งแสดงอยู่ในรูปค่าความเค้นวอนมิสเชส พิจารณาการกระจายตัวของความเค้น (Stress distribution) และค่าความเค้นสูงสุด (Maximum stress, σ_{Max}) ของฟันตัดล่างที่เตรียมคลองรากฟันเพื่อรับเดือยฟันและแกนฟัน เดือยฟันและแกนฟันชนิดโลหะเหวี่ยง เดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใย แกนฟันคอมโพสิต ครอบฟันเซรามิก กระดูก และเอ็นยึดปริทันต์

วิเคราะห์ความล้า (Fatigue life) หรือการวิเคราะห์ความเสียหายของวัสดุ ที่เกิดขึ้นหลังจากวัสดุได้รับแรงกระทำของแบบจำลองเดือยฟันและแกนฟันชนิดโลหะเหวี่ยง และเดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใยร่วมกับแกนฟันคอมโพสิต ทำการบันทึกตำแหน่งและค่าความเค้นสูงสุด และค่าความเค้นต่ำสุด (Minimum stress, σ_{Min}) ในแต่ละองค์ประกอบ คำนวณค่าความเค้นเฉลี่ย (Mean stress, σ_{Mean}) และค่าแอมพลิจูดของความเค้น (Stress amplitude, $\sigma_{Amplitude}$) ดังสมการที่ 1 และ 2

$$\text{สมการที่ 1 } \sigma_{Mean} = \frac{\sigma_{Max} + \sigma_{Min}}{2}$$

$$\text{สมการที่ 2 } \sigma_{Amplitude} = \frac{\sigma_{Max} - \sigma_{Min}}{2}$$



รูปที่ 2 แสดงเงื่อนไขการให้แรง

Figure 2 Load condition

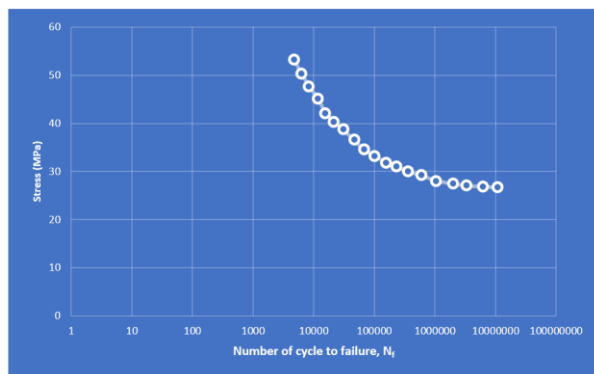
คำนวณสมการความล้าด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ไฟไนท์เอลิเมนต์แอนซิสเวิร์คเบนซ์ ตามสมการของ Goodman และ Gerber ดังสมการที่ 3 และ 4 ตามลำดับ^{20, 21} เพื่อคำนวณค่า Equivalent cyclic stress ($\sigma_{Equivalent}$) และนำไปพิจารณาในกราฟแสดงความสัมพันธ์ของ Equivalent cyclic stress และจำนวนรอบที่ทำให้เกิดความเสียหาย หรือ กราฟ S-N (Stress versus number of loading cycles to failure, S-N) ของเนื้อฟัน²² (รูปที่ 3) ซึ่งแสดงถึงจำนวนรอบน้อยที่สุดที่ทำให้เกิดความเสียหาย จากนั้นนำจำนวนรอบน้อยที่สุดที่ทำให้เกิดความเสียหายไปคำนวณหาอายุการใช้งานของวัสดุ

สมการที่ 3

$$\sigma_{Equivalent} = \frac{\sigma_{Amplitude}}{1 - \left(\frac{\sigma_{Mean}}{\sigma_{Ultimate strength}} \right)}$$

สมการที่ 4

$$\sigma_{Equivalent} = \frac{\sigma_{Amplitude}}{1 - \left(\frac{\sigma_{Mean}}{\sigma_{Ultimate strength}} \right)^2}$$



รูปที่ 3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของ Equivalent cyclic stress และจำนวนรอบที่ทำให้เกิดความเสียหายของเนื้อฟัน

Figure 3 The relationship of equivalent cyclic stress and number of cycles to failure of dentin.

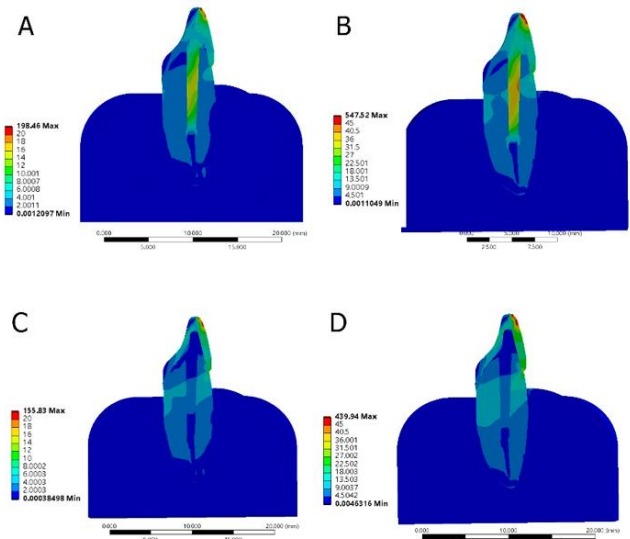
ผล

ค่าความเค้นวอนมิสเชส การกระจายตัวของความเค้นและค่าความเค้นสูงสุด อยู่ในรูปค่าความเค้นวอนมิสเชสแสดงผลเป็นภาพสีแตกต่างกัน ตำแหน่งที่มีค่าความเค้นสูงสุดแสดงเป็นสีแดง โดยโมเดล A และ โมเดล B แสดงฟันตัดล่างที่ได้รับการบูรณะด้วยเดือยฟันและแกนฟันชนิดโลหะเหวี่ยง ซึ่งมีแรงกระทำที่ 65 นิวตัน และ 176 นิวตัน ตามลำดับ ส่วนโมเดล C และ โมเดล D แสดงฟันตัดล่างที่ได้รับการบูรณะด้วยเดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใยร่วมกับแกนฟันคอมโพสิต และมีแรงกระทำที่ 65 นิวตัน และ 176 นิวตัน ตามลำดับ (รูปที่ 4) โดยค่าความเค้นสูงสุดในแต่ละส่วนประกอบของโมเดล (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 แสดงค่าความเค้นวอนมิสเชสสูงสุดของโมเดล A โมเดล B โมเดล C และ โมเดล D

Table 3 Maximum von Mises stresses of model A, model B, model C and model D

Material	Yield strength (MPa)	Maximum von Mises stresses (MPa)			
		Model A	Model B	Model C	Model D
Ceramic crown ⁵²	500	169.35	462.15	147.13	404.52
Cast post ³⁶	552	20.63	55.75	-	-
Fiber reinforced composite post ³⁷	950	-	-	2.88	7.75
Composite core ³⁸	185	-	-	26.33	51.18
Tooth ⁵³	275-300	18.19	60.64	25.05	84.54
PDL ⁵⁴	6.8	1.85	4.60	1.90	4.66
Bone ⁵⁵	69	3.28	8.15	3.28	8.44



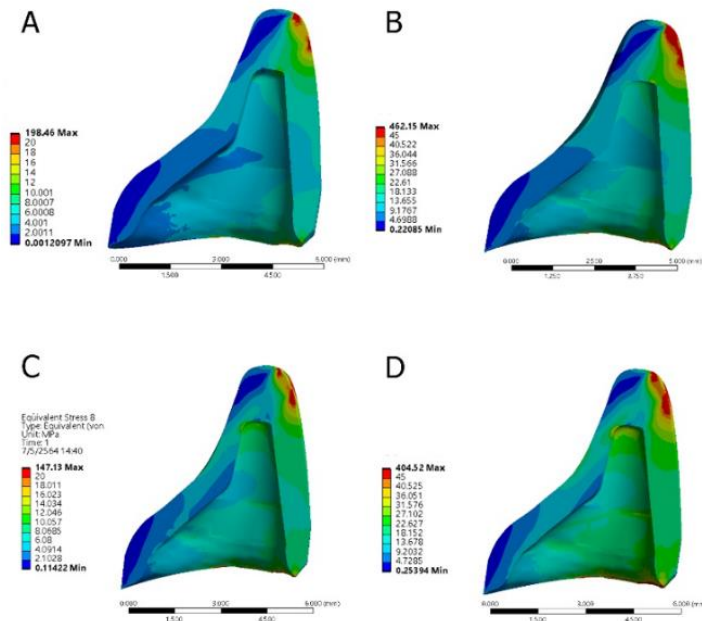
รูปที่ 4 แสดงการกระจายความเค้นของโมเดลไฟไนต์เอลิเมนต์ โมเดล A ฟันตัดล่างที่ได้รับการบูรณะด้วยเดือยฟันและแกนฟันชนิดโลหะเหวี่ยง ที่มีแรงกระทำ 65 นิวตัน โมเดล B ฟันตัดล่างที่ได้รับการบูรณะด้วยเดือยฟันและแกนฟันชนิดโลหะเหวี่ยง ที่มีแรงกระทำ 176 นิวตัน โมเดล C ฟันตัดล่างที่ได้รับการบูรณะด้วยเดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใยร่วมกับแกนฟันคอมโพสิต ที่มีแรงกระทำ 65 นิวตัน และโมเดล D ฟันตัดล่างที่ได้รับการบูรณะด้วยเดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใยร่วมกับแกนฟันคอมโพสิต ที่มีแรงกระทำ 176 นิวตัน

Figure 4 Stress distribution of finite element models. Model A: mandibular incisor teeth restored with cast post under 65 N loading, Model B: mandibular incisor teeth restored with cast post under 176 N loading, Model C: mandibular incisor teeth restored with fiber-reinforced composite post and composite core under 65 N loading, Model D: mandibular incisor teeth restored with fiber-reinforced composite post and composite core under 176 N loading.

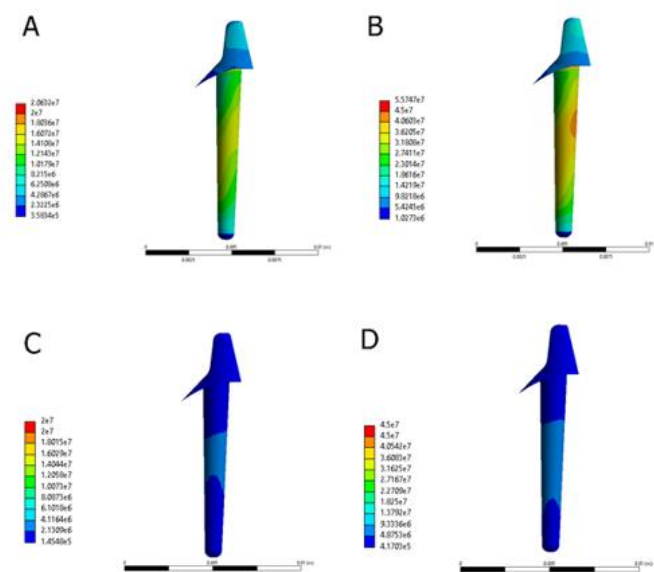
ครอบฟันเซรามิก พบความเค้นวอนมิสสูงสุดบริเวณปลายครอบฟันด้านริมฝีปากในทุกโมเดล ซึ่งเป็นตำแหน่งที่รับแรงกระทำ (รูปที่ 5) โดยค่าความเค้นวอนมิสสูงสุดในโมเดล A, โมเดล B, โมเดล C และ โมเดล D มีขนาด 169.35 MPa, 462.15 MPa, 147.13 MPa และ 404.52 MPa ตามลำดับ

เดือยฟันและแกนฟัน เดือยฟันและแกนฟันชนิดโลหะเหวี่ยงพบการกระจายความเค้นโดยทั่วเดือยฟันเนื่องจาก

มีส่วนเดือยฟันและแกนฟันเป็นชิ้นเดียวกัน โดยพบความเค้นวอนมิสสูงสุดบริเวณขอบที่สัมผัสกับส่วนบนสุดของฟันในโมเดล A และ โมเดล B ขนาด 20.63 MPa และ 55.75 MPa ตามลำดับ ส่วนในโมเดล C และ โมเดล D พบการกระจายความเค้นบริเวณกึ่งกลางของเดือยฟัน และพบความเค้นวอนมิสสูงสุดบริเวณกึ่งกลางเดือยฟันด้านลิ้นขนาด 2.88 MPa และ 7.75 MPa ตามลำดับ (รูปที่ 6)



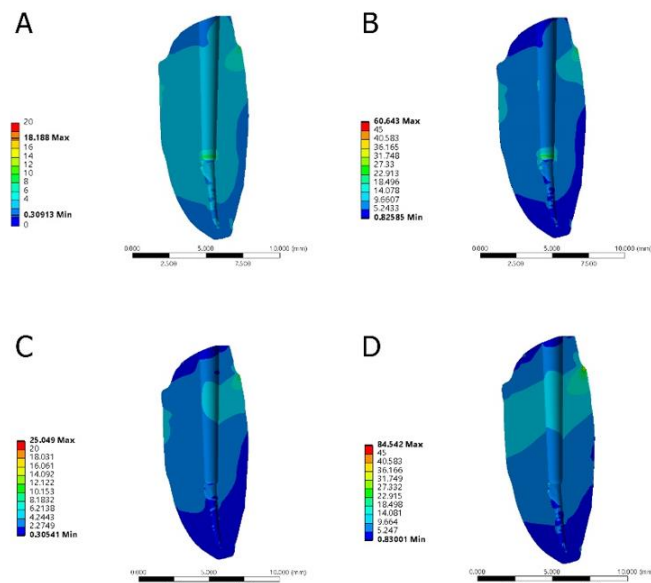
รูปที่ 5 แสดงการกระจายตัวของความเค้น และค่าความเค้นวอนมิสสูงสุดบนครอบฟันเซรามิก
Figure 5 Stress distribution and maximum von Mises stresses of ceramic crowns.



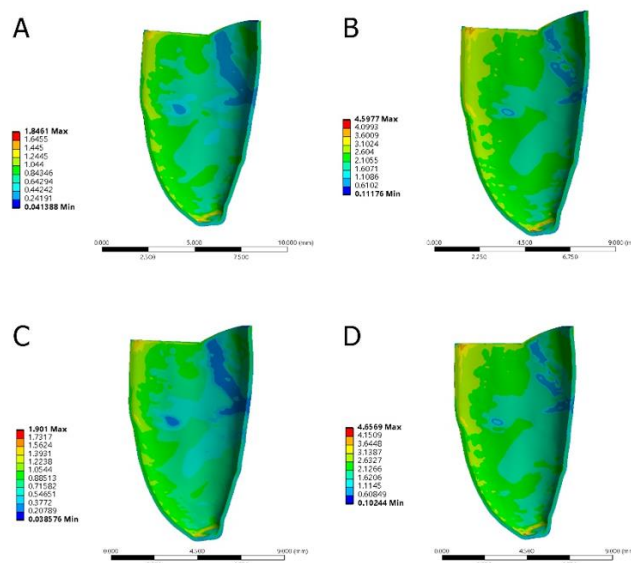
รูปที่ 6 แสดงการกระจายตัวของความเค้น และค่าความเค้นวอนมิสสูงสุดของเดือยฟันและแกนฟันชนิดโลหะเหวี่ยง เดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใย และแกนฟันคอมโพสิต
Figure 6 Stress distribution and maximum von Mises stresses of cast post, fiber-reinforced composite post and composite core.

ฟันดัดล่างที่เตรียมคลองรากฟันเพื่อรับเดือยฟันและแกนฟัน พบความเค้นวอนมิสสูงสุดที่บริเวณบริเวณขอบฟันด้านริมฝีปากในทุกโมเดล (รูปที่ 7) โดยค่าความเค้นวอนมิสสูงสุดโมเดล A, โมเดล B, โมเดล C และ โมเดล D มีขนาด 18.19 MPa, 60.64 MPa, 25.05 MPa และ 84.54 MPa ตามลำดับ ฟันที่ได้รับการบูรณะด้วยเดือยฟันและแกนฟันชนิดโลหะห่วยังพบการกระจายความเค้นสูงบริเวณใกล้ส่วนปลายของเดือยฟัน และฟันที่ได้รับการบูรณะด้วยเดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใยพบการกระจายความเค้นโดยทั่วบริเวณกึ่งกลางฟัน

เอ็นยึดปริทันต์ พบความเค้นวอนมิสสูงสุดที่บริเวณขอบของเอ็นยึดปริทันต์ด้านลิ้นในโมเดล A, โมเดล C และ โมเดล D ขนาด 1.85 MPa, 1.90 MPa และ 4.66 MPa ตามลำดับ ส่วนโมเดล B แสดงค่าความเค้นวอนมิสสูงสุดที่บริเวณปลายรากฟัน ขนาด 4.60 MPa (รูปที่ 8) เนื่องจากฟันที่ได้รับการบูรณะด้วยเดือยฟันและแกนฟันชนิดโลหะห่วยังมีการกระจายความเค้นสูงบริเวณส่วนปลายของเดือยฟันใกล้ปลายรากฟัน เมื่อได้รับแรงบดเคี้ยวที่สูงขึ้น ทำให้เกิดการกระจายความเค้นจากปลายรากฟันไปยังเอ็นยึดปริทันต์สูงขึ้น



รูปที่ 7 แสดง การกระจายตัวของความเค้น และค่าความเค้นวอนมิสสูงสุดบนฟันดัดล่างที่เตรียมคลองรากฟันเพื่อรับเดือยฟันและแกนฟัน
Figure 7 Stress distribution and maximum von Mises stresses of endodontically treated mandibular incisor teeth.



รูปที่ 8 แสดง การกระจายตัวของความเค้น และค่าความเค้นวอนมิสสูงสุดบนเอ็นยึดปริทันต์
Figure 8 Stress distribution and maximum von Mises stresses of periodontal ligament.

กระดูก พบความเค้นวอนมีสสูงสุดที่บริเวณปลายรากฟันในโมเดล A และโมเดล B ขนาด 3.28 MPa และ 8.15 MPa ตามลำดับ และพบความเค้นวอนมีสสูงสุดที่บริเวณขอบขอบกระดูกด้านแก้มในโมเดล C และ โมเดล D ขนาด 3.28 MPa และ 8.44 MPa ตามลำดับ (รูปที่ 9) ซึ่งมีรูปแบบการกระจายความเค้นเหมือนกันในทุกโมเดล โดยกระจายความเค้นจากด้านริมฝีปากซึ่งเป็นด้านที่ฟันได้รับแรงไปสู่ด้านหลังซึ่งเป็นด้านถูกกด

ค่าความแข็งแรงของพันธะ (Bond strength)

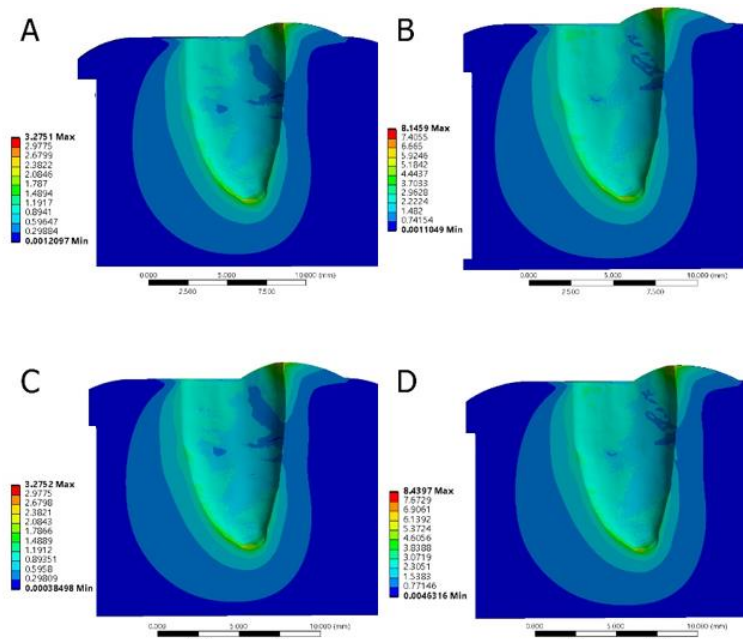
โดยทั่วไปพบการสะสมความเค้นสูงบริเวณรอบเดือยฟันในทุกโมเดล ซึ่งเป็นส่วนที่จำลองการยึดติดกันระหว่างเดือยฟันและเนื้อฟัน (รูปที่ 10) เมื่อพิจารณาค่าความแข็งแรงของพันธะจากค่าแรงดึงในแนวตั้งฉากของวัสดุ 2 ประเภทที่สัมผัสกัน พบว่าค่าแรงดึงในแนวตั้งฉากระหว่างเดือยฟันและแกนฟันชนิดโลหะเหวี่ยงกับเนื้อฟัน เดือยฟันและแกนฟันชนิดโลหะเหวี่ยงกับครอบฟันเซรามิก และเนื้อฟันกับครอบฟันเซรามิก ในโมเดล A มีค่า 5.07 MPa, 3.49 MPa และ 2.55 (รูปที่ 10 a, b, c) และในโมเดล B มีค่า 13.64 MPa, 9.43 MPa และ 6.76 MPa ตามลำดับ ส่วนค่าความแข็งแรงของพันธะจากค่าแรงดึงในแนวตั้งฉากระหว่างเดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใยกับเนื้อฟัน แกนฟันคอมโพสิตกับครอบฟันเซรามิก และเนื้อฟันกับครอบฟันเซรามิก ในโมเดล C มีค่า 0.84 MPa, 0.79 MPa และ 3.57 MPa (รูปที่ 10 g, h, i) และในโมเดล D มีค่า 2.22 MPa, 2.11 MPa และ 9.43 MPa ตามลำดับ

พบว่าโมเดลฟันที่ได้รับการบูรณะด้วยเดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใยมีค่าแรงดึงในแนวตั้งฉากต่ำกว่าโมเดลฟันที่ได้รับการบูรณะด้วยเดือยฟันและแกนฟันชนิดโลหะเหวี่ยง ยกเว้นค่าแรงดึงในแนวตั้งฉากระหว่างเนื้อฟันกับครอบฟันเซรามิกในโมเดล D มีค่าสูงกว่าในโมเดล B แสดงว่าหากได้รับแรงบดเคี้ยวที่เพิ่มขึ้นมากระทำ ฟันที่ได้รับการบูรณะด้วยเดือยฟันและแกนฟันชนิดโลหะเหวี่ยงจะสูญเสียการยึดติดได้ง่ายกว่าฟันที่ได้รับการบูรณะด้วยเดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใยในเกือบทุกบริเวณ ยกเว้นบริเวณการยึดติดระหว่างเนื้อฟันกับครอบฟันเซรามิก

ความล้า การศึกษานี้คาดการณ์ความล้าของเนื้อฟันที่ได้รับแรงเคี้ยวที่ตำแหน่งฟันตัดขนาด 65 นิวตัน โดยคำนวณจากสมการความล้าของ Goodman และ Gerber จากนั้นนำไปเปรียบเทียบกับกราฟ S-N ของเนื้อฟัน เพื่อคาดการณ์จำนวนรอบที่รับแรงจนเกิดความเสียหาย

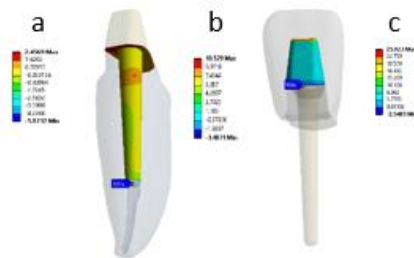
โมเดล A เนื้อฟันมีค่า Equivalent cyclic stress จากสมการความล้าของ Goodman 9.96 MPa (รูปที่ 11 A) และจากสมการความล้าของ Gerber 9.16 MPa (รูปที่ 11 B) และโมเดล C เนื้อฟันมีค่า Equivalent cyclic stress จากสมการความล้าของ Goodman 14.22 MPa (รูปที่ 11 C) และจากสมการความล้าของ Gerber 12.71 MPa (รูปที่ 11 D)

เมื่อนำค่า Equivalent cyclic stress ทั้งจากสมการความล้าของ Goodman และ Gerber ไปเปรียบเทียบกับกราฟ S-N ของเนื้อฟัน ไม่พบจุดตัดกราฟ แสดงว่าฟันที่ได้รับการบูรณะด้วยเดือยฟันและแกนฟันชนิดโลหะเหวี่ยง และเดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใย ไม่เสียหายภายใต้การรับแรงบดเคี้ยว

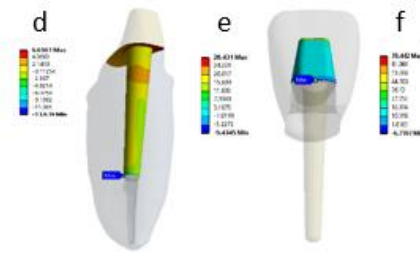


รูปที่ 9 แสดงการกระจายตัวของความเค้น และค่าความเค้นวอนมีสสูงสุดบนกระดูก
Figure 9 Stress distribution and maximum von Mises stresses of bone.

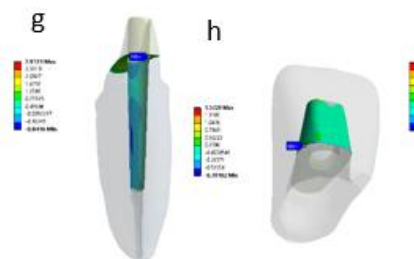
Model A



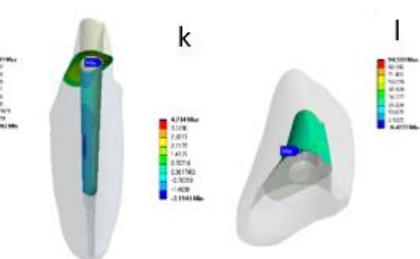
Model B



Model C

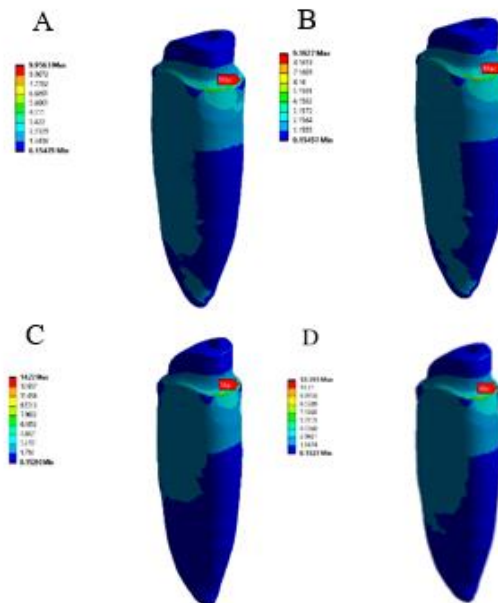


Model D



รูปที่ 10 แสดง ค่าความแข็งแรงของพันธะ (a, d, g, j; ระหว่างเดือยฟันและแกนฟันกับเนื้อฟัน) (b, e, h, k; ระหว่างเดือยฟันและแกนฟันกับครอบฟันเซรามิก) (c, f, i, l; ระหว่างเนื้อฟันกับครอบฟันเซรามิก)

Figure 10 Bond strength. (a, d, g, j; between post and endodontically treated tooth) (b, e, h, k; between post and ceramic crown) (c, f, i, l; between endodontically treated tooth and ceramic crown)



รูปที่ 11 แสดงค่าความเค้นจากสมการความล้าของของ Goodman และ Gerber (A; ค่าความเค้นจากสมการความล้าของของ Goodman ในโมเดล A, B; ค่าความเค้นจากสมการความล้าของของ Gerber ในโมเดล A, C; ค่าความเค้นจากสมการความล้าของของ Goodman ในโมเดล C, D; ค่าความเค้นจากสมการความล้าของของ Gerber ในโมเดล C)

Figure 11 Equivalent cyclic stress from fatigue criterion of Goodman and Gerber. (A; Equivalent cyclic stress from fatigue criterion of Goodman from model A, B; Equivalent cyclic stress from fatigue criterion of Gerber from model A, C; Equivalent cyclic stress from fatigue criterion of Goodman from model C, D; Equivalent cyclic stress from fatigue criterion of Gerber from model C)

บทวิจารณ์

การศึกษานี้ใช้วิธีไฟไนท์เอลิเมนต์ เพื่อพิจารณาความเค้นที่เกิดขึ้นภายในเนื้อฟัน ของฟันที่ได้รับการบูรณะด้วยเดือยฟัน โดยกำหนดให้มีสมบัติเหมือนกันทุกทิศทาง (Isotropic) มีความยืดหยุ่นเชิงเส้น (Linearly elastic) และเสมือนเป็นหน่วยเดียวกัน (Homogeneous) ยกเว้นเดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใยที่มีสมบัติของวัสดุแตกต่างกันเมื่อวัดในทิศทางต่างกัน (Orthotropic) ในขณะที่โครงสร้างฟันไม่ได้มีสมบัติเป็นหน่วยเดียวกัน (Homogeneous) โดยเนื้อฟันมีโครงสร้างเป็นท่อ (Capillary morphological structure) เคลือบฟันมีลักษณะเป็นปริซึม (Prismatic structure) และเอ็นยึดปริทันต์มีการยึดเกาะหลากหลายทิศทาง นอกจากนี้เอ็นยึดปริทันต์ไม่ได้มีความยืดหยุ่นเชิงเส้น²³ ในการศึกษาที่กำหนดให้มีเอ็นยึดปริทันต์ในแบบจำลอง เพื่อป้องกันการเกิดความเค้นมากเกินไปจนเป็นจริงบริเวณรอบรากฟัน โดยกำหนดสมบัติของเอ็นยึดปริทันต์ในโปรแกรมให้มีความยืดหยุ่นเชิงเส้น เพื่อไม่ให้แบบจำลองซับซ้อน

ในการศึกษานี้จำลองว่าวัสดุมีการยึดกันอย่างสมบูรณ์ โดยพิจารณาให้ชั้นซีเมนต์ระหว่างแกนฟันและครอบฟันเป็นส่วนหนึ่งของแกนฟัน เนื่องจากมีความบางมากและมีค่ามอดุลัสของสภาพยืดหยุ่น (Modulus of elasticity) ใกล้เคียงกับเรซินคอมโพสิตและเนื้อฟัน และพิจารณาให้ชั้นซีเมนต์ระหว่างเดือยฟันและรากฟันเป็นส่วนหนึ่งของรากฟัน เนื่องจากมีความบางมากและมีค่ามอดุลัสของสภาพยืดหยุ่นใกล้เคียงกับเนื้อฟัน ซึ่งในทางคลินิกแล้วค่าการยึดติดของเรซินซีเมนต์ต่อวัสดุบูรณะและโครงสร้างฟันขึ้นกับหลายปัจจัย¹⁵ ได้แก่ การเตรียมผิวฟัน การใช้สารยึดติด (Bonding agent) การเกิดพอลิเมอร์ของเรซินซีเมนต์ (Polymerization) และการปนเปื้อนจากเลือดหรือน้ำลาย เป็นต้น

การกระจายความเค้นในส่วนต่างๆของแต่ละโมเดล มีรูปแบบการกระจายความเค้นคล้ายคลึงกันบางส่วน ได้แก่ ครอบฟัน พบความเค้นสูงที่ด้านริมฝีปากซึ่งเป็นส่วนที่รับแรงกระทำและมีความเค้นต่ำลงในด้านตรงข้าม เอ็นยึดปริทันต์และกระดูกที่พบการกระจายความเค้นสูงบริเวณด้านลิ้นซึ่งเป็นด้านที่ถูกกดในทุกโมเดล ซึ่งได้รับการถ่ายทอดความเค้นมารากรากฟัน ส่วนฟันตัดล่างที่เตรียมคลองรากฟันเพื่อรับเดือยฟันและแกนฟัน ในโมเดล A และ B ที่บูรณะด้วยเดือยฟันและแกนฟันชนิดโลหะเหวี่ยง พบการกระจายความเค้นสูงบริเวณใกล้ปลายเดือยฟัน ส่วนฟันที่บูรณะด้วยเดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใย ในโมเดล C และ D พบการกระจายความเค้นสูงบริเวณคอฟัน

การกระจายความเค้นระหว่างเดือยฟันและเนื้อฟัน ในโมเดล A และ B พบว่ามีการสะสมความเค้นสูงในเดือยฟัน และกระจายความเค้นไปยังเนื้อฟันโดยรอบเล็กน้อย ส่วนในโมเดล C และ D พบการสะสมความเค้นที่เดือยฟันน้อยและกระจายความเค้นจากเดือยฟันไปยังเนื้อฟันมาก ซึ่งมีรูปแบบการกระจายความเค้นเป็นไปในทิศทางเดียวกันทั้งในโมเดลที่ได้รับแรงที่ 65 นิวตัน และ 176 นิวตัน และสอดคล้องกับผลการศึกษาด้วยวิธีไฟไนท์เอลิเมนต์อื่นๆ^{24, 25} ที่พบว่าเมื่อใช้เดือยฟันที่มีค่ามอดุลัสของสภาพยืดหยุ่นสูงจะพบความเค้นในฟันน้อย แต่มีความเค้นสะสมที่เดือยฟันมาก ส่วนเดือยฟันที่มีค่ามอดุลัสของสภาพยืดหยุ่นต่ำจะมีการกระจายความเค้นไปยังฟันมากขึ้น นอกจากนี้ Dejak B และคณะ กล่าวว่าฟันที่ได้รับการบูรณะด้วยเดือยฟันและแกนฟันชนิดโลหะเหวี่ยงมีความเค้นในเนื้อฟันน้อยกว่าฟันที่ได้รับการบูรณะด้วยเดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใย และมีความต้านทานต่อการแตกหัก (Fracture resistance) สูงกว่า²⁶ และการศึกษาการวิเคราะห์ห่อภิณพบว่าเดือยฟันและแกนฟันชนิดโลหะเหวี่ยงมีความต้านทานต่อการแตกหักมากกว่าเดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใย²⁷

แม้ว่าเดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใยมีค่าความต้านทานการแตกหักต่ำกว่าเดือยฟันและแกนฟันชนิดโลหะเหวี่ยง แต่ไม่สามารถให้ข้อสรุปว่าเดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใยไม่เหมาะสมในการใช้งานทางคลินิก เนื่องจากแรงกัดสูงสุดบริเวณฟันหน้ามีค่าต่ำกว่าแรงที่ทำให้เกิดการแตกหักของเดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใยอย่างมาก (600-1558 N)²⁸ และหากแตกหักความเสียหายที่เกิดขึ้นสามารถซ่อมแซมได้²⁹⁻³⁴

ในการศึกษานี้พบว่าค่าความเค้นวอนมิสเชสที่พบในเดือยฟันเพิ่มขึ้นเมื่อวัสดุมีค่ามอดุลัสของสภาพยืดหยุ่นสูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาที่ผ่านมา³⁵ แต่ค่าความเค้นวอนมิสเชสที่เกิดขึ้นทั้งในเดือยฟันและแกนฟันชนิดโลหะเหวี่ยงและเดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใยมีค่าต่ำกว่าค่าความทนแรงครากของวัสดุอย่างมาก³⁶⁻³⁸ ดังนั้นภายใต้แรงเคี้ยวและแรงกัดสูงสุดที่ตำแหน่งฟันตัด จึงไม่เกิดความเสียหายต่อเดือยฟันทั้งสองชนิด แต่สามารถคาดการณ์ได้ว่าหากมีแรงกระทำเพิ่มขึ้นตำแหน่งที่มีโอกาสเกิดความเสียหายคือบริเวณครอบฟัน สอดคล้องกับการศึกษาของ ดนัย และคณะ³⁹ ที่พบว่าความต้านทานการแตกหักของฟันตัดล่างที่ได้รับการรักษาลงรากฟันแล้วบูรณะร่วมกับเดือยฟันและแกนฟันชนิดโลหะเหวี่ยงและเดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใยมีค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ โดยทั้งสองกลุ่มเกิดการแตกที่ครอบฟันเซรามิกเท่านั้น

การสูญเสียการยึดติดเป็นหนึ่งในปัญหาที่พบได้บ่อยในฟันที่ได้รับการบูรณะด้วยเดือยฟัน ในการศึกษาพบว่าโมเดลฟันที่ได้รับการบูรณะด้วยเดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใยมีการกระจายความเค้นโดยรอบเดือยฟัน และพบแรงดึงในแนวตั้งฉากมีค่าสูงสุดบริเวณส่วนบนของเดือยฟันที่สัมผัสกับแกนฟัน ดังนั้นหากมีการสูญเสียการยึดติดอาจพบการสูญเสียการยึดติดระหว่างเดือยฟันกับแกนฟันก่อน ส่วนฟันที่ได้รับการบูรณะด้วยเดือยฟันและแกนฟันชนิดโลหะเหวี่ยงพบแรงดึงในแนวตั้งฉากมีค่าสูงสุดบริเวณปลายเดือยฟัน จึงมีโอกาสสูญเสียการยึดติดจากบริเวณปลายเดือยฟัน และเมื่อพิจารณาค่าความแข็งแรงของฟันระยะจากค่าแรงดึงในแนวตั้งฉากระหว่างเดือยฟันกับเนื้อฟัน พบว่าไม่เกินค่าความแข็งแรงของฟันระยะของเรซินซีเมนต์ (17 MPa)⁴⁰ แสดงว่าไม่เกิดความเสียหายจากการสูญเสียการยึดติดของเรซินซีเมนต์ในทุกลักษณะ ผลการศึกษาสอดคล้องกับการศึกษาทางคลินิกที่พบว่าการใช้เดือยฟันและแกนฟันชนิดโลหะเหวี่ยงและเดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใยในฟันที่ได้รับการรักษาลงรากฟันมีผลทางคลินิกที่ดีและคล้ายคลึงกัน^{41, 42}

การศึกษาความล้มเหลวในงานทันตกรรมมีทั้งวัสดุประาและเหนียว จึงวิเคราะห์ตามสมการ Goodman และ Gerber ซึ่งเหมาะสมกับวัสดุที่มีความประาและเหนียวตามลำดับ เพื่อนำข้อมูลไปเปรียบเทียบกับกราฟ S-N ของวัสดุ ข้อจำกัดของการศึกษาความล้มเหลววิธีนี้คือต้องการข้อมูลกราฟ S-N ของวัสดุที่ได้จากการทดลอง ซึ่งบริษัทผู้ผลิตมักไม่แจ้งข้อมูลดังกล่าว ดังนั้นจึงสามารถหาข้อมูลกราฟ S-N ได้จากงานวิจัยก่อนหน้านี้ การประมาณค่าจากสมบัติคงที่ของวัสดุ (Static property) และการใช้กราฟ S-N ของวัสดุที่มีความคล้ายคลึงกัน⁴³ โดยการศึกษาใช้ข้อมูลจากงานวิจัยก่อนหน้านี้²² และผลการทดลองคาดการณ์ว่าไม่เกิดความล้มเหลวจากความล้มเหลวภายใต้แรงแบบวัฏจักร (Cyclic load) ทั้งในฟันที่ได้รับการบูรณะด้วยเดือยฟันและแกนฟันชนิดโลหะเหวี่ยงและเดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใย ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองทางห้องปฏิบัติการที่ศึกษาความล้มเหลวของฟันที่ได้รับการบูรณะด้วยเดือยฟันและแกนฟันชนิดโลหะเหวี่ยงและเดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใย ภายหลังจากได้รับแรงแบบวัฏจักร พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้งในด้านความล้มเหลว ความต้านทานการแตกหัก (Fracture strength) และการรั่วซึมระดับจุลภาค (Microleakage)⁴⁴

ในการศึกษานี้พิจารณาการกระจายความเค้นและความล้มเหลวภายใต้แรงเค้นและแรงกดสูงสุด คาดว่าสามารถใช้

เดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใยร่วมกับแกนฟันคอมโพสิตในการบูรณะฟันดัดล่างที่ได้รับการรักษาลงรากฟันเช่นเดียวกับเดือยฟันและแกนฟันชนิดโลหะเหวี่ยง นอกเหนือจากการพิจารณาการกระจายความเค้นและความล้มเหลว ควรคำนึงถึงปัจจัยอื่นๆ รวมด้วย ได้แก่ ปริมาณเนื้อฟันที่เหลือ รูปร่างและตำแหน่งของฟัน ปริมาณแรงที่กระทำต่อฟัน และความสวยงาม เป็นต้น³

โครงสร้างของฟันที่เหลือ หรือการมีเฟอร์รูล (Ferrule) ซึ่งเป็นโครงสร้างฟันในแนวตั้งจากเส้นสันสุดของครอบฟันไปยังด้านบดเคี้ยวที่มีรอบฟัน เป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการบูรณะฟันภายหลังการรักษาลงรากฟัน ช่วยให้ความแข็งแรงต่อโครงสร้างฟันที่เหลือโดยเพิ่มความต้านทานการแตกหักของฟัน⁴⁵ การมีเนื้อฟันส่วนตัวฟันเหนือต่อเส้นสันสุด 1 ถึง 2 มิลลิเมตร ช่วยเพิ่มความต้านทานการแตกหักของฟันอย่างมีนัยสำคัญ⁴⁶

การศึกษาในอนาคตสามารถพิจารณาปัจจัยเรื่องเฟอร์รูลว่ามีผลต่อการกระจายความเค้นและความล้มเหลวอย่างไร และพิจารณาเพิ่มขึ้นของซีเมนต์เป็นส่วนประกอบในแบบจำลอง เพื่อให้มีความสอดคล้องกับสภาวะที่เกิดขึ้นจริงมากที่สุด

สรุป

ภายใต้ข้อจำกัดของการศึกษานี้ในมุมมองทางชีวกลศาสตร์ ฟันดัดล่างที่ได้รับการบูรณะด้วยเดือยฟันและแกนฟันชนิดโลหะเหวี่ยงและบูรณะด้วยเดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใยร่วมกับแกนฟันคอมโพสิตมีการกระจายความเค้นที่แตกต่างกันโดยไม่พบความเสียหายภายใต้แรงเค้นปกติและแรงกดสูงสุด และคาดการณ์ว่าไม่เกิดความล้มเหลวจากความล้มเหลวภายใต้แรงแบบวัฏจักร

เอกสารอ้างอิง

1. Stephen F. Rosenstiel, Martin F. Land, Fujimoto J. Contemporary fixed prosthodontics. fifth, editor. Missouri: Elsevier; 2006.
2. Schwartz RS, Robbins JW. Post Placement and Restoration of Endodontically Treated Teeth: A Literature Review. J Endod. 2004;30(5):289-301.
3. Tait CME, Ricketts DNJ, Higgins AJ. Restoration of the root-filled tooth: pre-operative assessment. Br Dent J. 2005;198(7):395-404.

4. Kjell Randow, Glantz P-O. On cantilever loading of vital and nonvital teeth An experimental clinical study. *Acta Odontol Scand.* 1986;44(5): 271-7.
5. Caputo AA, P Standlee J. Pins and posts--why, when and how. *Dent Clin North Am.* 1976;20(2): 299-311.
6. Baba NZ. Contemporary restoration of endodontically treated teeth. Illinois: Quintessence Publishing Co Inc; 2013.
7. Hargreaves KM, Berman LH. Cohen's pathways of the pulp. Eleventh edition. ed. St. Louis, Missouri: Elsevier; 2016. xiv, 907.
8. Lassila LVJ, Tanner J, Le Bell AM, Narva K, Vallittu PK. Flexural properties of fiber reinforced root canal posts. *Braz Dent J.* 2004;20(1):29-36.
9. Angwarawong T. Restoration of endodontically treated teeth. 1st ed. Khon Kaen: KKU Printing house; 2020.
10. Marcos R, Kinder G, Alfredo E, Quaranta T, Correr G, Cunha L, et al. Influence of the Resin Cement Thickness on the Push-Out Bond Strength of Glass Fiber Posts. *Braz Dent J.* 2016;27(5):592-8.
11. Cheung W. A review of the management of endodontically treated teeth: Post, core and the final restoration. *J Am Dent Assoc.* 2005;136(5): 611-9.
12. Yettram AL, Wright KW, Pickard HM. Finite element stress analysis of the crowns of normal and restored teeth. *J Dent Res.* 1976;55(6):1004-11.
13. Gurbuz T, Sengul F, Altun C. Finite element stress analysis of short-post core and over restorations prepared with different restorative materials. *Dent Mater J.* 2008;27(4):499-507.
14. Rosenstiel SF, Land MF, Fujimoto J. Contemporary fixed prosthodontics. 5th ed. St. Louis, Missouri: Elsevier; 2016. viii, 879.
15. Rosenstiel SF, Land MF, Fujimoto J. Contemporary Fixed Prosthodontics. 4th ed: Mosby Elsevier; 2006.
16. Halpin JC, Kardos JL. The Halpin-Tsai equations: A review. *Polym Eng Sci.* 1976;16(5):344-52.
17. Ho HH, Chu FC, Stokes AN. Fracture behavior of human mandibular incisors following endodontic treatment and porcelain veneer restoration. *Int J Prosthodont.* 2001;14(3):260-4.
18. Kampe T, Haraldson T, Hannerz H, Carlsson GE. Occlusal perception and bite force in young subjects with and without dental fillings. *Acta Odontol Scand.* 1987;45(2):101-7.
19. Helkimo E, Carlsson GE, Helkimo M. Bite force and state of dentition. *Acta Odontol Scand.* 1977;35(6):297-303.
20. Bader Q, Njim E. Mean stress correction effects on the fatigue life behavior of steel alloys by using stress life approach theories. *Int J Emerg Technol.* 2014;14(4):50-8.
21. Agostinho Hernandez B, Paterno A, Antonio Capello Sousa E, Foschini C, editors. Fatigue Analysis of Dental Prostheses by Finite Element Method (FEM). ASME 2015 International Mechanical Engineering Congress and Exposition; 2015 November 13-19, 2015; Houston, Texas.
22. Nalla RK, Imbeni V, Kinney JH, Staninec M, Marshall SJ, Ritchie RO. In vitro fatigue behavior of human dentin with implications for life prediction. *J Biomed Mater Res A.* 2003;66(1):10-20.
23. Toms SR, Eberhardt AW. A nonlinear finite element analysis of the periodontal ligament under orthodontic tooth loading. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2003;123(6):657-65.
24. Asmussen E, Peutzfeldt A, Sahafi A. Finite element analysis of stresses in endodontically treated, dowel-restored teeth. *J Prosthet Dent.* 2005;94(4):321-9.
25. Durmus G, Oyar P. Effects of post core materials on stress distribution in the restoration of mandibular second premolars: a finite element analysis. *J Prosthet Dent.* 2014;112(3):547-54.

26. Dejak B, Mlotkowski A. Finite element analysis of strength and adhesion of cast posts compared to glass fiber-reinforced composite resin posts in anterior teeth. *J Prosthet Dent.* 2011;105(2):115-26.
27. Zhou L, Wang Q. Comparison of fracture resistance between cast posts and fiber posts: a meta-analysis of literature. *J Endod.* 2013;39(1): 11-5.
28. Qing H, Zhu Z, Chao Y, Zhang W. In vitro evaluation of the fracture resistance of anterior endodontically treated teeth restored with glass fiber and zircon posts. *J Prosthet Dent.* 2007;97(2):93-8.
29. Varvara G, Perinetti G, Di Iorio D, Murmura G, Caputi S. *In vitro* evaluation of fracture resistance and failure mode of internally restored endodontically treated maxillary incisors with differing heights of residual dentin. *J Prosthet Dent.* 2007;98(5):365-72.
30. Aggarwal V, Singla M, Miglani S, Kohli S. Comparative evaluation of fracture resistance of structurally compromised canals restored with different dowel methods. *J Prosthodont.* 2012;21(4):312-6.
31. Rezaei Dastjerdi M, Amirian Chaijan K, Tavanafar S. Fracture resistance of upper central incisors restored with different posts and cores. *Restor Dent Endod.* 2015;40(3):229-35.
32. Fokkinga WA, Kreulen CM, Vallittu PK, Creugers NH. A structured analysis of in vitro failure loads and failure modes of fiber, metal, and ceramic post-and-core systems. *Int J Prosthodont.* 2004;17(4):476-82.
33. Öztürk C, Polat S, Tunçdemir M, Gönüldas F, Seker E. Evaluation of the fracture resistance of root filled thin walled teeth restored with different post systems. *Biomed J.* 2019;42(1):53-8.
34. Makade CS, Meshram GK, Warhadpande M, Patil PG. A comparative evaluation of fracture resistance of endodontically treated teeth restored with different post core systems - an in-vitro study. *J Adv Prosthodont.* 2011;3(2):90-5.
35. Adanir N, Belli S. Stress analysis of a maxillary central incisor restored with different posts. *Eur J Dent.* 2007;1(2):67-71.
36. Anusavice KJ, Phillips RW, Shen C, Rawls HR. Phillips' science of dental materials. 12th ed. St. Louis, Mo.: Elsevier/Saunders; 2013. xiii, 571 p. p.
37. Völkel T. Scientific Documentation FRC Postec Plus. Ivoclar Vivadent. 2004:6.
38. Rosa RS, Balbinot CE, Blando E, Mota EG, Oshima HM, Hirakata L, et al. Evaluation of mechanical properties on three nanofilled composites. *Stomatologija.* 2012;14(4):126-30.
39. Yodsuwan D, Satitdethkunchorn A, Thongsamak P. Fracture resistance of endodontically treated mandibular incisor teeth restored with cast post versus fiber post. *Khon Kaen Dent J.* 2018;21.
40. Products and practical information Super-Bond C&B. Sun Medical. 2000;2.1.
41. Sarkis-Onofre R, Amaral Pinheiro H, Poletto-Neto V, Bergoli CD, Cenci MS, Pereira-Cenci T. Randomized controlled trial comparing glass fiber posts and cast metal posts. *J Dent.* 2020;96(20):103334.
42. Garcia PP, Cappoani A, Schelbauer RS, Correr GM, Gonzaga CC. Retrospective clinical and radiographic evaluation of restored endodontically treated teeth. *Restor Dent Endod.* 2020;45(4):e49.
43. Rodriguez-Cervantes PJ, Sancho-Bru JL, Gonzalez-Lluch C, Perez-Gonzalez A, Barjau-Escribano A, Forner-Navarro L. Premolars restored with posts of different materials: fatigue analysis. *Dent Mater J.* 2011;30(6):881-6.
44. Baldissara P, Di Grazia V, Palano A, Ciocca L. Fatigue resistance of restored endodontically treated teeth: a multiparametric analysis. *Int J Prosthodont.* 2006;19(1):25-7.
45. Sorensen JA, Engelman MJ. Ferrule design and fracture resistance of endodontically treated teeth. *J Prosthet Dent.* 1990;63(5):529-36.

46. Hoag EP, Dwyer TG. A comparative evaluation of three post and core techniques. J Prosthet Dent. 1982;47(2):177-81.
47. Weinstein AM, Klawitter JJ, Cook SD. Implant-bone interface characteristics of bioglass dental implants. J Biomed Mater Res. 1980;14(1):23-9.
48. Friedman CM, Sandrik JL, Heuer MA, Rapp GW. Composition and Mechanical Properties of Gutta-Percha Endodontic Points. J Dent Res. 1975;54(5):921-5.
49. Scientific Documentation IPS e.max@CAD. Physical properties: Ivoclar Vivadent, Schaan, 2005.06.
50. Powers JM, Sakaguchi RL, Craig RG. Craig's restorative dental materials. 12th ed. St. Louis, Mo. ; London: Elsevier Mosby; 2006. xvii, 632.
51. Lanza A, Aversa R, Rengo S, Apicella D, Apicella A. 3D FEA of cemented steel, glass and carbon posts in a maxillary incisor. Dent Mater. 2005;21(8):709-15.
52. Ivoclar Vivadent. IPS e.max Scientific report. 2001-2017.
53. Kinney JH, Marshall SJ, Marshall GW. The mechanical properties of human dentin: a critical review and re-evaluation of the dental literature. Crit Rev Oral Biol Med. 2003;14(1):13-29.
54. Wu B, Fu Y, Shi H, Yan B, Lu R, Ma S, et al. Tensile testing of the mechanical behavior of the human periodontal ligament. BioMedical Engineering Online. 2018;17(1):172.
55. Miranda A, Rusyanti Y, Hendiani I, Dirgantara T, Metta P, Carolina DN. Computational Analysis of Resistance to Alveolar Bone Resorption of Osseointegrated Implant. Key Eng Mater. 2020;829:241-6.

ผู้รับผิดชอบบทความ

दनัย ยอดสุวรรณ

สาขาวิชาทันตกรรมประดิษฐ์

คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40002

โทรศัพท์ : 043 202 405 #45145

โทรสาร : 043 202 862

จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ : danai@kku.ac.th

Three-Dimensional Finite Element Analysis of Stress Distribution and Fatigue Life of Endodontically Treated Mandibular Incisor Restored with Cast Post and Fiber-Reinforced Composite Post with all Ceramic Crown

Vivattanakulpanit T* Pratumwal Y** Yodsuwan D***

Abstract

The study of stress distribution and fatigue life of endodontically treated mandibular incisor restored with cast post and fiber-reinforced composite post with all-ceramic crown. Endodontically treated mandibular incisor underwent cone beam computed tomography assessment. The resin pattern for cast post, fiber-reinforced composite post and all-ceramic crown were scanned and converted into three-dimensional parametric solid models, then generated finite element models. A linear static structural analysis was performed to calculate stress distribution and fatigue life in different restoring configurations. The load of 65 N and 176 N applied at 30 degrees from vertical tooth axis on labial surface of the crown to simulate chewing force and maximum bite force. Recorded stress distribution was presented as diagrams and numerically as maximum values of von Mises stresses, then calculated fatigue life of endodontically treated mandibular incisor. For all models, the maximum von Mises stress values were found in all-ceramic crown. Tooth restored with cast post demonstrated greater stress level near apex of the post, while tooth restored with fiber-reinforced composite post showed stress distribution around cervical area. The study of fatigue life found no fatigue failure for both post systems. That means that, endodontically treated mandibular incisor restored with cast post and fiber-reinforced composite post with composite core demonstrated different stress distribution patterns. No damage was found on both types of post under chewing force and maximum bite force and could predict that fatigue failure under cyclical loads will not occur.

Keywords: Stress/ Fatigue/ Fiber-reinforced composite post/ Cast post/ Endodontically treated mandibular incisor

Corresponding Author

Danai Yodsuwan
Department of Prosthodontics,
Faculty of Dentistry, Khon Kaen University,
Amphur Muang, Khon Kaen, 40002.
Tel.: +66 43 202 405 #45145
Fax.: +66 43 202 862
Email: danaikku.ac.th

* Dental Department Sakon Nakhon Hospital, Amphur Muang, Sakon Nakhon.

** National Metal and Materials Technology Center, Thailand Science Park, Khlong Luang, Pathum Thani.

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

Effect of Overall Powder-to-Liquid Ratios on Surface Hardness and Initial Viscoelasticity of A Short-Term Soft Liner Incorporated with *Litsea Cubeba* Oil

Yangsuk N* Ratanajanchai M** Kanchanasita W**

Abstract

The aim of this study was to evaluate surface hardness and initial viscoelasticity of short-term denture soft liner incorporated with *Litsea cubeba* essential oil. The nine groups with different compositions in overall powder-to-liquid ratios (P/L = 0.9, 1.2, and 1.5) and *L. cubeba* oil concentrations (0, 10, and 20 %w/w) were investigated. The material hardness was determined at 2 hours and 7 days by Shore A0 durometer. The initial viscoelastic properties, including gelation time, storage (or elastic) modulus and loss (or viscous) modulus were investigated by an oscillating plate rheometer until 30 minutes after mixing the materials. Five independent experiments were done thorough the study. The surface hardness of the soft liner with and without *L. cubeba* oil was mainly influenced by overall P/L ratio. The soft liners with higher P/L ratio significantly showed greater surface hardness at both 2 hours and 7 days ($p < 0.05$). The addition of *L. cubeba* oil at 10 %w/w did not affect the material hardness. Whereas, high concentration (20 %w/w) of *L. cubeba* oil significantly decreased Shore A0 hardness at 2 hours ($p < 0.05$). The gelation time, initial elastic and viscous moduli of the soft liners were also contributed by the overall P/L ratios. The soft liner compositions with higher overall P/L ratio showed the shorter gelation times and higher initial moduli ($p < 0.05$). No statistical effect of the *L. cubeba* oil concentration on the initial viscoelastic properties was observed. In conclusion, the surface hardness and initial viscoelasticity of the short-term soft liner were dominantly influenced by the overall P/L ratios. The incorporation of *L. cubeba* oil concentration did not dramatically affect the material hardness and initial viscoelastic properties.

Keywords: Soft liner/ Hardness/ Viscoelastic/ *Litsea cubeba*/ Essential oil

Received: Sep 10, 2021

Revised: April 15, 2022

Accepted: May 19, 2022

Introduction

Denture soft liner has been used in prosthodontic fields to treat abused tissues, improve the fit of ill-fitting dentures, prevent trauma from a sharp ridge or atrophic mucosa, and distribute the masticatory force.^{1,2} By duration of usage, the materials could be categorized in two types, short-term and long-term soft liners.¹ For the short-term soft liners, the materials are commonly used as tissue conditioners or as temporary soft lining materials for around 7 days.¹

Basic chemical compositions of the short-term soft liners are plasticized acrylic resins. The materials are applied beneath the denture base to improve fitness of dentures and absorb masticatory force. This would make the mucosa return to a healthy

condition.^{1,3} However, the materials are easily degradable and susceptible to microbial colonization.^{4,5} One attractive method is an incorporation of antimicrobial agents into short-term soft liners to extend their clinical longevity and prevent microorganism proliferation.⁶ Many kinds of additives have been applied including well-known polyene or azole drugs such as Nystatin, Amphotericin B, miconazole, ketoconazole,⁷⁻⁹ metallic oxides,^{10,11} and natural products.¹²⁻¹⁴

Recently, several essential oils derived from plants and fruits could improve the anti-microbial properties of soft lining materials.¹²⁻¹⁴ However, some studies found that the incorporation of antimicrobial additives into the soft lining materials could also

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

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

influence other material properties such as surface hardness, surface roughness, tensile strength, setting time, and viscoelasticity.¹⁴⁻¹⁶ Such alteration effects from the additive could be caused by two main reasons. First, the essential oils would decrease the overall powder-to-liquid (P/L) ratio of the soft lining material because of their liquid-like nature. Another reason might be a plasticization or softening effect of the essential oil on polymer networks of the soft lining materials.¹⁶

Herein, an essential oil from *Litsea cubeba* was introduced as an additive into a short-term soft liner. *L. cubeba* or mountain pepper is a plant distributed in large Asiatic areas. It has been used as herbal medicines or aromatherapies. Its essential oil has been reported about various pharmacological effects including anti-fungal activity, anti-bacterial activity, and anti-inflammation, etc.¹⁷⁻²⁰ Although benefits of *L. cubeba* oil on denture soft liner could be expected, an influence of this additive on the material properties has to be examined.

In this research, a surface hardness and initial viscoelasticity of a short-term soft liner after incorporating with *L. cubeba* oil were evaluated. Two variables including the essential oil concentration and overall P/L ratio were investigated. For the null hypothesis, there is no difference in surface hardness and initial viscoelastic properties of the short-term soft liner with different oil concentrations and overall P/L ratios.

Materials and methods

The essential oil and soft lining material

L. cubeba essential oil was purchased from Thai-China Flavours and Fragrances Industry Co. Ltd., Nonthaburi, Thailand. It was extracted by hydrodistillation technique from its fruits. Main chemical constituents of *L. cubeba* oil analyzed by the product supplier were citral and *D*-limonene with 60% and 17%, approximately.

The short-term acrylic soft liner, GC Soft Liner™ (GC corporation, Bunkyo-ku, Tokyo, Japan), was used in this study. Its powder contains poly(ethyl methacrylate) (PEMA) with an average molecular weight of 2.34×10^5 g/mol.²¹ Major compositions of GC soft liner liquid are butylphthalylbutyl glycolate (BPBG; ~81%) and ethanol (~15%). Density of the liquid at 25°C is 0.9 g/mL.²²

There were nine experimental groups with different compositions in overall P/L ratios and oil concentrations. The liquid of GC soft liner was priorly mixed with a certain amount of *L. cubeba* oil. The powder was manually mixed with prepared liquid. The amount of all compositions for initial viscoelastic testing was shown in Table 1. For hardness testing, all experimental groups with similar proportions as the viscoelastic testing were also investigated. The concentrations of *L. cubeba* oil to total liquid were assigned as percentages by weight.

Table 1 Various compositions of GC soft liner incorporated with *L. cubeba* oil at different oil concentrations and overall powder-to-liquid (P/L) ratios for initial viscoelastic testing.

Group	<i>L. cubeba</i> oil (mg)	GC soft liner Liquid (mg)	GC soft liner Powder (mg)	% <i>L. cubeba</i> oil to total liquid	Overall P/L (w/w)
P/L0.9_control	0	500	450	0% w/w	0.9 : 1
P/L0.9_LC-10	55	500	499.5	10% w/w	0.9 : 1
P/L0.9_LC-20	125	500	562.5	20% w/w	0.9 : 1
P/L1.2_control	0	500	600	0% w/w	1.2 : 1
P/L1.2_LC-10	55	500	666.7	10% w/w	1.2 : 1
P/L1.2_LC-20	125	500	750	20% w/w	1.2 : 1
P/L1.5_control	0	500	750	0% w/w	1.5 : 1
P/L1.5_LC-10	55	500	832.5	10% w/w	1.5 : 1
P/L1.5_LC-20	125	500	937.5	20% w/w	1.5 : 1

Shore A0 surface hardness testing

The surface hardness of the soft liners with all compositions was determined by Shore A0 hardness durometer according to ISO 10139-1:2018.²³ All soft liner compositions were prepared as mentioned previously at room temperature. The samples were then loaded into the stainless steel mold to fabricate the specimens with 55 mm diameter and 8 mm depth.¹⁵ After 15 minutes, the test specimens were immersed into the 100 mL water-filled water bath at 37°C for 2 hours. Then, the specimens were removed from the mold and determined the Shore A0 hardness. After that, the specimens were re-immersed into the water bath for 7 days and then measured the hardness again but on the opposite side. Five specimens (n=5) of each group were tested.

Evaluation of the initial viscoelasticity

The initial viscoelastic property of all groups of the soft liners was evaluated by an oscillating rheometer (Bohlin gemini HR nano rheometer, Marvern, UK). The parallel plate geometry was 20 mm in diameter. An oscillating frequency was set at 1 Hz. The stress was controlled at 40 Pa and the temperature was set at 37°C. All samples were manually mixed at room temperature. The material was placed on the lower geometry of the rheometer, then the upper plate was lowered on its guide into the position with 1 mm gap between the plates. Shear stress and shear strain were monitored for 30 minutes.

The complex shear modulus (G^*) is calculated from the shear stress (τ) and shear strain (γ). The phase lag between stress represents as δ . The shear storage modulus (G'), shear loss modulus (G''), and loss tangent or damping coefficient ($\tan \delta$) can be determined as the following equation;²⁴

$$\begin{aligned} |G^*| &= \tau/\gamma \\ G^* &= G' + iG'' \text{ (where } i^2 = -1) \\ G' &= |G^*| \cdot \cos \delta \\ G'' &= |G^*| \cdot \sin \delta \\ \tan \delta &= G''/G' \end{aligned}$$

G' and G'' could also be called as elastic and viscous moduli. Gelation time or 'gel point' can be defined as the time point when G' and G'' are equal ($\tan \delta = 1$) as shown in Figure 1.²⁴ The initial elastic and viscous moduli at different time points (5 to 30 minutes) after mixing were also evaluated. Five independent tests (n=5) were carried out for each group.

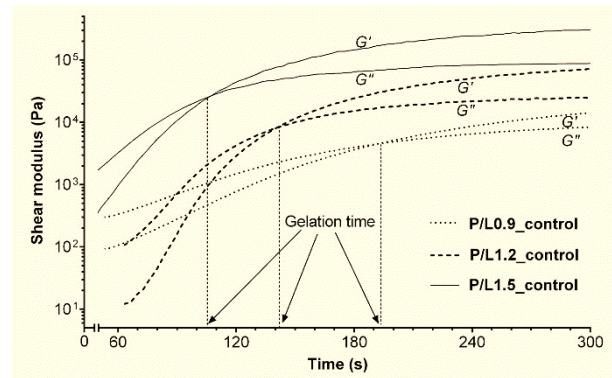


Figure 1 The initial viscoelasticity of GC soft liner as a function of time after mixing. G' and G'' represented the shear elastic and viscous moduli. The gelation times of the soft liners with different compositions could be defined as the time at the intersect point ($G' = G''$).

Statistical analysis

All statistical computations were performed by SPSS software (IBM corp. released 2013, IBM SPSS statistics for Windows, version 22.0, IBM, Armonk, NY, USA). The significant level was set at $\alpha=0.05$.

Shapiro-Wilk test was performed to validate normality of the data and Levene's test for equality of variances between group data. An influence of the oil concentration and overall P/L ratio on the gelation time and surface hardness and interaction between these two variables were analyzed by two-way analysis of variance (ANOVA). The multiple comparisons between groups were performed by Tukey's test when the data met the homogeneity of variances assumption or by Games-Howell *post-hoc* test for unequal variance situation. In addition, an alteration in the material hardness from 2 hours to 7 days was analyzed by dependent *t*-test. The significance level was set at $\alpha=0.05$.

Results

Surface hardness of different compositions of GC soft liner incorporated with *L. cubeba* oil

Shore A0 hardness of all groups of the soft liners was measured at the initial stage (2 hours) and late stage (7 days) as shown in Table 2 and 3. All samples showed a statistically significant increase in the hardness after aging process ($p < 0.05$; dependent t -test). From the two-way ANOVA, there was no

interaction between the oil concentration and overall P/L ratio on the material hardness ($p > 0.05$). The overall P/L ratio significantly affected the surface hardness of GC soft liner with and without *L. cubeba* oil ($p < 0.05$). While, the oil concentration significantly influenced only on the hardness at 2 hours but not affect the hardness at 7 days.

Table 2 Shore A0 hardness at 2 hours of GC soft liner with different compositions in overall powder-to-liquid (P/L) ratios and concentrations of *L. cubeba* oil.

Overall P/L	Shore A0 hardness (Mean $\pm$ SD) at 2 hours*		
	No additive	10%w/w <i>L. cubeba</i> oil	20%w/w <i>L. cubeba</i> oil
0.9	9.88 $\pm$ 1.50 ^{A; a}	9.04 $\pm$ 0.86 ^{D; a}	6.28 $\pm$ 0.87 ^{G; b}
1.2	19.96 $\pm$ 1.09 ^{B; c}	18.68 $\pm$ 2.32 ^{E; c}	16.36 $\pm$ 0.52 ^{H; d}
1.5	28.36 $\pm$ 1.35 ^{C; e}	26.52 $\pm$ 1.10 ^{F; e, f}	26.24 $\pm$ 0.52 ^{I; f}

*Mean pairs with different superscripts represented statistical differences ($p < 0.05$).

Capital letters indicate statistical differences between groups in same columns (same P/L ratios).

Lower case letters indicate statistical differences between groups in same rows (same oil concentrations).

Table 3 Shore A0 hardness at 7 days of GC soft liner with different compositions in overall powder-to-liquid (P/L) ratios and concentrations of *L. cubeba* oil.

Overall P/L	Shore A0 hardness (Mean $\pm$ SD) at 7 days*		
	No additive	10%w/w <i>L. cubeba</i> oil	20%w/w <i>L. cubeba</i> oil
0.9	17.64 $\pm$ 1.55 ^A	17.64 $\pm$ 1.02 ^D	17.08 $\pm$ 1.31 ^G
1.2	26.32 $\pm$ 0.97 ^B	25.96 $\pm$ 0.57 ^E	25.84 $\pm$ 1.18 ^H
1.5	34.32 $\pm$ 0.91 ^C	34.88 $\pm$ 0.92 ^F	33.76 $\pm$ 0.80 ^I

*Mean pairs with different superscripts represented statistical differences among various P/L ratios ($p < 0.05$). There were no statistical differences in comparisons between groups in same rows.

At 2 hours, the Shore A0 hardness values of GC soft liner control with overall P/L ratios at 0.9, 1.2, and 1.5 were about 10, 20, and 28, respectively. The addition of only 10% w/w *L. cubeba* oil into GC soft liner with all P/L ratios did not significantly alter the hardness at 2 hours ($p > 0.05$). Nevertheless, the incorporation of 20% w/w *L. cubeba* oil statistic significantly diminished the Shore A0 hardness at 2 hours of the soft liner with all P/L ratios ($p < 0.05$).

Whereas, the incorporation of *L. cubeba* oil at both 10 and 20% w/w did not influence the surface hardness at 7 days of the soft liner with all P/L ratios ($p > 0.05$). Shore A0 hardness values at 7 days of the

soft liners were about 17, 26, and 34 for the overall P/L ratios at 0.9, 1.2, and 1.5, respectively.

Initial viscoelasticity of different compositions of GC soft liner incorporated with *L. cubeba* oil

Three initial viscoelastic properties including gelation time, shear elastic, and viscous moduli were evaluated in this study. The alteration by the time of G' and G'' after mixing GC soft liner control with different P/L ratios was illustrated in Figure 1. The gelation time of the soft lining materials could be defined as the time at the intersect point ($G' = G''$).

The soft liner control with overall P/L ratios at 0.9, 1.2, and 1.5 displayed the gelation times about 200, 150, and 100 seconds, respectively (Table 4). From the two-way ANOVA, there was no significant interaction between the overall P/L ratio and oil concentration on the gelation time ($p>0.05$). The addition of *L. cubeba* oil slightly decreased the gelation time of GC soft liner but there was, however,

no statistical difference from the soft liner without additive. An increase in the overall P/L ratios statistic significantly shortened the gelation time of GC soft liner without additive. For GC soft liner with 10% and 20% oil content, the gelation time was significantly reduced when the overall P/L ratio increased from 0.9 to 1.2 ($p<0.05$).

Table 4 Gelation time of GC soft liner with different compositions in overall powder-to-liquid (P/L) ratios and concentrations of *L. cubeba* oil.

Overall P/L	Gelation time (s)*		
	No additive	10%w/w <i>L. cubeba</i> oil	20%w/w <i>L. cubeba</i> oil
0.9	205.4 ± 27.65 ^A	203.0 ± 43.39 ^D	180.8 ± 7.43 ^F
1.2	151.2 ± 45.48 ^B	123.0 ± 14.39 ^E	120.2 ± 13.61 ^G
1.5	100.2 ± 16.16 ^C	102.2 ± 9.20 ^E	98.6 ± 11.65 ^G

*Mean pairs with different superscripts represented statistical differences among various P/L ratios ($p<0.05$). There were no statistical differences in comparisons of gelation times between groups in same rows.

For initial shear moduli, both G' and G'' of all samples dramatically increased during the first 2-4 minutes and then gradually increased until almost stable values. From the two-way ANOVA of each time point, there was no significant interaction between the overall P/L ratio and oil concentration on the shear moduli for all time points ($p>0.05$). The soft liners with a higher P/L ratio showed significantly

greater elastic moduli at all time points (300 to 1800 seconds) after mixing (Table 5, $p<0.05$; multiple comparisons of each time point). The higher P/L ratio also led to higher viscous moduli especially at 300 and 600 seconds (Table 6). The addition of *L. cubeba* oil slightly influenced G' and G'' of the soft liner but no statistical difference was observed.

Table 5 Shear elastic modulus (G') at 300 to 1800 seconds after mixing of GC soft liner with different compositions in overall powder-to-liquid (P/L) ratios and concentrations of *L. cubeba* oil.

Group	Elastic modulus, G' ($\times 10^4$ Pa)*					
	at 300 s	at 600 s	at 900 s	at 1200 s	at 1500 s	at 1800 s
P/L0.9_control	1.79 ± 1.09 ^A	4.53 ± 2.20 ^D	5.60 ± 2.63 ^G	6.09 ± 2.83 ^J	6.32 ± 2.94 ^M	6.49 ± 3.02 ^P
P/L0.9_LC-10	2.90 ± 1.93 ^A	6.84 ± 3.48 ^D	8.31 ± 3.99 ^G	8.98 ± 4.25 ^J	9.28 ± 4.27 ^M	9.58 ± 4.54 ^P
P/L0.9_LC-20	2.33 ± 0.97 ^A	5.05 ± 2.07 ^D	6.06 ± 2.42 ^G	6.59 ± 2.63 ^J	6.82 ± 2.73 ^M	7.00 ± 2.82 ^P
P/L1.2_control	7.04 ± 4.15 ^B	12.32 ± 5.94 ^E	13.98 ± 5.98 ^H	14.87 ± 6.30 ^K	15.58 ± 6.69 ^N	15.42 ± 6.02 ^O
P/L1.2_LC-10	10.24 ± 6.35 ^B	16.37 ± 9.70 ^E	18.62 ± 11.02 ^H	19.39 ± 11.38 ^K	19.81 ± 11.55 ^N	20.05 ± 11.60 ^O
P/L1.2_LC-20	7.31 ± 2.06 ^B	11.70 ± 3.33 ^E	13.24 ± 3.92 ^H	14.10 ± 4.26 ^K	14.39 ± 4.26 ^N	14.47 ± 4.24 ^O
P/L1.5_control	19.31 ± 10.62 ^C	27.27 ± 15.11 ^F	30.61 ± 17.35 ^I	30.26 ± 15.59 ^L	31.92 ± 17.48 ^O	31.30 ± 16.29 ^R
P/L1.5_LC-10	14.77 ± 5.21 ^C	20.87 ± 7.56 ^F	23.56 ± 8.29 ^I	25.47 ± 10.97 ^L	25.68 ± 9.24 ^O	25.23 ± 8.15 ^R
P/L1.5_LC-20	15.30 ± 7.84 ^C	21.51 ± 10.94 ^F	23.75 ± 12.70 ^I	24.99 ± 13.52 ^L	24.66 ± 12.74 ^O	26.20 ± 14.27 ^R

* Mean pairs with different superscripts represented statistical differences in column comparison ($p<0.05$).

Table 6 Shear viscous modulus (G'') at 300 to 1800 seconds after mixing of GC soft liner with different compositions in overall powder-to-liquid (P/L) ratios and concentrations of *L. cubeba* oil.

Group	Viscous modulus, G'' ($\times 10^4$ Pa)*					
	at 300 s	at 600 s	at 900 s	at 1200 s	at 1500 s	at 1800 s
P/L0.9_control	1.02 ± 0.50^A	1.53 ± 0.62^D	1.64 ± 0.67^G	1.68 ± 0.69^I	1.67 ± 0.67^L	1.68 ± 0.69^N
P/L0.9_LC-10	1.57 ± 0.85^A	2.28 ± 1.07^D	2.48 ± 1.08^G	2.52 ± 1.11^I	2.52 ± 1.18^L	2.58 ± 1.16^N
P/L0.9_LC-20	1.24 ± 0.51^A	1.72 ± 0.66^D	1.84 ± 0.75^G	1.86 ± 0.70^I	1.92 ± 0.76^L	1.94 ± 0.79^N
P/L1.2_control	2.61 ± 1.22^B	3.12 ± 1.26^E	3.16 ± 1.17^G	3.09 ± 1.04^J	3.14 ± 0.99^L	3.16 ± 1.49^N
P/L1.2_LC-10	3.45 ± 1.96^B	4.13 ± 2.26^E	4.15 ± 2.44^G	4.20 ± 2.63^J	3.94 ± 2.22^L	4.07 ± 2.31^N
P/L1.2_LC-20	2.57 ± 0.69^B	3.02 ± 0.96^E	2.98 ± 0.80^G	2.89 ± 0.90^J	3.11 ± 0.89^L	3.09 ± 0.93^N
P/L1.5_control	5.29 ± 2.69^C	5.03 ± 1.89^F	6.20 ± 3.16^H	5.56 ± 2.72^K	5.59 ± 2.85^M	6.39 ± 3.58^O
P/L1.5_LC-10	4.18 ± 1.42^C	4.79 ± 2.40^F	5.50 ± 3.20^H	4.31 ± 1.50^K	5.12 ± 2.40^M	5.03 ± 2.28^O
P/L1.5_LC-20	4.28 ± 2.10^C	4.60 ± 2.21^F	5.09 ± 2.81^H	4.64 ± 2.74^K	5.45 ± 4.21^M	5.55 ± 3.32^O

* Mean pairs with different superscripts represented statistical differences in column comparison ($p < 0.05$).

Discussion

In the present study, *L. cubeba* essential oil that has been reported the anti-fungal properties was introduced as an additive into the short-term soft liner.¹⁸⁻²⁰ Since *L. cubeba* oil is one of the essential oils, it might affect the initial viscoelastic properties of the soft liner in the same manner as the previous study.¹⁶ In such research, the diminished effect of three essential oils on the initial moduli of GC soft liner was mainly contributed by the overall P/L ratio.

From the preliminary experiment, 1.25g of *L. cubeba* oil was incorporated into GC soft liner with 5g of the liquid and 6g of the powder. This mixture contained 20% w/w of *L. cubeba* oil into total liquid content. The Shore A0 hardness values of such composition were about 12 and 19 at 2 hours and a week, respectively. Whereas the same soft liner without additive showed the surface hardness about 20 and 26 at 2 hours and a week, respectively. It would be hypothesized that the addition of the essential oil increased total liquid component and, therefore, lowered the overall P/L ratio of the soft liner. The decrease in P/L ratio of soft liners could lead to a lesser modulus of the materials.²⁵

This preliminary finding created an interesting idea in an alteration of the soft liner composition. To compensate the increase in the total liquid after adding the essential oil, more amount of the powder

should be added. For instance, 7.5g of GC soft liner powder was used if 1.25g of *L. cubeba* oil was incorporated into the composition to maintain the overall P/L ratio of 1.2 as illustrated in Figure 2.

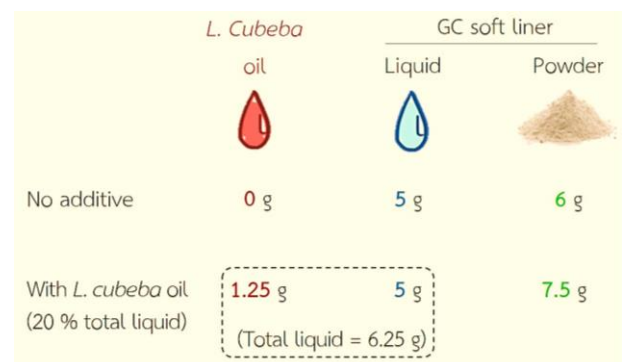


Figure 2 Demonstration for a proposed formulation of GC soft liner containing 20% w/w *L. cubeba* oil with overall powder-to-liquid ratio at 1.2.

The results from the surface hardness testing (Table 2 and 3) strongly supported this proposed idea. The Shore A0 hardness of the soft liners was mainly affected by the overall P/L ratio. Therefore, compensation of P/L ratio by adding more powder into the soft liner mixture could minimize the softening effect from *L. cubeba* oil. In comparison to GC soft liner control with the same overall P/L ratios, the Shore A0 hardness of the soft liner incorporated with 10% w/w *L. cubeba* oil did not significantly lower than those of the control.

However, the addition of 20% w/w *L. cubeba* oil significantly decreased the material hardness at the 2 hours for all P/L ratios. The softening effect at a high concentration of *L. cubeba* oil could be due to the plasticization of the polymer network in the soft liner by the additive molecules. One relevant parameter that influences the softening process or so-called ‘plasticization’ is a solubility parameter (δ). If the solubility parameters of additives are close to that of polymers, the softening of such polymers could be occurred.²⁶ Herein, the solubility parameters of main compounds in GC soft liner and *L. cubeba* oil were shown in Table 7.²⁷⁻²⁹ Polymer in the soft liner powder was PEMA and major composition in the liquid component was BPBG (~81%). The solubility parameters of those compounds were around 19 and 21 MPa^{1/2} that were close together.^{27,28} Therefore, BPBG could act as a plasticizer to make the polymer softer. While, *L. cubeba* oil contained citral up to 60%. Its solubility parameter was 19 MPa^{1/2}, approximately.²⁹ In the same manner as BPBG, *L. cubeba* oil could soften PEMA and then decrease the hardness of the soft liner. In addition, because the solubility parameters of main compounds in both GC soft liner liquid (BPBG) and *L. cubeba* oil (citral) were close together, the essential oil could be well dispersed in the soft liner liquid.²⁷

Table 7 Solubility parameters (δ) of main chemical constituents in GC soft liner and *L. cubeba* oil.²⁷⁻²⁹

Materials	Main compositions	δ (MPa ^{1/2})
GC soft liner powder	Poly(ethyl methacrylate) (PEMA)	19.30
GC soft liner liquid	Butylphthalylbutyl	20.65
	glycolate (BPBG) Ethanol	26.00
<i>L. cubeba</i> oil	Citral	19.10

The incorporation of *L. cubeba* oil did not only influence the material hardness but also the initial viscoelastic properties. In this study, time-dependent shear elastic and shear viscous moduli during the initial setting of the soft liners were investigated by the oscillating plate rheometer (Figure

1). The alteration in both moduli by time can reflect the gel-forming process of short-term soft liners.^{24,30} In the beginning, immediately after mixing, the materials are still in a fluid-like state and be dominated by the viscous modulus (G'').^{24,29,30} Afterwards, polymeric molecules of the soft lining materials would form physical or pseudo crosslinked gel that leads to a dramatic increase in the elastic modulus (G').^{24,29} At the time in which the elastic modulus exceeds the viscous modulus, it indicates the fluid-gel transition and can be defined as the gelation time.^{16,24,31} The gelation time could be related to the setting time and working time of the soft liners.^{25,32}

In the present study, the gelation times of the soft liners with different compositions were mainly contributed by the overall P/L ratio (Table 4). Whereas, the influence of the oil concentration on the material gelation times was not remarkable. As mention previously, the gel formation of the short-term soft liner can occur *via* pseudo crosslink consisting of polymer chain entanglements.²⁹ For lower P/L ratios, the polymer chains in the soft liner system would be surrounded by abundant liquid molecules. These could retard the interaction or intermolecular force between the polymer chain entanglements. Consequently, the gelation time would be prolonged to form sufficient pseudo crosslinks of the soft liner polymer.^{29,33}

Besides the gelation time, the initial elastic and viscous moduli could provide essential information relating to clinical procedures including material rigidity and viscosity.^{24,32} In this study, the elastic and viscous moduli were interpreted at every five minutes until thirty minutes after mixing. The intraoral working time of GC soft liner according to the manufacturer’s instruction is about 4-5 minutes. So, the moduli at five minutes could relate to the material properties after the initial setting during a chairside manipulation. While the moduli at 20-30 minutes could represent the material after a clinical visit.

From the results in Table 5-6, and Figure 3, all compositions of the soft liners showed a regular pattern in an alteration of the elastic and viscous moduli. The shear elastic moduli (G') of all samples considerably raised until 15 minutes approximately and then a slight increase or plateau phase was observed. While their shear viscous moduli (G'') from 5 to 30 minutes were almost steady. The continuous increase of the elastic moduli after the fluid-gel transition point would remind the crosslinking process of the soft liners is still incomplete. Thus, the materials require at least 15 minutes to complete the gel formation process.

Additionally, the elastic modulus could reflect the material hardness or rigidity.^{24,32} In this study, the initial elastic moduli of the soft liners were significantly affected by the overall P/L ratio in the almost similar pattern as the surface hardness experiment. The higher overall P/L ratio caused the higher initial elastic modulus (Table 5). Theoretically, an increase in polymer powder content would lead to more polymer chain entanglement. This resulted in more physical crosslinks and thereby greater elastic modulus.³³

Although there was no statistical difference in the effect of the oil concentration, some distinguish trends in the initial elastic moduli were observed as shown in Figure 3. At excess powder content (P/L ratio=1.5), the incorporation of *L. cubeba* oil diminished the initial elastic modulus of the soft liner. For the compositions with lower P/L ratios (0.9 and 1.2), the soft liners with *L. cubeba* oil exhibited higher elastic moduli than the compositions without the essential oil. Interestingly, the incorporation of 10 %w/w *L. cubeba* oil into the soft liners with such P/L ratios showed the elastic moduli higher than the compositions with 20% w/w *L. cubeba* oil.

In general, most soft lining materials require optimal formulations of solvent mixtures and suitable amount of powder.²⁹ An alteration of each component concentration and/or using improper ratio could diminished material properties. One published work

found that formulated short-term soft liners with the same P/L ratio at 1.2 appeared atypical trend in the effect of ethanol content on shear elastic moduli.²⁴ Such materials with 5 and 10% w/w ethanol obtained higher elastic moduli than the short-term soft liner with 20% w/w ethanol. Nevertheless, this hypothesis should be further investigated.

From the result in this study, it could be helpful to establish an optimal composition of GC soft liner with *L. cubeba* oil that exhibits an anti-microbial effect without alteration on the mechanical and physical properties.

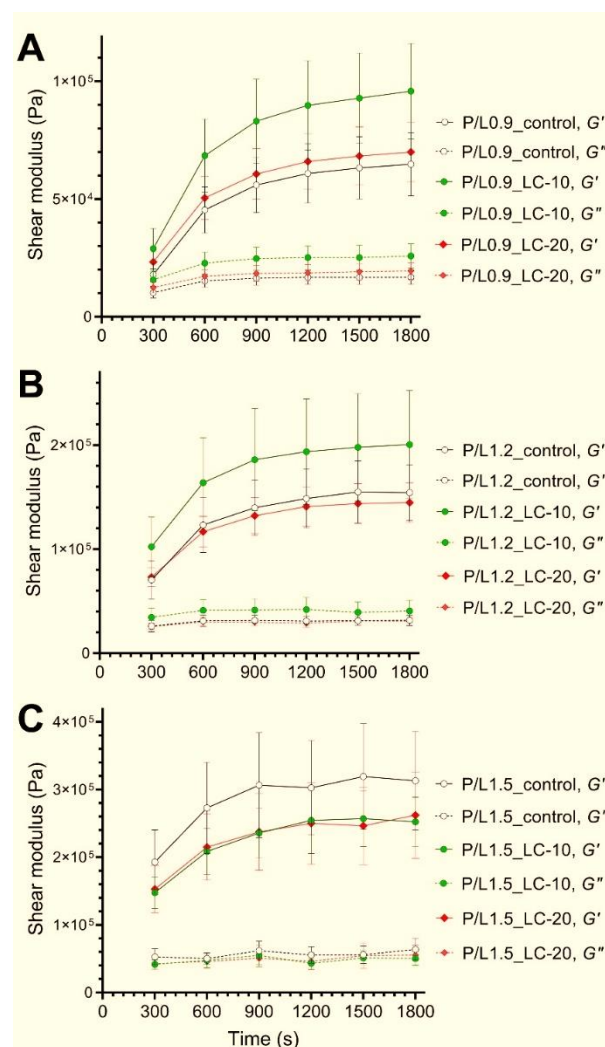


Figure 3 Shear elastic moduli (G' ; plotted as straight lines) and viscous moduli (G'' , plotted as dash lines) of GC soft liner with different compositions. The powder-to-liquid (P/L) ratios of 0.9, 1.2, and 1.5 were illustrated in Figure 3A to 3C, respectively. The concentrations of *L. cubeba* oil were 0% w/w (hollow circle), 10% w/w (green circle), and 20% w/w (red diamond).

Conclusion

The deteriorating effects in the material hardness and initial viscoelastic properties of the soft liner after incorporating with *L. cubeba* oil could be minimized or compensated by an adjustment of P/L ratios. The compositions with the same overall P/L ratios exhibited almost similar surface hardness and initial viscoelastic properties. At higher P/L ratios, the materials significantly showed the greater hardness, faster gelation time, and higher initial shear moduli. There was less effect of *L. cubeba* concentration on the surface hardness of the soft liner. While the gelation time and the initial moduli were not statistically influenced by the oil concentration.

References

- Garcia LT, Jones JD. Soft liners. Dent Clin North Am 2004;48(3):709-20.
- Prasad A, Prasad BR, Shetty V, Shastry CS. Tissue conditioners: a review. NUJHS 2014;4(2):152-7.
- Mack PJ. Denture soft lining materials: clinical indications. Aust Dent J 1989;34(5):454-8.
- Bulad K, Taylor RL, Verran J, McCord JF. Colonization and penetration of denture soft lining materials by *Candida albicans*. Dent Mater 2004;20(2):167-75.
- Kang SH, Lee HJ, Hong SH, Kim KH, Kwon TY. Influence of surface characteristics on the adhesion of *Candida albicans* to various denture lining materials. Acta Odontol Scand 2013;71(1): 241-8.
- Iqbal Z, Zafar MS. Role of antifungal medicaments added to tissue conditioners: A systematic review. J Prosthodont Res 2016;60(4):231-9.
- Chopde N, Pharande A, Khade MN, Khadtare YR, Shah SS, Apratim A. *In vitro* antifungal activity of two tissue conditioners combined with nystatin, miconazole and fluconazole against *Candida albicans*. J Contemp Dent Pract 2012;13(5):695-8.
- Douglas WH, Walker DM. Nystatin in denture liners--an alternative treatment of denture stomatitis. Br Dent J 1973;135(2):55-9.
- Falah-Tafti A, Jafari AA, Lotfi-Kamran MH, Fallahzadeh H, Hayan RS. A comparison of the efficacy of nystatin and fluconazole incorporated into tissue conditioner on the *in vitro* attachment and colonization of *Candida albicans*. Dent Res J (Isfahan) 2010;7(1):18-22.
- Kanathila H, Bhat AM, Krishna PD. The effectiveness of magnesium oxide combined with tissue conditioners in inhibiting the growth of *Candida albicans*: an *in vitro* study. Indian J Dent Res 2011;22(4):613.
- Nam KY. *In vitro* antimicrobial effect of the tissue conditioner containing silver nanoparticles. J Adv Prosthodont 2011;3(1):20-4.
- Amornvit P, Choonharuangdej S, Srithavaj T. Lemongrass-incorporated tissue conditioner against *Candida albicans* culture. J Clin Diagn Res 2014;8(7):ZC50-2.
- Catalan A, Pacheco JG, Martinez A, Mondaca MA. *In vitro* and *in vivo* activity of *Melaleuca alternifolia* mixed with tissue conditioner on *Candida albicans*. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2008;105(3):327-32.
- Srivastava A, Ginjupalli K, Perampalli NU, Bhat N, Ballal M. Evaluation of the properties of a tissue conditioner containing organum oil as an antifungal additive. J Prosthet Dent 2013;110(4): 313-9.
- Kumpanich J, Eiampongpaiboon T, Kanchanasavita W, Chitmongkolsuk S, Puripattanavong J. Effect of *Piper betle* extract on anti-candidal activity, gelation time, and surface hardness of a short-term soft lining material. Dent Mater J 2020;39(6):1016-21.
- Pattanachaiyuanon P, Ratanajanchai M. Viscoelasticity at initial setting and gelation time of a short-term soft liner incorporated with clove, star anise, and kaffir lime essential oils. M Dent J 2021;41(2):122-31.

17. Feng T, Xu Y, Cai XH, Du ZZ, Luo XD. Antimicrobially active isoquinoline alkaloids from *Litsea cubeba*. *Planta Med* 2009;75(1):76-9.
18. Leite MC, Bezerra AP, de Sousa JP, Guerra FQ, Lima Ede O. Evaluation of antifungal activity and mechanism of action of citral against *Candida albicans*. *Evid Based Complement Alternat Med* 2014;2014:378280.
19. Lima IO, Nobrega FM, Oliveira WA, Lima EO, Menezes EA, Cunha FA, et al. Anti-*Candida albicans* effectiveness of citral and investigation of mode of action. *Pharm Biol* 2012;50(12):1536-41.
20. Wang H, Liu Y. Chemical composition and antibacterial activity of essential oils from different parts of *Litsea cubeba*. *Chem Biodivers* 2010;7(1):229-35.
21. Jones DW, Hall GC, Sutow EJ, Langman MF, Robertson KN. Chemical and molecular weight analyses of prosthodontic soft polymers. *J Dent Res* 1991;70(5):874-9.
22. Murata H, McCabe JF, Jepson NJ, Hamada T. The influence of immersion solutions on the viscoelasticity of temporary soft lining materials. *Dent Mater* 1996;12(1):19-24.
23. ISO 10139-1:2018 Dentistry soft lining materials for removable dentures. Part 1: Materials for short-term use. Switzerland. 2018;3:10.
24. Murata H, Chimori H, Hamada T, McCabe JF. Viscoelasticity of dental tissue conditioners during the sol-gel transition. *J Dent Res* 2005;84(4):376-81.
25. Murata H, Hamada T, Djulaeha E, Nikawa H. Rheology of tissue conditioners. *J Prosthet Dent* 1998;79(2):188-99.
26. Immergut EH, Mark HF. Principles of plasticization. In: Gould RF, Ed. *Plasticization and Plasticizer Processes; Advances in Chemistry* vol 48. Washington DC: American Chemical Society; 1965. p.1–26.
27. Vaughan CD. Using solubility parameters in cosmetics formulation. *J Soc Cosmet Chem* 1985; 36(5):319-33.
28. Hansen CM. Hansen solubility parameters: a user's handbook. 2nd ed. Boca Raton, FL: CRC press; 2007.
29. Parker S, Braden M. Formulation of tissue conditioners. *Biomaterials* 1990;11(8):579-84.
30. Braden M. Tissue conditioners. I. Composition and structure. *J Dent Res* 1970;49(1):145-8.
31. Winter HH, Chambon F. Analysis of linear viscoelasticity of a crosslinking polymer at the gel point. *J Rheol* 1986;30(2):367-82.
32. Braden M. Tissue conditioners: II. Rheologic properties. *J Dent Res* 1970;49(3):496-501.
33. Murata H, Iwanaga H, Shigeto N, Hamada T. Initial flow of tissue conditioners-influence of composition and structure on gelation. *J Oral Rehabil* 1993;20(2):177-87.

Corresponding Author

Montri Ratanajanchai
Department of Prosthodontics,
Faculty of Dentistry, Mahidol University,
Bangkok, Thailand, 10400.
Tel: +66 2 200 7817
Fax: +66 2 200 7816
E-mail: montri.rat@mahidol.ac.th

ผลของอัตราส่วนผงต่อน้ำโดยรวมต่อค่าความแข็งผิวและสมบัติวิสโคอิลาสติกช่วงแรกของวัสดุเสริมฐานฟันเทียมชั่วคราวชนิดอ่อนที่ผสมน้ำมันตะไคร้ภูเขา

นันทน์ นัส อย่างสุก* มณตรี รัตนจันทร์ฉาย** วิชญ์ กาญจนะวลิต**

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความแข็งผิวและสมบัติวิสโคอิลาสติกช่วงแรกของวัสดุเสริมฐานฟันเทียมชนิดอ่อนที่ผสมด้วยน้ำมันตะไคร้ภูเขา โดยประกอบด้วย 9 กลุ่มการทดลอง ที่ส่วนผสมมีความแตกต่างในอัตราส่วนของผงต่อน้ำ (0.9, 1.2, และ 1.5) และความเข้มข้นของน้ำมันตะไคร้ภูเขา (ร้อยละ 0, 10, และ 20 โดยน้ำหนัก) ทั้งนี้วัสดุแต่ละกลุ่มถูกเตรียมเพื่อนำมาวัดความแข็งผิวที่ 2 ชั่วโมง และ 7 วันด้วยเครื่องวัดความแข็งแบบชอร์และมีการทดสอบสมบัติวิสโคอิลาสติกช่วงแรกของวัสดุ ด้วยเครื่องวิเคราะห์การไหลแบบจานแกว่งตั้งแต่เริ่มผสมวัสดุจนครบ 30 นาที ซึ่งประกอบไปด้วยการหาระยะเวลาการก่อตัว ค่ามอดูลัสสะสมและมอดูลัสสูญเสีย โดยแต่ละการทดลองมีการทำซ้ำ 5 ครั้ง จากผลการศึกษาพบว่าอัตราส่วนของผงต่อน้ำของวัสดุเสริมฐานฟันเทียมชนิดอ่อนเป็นปัจจัยหลักต่อค่าความแข็งผิวของวัสดุ โดยกลุ่มที่ใช้อัตราส่วนของผงต่อน้ำมากจะมีค่าความแข็งผิวที่เวลา 2 ชั่วโมง และ 7 วันสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ทั้งนี้การใส่น้ำมันตะไคร้เขาร้อยละ 10 ลงในวัสดุเสริมฐานฟันเทียมชนิดอ่อนไม่ส่งผลต่อความแข็งผิวของวัสดุ อย่างไรก็ตามการผสมน้ำมันตะไคร้ภูเขาที่ความเข้มข้นร้อยละ 20 ทำให้ความแข็งผิวที่ 2 ชั่วโมงของวัสดุ ต่ำกว่ากลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) นอกจากนี้พบว่าอัตราส่วนของผงต่อน้ำยังเป็นปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อสมบัติวิสโคอิลาสติกช่วงแรกของวัสดุเสริมฐานฟันเทียมชนิดอ่อน โดยกลุ่มที่ใช้อัตราส่วนของผงต่อน้ำมากกว่าจะมีระยะเวลาการก่อตัวสั้นลง และค่ามอดูลัสสะสมและสูญเสียสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ทั้งนี้ไม่พบว่าการเพิ่มความเข้มข้นของน้ำมันตะไคร้ภูเขาส่งผลต่อสมบัติวิสโคอิลาสติกช่วงแรกของวัสดุ โดยสรุปจากการศึกษานี้ พบว่าความแข็งผิวและสมบัติวิสโคอิลาสติกช่วงแรกของวัสดุเสริมฐานฟันเทียมชนิดอ่อนที่ผสมน้ำมันตะไคร้ภูเขาขึ้นกับปัจจัยอัตราส่วนผงต่อน้ำเป็นหลัก โดยที่ความเข้มข้นของน้ำมันตะไคร้ภูเขาไม่ได้มีผลเด่นชัดต่อสมบัติดังกล่าวของวัสดุ

คำใช้รหัส: วัสดุเสริมฐานฟันเทียมชนิดอ่อน/ ความแข็งผิว/ วิสโคอิลาสติก/ น้ำมันตะไคร้ภูเขา/ น้ำมันหอมระเหย

ผู้รับผิดชอบบทความ

มณตรี รัตนจันทร์ฉาย

ภาควิชาทันตกรรมประดิษฐ์ คณะทันตแพทยศาสตร์

มหาวิทยาลัยมหิดล กรุงเทพฯ 10400

โทรศัพท์: 02 200 7817

โทรสาร: 02 200 7816

จดหมายอิเล็กทรอนิกส์: montri.rat@mahidol.ac.th

* นักศึกษาหลักสูตรทันตแพทย์ประจำบ้านเพื่อวุฒิบัตร ภาควิชาทันตกรรมประดิษฐ์ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล กรุงเทพฯ

** ภาควิชาทันตกรรมประดิษฐ์ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล กรุงเทพฯ

In Vivo Study of Brushing Force Produced by Three Types of Toothbrush Filaments from Two Brands

Rotpenpian N* Wanasuntronwong A**

Abstract

Manual tooth brushing is a tool used for maintaining daily oral health. The purpose of this in vivo study was to investigate tooth brushing force produced by three types of filament from two brands of manual toothbrush. The study enrolled 36 healthy volunteers. Tooth brushing force was measured using a force transducer and a physiological recording system. All volunteers were instructed to brush using the modified Bass technique. Three filament types from Berman® and Oral-B® were assessed in this study. We found that the diameters of the filaments from Berman® medium, soft, and extra soft toothbrushes were 360.19 ± 2.31 , 277.04 ± 2.16 , and 142.89 ± 18.42 μm , whereas those from Oral-B® were 312.22 ± 3.82 , 270.33 ± 3.76 , and 195.18 ± 13.65 μm , respectively. The brushing force with Berman® medium toothbrush was significantly higher than that with the soft and extra soft toothbrushes, whereas the brushing force of Oral-B® medium toothbrush was higher than that of the extra soft toothbrush. Although Oral-B® soft toothbrush and Berman® soft toothbrush had similar filament diameter, the former required more brushing force. It was concluded that toothbrush filament types (diameter) could affect brushing force and should be considered when selecting suitable toothbrush for each oral condition.

Keywords: Tooth-brushing force/ Toothbrush filament/ Oral health/ Toothbrush

Received: Jun 18, 2021

Revised: April 04, 2022

Accepted: May 19, 2022

Introduction

A manual toothbrush is the commonly used mechanical equipment for maintaining oral health. Currently marketed toothbrushes are available in several designs with several filament tips, filament diameters, and materials. For a low price, easy to find, and short-term use, several manufactures are competing to meet the demand from customers, especially the demand regarding the efficacy of toothbrushes. High brushing force results in tissue injury such as gingival abrasion and recession.¹ Several studies have suggested that the optimal tooth-brushing force should be below 240 grams.^{2,3} A force higher than 300 grams can induce gingival recession that manifests in necks of cervical margins.^{3,4} Under normal conditions, brushing force is not the primary factor considered while considering tissue injury. Other negative factors such as oral tissue inflammation or dentine sensitivity might contribute

to the overall sensory perception.⁵ Therefore, high-force manual tooth brushing contributes to tooth abrasion and eroded enamel and dentin, which activates mechanoreceptors and nociceptors.⁶ The prolonged activation of mechanoreceptors and nociceptor after high-force brushing causes the efflux of dentinal fluid, leading to dentin hypersensitivity and dental pain.^{2,7}

Understanding the concept of high-force brushing to nociception, it would be interesting to determine the brushing force that is produced by various filament diameters and brands of toothbrushes in healthy volunteers. The findings will benefit individuals who previously had a disease of the oral mucosa. Therefore, the purpose of this experiment was to investigate the brushing forces produced by six toothbrushes including medium, soft, and extra soft brushes of Berman® and Oral-B®

* Department of Oral Biology and Occlusion, Faculty of Dentistry, Prince of Songkla University, Songkhla

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

trademarks available in Thailand markets. The filament diameter of all toothbrushes was examined. Materials and methods

1. Ethical approval

The study protocol was approved by the Ethical Committee of the Faculty of Dentistry/Faculty of Pharmacy, Mahidol University (MU-DT/PY-IRB 2013/039.1211).

2. Subjects

This study enrolled 36 right-handed dental students with a mean age of 25.5 years. All participants gave consent upon being informed about the purpose and detailed procedures of the study. The inclusion criteria were as follows: providing

informed consent, good general health, age between 21 and 30 years, and habitual use of manual toothbrush using the modified Bass technique. Exclusion criteria were age <21 years or >30 years and those declining to participate.

3. Toothbrushes

Berman® (Berman Innovative Care company, Thailand) and Oral-B® (Oral B company, Vietnam) toothbrushes of three filament types were used (Figure 1A–1F): Berman® type Active Medium, Berman® type Active Soft, Berman type Complete Extrasoft, Oral-B® type All-rounder Medium, Oral-B® type All-rounder Soft, and Oral-B® type Micro Thin Extrasoft.

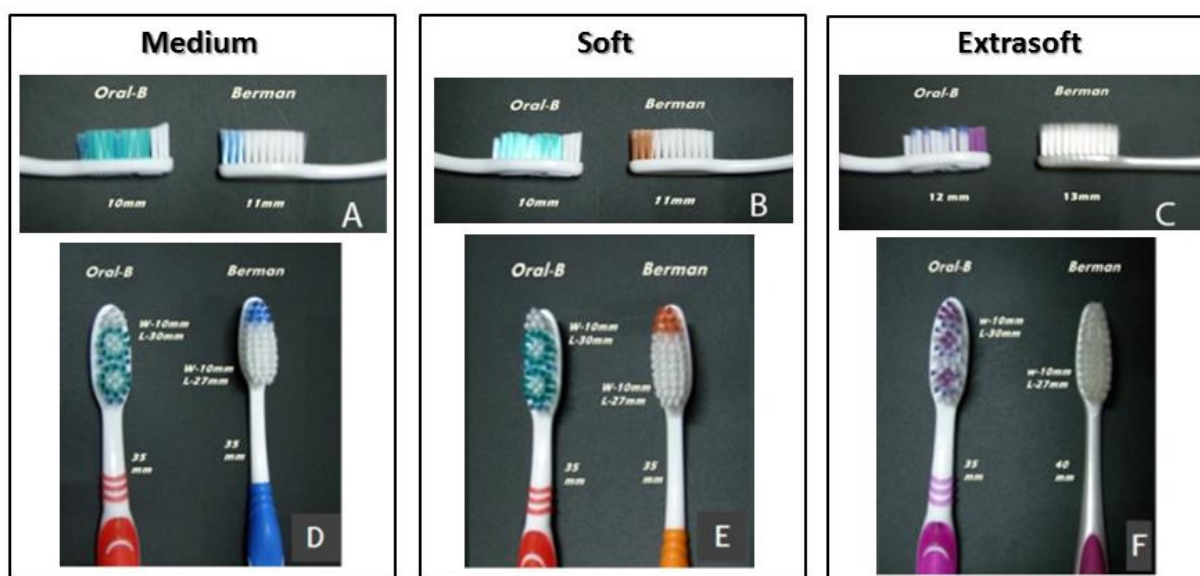


Figure 1 Berman® and Oral-B® toothbrushes with three filament types (medium, soft, and extra soft). A, B, and C show the lateral view and D, E, and F show the anterior view of toothbrushes

4. Test procedures

To compare the brushing force of the three types of Oral® and Oral-B® toothbrushes, each subject was required to brush using the modified Bass method. They were asked to randomly select one of the six toothbrushes at the first time. They were required to select another toothbrush the next day, for six consecutive days. The experiment was

conducted for 30 min after lunch, and all volunteers were prohibited from cleaning their teeth before the experiment started. The dental arch was divided into 12 areas (Figure 3A). All volunteers brushed their teeth using the modified Bass brushing technique.

5. Assessment of brushing force

All toothbrushes were cut at 5 cm from their neck and were connected with a force transducer (MLT1030/D, BIOPAC® systems; Santa Barbara, CA, USA). The force transducer translated signal to a physiological recording system (MP100, Biopac®, USA). Calibration was performed directly before brushing by hanging standardized weights at the mid-point of the head of each individual toothbrush (range: 0–400 g). The Acqknowledge 3.9 software was used for data acquisition and transfer to Microsoft Excel. Mean brushing force was averaged for 12 areas of the dental arch during the 3-min brushing activity.

6. Filament diameter measurement

Filaments from all toothbrushes were examined using the Axio Observer (Carl Zeiss Microscopy GmbH, Germany). In the preparation phase, 8–10 filaments were randomly selected from the same areas of each toothbrush. Each filament was fixed in place before assessment using the Axio Observer and measurement using the AxioVision software (Carl Zeiss Microscopy GmbH, Germany). The filament diameter was measured at 1 mm below the tip.

7. Data analysis

Statistical Package for Social Science software (IBM SPSS 19.0; IBM Corporation, 1 New Orchard Rd, Armonk, New York 10504) was used for analyzing all data. Data on brushing force endured by different filament types and designs were analyzed using one-way analysis of variance followed by Dunnett's post hoc test for a significance level of $P < 0.05$. Simple comparison between the two groups was performed using Student's t-test for independent samples. The level of significance was 0.05 in all statistical analyzes. Results

Figure 1 shows differences in the filament and head design of Berman® and Oral-B® toothbrushes. Berman® toothbrushes had a standard head design, whereas Oral-B® toothbrushes had the all-rounder head design. The head, neck, and filament length of both toothbrushes were similar. Medium and soft filament had round-ended filament. Therefore, Oral-B® extra soft brushes had pointed, round-ended filament, whereas Berman® extra soft brushes had pointed, and cut-ended filament (Figure 2).

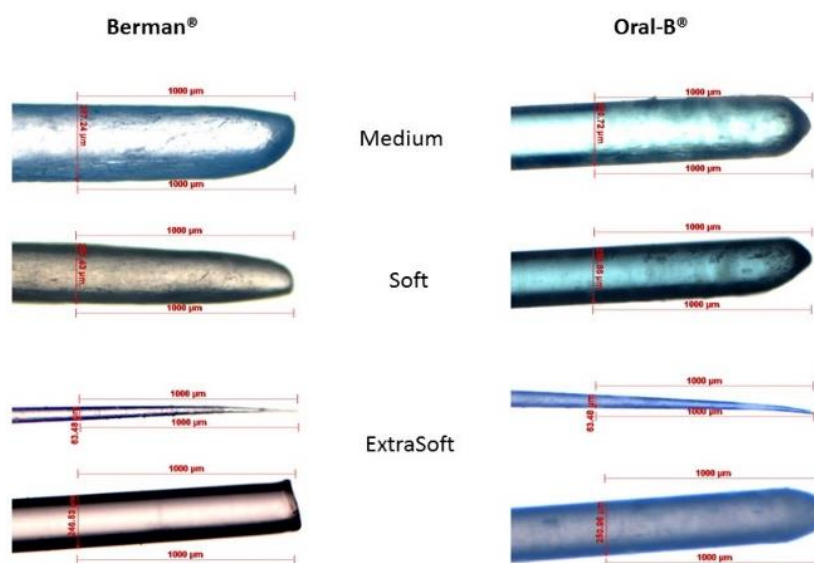


Figure 2 Ends of Berman® and Oral-B® toothbrush filament. All medium and soft filament types are round-ended. Berman® extra soft type has pointed together with cut-ended filaments. Oral-B® extra soft type has pointed together, with round-ended filaments.

The filament diameters of Berman[®] toothbrushes were 360.19 ± 2.31 , 277.04 ± 2.16 , and 142.89 ± 18.42 μm , whereas that of Oral-B[®] toothbrushes were 312.22 ± 3.82 , 270.33 ± 3.76 , and 195.1 ± 13.65 μm , respectively (Table 1).

Table 1 Diameter of each filament type of Berman[®] and Oral-B[®] toothbrushes

	Berman [®] (μm)	Oral-B [®] (μm)
Medium (n = 5)	360.19 ± 2.31	312.22 ± 3.82
Soft (n = 5)	277.04 ± 2.16	270.33 ± 3.76
Extrasoft (n = 5)	142.89 ± 18.42	195.18 ± 13.65

Values are expressed as mean $\pm$ standard error of mean of five samples of each toothbrush.

The brushing force endured by Berman[®] medium was significantly higher than that endured by soft and extra soft [$F(2,105) = 4.547$, $P < 0.05$]. The Oral-B[®] medium toothbrush endured higher brushing force than extra soft [$F(2,105) = 5.448$, $P < 0.05$]. When the same filament type was compared, Oral-B[®] toothbrushes endured more brushing force than Berman[®] toothbrushes ($P < 0.001$) (Figure 4).

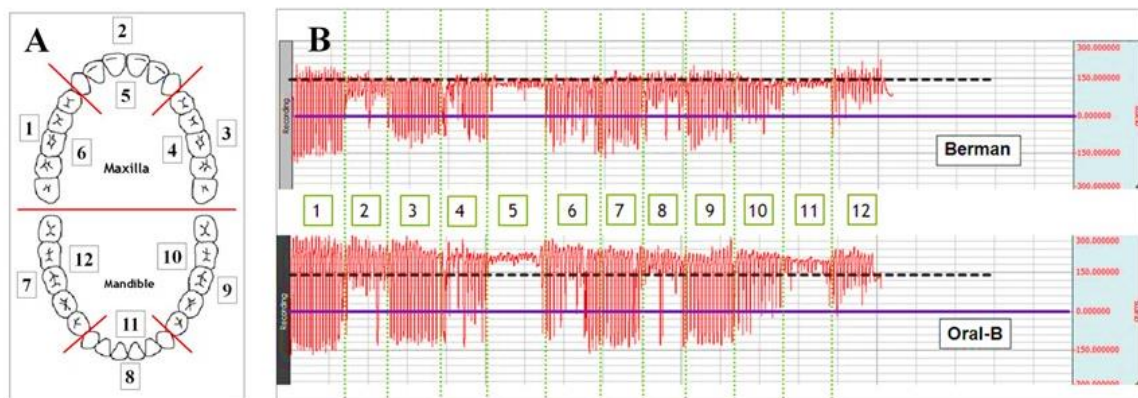


Figure 3 (A) The brushing pattern used in this experiment. Participants brushed for 180 s, allocating 15 s of brushing time each for all 12 areas. (B) Graphical results of brushing forces. Each toothbrush was taped to a force transducer (MLT1030/D, BIOPAC[®] systems, Santa Barbara, CA, USA) 5 cm below the head of toothbrush. It transferred the brushing force to a physiological recording system (MP100, Biopac[®], USA).

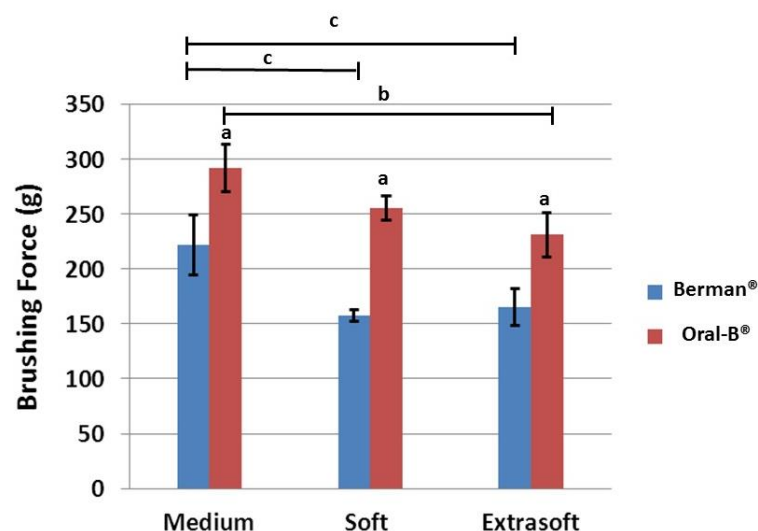


Figure 4 Brushing force of Berman[®] and Oral-B[®] toothbrushes of three filament types. Values are expressed as mean $\pm$ standard error of mean of 36 volunteers. ^a $P < 0.01$ compared with the same filament type, ^{b,c} $P < 0.05$ compared with the same brand

Discussion

The study by Van der Weijden et al. revealed no gingival recession when using a manual brushing force of 212 g; however, a brushing force of over 375 g resulted in gingival recession around the neck of cervical margins.⁸ Ganss et al. also evaluated the brushing force in 103 participants and similarly found that the mean brushing force was 234.5 ± 71.4 g, which did not cause gingival recession.² In our experiment, the maximum force was observed with the use of Oral-B® medium toothbrush. The mean force using these brushes was 291.76 ± 21.76 g, which is below the force that causes gingival recession. The brushing force using Oral-B® toothbrushes was higher than that using Berman®, approximately 80–100 g. All volunteers reported that Oral-B® toothbrushes provided more flexibility and softer filament touch compared with Berman® toothbrushes, encouraging subjects to brush with higher force. On the other hand, all volunteers complained about gingival irritation while using extra soft toothbrush. Low brushing forces seen with the extra soft filament in the present study could therefore be the result of nociceptive reflex. Alexander et al. reported that sharp-ended filament caused more gingiva irritation than round-ended filament.⁹ In addition, Breitenmoser et al. found that cut-ended filament induced 30% more gingival lesions than round-ended filament.⁴ and, ADA recommends toothbrushes with soft, round-ended filament as it causes the least gingiva irritation.¹⁰

Although tooth brushing force, which is mechanical stimuli, might also activate mechanosensitive receptors (transient receptor potential channel) in the dentinal tubules,¹¹ leading to adverse effects such as dentin hypersensitivity, tooth surface loss, and traumatic in the periodontium tissue, this is unlikely since most of the times, the tooth is covered with enamel and none of the subjects in this study complained of dentine

hypersensitivity. There might be two different mechanisms that are related to the findings of the study. The overall higher force in Oral-B® (in which subjects reported a softer feel) could be explained by less irritation to the gum and hence less protective reflex whereas the lower force with soft filaments compared to hard filaments is probably explained by “von Frey Hair” effect (i.e. the amount of applied force is directly related to the stiffness of the filament). The former mechanism occurs when the filaments mainly stimulate the gum or oral mucosa but the latter mechanism occurs during filament-tooth contact.

Conclusion

This study assessed the tooth-brushing force of toothbrushes manufactured by two brands, Berman® and Oral-B®, and three filament types (medium, soft, and extra soft) by enrolling 36 healthy volunteers who brushed their teeth using the modified Bass technique. The mean brushing force was higher with medium than with soft and extra soft filament. Oral-B® toothbrushes tended to result in higher force than Berman® toothbrushes. However, the effect of toothbrush head has not comprehensively investigated in this study. Our results provide basic information for choosing appropriate toothbrushes in dental patients whose brushing force needs to be reduced.

References

1. Litonjua LA, Andreana S, Bush PJ, Cohen RE. Toothbrushing and gingival recession. *Int Dent J* 2003;53(2):67-72.
2. Ganss C, Schlueter N, Preiss S, Klimek J. Tooth brushing habits in uninstructed adults--frequency, technique, duration and force. *Clin Oral Investig* 2009;13(2):203-8.

3. Ganss C, Klein P, Giese-Kraft K, Meyners M. Validation of motion tracking as tool for observational toothbrushing studies. *PLoS One* 2020;15(12):1-13.
4. Breitenmoser J, Mörmann W, Mühlemann HR. Damaging effects of toothbrush bristle end form on gingiva. *J Periodontol* 1979;50(4):212-6.
5. Rotpenpian N, Yakkaphan P. Review of literatures: Physiology of Orofacial Pain in dentistry. *e-neuro* 2021;8(2):1-7.
6. Wiegand A, Burkhard JP, Eggmann F, Attin T. Brushing force of manual and sonic toothbrushes affects dental hard tissue abrasion. *Clin Oral Investig* 2013;17(3):815-22.
7. Rotpenpian N. Review literature: Pathophysiology of dentine hypersensitivity. *SWU dent J* 2020;13(2):94-103.
8. Van der Weijden GA, Timmerman MF, Versteeg PA, Piscoer M, Van der Velden U. High and low brushing force in relation to efficacy and gingival abrasion. *J Clin Periodontol* 2004;31(8):620-4.
9. Alexander JF, Saffir AJ, Gold W. The measurement of the effect of toothbrushes on soft tissue abrasion. *J Dent Res* 1977;56(7):722-7.
10. Van der Weijden FA, Campbell SL, Dörfer CE, González-Cabezas C, Slot DE. Safety of oscillating-rotating powered brushes compared to manual toothbrushes: a systematic review. *J Periodontol* 2011;82(1):5-24.
11. Wang Y, Sibaii F, Custead R, Oh H, Barlow SM. Functional Connectivity Evoked by Orofacial Tactile Perception of Velocity. *Front Neurosci* 2020;14:1-13.

Corresponding Author

*Aree Wanasuntronwong
Department of Oral Biology,
Faculty of Dentistry, Mahidol University,
Bangkok 10400,
Tel.: +66 2 200 7849-50
Fax: +66 2 200 7848
E-mail: aree.wan@mahidol.ac.th*

การศึกษาในร่างกายของแรงแปรงฟันระหว่าง ขนแปรงสามชนิดจากแปรงสองยี่ห้อ

ณัฐพล โรจน์เพ็ญเพียร* อารี วนสุนทรวงศ์**

บทคัดย่อ

การแปรงฟันเป็นวิธีที่ได้รับการยอมรับสำหรับการดูแลสุขภาพช่องปากในแต่ละวัน วัตถุประสงค์ของการศึกษานี้คือเพื่อศึกษาแรงแปรงฟันในร่างกายที่เกิดจากขนแปรงสามขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางจากแปรงสีฟันธรรมดาสองชนิดในตลาด โดยทำการศึกษาในอาสาสมัครที่มีสุขภาพช่องปากดีจำนวน 36 คน วัดแรงแปรงฟันโดยใช้ตัวแปลงสัญญาณแรงและระบบบันทึกทางสรีรวิทยา อาสาสมัครทุกคนได้รับคำแนะนำให้แปรงด้วยเทคนิคมอดิฟายด์ แบส ผลการวิจัยพบว่าเส้นผ่านศูนย์กลางของเบอร์แมนชนิดขนแข็งปานกลาง นุ่มและนุ่มพิเศษเท่ากับ 360.19 ± 2.31 , 277.04 ± 2.16 และ 142.89 ± 18.42 ไมโครเมตร ส่วนออร์ลบีมีเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 312.22 ± 3.82 , 270.33 ± 3.76 และ 195.18 ± 13.65 ไมโครเมตรตามลำดับ แรงแปรงฟันของแปรงสีฟันของเบอร์แมนชนิดขนแข็งปานกลางสูงกว่าแบบขนนุ่มและขนนุ่มพิเศษอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่แรงแปรงฟันของขนแปรงออร์ลบีชนิดปานกลางมากกว่าขนแปรงชนิดนุ่มพิเศษ แม้ว่าขนแปรงชนิดนุ่มของออร์ลบี และเบอร์แมนจะมีเส้นผ่านศูนย์กลางใกล้เคียงกัน แต่พบว่าออร์ลบีชนิดขนนุ่ม มีแรงแปรงมากกว่าเบอร์แมนชนิดขนนุ่ม สรุปได้ว่าชนิด (ขนาด) ของขนแปรงมีผลต่อแรงแปรงฟันและควรเป็นข้อพิจารณาส่วนหนึ่งในการเลือกแปรงสีฟันที่เหมาะสมกับของช่องปากแต่ละบุคคล

คำไชรหัส: แรงแปรงฟัน/ ขนแปรงสีฟัน/ แปรงสีฟัน/ สุขภาพช่องปาก

ผู้รับผิดชอบบทความ

อารี วนสุนทรวงศ์

ภาควิชาชีววิทยาช่องปาก คณะทันตแพทยศาสตร์

มหาวิทยาลัยมหิดล กรุงเทพฯ 10400

โทรศัพท์: 02 200 7849-50

โทรสาร: 02 200 7848

จดหมายอิเล็กทรอนิกส์: aree.wan@mahidol.ac.th

* สาขาวิชาชีววิทยาช่องปากและระบบการบดเคี้ยว คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ จังหวัดสงขลา

** ภาควิชาชีววิทยาช่องปาก คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล กรุงเทพฯ

Diode Laser - Mediated Photocoagulation in an Alveolar Socket after Tooth Extraction: A Preliminary Study

Klangthong A* Sattayut S**, Kantrong N***, **** Prasongvaranon V***** Thanudape L*****

Abstract

Diode laser has been addressed for its potential use in soft tissue surgery for decades and successful outcomes have been reported. This study therefore aimed at investigating the adjunctive effect of diode laser on the socket coagulation after tooth extraction. Twelve healthy individuals who required an extraction of premolar for an orthodontic purpose were subjected to randomization. Control group (N=6) was subjected to local gauze pressure technique to stop socket bleeding after the operation, while the experimental group (N=6) was irradiated with diode laser (808 nm, 0.5 watt, 5-second interval) 1 cm above the alveolar socket until bleeding stopped. Bleeding time and VAS scores between two groups were compared by using Mann Whitney U-test. Our data indicated that bleeding time was 2.74-fold faster when diode laser irradiation was incorporated in the treatment. Photocoagulation induced by diode laser significantly accelerated the clotting. In this study, we showed the efficacy of diode laser application in promoting a blood coagulation at the extraction wound, in adjunct with a conventional tooth extraction procedure.

Keywords: Diode laser/ Tooth extraction/ Bleeding control/ Post-extraction socket bleeding

Received: Aug 28, 2020

Revised: Mar 25, 2022

Accepted: April 04, 2022

Introduction

Postoperative bleeding is a major complication commonly found after tooth extraction procedure. This unfavorable event may occur immediately after extraction or begin 2-3 hours postoperatively depending on traumatic level of extraction, pathology of the extracted tooth, and injury of the surrounding tissues.¹ The simplest method for promoting blood coagulation is the utilization of local pressure technique. In patients on warfarin treatment, 88.6% among them experienced blood oozing from the alveolar socket after tooth extraction that can be controlled by a gauze compression at home,² indicating its effectiveness on promoting bleeding hemostasis even in patients with coagulopathy. However, in a case with suspicious bleeding tendency

or persistent bleeding from the alveolar socket after extraction, additional local hemostatic measures are necessary to control post-extraction bleeding complication³.

Several strategies have been introduced as alternative methods to aid clot retention at the tooth extraction site. While most common procedures include an additional use of local hemostatic agents to attenuate bleeding at the extraction wound, the use of laser in dental surgery has shed new lights on the prevention of post-operative bleeding complication. It is believed that the mechanism by which the diode laser promotes photocoagulation is initiated via an energy absorption by hemoglobin.⁴ Importantly, a large body of evidence has clearly elucidated the

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

** Laser in Dentistry Research Group, Khon Kaen University, Amphur Muang, Khon Kaen.

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

**** Research Group of Chronic Inflammatory Oral Diseases and Systemic Diseases Associated with Oral Health, Faculty of Dentistry, Khon Kaen University, Amphur Muang, Khon Kaen.

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

***** Dental division, Pong-namron Hospital, Amphur Pong-namron, Chanthaburi.

benefits of diode laser for clinical dentistry, particularly as an alternative treatment modality that could potentially be used with oral soft tissues.^{5–7}

Benefits of diode laser in surgical treatment has been extensively addressed in the past decade. One major outcome is the reduction of postoperative complications i.e. pain, facial edema, and trismus after the utilization of diode laser in combination with a traditional surgical procedure to remove lower third molars⁸. Previous study also indicated that postoperative pain and edema after periodontal flap surgery were decreased when the surgical sites were photo-irradiated by diode laser.⁹ Notably, the application of diode laser during orthodontic treatment can facilitate and reduce the pain occurred after tooth movement.^{10,11} In addition, irradiation of tooth enamel with diode laser has shown to decrease the mineral loss of enamel in response to hydrogen peroxide exposure.¹² Collectively, earlier research studies have suggested diode laser a promising medical equipment that could be employed in multiple areas of dental treatments.

It is noteworthy that continuous-wave diode laser has recently been reported to be an efficient tool in mediating blood coagulation during a laser microsurgery procedure on the skin.¹³ Remarkably, blood coagulation was visible after laser irradiation for 3 seconds. The use of diode laser in dermal surgery also offers another advantage i.e., a fixation of collagen scaffold which results in the faster wound healing process.¹³ Despite its use for pain alleviation and bleeding control, it is still unclear whether diode laser can be used in combination with a conventional tooth extraction procedure to mitigate a potentially delayed coagulation at the extraction site. This study thus aimed to investigate the application of diode laser power and its effect on wound hemostasis after simple tooth extraction.

Materials and methods

Subject recruitment and inclusion criteria

This preliminary clinical study was conducted upon the approval from Khon Kaen University ethics committee (Reference number: HE 552039) based on the declaration of Helsinki. Study population were walk-in dental patients at the Oral Surgery Clinic, Faculty of Dentistry, Khon Kaen University, whose simple extraction of premolar was indicated upon a request from orthodontist. All recruited participants must be in a good health without underlying systemic conditions, and classified as American Society of Anesthesiologist (ASA) physical status class I, in a range of 16 – 35 years of age. In addition, patients with concurrent history of taking anticoagulants or antiplatelet drugs were excluded from the study. Participants must have at least one premolar that required a simple extraction incorporated in an orthodontic treatment plan. Premolars planned to be extracted must be sound, asymptomatic and not exhibit any carious lesion and periapical pathology. Root dilaceration must not be visible on a pre-operative periapical radiograph, otherwise the patients were excluded from the trial. In addition, administering local anesthesia with 2% mepivacaine containing 1:100,000 epinephrine must not be contraindicated for its use in any recruited subjects.

Subject randomization, extraction and bleeding control procedures

Twelve healthy individuals were recruited into this study. All subjects were given a consent form prior to the beginning of the trial, subsequently randomized using a shuffled deck of cards to determine the bleeding control method they received. In accordance with a standard protocol for simple tooth extraction, patient history taking, physical examination, and vital sign monitoring were performed. The entire operation was done by one experienced oral maxillofacial surgeon to ensure a

well-controlled extraction procedure. Time used for injection and extraction were recorded by another assigned dentist.

After the extraction procedure was completed, bleeding from an alveolar socket was controlled by the method assigned from the randomization method. Control group was the subjects whose premolars were extracted and the bleeding was controlled using a gauze compression technique. Briefly, a fresh gauze dampened with 0.9% normal saline was quickly used to wipe the seeping blood from the socket before a new sterile gauze was placed against the extraction wound and the subject was then asked to bite pieces of gauze with a moderate bite force. All individuals were informed that resistance from a gauze pressure must be felt with no muscle fatigue from biting. Coagulation at the extraction socket was timed by another blinded observer right after the gauze was placed. Bleeding control using gauze compression was evaluated every 30 seconds until the initial blood coagulation was formed (Figure 1). Bleeding time, starting from socket wiping with gauze to when the bleeding stopped, was then recorded.

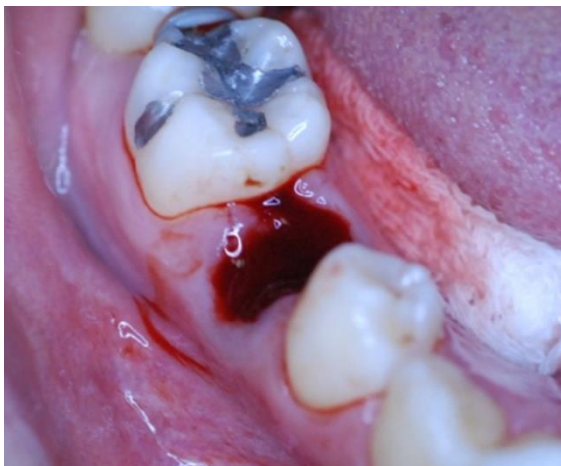


Figure 1 Initial blood coagulation at the alveolar socket seen after a gauze compression technique

In experimental group, standard tooth extraction protocol was followed as described above. However, a laser application protocol was adopted from a previous study reported by Ishikawa et al. using blue-violet light-emitting diode to photocoagulate the socket bleeding.¹⁴ In brief, after wiping the extraction socket with a damp gauze, 808-nm diode laser of 0.5-watt power, and 2.4-mm spot size (Quanta808, Quanta System S.p.A., Solbiate Olona, Italy) was applied over a extraction socket for a duration of 5 seconds under continuous mode (Figure 2). Safety goggles were used by the operator and assistants. A laser handpiece delivering a collimated beam was position at 1 centimeter above the extraction wound without handpiece movement. Calculated energy density was 8.84 J/cm^2 . After a 5-second irradiation intervals, bleeding time was recorded similarly as aforementioned. After the operation, all participating individuals were observed for another 30 minutes for a potential post-operative bleeding. They were also followed up with the same oral surgeon one week after the trial.



Figure 2 Positioning of Quanta 808 diode laser above the extraction wound

Statistical analysis

Bleeding time and post-operative pain intensity at different time points was compared between two groups of treatment by using Mann-Whitney U test, unless otherwise indicated in the table legend. A statistical comparison was considered significant when $P < 0.05$. Statistical analysis was performed using a GraphPad Prism version 7 (GraphPad Software Inc., La Jolla, CA, USA)

Results

Summarized demographic data as well as method used to control socket bleeding, time used for extraction of the subjects participated in the trial were shown in Table 1. We found that the mean age of young individuals allocated into a conventional treatment and diode laser irradiation was 20.50 ± 2.81 and 19.83 ± 1.17 years old, respectively (Table 2). Distribution of the participants' gender between two groups was not statistically different (Table 2), as determined by Chi-square test at $P = 0.1213$. Twelve healthy individuals were recruited into the study. Nine

individuals out of 12 subjects were young females whose either right or left lower premolar needed to be extracted for orthodontic reason. Only one female underwent a simple extraction of upper right premolar as indicated by a request from her orthodontist. Three young males whose lower premolar was planned to be extracted joined the trial. All subjects were classified as ASA class I healthy patients and the average age was 20.33 ± 2.15 years old. The procedure did not cause any visible trauma of the remaining gingiva and hard tissues in all individuals participated in the study.

Bleeding time as determined by the cease of spontaneous bleeding from the alveolar socket was compared between the two groups as shown in Table 2. While 270 seconds were allowed for bleeding to stop when gauze compression was used, it took 98.5 seconds for photocoagulation mediated by diode laser to occur. Median of bleeding time compared between 2 treatment methods was significantly different as indicated in Table 2.

Table 1 Demographic data and recorded information of each subject participated in the study

Subject ID	Gender*	Designated bleeding control method	Pre-operative blood pressure (mmHg)	Number of extracted tooth in 2-digit system	Age
1	Female	L	110/70	14	21
2	Female	L	110/70	34	19
3	Female	G	110/70	34	20
4	Male	L	120/70	44	20
5	Female	G	100/76	44	22
6	Female	G	110/70	45	16
7	Female	L	110/70	45	21
8	Female	G	110/70	34	24
9	Female	G	120/60	34	23
10	Female	G	120/70	45	20
11	Female	L	115/80	34	18
12	Male	L	130/80	44	20
Average (Mean $\pm$ SD)					20.33 $\pm$ 2.15

* L = Diode laser irradiation, G = Gauze compression, LA = Local anesthetics, NS = Not specified.

Table 2 Bleeding time recorded from the operation of each subject

Bleeding control method	Subject ID	Mean age (years)	Bleeding time (seconds)	Bleeding time (Median in seconds)	95% Confidence interval (seconds)
Gauze compression	3	20.50 ± 2.81^{ns}	240	270 *	209.1 – 410.9
	5		360		
	6		240		
	8		480		
	9		240		
	10		300		
Diode laser irradiation	1	19.83 ± 1.17^{ns}	107	98.5 *	34.44 – 155.6
	2		70		
	4		118		
	7		5		
	11		180		
	12		90		

*Asterisk indicates statistically-significant difference at P -value = 0.0022 as determined by using Mann-Whitney U test. Non-statistical significance of mean age between two groups was analyzed with unpaired t-test and P -value = 0.6043 was achieved.

Discussion

It is known to date that an emerging laser technology has become very beneficial for oral surgery particularly its application for the use with soft tissue operation. Diode laser, for instance, is most commonly utilized for gingival surgery as well as dental hard tissue mineralization.¹² Considering its abilities to alleviate unfavorable symptoms following surgical removal of the tooth, diode laser might be viewed as an adjunctive tool used with dental patients whose systemic conditions might compromise the treatment plan. Furthermore, medically compromised health conditions may render these patients unsafe to undergo a traditional surgical operation.

Diode laser has been a potential instrument used for increasing satisfactory treatment outcomes in dentistry. Recently, the use of low-level laser therapy has been introduced in adjunct with conventional periodontal treatment i.e. scaling and root planning.¹⁵ A treatment combination with diode laser showed to promote host's periodontal tissue healing as the changes of clinical parameters i.e. sulcus bleeding and probing depth were significantly improved in a group to which diode laser was supplementally applied.¹⁵ Intriguingly, gingivectomy in orthodontic patients with fixed appliances using diode laser in combination with a non-surgical

periodontal treatment demonstrated a better improvement of gingival overgrowth index and probing depth when compared to subjects treated with non-surgical periodontal therapy alone.⁶ In chronic periodontitis patients, it is also striking to note that diode laser, as an adjunctive therapy, provided a more satisfactory treatment result over the conventional scaling and root planning.¹⁶ In addition, a recent *in vivo* study has demonstrated that irradiation of bony perforations on the femurs of mice with diode laser promoted formation of new trabecular bones and collagen fibers, when compared to the control group treated similarly without laser irradiation.^{17,18} Providing its substantial beneficial use, diode laser has therefore been rendered a promising, adjunctive treatment modality used to yield a more favorable and predictable surgical outcome. However, due to the cost of the diode laser machine, the practical use for promoting a coagulation in the extraction sockets may still be limited.

In this study, we report the potential use of diode laser as a photocoagulator in dental patients who underwent a surgical procedure for simple tooth extraction. Our results showed that an immediate irradiation of alveolar socket after tooth extraction with 808-nm diode laser at low level (0.5 watt, 5-minute interval) can mediate photocoagulation, consistent with previous studies using diode laser to

successfully perform retinal photocoagulation^{19,20} and venous occlusion in the greater saphenous vein^{9,21} as well as hemostasis of the gingiva in several types of oral soft tissue surgeries.²² Although a split-mouth design was not employed in this study, our results obtained from healthy individuals have demonstrated a significant reduction of bleeding time when diode laser was applied. Remarkably, the use of subthreshold micropulse diode laser resulted in retinal photocoagulation without damage of epithelium.²⁰ Although not investigated in this study, the mechanism diode laser employs for photocoagulating the blood is thought to be via the energy absorption of the irradiated tissue in which hemoglobin, acting as a chromophore absorbing laser energy, is constituted.⁹ It is also possible that photocoagulation of the alveolar socket induced by diode laser is mediated by local steam bubble formation resulting in an indirect thermal change²³. This phenomenon might lead to the generation of focal thrombosis that could result in the occlusion of superficial blood clot over the extraction wound. For better understanding of the use of diode laser, a precise mechanism by which local blood coagulation is mediated hence warrants further investigation.

Spontaneous bleeding from the alveolar socket and post-operative pain are the two most common complications after tooth extraction especially in third molars.^{24,25} Even though the utilization of diode laser for post-operative pain relief was not our primary focus of the study, it is possible that the long duration of tissue numbness after inferior alveolar nerve blocking might considerably hinder an individual perception of pain, thus exercising the self assessment of post-operative pain must be very careful. Pre-operatively, all of the extracted premolars exhibited neither inflamed surrounding gingival tissues nor pulpal pathology; hence, postoperative pain resulted from tissue inflammation was not expected. One clear assumption that could be drawn from our data was

that diode laser irradiation did not provoke a significant postoperative pain throughout the follow-up period. Strikingly, several lines of evidence have demonstrated its adjunctive property for pain alleviation. Diode laser irradiation at the surgical sites was associated with reduced postoperative pain^{9,26} as well as swelling and trismus after surgical removal of lower third molar.⁸ It is worth noting that diode laser irradiation after surgical removal of lower third molar mitigated trismus and facial edema; however, extraoral laser application showed more favorable outcomes when compared to an intraoral approach.²⁷ Interestingly, an irradiation of a low-level diode laser on the tooth prior to restorative procedures rendered the tooth less sensitive to mechanical preparation.²⁸ Collectively, earlier reports have highlighted the combination of diode laser with conventional surgical methods to achieve more successful, satisfactory treatment results. Further studies are therefore required to elucidate the mechanism by which diode laser energy diminishes pain in dental patients.

Clotting problem in individuals with acquired bleeding disorders from an anticoagulation therapy remains a serious concern among dental patients. Immediate diode laser irradiation of an alveolar socket after tooth extraction seems to be beneficial in promoting focal blood coagulation as our *in vivo* coagulation was 2.74-fold more rapid when diode laser was implemented (98.5 seconds mediated by diode laser versus 270 seconds induced by a local pressure, as shown in Table 2). Our research study was conducted in healthy individuals classified as ASA class I. Although the application of diode laser in type 2 diabetes mellitus patients was reported to be safe and effective in the healing of periodontium,²⁹ it is still unclear whether diode laser irradiation has any adverse effects on tissue healing in medically compromised patients with other chronic diseases. Safety and effectiveness of its clinical use with these patients thus remains to be investigated.

Conclusion

In conclusion, we first report the efficacy of a 808-nm diode laser used for photocoagulation at the extraction socket of the tooth in this clinical trial. We found that utilization of low-intensity diode laser promoted blood coagulation in the alveolar socket after tooth extraction. In stark contrast to a natural coagulation, bleeding control time was 2.74-fold accelerated when diode laser was applied immediately over the extraction site after the tooth was removed. However, further study in larger population using split-mouth design might be necessary to confirm our findings. Moreover, an objective method for assessing the blood coagulation should be implemented for a more accurate results, as well as an anatomical contribution of each tooth or dental arch must be considered for a more reliable interpretation of the results. Our results herein suggest clinical application of diode laser in a surgical dental practice to enhance blood clot formation.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest related to this study.

Acknowledgement

This study was financially supported by Khon Kaen University Faculty of Dentistry research division and Laser in Dentistry Research Group-Khon Kaen University (LDRG-KKU). The authors thank LDRG-KKU research group for kindly providing a technical assistance of the diode laser machine. We also thank the staffs of Oral and Maxillofacial Surgery Clinic of the Faculty of Dentistry for providing necessary research facilities and equipment.

References

1. Kumbargere Nagraj S, Prashanti E, Aggarwal H, Lingappa A, Muthu MS, Kiran Kumar Krishanappa S, et al. Interventions for treating post-extraction bleeding. *Cochrane Database Syst Rev* 2018;3:CD011930.
2. Abdullah WA, Khalil H. Dental extraction in patients on warfarin treatment. *Clin Cosmet Investig Dent* 2014;6:65–9.
3. Bacci C, Maglione M, Favero L, Perini A, di Lenarda R, Berengo M, et al. Management of dental extraction in patients undergoing anticoagulant treatment. Results from a large, multicentre, prospective, case-control study. *Thromb Haemost* 2010;104(5):972–5.
4. Corcos L, Dini S, de Anna D, Marangoni O, Ferlaino E, Procacci T, et al. The immediate effects of endovenous diode 808-nm laser in the greater saphenous vein: morphologic study and clinical implications. *J Vasc Surg* 2005;41(6):1018–24; discussion 1025.
5. Lee EA. Laser-assisted gingival tissue procedures in esthetic dentistry. *Pract Proced Aesthet Dent* 2006;18(9):suppl 2-6.
6. To TN, Rabie AB, Wong RW, McGrath CP. The adjunct effectiveness of diode laser gingivectomy in maintaining periodontal health during orthodontic treatment. *Angle Orthod* 2013;83(1): 43–7.
7. Borzabadi-Farahani A. The Adjunctive Soft-Tissue Diode Laser in Orthodontics. *Compend Contin Educ Dent* 2017;38(eBook 5):e18–31.
8. Koparal M, Kucuk AO, Alan H, Asutay F, Avci M. Effects of low-level laser therapy following surgical extraction of the lower third molar with objective measurement of swelling using a three-dimensional system. *Exp Ther Med* 2018;15(4): 3820–6.

9. Sanz-Moliner JD, Nart J, Cohen RE, Ciancio SG. The effect of an 810-nm diode laser on postoperative pain and tissue response after modified Widman flap surgery: a pilot study in humans. *J Periodontol* 2013;84(2):152–8.
 10. Ureturk SE, Sarac M, Firatli S, Can SB, Guven Y, Firatli E. The effect of low-level laser therapy on tooth movement during canine distalization. *Lasers Med Sci* 2017;32(4):757–64.
 11. Doshi-Mehta G, Bhad-Patil WA. Efficacy of low-intensity laser therapy in reducing treatment time and orthodontic pain: a clinical investigation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2012;141(3):289–97.
 12. Son JH, An JH, Kim BK, Hwang IN, Park YJ, Song HJ. Effect of laser irradiation on crystalline structure of enamel surface during whitening treatment with hydrogen peroxide. *J Dent* 2012;40(11):941–8.
 13. Steinstraesser L, Wehner M, Trust G, Sorkin M, Bao D, Hirsch T, et al. Laser-mediated fixation of collagen-based scaffolds to dermal wounds. *Lasers Surg Med* 2010;42(2):141–9.
 14. Ishikawa I, Okamoto T, Morita S, Shiramizu F, Fuma Y, Ichinose S, et al. Blue-violet light emitting diode (LED) irradiation immediately controls socket bleeding following tooth extraction: clinical and electron microscopic observations. *Photomed Laser Surg* 2011;29(5):333–8.
 15. Aykol G, Baser U, Maden I, Kazak Z, Onan U, Tanrikulu-Kucuk S, et al. The effect of low-level laser therapy as an adjunct to non-surgical periodontal treatment. *J Periodontol* 2011;82(3):481–8.
 16. Qadri T, Javed F, Johannsen G, Gustafsson A. Role of diode lasers (800–980 nm) as adjuncts to scaling and root planing in the treatment of chronic periodontitis: a systematic review. *Photomed Laser Surg* 2015;33(11):568–75.
 17. Gerbi ME, Pinheiro AL, Marzola C, Limeira Junior Fde A, Ramalho LM, Ponzi EA, et al. Assessment of bone repair associated with the use of organic bovine bone and membrane irradiated at 830 nm. *Photomed Laser Surg* 2005;23(4):382–8.
 18. Gerbi M, Miranda JM, Arruda JAA, Moreno LMM, Cameiro VSM, Brasilino NC, et al. Photobiomodulation Therapy in Bone Repair Associated with Bone Morphogenetic Proteins and Guided Bone Regeneration: A Histomorphometric Study. *Photomed Laser Surg* 2018;36(11):581–8.
 19. Balles MW, Puliafito CA, D'Amico DJ, Jacobson JJ, Birngruber R. Semiconductor diode laser photocoagulation in retinal vascular disease. *Ophthalmology* 1990;97(11):1553–61.
 20. Vujosevic S, Bottega E, Casciano M, Pilotto E, Convento E, Midena E. Microperimetry and fundus autofluorescence in diabetic macular edema: subthreshold micropulse diode laser versus modified early treatment diabetic retinopathy study laser photocoagulation. *Retina* 2010;30(6):908–16.
 21. Oh CK, Jung DS, Jang HS, Kwon KS. Endovenous laser surgery of the incompetent greater saphenous vein with a 980-nm diode laser. *Dermatol Surg* 2003;29(11):1135–40.
 22. Romanos G, Nentwig GH. Diode laser (980 nm) in oral and maxillofacial surgical procedures: clinical observations based on clinical applications. *J Clin Laser Med Surg* 1999;17(5):193–7.
 23. Proebstle TM, Lehr HA, Kargl A, Espinola-Klein C, Rother W, Bethge S, et al. Endovenous treatment of the greater saphenous vein with a 940-nm diode laser: thrombotic occlusion after endoluminal thermal damage by laser-generated steam bubbles. *J Vasc Surg* 2002;35(4):729–36.
 24. Bui CH, Seldin EB, Dodson TB. Types, frequencies, and risk factors for complications after third molar extraction. *J Oral Maxillofac Surg* 2003;61(12):1379–89.
-

25. Rakhshan V. Common risk factors for postoperative pain following the extraction of wisdom teeth. J Korean Assoc Oral Maxillofac Surg 2015;41(2): 59–65.
26. Yildiz MS, Gunpinar S. Free gingival graft adjunct with low-level laser therapy: a randomized placebo-controlled parallel group study. Clin Oral Investig 2019;23(4):1845–54.
27. Aras MH, Gungormus M. Placebo-controlled randomized clinical trial of the effect two different low-level laser therapies (LLLT)--intraoral and extraoral--on trismus and facial swelling following surgical extraction of the lower third molar. Lasers Med Sci 2010;25(5):641–5.
28. Femiano F, Femiano R, Femiano L, Aresu G, Festa VM, Rullo R, et al. Effectiveness of low-level diode laser therapy on pain during cavity preparation on permanent teeth. Am J Dent 2018;31(5):267–71.
29. Chandra S, Shashikuar P. Diode laser – a novel therapeutic approach in the treatment of chronic periodontitis in type 2 diabetes mellitus patients: a prospective randomized controlled clinical trial. J Lasers Med Sci 2019;10(1):56-63.

Corresponding Author

Angkana Klangthong

Department of Oral and Maxillofacial Surgery,

Faculty of Dentistry, Khon Kaen University

Amphur Mueang, Khon Kaen, 40002.

Tel: +66 43 202 405 #45152

Fax: +66 43 202 862

E-mail: angka_nu@kku.ac.th

การห้ามเลือดด้วยไดโอดเลเซอร์ในหลุมกระดูกขา พื้นภายหลังการถอนฟัน: การศึกษานำร่อง

อังคณา คลังทอง* ศจี ลัดยุดม **, ญัฐพงษ์ กันตรัง ***, **** วรชรัตน์ ประสงค์วรานนท์***** ลภภัทธ ฐนเทพ*****

บทคัดย่อ

ไดโอดเลเซอร์ได้รับการกล่าวถึงประโยชน์สำหรับนำมาใช้ในการผ่าตัดเนื้อเยื่ออ่อนมานานหลายทศวรรษและได้รับการรายงานถึงความสำเร็จของผลลัพธ์จากการรักษา การศึกษานี้จึงมุ่งเป้าไปที่การตรวจสอบผลเสริมจากการใช้ไดโอดเลเซอร์ต่อการแข็งตัวของเลือดในกระดูกขาพื้นหลังการถอนฟัน บุคคลที่มีสุขภาพดี 12 คนที่ต้องการการถอนฟันกรามน้อยเพื่อวัตถุประสงค์ในการจัดฟันได้รับการสุ่ม กลุ่มควบคุม (N = 6) ต้องใช้เทคนิคการกดด้วยผ้าก๊อชเพื่อยุติเลือดออกหลังการถอนฟัน ในขณะที่กลุ่มทดลอง (N = 6) ได้รับการฉายด้วยไดโอดเลเซอร์ (808 นาโนเมตร 0.5 วัตต์ช่วงเวลา 5 วินาที) 1 เซนติเมตรเหนือแผลถอนฟันจนกว่าเลือดจะหยุด ระยะเวลาการไหลของเลือดระหว่างสองกลุ่มถูกนำมาเปรียบเทียบโดยใช้สถิติแมนนิตนียู (Mann Whitney U-test) ข้อมูลของการศึกษาพบว่าระยะเวลาการไหลของเลือดลดลง 2.74 เท่าเมื่อใช้ไดโอดเลเซอร์ร่วมในการรักษา การห้ามเลือดด้วยไดโอดเลเซอร์ช่วยเร่งการแข็งตัวของเลือดได้อย่างมีนัยสำคัญ การศึกษานี้แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของการใช้ไดโอดเลเซอร์เสริมภายหลังการถอนฟันแบบดั้งเดิมในการส่งเสริมการแข็งตัวของเลือดที่แผลถอนฟัน

คำใช้รหัส: ไดโอดเลเซอร์/ การถอนฟัน/ การห้ามเลือด/ ภาวะเลือดออกจากระดูกขาพื้นหลังถอนฟัน

ผู้รับผิดชอบบทความ

อังคณา คลังทอง

สาขาวิชาศัลยศาสตร์ช่องปาก และแม็กซิลโลเฟเชียล

คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40002

โทรศัพท์: 043 202 405 #45152

โทรสาร: 043 202 862

จดหมายอิเล็กทรอนิกส์: angka_nu@kku.ac.th

* สาขาวิชาศัลยศาสตร์ช่องปากและแม็กซิลโลเฟเชียล คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น

** กลุ่มวิจัยเลเซอร์วิทยาทางทันตแพทยศาสตร์ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น

*** สาขาวิชาทันตกรรมบูรณะ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น

**** กลุ่มวิจัยโรคข้อและรื้อรังของช่องปากและโรคทางระบบที่เกี่ยวข้องกับสุขภาพช่องปาก คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น

***** โรงพยาบาลทันตกรรม คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น

***** แผนกทันตกรรม โรงพยาบาลโป่งน้ำร้อน อำเภอโป่งน้ำร้อน จังหวัดจันทบุรี

รายงานผู้ป่วยเรื่องการรักษาความรู้สึกลดผิดปกติ และ ไม่สบายของเส้นประสาทอินฟีเรียแอลวีโอลาร์หลังผ่า ฟันคุดล่างด้วยเลเซอร์ความเข้มต่ำ

รินรดา พานิชยพิเชษฐ์* ศจี สัตยุดม***

บทคัดย่อ

ความรู้สึกลดผิดปกติและไม่สบายในโครงสร้างที่เลี้ยงด้วยเส้นประสาทอินฟีเรียแอลวีโอลาร์หลังผ่าฟันคุดล่าง มีรายงานว่าเกิดได้ประมาณร้อยละ 1.3-7.8 โดยส่วนใหญ่การบาดเจ็บของเส้นประสาทจะส่งผลให้เกิดความผิดปกติแบบชั่วคราว แต่อย่างไรก็ตาม มีผู้ป่วยบางส่วนเกิดความผิดปกติอย่างถาวร ซึ่งรบกวนต่อ
กระทบคุณภาพชีวิตของผู้ป่วยในระยะยาว ปัจจุบันการรักษาความรู้สึกลดผิดปกติและไม่สบายในโครงสร้างที่เลี้ยงด้วยเส้นประสาทอินฟีเรียแอลวีโอลาร์หลังผ่าฟันคุด
ล่างมีหลายแนวทาง ได้แก่ การใช้ยา การใช้วิธีทางจิตวิทยา การผ่าตัดซ่อมแซม และการใช้เลเซอร์ความเข้มต่ำ บทความนี้นำเสนอรายงานกรณีศึกษาผู้ป่วยที่ใช้
เลเซอร์ความเข้มต่ำในการรักษาความรู้สึกลดผิดปกติและไม่สบายที่บริเวณริมฝีปากล่างซ้าย เนื้อเยื่อในตำแหน่งแก้มในช่องปากบริเวณฟันหน้าซ้ายล่างถึงฟันกรามน้อยซ้าย
ล่างซี่ที่สอง (ฟันซี่ 31 ถึง 35) และผิวหนังทางด้านซ้ายของคาง ภายหลังการผ่าฟันกรามคุดล่างที่มีอายุการมานาน 2 ปี โดยใช้เลเซอร์ความยาวคลื่น 635 นาโน
เมตร บริเวณในช่องปาก และ 980 นาโนเมตร บริเวณนอกช่องปากจำนวน 4 ครั้ง ผลการรักษาพบว่า ผู้ป่วยรับรู้ความรู้สึกสัมผัส ความรู้สึกเจ็บเมื่อสัมผัส สามารถ
แยกแยะทางระหว่าง 2 จุดได้ดีขึ้น และผู้ป่วยมีความพึงพอใจต่อผลการรักษา

คำชี้แจง: เส้นประสาท/ เส้นประสาทอินฟีเรียแอลวีโอลาร์/ เลเซอร์ความเข้มต่ำ/ไดโอดเลเซอร์/ ฟันคุด

Received: Aug 25, 2021

Revised: Jun 24, 2022

Accepted: Jul 18, 2022

บทนำ

ฟันกรามคุดล่างซี่สุดท้ายมีตำแหน่งสัมพันธ์กับ
เส้นประสาทอินฟีเรียแอลวีโอลาร์ (Inferior alveolar nerve)
เส้นประสาทลิ้นกาว (Lingual nerve) เส้นประสาทไมโลไฮออย
(Mylohyoid nerve) และเส้นประสาทบักคัล (Buccal nerve)
ฉะนั้น การทำศัลยกรรมผ่าฟันคุดมีโอกาสก่อให้เกิดการ
บาดเจ็บต่ออินฟีเรียแอลวีโอลาร์ หรือเส้นประสาทลิ้นกาว จาก
การศึกษาของ Loescher และคณะ¹ ในปีค.ศ. 2003 พบว่า
การบาดเจ็บต่อเส้นประสาทอินฟีเรียแอลวีโอลาร์หลังผ่าฟัน
กรามคุดล่างมีรายงานว่าเกิดได้ประมาณร้อยละ 1.3-7.8 โดย
ส่วนใหญ่ส่งผลให้เกิดความผิดปกติแบบชั่วคราว มีความรู้สึก
กลับคืนมาเป็นปกติได้ภายในระยะเวลาหลายสัปดาห์ หรือ
หลายเดือน และผู้ป่วยน้อยกว่าร้อยละ 1 มีความผิดปกติของ
ความรู้สึกลดอย่างถาวร ซึ่งส่งผลกระทบต่อคุณภาพชีวิตของผู้ป่วยใน
ระยะยาว

การบาดเจ็บต่อเส้นประสาทอินฟีเรียแอลวีโอลาร์
หลังการผ่าฟันคุด สามารถแบ่งโดยใช้กลไกที่เป็นสาเหตุ ได้แก่
แรงอัด (Compression injury) แรงดึง (Stretch injury) และ
การขาดของเส้นประสาทอย่างสมบูรณ์ (Complete rupture

of nerve trunk) ทั้งนี้แรงอัดเป็นสาเหตุที่พบได้บ่อยที่สุด โดย
เกิดจากขั้นตอนการถอนฟันที่ใช้เครื่องมือจัดฟัน (Dental
elevator) โยกหรือจัดฟันคุดที่มีรากใกล้กับเส้นประสาท
อินฟีเรียแอลวีโอลาร์ หรือในขั้นตอนการเคาะราก ซึ่งส่งผลให้
รากฟันกดทับเส้นประสาท ทำให้เกิดการขัดขวางของการส่ง
กระแสประสาทชั่วคราว แต่หากมีแรงอัดอย่างรุนแรงจะทำให้
แอกซอน (Axon) ฉีกขาดได้²

การแบ่งระดับการบาดเจ็บของเส้นประสาทในปัจจุบัน
สำหรับงานศัลยกรรมช่องปากและแม็กซิลโลเฟเชียล อ้างอิงตาม
เกณฑ์ของ Seddon หรือ Sunderland โดยทั้ง 2 เกณฑ์ ใช้ระดับ
ความรุนแรงของการขาดของเส้นประสาทในการจัดกลุ่ม เกณฑ์ของ
Seddon แบ่งเป็น Neurapraxia, Axonotmesis และ Neurotmesis
ส่วนเกณฑ์ของ Sunderland แบ่งการบาดเจ็บเป็นระดับ ตั้งแต่
ระดับที่หนึ่งจนถึงระดับที่ห้า (First-fifth degree injury) โดย
Neurapraxia จะเทียบได้กับการบาดเจ็บระดับที่หนึ่ง เป็นการ
บาดเจ็บของเส้นประสาทที่ไม่มีการฉีกขาดของแอกซอน
Axonotmesis เทียบได้กับการบาดเจ็บระดับที่สองถึงสี่ ซึ่งเป็น
การบาดเจ็บของเส้นประสาทที่มีการฉีกขาดของแอกซอน แต่

* วิทยาลัยการสาธารณสุขสิรินธร อุบลราชธานี อำเภอรินจันราบ จังหวัดอุบลราชธานี

** สาขาวิชาศัลยศาสตร์ช่องปากและแม็กซิลโลเฟเชียล คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น

*** กลุ่มวิจัยเลเซอร์วิทยาทางทันตแพทยศาสตร์ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น

เส้นประสาทไม่ได้ขาดออกจากกันทั้งหมด ส่วน Neurotmesis เทียบได้กับการบาดเจ็บระดับที่ห้า ซึ่งเส้นประสาทขาดออกจากกันอย่างชัดเจน²

อย่างไรก็ตาม การวินิจฉัยการบาดเจ็บของเส้นประสาทอาจต้องประเมินระยะเวลาที่ผู้ป่วยกลับมามีความรู้สึกปกติร่วมด้วย เพราะในทางปฏิบัติไม่ได้เข้าไปสำรวจระดับการบาดเจ็บของเส้นประสาทโดยตรง จึงมีการศึกษาซึ่งอนุมานได้ว่า หากอาการที่เกิดขึ้นหายภายใน 3 เดือน การบาดเจ็บจะอยู่ในระดับแรก (First degree injury) หรือระดับที่ 2 (Second degree injury) หากอาการหายได้ภายใน 6 เดือน อาจเกิดจากการบาดเจ็บระดับที่สาม (Third degree injury) และหากอาการไม่หายภายใน 1 ปี อาจเกิดจากการบาดเจ็บระดับที่ 4 (Fourth degree injury) ซึ่งการบาดเจ็บในระดับนี้มีแนวโน้มที่ผู้ป่วยจะมีการเปลี่ยนแปลงความรู้สึกตลอดไป และมีโอกาสน้อยที่จะสามารถรักษาให้หายได้ไม่ว่าจะใช้วิธีผ่าตัด หรือไม่ผ่าตัดก็ตาม³

การตรวจเพื่อติดตามผลการเปลี่ยนแปลงความรู้สึกของเส้นประสาท ประกอบด้วย การทดสอบแบบอัตนัย (Subjective test) ซึ่งโดยส่วนใหญ่ใช้วิธีวล อนุาล็อก สเกลส์ (Visual analog scale) และการทดสอบแบบปรนัย (Objective test) ได้แก่

1. การรู้สึกสัมผัส (Light touch sensation) สามารถทำได้โดยใช้สำลี หรือ Von frey hairs สัมผัสที่ผิวหนังหรือเยื่อช่องปาก ในกรณีที่ใช้ Von frey hairs จะบันทึกค่าเส้นผ่านศูนย์กลางที่เล็กที่สุดที่ทำให้ผู้ป่วยรู้สึกได้
2. ความรู้สึกเจ็บเมื่อเข็มทิ่ม (Pin prick sensation) สามารถตรวจโดยใช้เครื่องมือวัดร่องลึกปริทันต์ (Dental probe) หรือเครื่องมือตรวจฟัน (Explorer) โดยให้ผู้ป่วยบอกแยะระหว่างความรู้สึกแหลมและทื่อ
3. การแยะระหว่าง 2 จุด (Two-point discrimination) สามารถทำได้โดยใช้เครื่องมือวัดร่องลึกปริทันต์หรือปากคิบ (Forceps) ให้มีความห่างของปลายทั้ง 2 ฝั่งในระยะ 2 ถึง 20 มิลลิเมตร โดยให้ผู้ป่วยแยะว่าเป็นจุดเดียวหรือ 2 จุด และใช้ค่าที่น้อยที่สุดที่ผู้ป่วยสามารถบอกได้ว่าเป็น 2 จุดในการบันทึก ในแต่ละบริเวณของใบหน้าจะมีความไวต่อการแยะจุด 2 จุดต่างกัน ทั้งนี้ที่ลิ้นจะมีค่าประมาณ 2 ถึง 4 มิลลิเมตร และที่ผิวหนังจะมีค่า 8 ถึง 10 มิลลิเมตร¹

โดยทดสอบเปรียบเทียบกับอีกซีกหนึ่งของขากรรไกรที่ไม่ได้เกิดการบาดเจ็บ การทดสอบควรทำในห้องเงียบ และให้ผู้ป่วยปิดตาเพื่อลดอคติจากการทดสอบ รวมถึงควรทดสอบ

ครั้งแรกภายใน 2 สัปดาห์หลังเกิดการบาดเจ็บเพื่อเป็นข้อมูลอ้างอิง

ในปัจจุบันแนวทางการรักษาการบาดเจ็บต่อเส้นประสาทจากการผ่าฟันกรามคุดล่าง สามารถแบ่งออกเป็นหลัก 2 แนวทาง ได้แก่ การรักษาโดยไม่ผ่าตัด อาทิ การใช้ยา (Medications) การใช้วิธีทางจิตวิทยา (Psychological treatment) การผ่าตัดซ่อมแซม (Surgical repair) และการใช้เลเซอร์ความเข้มต่ำ (Low intensity laser) หรืออีกแนวทางหนึ่งคือการรักษาโดยการผ่าตัด เพื่อทำการเชื่อมต่อเส้นประสาท^{2,4} ทุกแนวทางที่กล่าวมาล้วนเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพในการใช้รักษาการบาดเจ็บของเส้นประสาท แต่อย่างไรก็ตามยังไม่มีข้อสรุปถึงวิธีที่ดีที่สุด⁴

สำหรับการรักษาด้วยการใช้ยา มีการนำยาที่ใช้ทางระบบ (Systemic medication) เช่น ยาในกลุ่มสเตียรอยด์ (Corticosteroids) ยาต้านอักเสบชนิดไม่ใช้สเตียรอยด์ (Non-steroidal anti-inflammatory drugs (NSAIDs)) ยาต้านซึมเศร้า (Antidepressants) ยาแก้ปวดชนิดเสพติด (Narcotic analgesics) และยากันชัก (Anticonvulsants) และการใช้ยาเฉพาะที่ (Local medication) เช่น ยาชาเฉพาะที่ชนิดทาพื้นผิว 5% EMLA CREAM (EMLA) ครีมแคพไซซิน (Capsaicin cream) หรือยาทาแก้ปวดเฉพาะที่ที่ใช้ในการรักษาอาการความรู้สึกผิดปกติที่เกิดจากการบาดเจ็บของเส้นประสาท ซึ่งหากเป็นการใช้ยาทางระบบ จะต้องคำนึงถึงผลข้างเคียง เช่น ฤทธิ์สงบประสาทอาจส่งผลบรรเทาอาการได้เท่ากับการเกิดอาการมึนงง ในปัจจุบันยาที่ได้รับการยอมรับว่าเป็นยาลำดับแรก (First line drug) สำหรับอาการความรู้สึกผิดปกติอันเนื่องมาจากการบาดเจ็บของเส้นประสาท ได้แก่ Gabapentin (ยาในกลุ่ม Anticonvulsants)² ส่วนการรักษาโดยใช้วิธีการผ่าตัด แบ่งออกเป็นหลายแนวทาง เช่น External neurolysis, Internal neurolysis, Neurorrhaphy, Neuroma excision หรือ Autologous nerve grafting⁵ อย่างไรก็ตามยังไม่มีข้อสรุปที่ชัดเจนของผลจากการรักษาด้วยยา และการผ่าตัดทั้งในเรื่องประสิทธิภาพและความไม่สบายที่อาจเกิดขึ้นจากการรักษา⁶ การรักษาด้วยเลเซอร์ความเข้มต่ำจึงเป็นการรักษาที่ได้รับความนิยมมากขึ้นในปัจจุบัน เนื่องจากเป็นวิธีที่ไม่ก่อให้เกิดการบาดเจ็บหรือความเจ็บปวด ไม่ก่อผลข้างเคียง และมีหลักฐานงานวิจัยที่อ้างอิงได้ว่าให้ผลการรักษาที่น่าพึงพอใจ แม้ใช้ในผู้ป่วยที่มีอาการความผิดปกติของความรู้สึกจากการบาดเจ็บของเส้นประสาทเป็นระยะเวลามากกว่า 6 เดือน⁴

เลเซอร์ความเข้มต่ำ ได้รับการนำมาใช้เพื่อช่วยควบคุมสมดุลของร่างกายจากการที่มีปฏิกิริยา Photobiomodulation

ภายในเซลล์⁷ เลเซอร์ชนิดนี้มีข้อดีคือไม่ก่อให้เกิดการบาดเจ็บแก่เนื้อเยื่อ ความยาวคลื่นของเลเซอร์ที่ใช้สำหรับเลเซอร์ความเข้มต่ำ อยู่ในช่วงตั้งแต่แสงสีแดง (Red light) ถึงช่วงแสงอินฟราเรด (Infrared light) กล่าวคือ มีความยาวคลื่นในช่วง 600 ถึง 1000 นาโนเมตร และมีพลังงานในช่วง 50 ถึง 500 มิลลิวัตต์ ทั้งนี้การรักษาจะต้องมีความต่อเนื่องมากกว่าหนึ่งครั้ง⁸

จากการทบทวนวรรณกรรม โดยอ้างอิงจากการทบทวนอย่างเป็นระบบ (Systematic review) ที่ศึกษา โดย Leung และคณะ⁹ พบว่า มีงานวิจัยทางคลินิกที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับการใช้เลเซอร์ความเข้มต่ำชนิดไดโอดเพื่อส่งเสริมการหายของเส้นประสาทที่ได้รับบาดเจ็บหลังผ่าตัดช่องปากจำนวน 5 งานวิจัย ตามที่ได้นำมารวบรวมไว้ (ตารางที่ 1) กล่าวคือ เลเซอร์ความเข้มต่ำที่ใช้ มีความยาวคลื่นในช่วง 800 ถึง 900 นาโนเมตร ปล่อยแสงแบบต่อเนื่อง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของโพรบมีขนาดแตกต่างกันตั้งแต่ 2 มิลลิเมตร ถึง 8 มิลลิเมตร บริเวณที่ฉายเลเซอร์มีทั้งบริเวณในช่องปากและนอกปาก ฉายแบบสัมผัส (Contact mode) โดยฉายในบริเวณที่มีความรู้สึกเปลี่ยนแปลงไปจากปกติ จำนวนครั้งและความถี่ของการฉายเลเซอร์มีความหลากหลายคือวันเว้นวัน หรือ 1 ครั้งต่อสัปดาห์ และฉายติดต่อกัน 7 ถึง 20 ครั้ง และวัดผลการรักษาโดยใช้มาตรวัดต่างๆ ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงความรู้สึกของผู้ป่วยโดยใช้วิธี Visual Analogue Scale¹⁰⁻¹⁴ การรับรู้สัมผัสเบา¹¹⁻¹³ ความรู้สึกเจ็บเมื่อทดสอบด้วยเข็มทิ่ม¹⁴ การแยกกระหว่าง 2 จุด¹²⁻¹⁴ และการรับรู้การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ (Thermal sensation)^{11,14} ผลการวิจัยทางคลินิกของการศึกษาทั้งหมดที่กล่าวมาข้างต้น พบว่า อาการของผู้ป่วยดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับกลุ่มที่ไม่ได้รับเลเซอร์ในการรักษา¹⁰⁻¹⁴ มี การวิจัยของ Wang และคณะ ซึ่งศึกษาเปรียบเทียบ การตอบสนองต่อการรักษาด้วยเลเซอร์ระหว่างกลุ่มที่มีการรับรู้ความรู้สึกเปลี่ยนแปลงน้อยกว่า 6 เดือน และมากกว่า 6 เดือน พบว่า กลุ่มที่มีอาการน้อยกว่า 6 เดือนตอบสนองต่อการรักษาดีกว่ากลุ่มที่มีอาการมากกว่า 6 เดือน¹⁴

จากการทบทวนวรรณกรรมทั้งที่กล่าวมาแล้ว การใช้เลเซอร์ความเข้มต่ำเพื่อช่วยบรรเทาความรู้สึกที่เปลี่ยนแปลงหลังจากการผ่าตัดฟันกรามคุดล่างโดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีที่มีอาการมาเป็นระยะมากกว่า 6 เดือน จึงเป็นการรักษาที่น่าสนใจ และจะก่อประโยชน์ต่อการพัฒนาวิธีการรักษาในกรณีผู้ป่วยที่มีลักษณะใกล้เคียงกัน ซึ่งในปัจจุบันยังไม่มีวิธีการรักษาใดที่มีหลักฐานเชิงประจักษ์ชัดเจนว่าประสิทธิภาพสูงสุด รายงานผู้ป่วยนี้ จึงนำเสนอแนวทางการรักษา และผลการรักษาผู้ป่วยที่

มีอาการรับรู้ความรู้สึกเปลี่ยนแปลงหลังจากการผ่าตัดฟันกรามคุดล่าง ที่มีอาการนานกว่า 2 ปีด้วยวิธีการใช้เลเซอร์ความเข้มต่ำแบบผสมผสานสองความยาวคลื่น พร้อมทั้งการประเมินผลการรักษา และการวิเคราะห์ปัจจัยต่างๆ ที่ส่งผลต่อการรักษา

รายงานผู้ป่วย

ข้อมูลที่ปรากฏต่อไปนี้เป็นการรวบรวมข้อมูลและศึกษาวิเคราะห์จากเวชระเบียนผู้ป่วย ซึ่งได้ให้คำยินยอมให้ศึกษาข้อมูลเพื่อประโยชน์ทางการแพทย์ และการจัดทำรายงานผู้ป่วยนี้ได้รับความเห็นชอบจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น เลขที่โครงการ HE64207

ข้อมูลทั่วไป และประวัติการเจ็บป่วยที่สำคัญ

ผู้ป่วยหญิงไทย อายุ 33 ปี ถูกส่งตัวจากโรงพยาบาลชุมชนหลังผ่าตัดฟันกรามคุดล่างซ้ายล่างมา 1 สัปดาห์ โดยให้ประวัติว่ามีรากฟันเหลืออยู่ ทันตแพทย์ผู้ให้การรักษาระบุว่าขณะพยายามนำรากฟันออกพบว่ามีเลือดออกมาก สงสัยว่าอาจโดนเส้นเลือดและเส้นประสาท จำเป็นต้องหยุดทำหัตถการ แล้วใส่สารห้ามเลือด เย็บแผล และส่งตัวผู้ป่วยมาเพื่อทำการรักษาที่เหมาะสมที่คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ประวัติการเจ็บป่วย และผลการตรวจร่างกายผู้ป่วยพบว่า ผู้ป่วยมีอาการขาที่ริมฝีปากล่าง คาง และแก้มด้านซ้าย ตั้งแต่หลังทำหัตถการ ทันตแพทย์ผู้ให้การรักษาที่คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จึงได้ผ่าตัดนำรากฟันที่เหลือค้างในเบ้าฟันออกมา จากรายงานในเวชระเบียนบันทึกว่าขณะทำหัตถการมีการเผยผิวของเส้นประสาทอินฟีเรียลลอร์ มีเลือดออกมาก จึงต้องใส่สารห้ามเลือดและเย็บแผลยาที่ได้รับหลังผ่าตัดนำรากฟันออก ได้แก่ ยาปฏิชีวนะ คือยา Amoxicillin ขนาด 500 มิลลิกรัม ยาแก้ปวด คือยา Ibuprofen ขนาด 400 มิลลิกรัม และวิตามินบีรวม ขนาด 1000 มิลลิกรัม ทานวันละ 3 ครั้งหลังอาหารเป็นระยะเวลา 1 สัปดาห์ และให้ผู้ป่วยนัดตัดไหมและติดตามผลการรักษาหลังผ่าตัด 1 สัปดาห์

ภายหลังการติดตามผลการรักษาเป็นระยะเวลา 1 สัปดาห์ 1 เดือน และ 2 เดือน จากการสอบถามผู้ป่วยพบว่าผู้ป่วยยังมีอาการขาบริเวณริมฝีปากและคางด้านซ้าย แต่อาการลดลงตามลำดับ โดยมีอาการขาแดงเหลือร้อยละ 50 หลังนำรากฟันออก 1 เดือน และร้อยละ 20 หลังนำรากฟันออก 2 เดือน ตามลำดับ หลังจากนั้นผู้ป่วยได้ปฏิเสธการมาติดตามผลการรักษาต่อ เนื่องจากไม่สะดวกในการเดินทาง

ผู้ป่วยได้กลับมาขอรับการรักษาที่คณะทันตแพทยศาสตร์ 2 ปีหลังจากติดตามผลการรักษาล่าสุด โดยมีสาเหตุหลักจากอาการเจ็บแปล็บบริเวณริมฝีปากซ้าย รวมถึงยังมีอาการชาที่ริมฝีปากและคางด้านซ้ายภายหลังการผ่าฟันคุดล่างซ้ายเท่ากับหลังติดตามอาการครั้งสุดท้ายเมื่อ 2 ปีที่แล้ว ทันตแพทย์ผู้ตรวจรักษาจึงได้ตรวจร่างกายเพิ่มเติม ได้ผลดังนี้

ความรู้สึกเจ็บเมื่อทดสอบด้วยเข็มทิ่ม ความรู้สึกไวต่อสิ่งกระตุ้นน้อยกว่าปกติ ที่บริเวณริมฝีปากล่างซ้าย และเนื้อเยื่อในคางด้านแก้มในช่องปากบริเวณฟันหน้าซ้ายล่างถึงฟันกรามน้อยซ้ายล่างซี่ที่สอง (ฟันซี่ 31 ถึง 35) และความรู้สึกไวต่อสิ่งกระตุ้นมากกว่าปกติ (Hyperesthesia) ที่ผิวหนังบริเวณด้านซ้ายของคาง ทั้งนี้โดยเทียบกับด้านขวาซึ่งการรับรู้เป็นปกติ

การรับรู้สัมผัสเบา ความรู้สึกรับรู้สัมผัสเบาลดลง (Hyposensation) ที่บริเวณริมฝีปากล่างด้านซ้าย และเนื้อเยื่อในคางด้านแก้มในช่องปากบริเวณฟันหน้าซ้ายล่างถึงฟันกรามน้อยซ้ายล่างซี่ที่สอง (ฟันซี่ 31 ถึง 35) และรู้สึกปวดจากสิ่งกระตุ้นซึ่งปกติไม่ทำให้ปวด (Allodynia) ที่ผิวหนังบริเวณด้านซ้ายของคาง ทั้งนี้โดยเทียบกับด้านขวาซึ่งการรับรู้เป็นปกติ

การแยกแยะ 2 จุด บริเวณด้านขวาของคางที่การรับรู้เป็นปกติวัดระยะได้ 0.8 เซนติเมตร ขณะที่ผิวหนังบริเวณด้านซ้ายของคางวัดระยะห่างระหว่าง 2 จุดได้ 2 เซนติเมตร

การวินิจฉัย

จากผลการตรวจดังกล่าว จึงให้การวินิจฉัยว่าผู้ป่วยมีความรู้สึกผิดปกติและไม่สบายในส่วนที่เป็น (Dysesthesia) บริเวณริมฝีปากล่างซ้าย เนื้อเยื่อในคางด้านแก้มในช่องปากบริเวณฟันหน้าซ้ายล่างถึงฟันกรามน้อยซ้ายล่างซี่ที่สอง (ฟันซี่ 31 ถึง 35) และด้านซ้ายของคาง

การรักษาโดยใช้เลเซอร์ความเข้มต่ำ เมื่อประมวลประวัติและการตรวจร่างกายของผู้ป่วย พบว่า อาการความรู้สึกผิดปกติและไม่สบายในส่วนที่เป็นของผู้ป่วยเกิดจากการบาดเจ็บต่อเส้นประสาทอินฟีเรียแอลวีโอลาร์ภายหลังการผ่าฟันกรามคุดล่าง ซึ่งแนวทางการรักษาการบาดเจ็บของเส้นประสาทมีหลายแนวทางดังที่ได้กล่าวไปข้างต้น เมื่อให้ข้อมูลการรักษาวิธีต่างๆแก่ผู้ป่วยแล้ว ผู้ป่วยขอเลือกการรักษาด้วยเลเซอร์ เนื่องจากเคยรับประทานวิตามินบีรวมแล้วไม่ได้ผลร่วมกับไม่อยากรักษาด้วยการรับประทานยาชนิดอื่นๆ หรือการผ่าตัด โดยให้เหตุผลว่าไม่ต้องการรับความเสี่ยงกับผลข้างเคียงที่อาจเกิดขึ้นจากวิธีอื่นๆ

การรักษาโดยใช้เลเซอร์ มีรายละเอียดของการปรับตั้งตามที่ยกไว้เฉพาะในเวชระเบียน ดังต่อไปนี้

1. เลเซอร์ความเข้มต่ำชนิดไดโอด ความยาวคลื่น 980 นาโนเมตร กำลัง 0.5 วัตต์ ความเข้มพลังงาน 10 จูลต่อตารางเซนติเมตร ระยะเวลา 20 วินาที ปลดปล่อยแสงแบบต่อเนื่อง (Continuous wave) ผ่านใยแก้วนำแสงสู่แท่งแก้วกระจายแสง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 เซนติเมตร ฉายบริเวณนอกช่องปากโดยสัมผัสที่ผิวหนังบริเวณคาง และริมฝีปากล่างด้านซ้าย

2. เลเซอร์ความเข้มต่ำชนิดไดโอด ความยาวคลื่น 635 นาโนเมตร กำลัง 0.2 วัตต์ ความเข้มพลังงาน 10 จูลต่อตารางเซนติเมตร ระยะเวลา 50 วินาที ปลดปล่อยแสงแบบต่อเนื่อง ใยแก้วนำแสงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 มิลลิเมตร ฉายบริเวณในช่องปาก โดยสัมผัสที่เนื้อเยื่อบริเวณสามเหลี่ยมของเหงือกที่อยู่หลังฟันกรามซี่สุดท้าย (Retromolar area) และเหงือกด้านแก้มเหนือรูเปิดของเส้นประสาทเมนทัลด้านซ้าย (Mental area) ให้การรักษาด้วยเลเซอร์ความเข้มต่ำ รวมทั้งหมด 4 ครั้ง โดยครั้งแรก ครั้งที่ 2 และครั้งที่ 3 ห่างกันครั้งละ 2 สัปดาห์ ส่วนครั้งที่ 3 และครั้งที่ 4 ห่างกัน 1 เดือน ตามรายละเอียดระยะเวลาที่ได้แสดงไว้ในผลการรักษา

ผล

จากบันทึกในเวชระเบียน หลังผู้ป่วยได้รับการรักษาด้วยเลเซอร์ความเข้มต่ำชนิดไดโอดในสัปดาห์ที่ 2 และสัปดาห์ที่ 4 พบว่า อาการโดยรวมของผู้ป่วยดีขึ้นตั้งแต่ครั้งแรกที่ได้รับการรักษา โดยอาการความรู้สึกลดลง ที่บริเวณริมฝีปากล่างซ้าย และเนื้อเยื่อในคางด้านแก้มในช่องปากบริเวณฟันหน้าซ้ายล่างถึงฟันกรามน้อยซ้ายล่าง และอาการไวต่อสิ่งกระตุ้นมากกว่าปกติ หรืออาการปวดจากสิ่งกระตุ้นซึ่งปกติไม่ทำให้ปวดที่บริเวณด้านซ้ายของคางลดลงอย่างชัดเจน

หลังการรักษาครั้งที่ 2 พบว่า อาการความรู้สึกลดลงหรืออาการชา มีเหลือเพียงร้อยละ 20 ไม่มีอาการความรู้สึกไวต่อสิ่งกระตุ้นมากกว่าปกติ หรืออาการปวดจากสิ่งกระตุ้นซึ่งปกติไม่ทำให้ปวดที่บริเวณด้านซ้ายของคางหลงเหลืออยู่ หลังให้การรักษาครั้งที่ 3 พบว่า อาการของผู้ป่วยค่อนข้างคงที่จึงให้การรักษาด้วยเลเซอร์อีกครั้ง นัดติดตามผลการรักษาห่างขึ้นเป็น 1 เดือน และหลังการรักษาครั้งที่ 4 ผู้ป่วยแจ้งว่ามีอาการคงที่เท่าเดิม จึงได้ทำการประเมินผลการรับรู้ความรู้สึก ซึ่งผลการรักษาทางคลินิกเปรียบเทียบกับก่อนการรักษา (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 1 วิจัยทางคลินิกเกี่ยวกับการใช้เลเซอร์ความเข้มต่ำชนิดไดโอดในการส่งเสริมการหายของเส้นประสาทที่ได้รับบาดเจ็บหลังผ่าตัดฟันคุดล่าง

Table 1 Clinical study of low intensity laser therapy for remission of nerve injury after surgical removal of lower third molar

Authors	Publication (Year)	Type of nerve injury	Treatment regimens	Probe diameter	Sessions	Clinical assessment tools	Treatment outcome
Midamba et al	1993	Paresthesia	GaAlAs diode laser 830 nm, 70 mW, continuous wave, Dose 6 J/cm ²	-	10 and 20 sessions	VAS	Significant: VAS
Khuller et al	1996	Paresthesia (more than 6 months)	GaAlAs diode laser 820 nm, 70 mW, continuous wave, Dose 6 J/cm ²	8 mm	20 sessions	VAS Light touch sensation Thermal sensation	Significant: VAS, light touch sensation (no clinical improvement for thermal sensation)
Ozen et al	2006	Paresthesia Dysesthesia (more than 1 year)	GaAlAs diode laser 820 nm, 70 mW, continuous wave, Dose 6 J/cm ²	5 mm	20 sessions (Every other day/ 3 times a week)	VAS Brush stroke Two-point discrimination	Significant: VAS, brush stroke (clinical improvement in all parameters)
Pol et al	2016	Paresthesia (less than 6 months vs more than 6 months)	GaAlAs diode laser 904 nm, 50 mW, continuous wave	8 mm	10 sessions (Once a week)	VAS Light touch sensation Thermal sensation Pin prick sensation Two-point discrimination	Significant: VAS (clinical improvement in all parameters)
Wang et al	2019	Paresthesia	GaAlAs diode laser 808 nm, 50 mW, continuous wave, Dose 3 J/cm ²	2 mm	7 sessions (Every other day)	VAS Light touch sensation Two-point discrimination	Significant: VAS, light touch, two-point discrimination

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบการตรวจทางคลินิกก่อน และหลังการรักษาด้วยเลเซอร์ความเข้มต่ำ

Table 2 Comparison of clinical assessment of sensation between before and after treatment with low intensity laser therapy

	Before treatment	After treatment
Pin prick sensation	- Hypoesthesia at left lower lip and labial mucosa (area 31-35) - Hyperesthesia at left chin	Hypoesthesia at left lower lip, labial mucosa and chin (area 32-34)
Light touch sensation	- Hyposensation at left lower lip and labial mucosa (area 31-35) - Allodynia at left chin	Hyposensation at left lower lip, labial mucosa and chin (area 32-34)
Two-point discrimination	- Control at right lip 0.8 cm. - Left lower lip and chin 2 cm.	- Control at right lip 0.8 cm. - Left lower lip and chin 1 cm.

ความรู้สึกเจ็บเมื่อทดสอบด้วยเข็มทิ่ม ความรู้สึกไวต่อสิ่งกระตุ้นน้อยกว่าปกติ (Hypoesthesia) ที่บริเวณริมฝีปากล่างซ้าย และเนื้อเยื่อในด้ามกัมในช่องปากบริเวณฟันหน้าซ้ายล่างถึงฟันกรามน้อยซ้ายล่างซี่ที่หนึ่ง (ฟันซี่ 32 ถึง 34)

การรู้สึกสัมผัส ความรู้สึกลดลงที่บริเวณริมฝีปากล่างซ้าย และเนื้อเยื่อในด้ามกัมในช่องปากบริเวณฟันหน้าซ้ายล่างถึงฟันกรามน้อยซ้ายล่างซี่ที่หนึ่ง (ฟันซี่ 32 ถึง 34)

การแยกระหว่าง 2 จุด วัดระยะห่างระหว่าง 2 จุดบริเวณคางซ้ายได้ระยะ 1 เซนติเมตร เทียบกับคางขวา (Control) ได้ระยะ 0.8 เซนติเมตร

จากอาการแสดงที่ผู้ป่วยแจ้งและผลการรักษาทางคลินิกที่ประเมินดังกล่าว จึงไม่ได้ให้การรักษาเพิ่มเติม และนัดติดตามผลการรักษา 3 เดือน เพื่อประเมินความต้องการในการรักษาต่อเนื่องร่วมกับผู้ป่วย เมื่อครบกำหนด 3 เดือน ได้ติดตามอาการผู้ป่วยทางโทรศัพท์ เนื่องจากระบาดของโรคโควิด-19 ทำให้ต้องจำกัดการรับผู้ป่วยที่ไม่ใช่ผู้ป่วยฉุกเฉิน ข้อมูลจากการสนทนาทางโทรศัพท์ที่บ้านทักในเวชระเบียน พบว่าผู้ป่วยพึงพอใจกับผลการรักษาในปัจจุบัน และรู้สึกว่าการขาที่หลงเหลืออยู่บ้าง ไม่ได้ส่งผลกระทบต่อการใช้ชีวิต จึงตัดสินใจยุติการรักษา

บทวิจารณ์

ผลการใช้เลเซอร์ความเข้มต่ำในรายงานผู้ป่วยนี้ประสบความสำเร็จในการรักษาเช่นเดียวกับการศึกษาทางคลินิกของ Khuller และคณะ¹¹ Ozen และคณะ¹² และ Pol และคณะ¹³ ทั้งอาการทางคลินิกและความพึงพอใจในผลการรักษาที่ได้กล่าวข้างต้น ในรายงานผู้ป่วยนี้มีผลแตกต่างจากการศึกษาอื่น¹⁰⁻¹⁴ ในบางประเด็น อาทิ อาการความรู้สึกผิดปกติและไม่สบายในส่วนที่เป็น ในการรายงานผู้ป่วยนี้มีระยะเวลายาวนานถึง 2 ปี ความยาวคลื่นและการปรับตั้งค่าเลเซอร์ในรายงานผู้ป่วยนี้มีความแตกต่าง ฉะนั้น จึงให้การวิจารณ์เป็น 3 ประเด็นหลัก ได้แก่ การวินิจฉัยโรคและพยากรณ์การหายของโรค กลไกของเลเซอร์ที่อาจเกิดขึ้นในการรักษาผู้ป่วยและการเลือกตั้งค่าตัวแปรของเครื่องเลเซอร์ให้เหมาะสมต่อการรักษา

การวินิจฉัยโรค เนื่องจากผู้ป่วยรายนี้มีทั้งอาการไวต่อสิ่งกระตุ้นน้อยกว่าปกติร่วมกับมีความรู้สึกไวต่อสิ่งกระตุ้นมากกว่าปกติ และปวดจากสิ่งกระตุ้นซึ่งปกติไม่ทำให้ปวด จึงสามารถวินิจฉัยอาการของผู้ป่วยเป็นความรู้สึกผิดปกติและไม่สบายในส่วนที่เป็นที่บริเวณริมฝีปากล่างซ้าย เนื้อเยื่อในด้ามกัมในช่องปากบริเวณฟันหน้าซ้ายล่างถึงฟันกรามน้อยซ้ายล่าง

ซี่ที่สอง (ฟันซี่ 31 ถึง 35) และด้านซ้ายของคาง โดยหากให้การวินิจฉัยด้วยการแบ่งระดับของการบาดเจ็บของเส้นประสาทใช้เกณฑ์ของ Sunderland จะพบว่า จัดเป็นการบาดเจ็บระดับที่ 4 ที่อาจเกิดการทำลายภายในเส้นประสาท (Intraneural fascicular disruption) หรือแผลเป็น (Scarring) กล่าวคือเกิดความไม่ต่อเนื่องของบางส่วนในเส้นประสาทหรือเกิดแผลเป็นที่ขัดขวางทางเดินกระแสประสาท ซึ่งอยู่ในระดับที่ไม่สามารถมองเห็นได้ สำหรับพยากรณ์การรักษานั้น จากการศึกษาของ Tay ในปี ค.ศ. 2003 พบว่า ผู้ป่วยที่มีอาการผิดปกติความรู้สึกเป็นระยะเวลามากกว่า 6 เดือน มีความสำเร็จในการรักษาต่ำ และมีแนวโน้มสูงที่ผู้ป่วยจะมี ความรู้สึกเปลี่ยนแปลงตลอดไป⁴ ซึ่งผู้ป่วยรายนี้มีอาการความรู้สึกเปลี่ยนแปลงมาเป็นระยะเวลานานถึง 2 ปี จึงจัดเป็นกรณีศึกษาที่มีความท้าทายในการให้การรักษา

ผลการรักษาผู้ป่วยรายนี้ พบว่า อาการผิดปกติทุเลาลง ผู้ป่วยรู้สึกดีขึ้น มีความพึงพอใจ สอดคล้องกับการวัดผลทางคลินิกทั้งการกระตุ้นด้วยความรู้สึกเจ็บ การรู้สึกสัมผัส และการแยกระหว่าง 2 จุด จึงเป็นไปตาม การศึกษาของ Khuller, Ozen และ Pol ที่กล่าวว่า การใช้เลเซอร์ความเข้มต่ำสามารถรักษาการเปลี่ยนแปลงความรู้สึกของเส้นประสาทที่เกิดจากการบาดเจ็บของเส้นประสาทหลังผ่านฟันคุดที่เป็นมานานกว่า 6 เดือนได้^{11,12,14}

เมื่อวิเคราะห์กลไกที่เกิดขึ้นจากการรักษาโดยใช้เลเซอร์ความเข้มต่ำ แบ่งได้เป็น 2 กลไก ดังต่อไปนี้กลไกแรกได้แก่ การลดความเจ็บปวดหรือการปวดจากสิ่งกระตุ้นซึ่งปกติไม่ทำให้ปวด ซึ่งเป็นผลหลักที่ต้องการให้เกิดเนื่องจากเป็นอาการนำของผู้ป่วย จากการศึกษาทางห้องทดลองของ Bjordal และคณะ ในปี ค.ศ 2006 พบว่า การใช้เลเซอร์ความเข้มต่ำสามารถลดความเจ็บปวดโดยการลดการส่งกระแสประสาทส่วนปลาย เพิ่มการหลั่ง โอปิออยด์ภายในเนื้อเยื่อ (Endogenous opioids) เพิ่มการไหลเวียนระดับจุลภาค (Microcirculation) และเพิ่มการสร้างหลอดเลือด ลดภาวะเครียดออกซิเดชัน (Oxidative stress) ลดการหลั่งไซโคลออกซิจิเนส (Cyclooxygenase-2) และอาการบวม (Edema) ซึ่งกลไกเหล่านี้คล้ายคลึงกับการลดความเจ็บปวดที่เกิดจากกลุ่มอาการแสบร้อนช่องปาก (Burning mouth syndrome) ซึ่งเป็นโรคที่ทำให้เกิดอาการแสบร้อนในช่องปากที่ไม่ทราบสาเหตุชัดเจน อาจมีอาการแสบร้อน (Burning) หรือคัน (Itching) โดยในปัจจุบันเชื่อว่าโรคนี้มีความเกี่ยวข้องกับความผิดปกติของเส้นประสาทส่วนปลาย (Peripheral neuropathic

mechanism)¹⁵ กลไกที่สองที่คาดว่าเกิดขึ้น ได้แก่ การส่งเสริมซ่อมแซมของเส้นประสาทจาก Biostimulating effect กล่าวคือ เลเซอร์ความเข้มต่ำสามารถทำให้เกิดการซ่อมแซมเส้นประสาทส่วนปลายได้⁸

สำหรับผู้ป่วยรายนี้ ได้รับเลเซอร์ที่การปรับตั้งต่างจากการศึกษาของ Khuller และคณะ¹¹ Ozen และคณะ¹² และ Pol และคณะ¹³ แต่พบว่าประสบความสำเร็จในการรักษาไม่แตกต่างกัน จึงขอให้การอธิบายและวิเคราะห์ความหมายและความสำคัญของตัวแปรต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการปรับตั้งค่าการรักษาโดยใช้เลเซอร์ความเข้มต่ำ ดังต่อไปนี้ ตัวแปรหลักที่สำคัญในการตั้งค่าเลเซอร์ ได้แก่ ตำแหน่งที่ฉายเลเซอร์ ความยาวคลื่น (Wavelength) ความเข้มพลังงาน (Dose) การปล่อยพลังงาน (Emission mode) ความถี่ และจำนวนครั้งในการรักษา (Number and timetable of the sessions) โดยการตั้งค่าตัวแปรทางคลินิกเหล่านี้ อ้างอิงจากตามข้อมูลการศึกษาในการรักษาแต่ละโรค ซึ่งจะเห็นได้ว่าตัวแปรอื่นซึ่งอาจจะแตกต่างกันได้ตามเครื่องเลเซอร์ที่ใช้ อาทิ หน้าตัดของไฟรบนั้นไม่ได้มีผลต่อการรักษาโดยใช้เลเซอร์ความเข้มต่ำ จึงไม่ได้ถูกอ้างอิงในเชิงเปรียบเทียบสำหรับการศึกษาใดๆ แต่มีกำหนดไว้เพื่อให้ครบองค์ประกอบของการแสดงรายละเอียดการรักษาด้วยเลเซอร์ความเข้มต่ำ

ประเด็นแรกคือตำแหน่งที่ฉายเลเซอร์ โดยจากการศึกษาของ Khuller และคณะ¹¹ Ozen และคณะ¹² และ Pol และคณะ¹³ และ Wang และคณะ¹⁴ ฉายเลเซอร์ความเข้มต่ำทั้งบริเวณในและนอกช่องปาก โดยในช่องปากจะฉาย 2 ตำแหน่ง คือที่บริเวณเหงือกที่อยู่หลังฟันกรามซี่สุดท้าย และเหงือกด้านแก้มเหนือรูเปิดของเส้นประสาทเมนทัลด้านซ้าย เพื่อให้ไปสู่บริเวณแ่งกระดูกหน้าขากรรไกรล่าง (Lingula) และฉายที่เหนือรูเปิดของเส้นประสาทเมนทัล (Mental foramen) ซึ่งเป็นบริเวณที่เส้นประสาทอินฟีเรียแอลวียอลาร์อยู่นอกกระดูกขากรรไกรล่างตามลักษณะกายวิภาค ส่วนนอกช่องปากจะเลือกฉายบริเวณที่ผู้ป่วยมีความรู้สึกผิดปกติ ในผู้ป่วยรายนี้มีอาการความรู้สึกลดลงที่บริเวณริมฝีปากล่าง และคางซ้าย จึงฉายเลเซอร์ที่ตำแหน่งดังกล่าวเพียงตำแหน่งเดียว แต่หากผู้ป่วยมีความรู้สึกผิดปกติของเนื้อเยื่ออ่อนนอกช่องปากบริเวณอื่นร่วมด้วย สามารถพิจารณาฉายเลเซอร์มากกว่า 1 ตำแหน่งได้

ในส่วนของความยาวคลื่น โดยทั่วไปเลเซอร์ความเข้มต่ำจะใช้เลเซอร์ที่มีความยาวคลื่นอยู่ในช่วง 600 ถึง 1000 นาโนเมตร (ช่วงแสงสีแดงถึงใกล้แสงอินฟราเรด) ความยาวคลื่น

ต่างกันส่งผลต่อระดับความลึกที่พลังงานเลเซอร์แทรกซึมสู่เนื้อเยื่อ โดยความสามารถในการแทรกซึมของเลเซอร์แต่ละชนิดจะขึ้นกับรังสีของเนื้อเยื่อ (Chromophores) อาทิ น้ำ เมลานิน หรือ ฮีโมโกลบิน โดยเลเซอร์ที่ถูกดูดซึมมาก จะแทรกซึมในเนื้อเยื่อน้อย ฉะนั้น เลเซอร์ที่เหมาะสมจะนำมาใช้เป็นเลเซอร์ความเข้มต่ำ จึงควรเป็นช่วงคลื่นที่ถูกดูดซับพลังงานได้โดยน้ำซึ่งเป็นส่วนประกอบหลักของเนื้อเยื่ออ่อนได้ไม่มากนัก เพื่อให้พลังงานเลเซอร์สามารถแทรกซึมลงสู่เนื้อเยื่อได้ลึกเพียงพอที่จะถึงไปถึงบริเวณเป้าหมายที่ต้องการได้ชั้นเยื่อผิว¹⁵ ผู้ป่วยรายนี้ได้รับเลเซอร์ในช่วงแสงสีแดง (ความยาวคลื่น 635 นาโนเมตร) ซึ่งสามารถดูดซับในฮีโมโกลบิน และเมลานินได้ดี ถูกดูดซับด้วยน้ำได้น้อย จึงสามารถแทรกซึมได้ลึกในเนื้อเยื่ออ่อนในช่องปาก จึงเป็นเหตุผลให้เลือกใช้ความยาวคลื่นนี้ฉายในช่องปากบริเวณเหงือกที่อยู่หลังฟันกรามซี่สุดท้าย และเหงือกด้านแก้มเหนือรูเปิดของเส้นประสาทเมนทัลด้านซ้าย เพื่อให้ไปสู่บริเวณแ่งกระดูกหน้าขากรรไกรล่าง และฉายที่เหนือรูเปิดของเส้นประสาทเมนทัล ในทางกลับกันเลเซอร์ในช่วงใกล้อินฟราเรด (ความยาวคลื่น 980 นาโนเมตร) สามารถดูดซึมในน้ำได้ดีกว่าในฮีโมโกลบินและไม่ดูดซึมในเมลานิน ทำให้สามารถแทรกซึมได้ตื้นกว่า จึงเลือกใช้ความยาวคลื่นนี้ฉายนอกช่องปากที่ผิวหนังบริเวณด้านซ้ายของคาง ซึ่งผลที่ต้องการคือ ให้แทรกซึมถึงแค่เส้นประสาทส่วนปลาย (Peripheral nerves) เท่านั้น จึงนับว่ารายงานผู้ป่วยนี้มีการเลือกใช้เลเซอร์ความเข้มต่ำทั้งสองความยาวคลื่นได้อย่างเหมาะสม

ตัวแปรต่อมาคือความเข้มพลังงาน ซึ่งหลักการให้เลเซอร์ความเข้มต่ำจะเลือกปรับตามวัตถุประสงค์การรักษา โดยอ้างอิงจาก Arndt-Schulz law ที่กล่าวว่า หากความเข้มพลังงานที่ใช้ต่ำเกินไปจะไม่ส่งผลต่อการรักษา แต่หากความเข้มพลังงานมากเกินไปจะส่งผลในการยับยั้ง (Inhibit dose) มากกว่าการกระตุ้น โดยความเข้มพลังงานที่เหมาะสมที่สามารถทำให้เกิดการกระตุ้นมีช่วงการรักษา (Therapeutic window) อยู่ที่ 0.01 ถึง 10 จูลต่อตารางเซนติเมตร สำหรับผลของการยับยั้งมักนำมาใช้ในกรณีลดความเจ็บปวด ซึ่งต้องปรับค่าความเข้มพลังงานให้เหมาะสมกับผู้ป่วยแต่ละราย โดยอ้างอิงจากผลหลังการรักษาที่ผู้ป่วยแต่ละรายตอบสนองร่วมด้วย⁹

การศึกษาที่ใช้เลเซอร์ในการรักษาการบาดเจ็บของเส้นประสาทในการศึกษาที่ผ่านมาใช้ความเข้มพลังงาน 6 จูลต่อตารางเซนติเมตร^{10-12,14} ซึ่งน่าจะเป็นเพราะต้องการใช้ช่วงความเข้มพลังงานที่เกิดการกระตุ้น เพื่อส่งเสริมการซ่อมแซม

เส้นประสาทมากกว่าการลดความเจ็บปวด สำหรับผู้ป่วยรายนี้ได้รับความเข้มพลังงาน 10 จูลต่อตารางเซนติเมตร บริเวณบริเวณสามเหลี่ยมของเหงือกที่อยู่หลังฟันกรามซี่สุดท้าย เหงือกด้านแก้มเหนือรูเปิดของเส้นประสาทเมนทัลด้านซ้ายและคางซ้าย เนื่องจากผู้ให้การรักษาต้องการผลในการลดการเจ็บปวดซึ่งอาการนำของผู้ป่วย ซึ่งผลการรักษานอกจากส่งผลในเรื่องการลดความเจ็บปวด ยังได้ผลส่งเสริมการซ่อมแซมของเส้นประสาทร่วมด้วย ดังปรากฏว่าอาการชาของผู้ป่วยลดลงและผลการแยกระหว่าง 2 จุดดีขึ้น จึงเป็นไปได้ว่า เลเซอร์มีผลในการกระตุ้นการรับรู้ของเส้นประสาทส่วนปลายร่วมด้วย

สำหรับวิธีการปล่อยพลังงานมีทั้งการให้แบบต่อเนื่อง (Gated wave) และ คลื่นพัลส์ (Pulse wave) ซึ่งยังไม่มีข้อสรุปอย่างชัดเจนถึงข้อได้เปรียบหรือความแตกต่างของรูปแบบการปล่อยพลังงานดังกล่าว ในผู้ป่วยรายนี้ได้เลเซอร์แบบต่อเนื่อง สอดคล้องกับจากการศึกษาของ Hashmi ในปี ค.ศ. 2010 ที่กล่าวว่า การให้แบบต่อเนื่องให้ผลการรักษาดีกว่าในด้านส่งเสริมการซ่อมแซมของเส้นประสาท แต่การให้เลเซอร์เป็นจังหวะให้ผลดีสำหรับส่งเสริมการหายของแผล¹⁷

ส่วนตัวแปรสุดท้ายคือความถี่และจำนวนครั้งในการรักษา โดยแนวทางการรักษาในปัจจุบันขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของแต่ละโรคหรือจุดประสงค์ของการรักษา ส่วนใหญ่ให้เลเซอร์ความเข้มต่ำจำนวน 2 ถึง 3 ครั้งต่อสัปดาห์ ต่อเนื่องประมาณ 10 ครั้ง หรือจนกว่าจะหายจากโรค¹⁶ จากการศึกษาทางคลินิกที่ใช้เลเซอร์ในการรักษาการบาดเจ็บของเส้นประสาท พบว่า มีความหลากหลายของจำนวนครั้ง (Sessions) ในการให้การรักษาได้แก่ 7 ครั้ง¹⁴ 10 ครั้ง^{10,13} และ 20 ครั้ง¹⁰⁻¹² โดยทุกการศึกษา พบว่า อาการความรู้สึกเปลี่ยนแปลงของผู้ป่วยลดลง และผู้ป่วยมีความพึงพอใจต่อผลการรักษา จากงานวิจัยของ Ozen และคณะ¹² Pol และคณะ¹³ และ Wang และคณะ¹⁴ พบว่าผู้ป่วยมีอาการดีขึ้นตั้งแต่ครั้งแรกที่ได้รับการรักษา ซึ่งในรายละเอียด พบว่า คำวิซลออนาล็อก สเกลส์ ในการศึกษาของ Ozen และคณะ¹² และ Wang และคณะ¹⁴ ให้เลเซอร์แก่ผู้ป่วยวันเว้นวัน ให้ผลการรักษาที่มีค่าความแตกต่างระหว่าง 2 จุดดีขึ้นชัดเจนหลังได้รับเลเซอร์ 3 ครั้ง รวมถึงการตอบสนองต่อการให้เลเซอร์ในการรักษาของกลุ่มที่มีอาการน้อยกว่า 6 เดือนดีขึ้นอย่างชัดเจนเมื่อเทียบกับกลุ่มมากกว่า 6 เดือนจากการศึกษาของ Pol และคณะ¹³ ที่ให้การรักษา 1 ครั้งต่อสัปดาห์

อย่างไรก็ตามในผู้ป่วยรายนี้ ได้รับเลเซอร์ความเข้มต่ำชนิดไดโอดทั้งหมด 4 ครั้ง ห่างกันครั้งละ 2 สัปดาห์ และ 1 เดือน ซึ่งแตกต่างจากงานวิจัยข้างต้น แต่พบว่าการเปลี่ยนแปลงในทางที่ดีขึ้นตั้งแต่ครั้งแรกที่ได้รับการรักษา อาการไวต่อสิ่งกระตุ้นน้อยกว่าปกติลดลง และความรู้สึกไวต่อสิ่งกระตุ้นมากกว่าปกติที่ริมฝีปากล่างและคางซ้ายลดลง หลังให้การรักษาทันที 4 ครั้ง พบว่า ไม่มีอาการปวดจากสิ่งกระตุ้นซึ่งปกติไม่ทำให้ปวดเหลืออยู่ อาการไวต่อสิ่งกระตุ้นน้อยกว่าปกติลดลงเหลือเพียงร้อยละ 20 เมื่อเทียบกับก่อนการรักษา และผู้ป่วยพึงพอใจกับผลการรักษาในปัจจุบัน จากกรณีตัวอย่างนี้จึงเห็นได้ว่า ความถี่ของการรักษาและจำนวนครั้งอาจจะไม่ใช่ปัจจัยหลักของการรักษาด้วยเลเซอร์ความเข้มต่ำ ปัจจัยด้านพลังงานและบริเวณที่ให้เลเซอร์น่าจะเป็นปัจจัยที่สำคัญซึ่งมีอิทธิพลต่อผลการรักษา

นำมาสู่ประเด็นของการพิจารณาความสำเร็จของการรักษาการพิจารณาหยุดการรักษาหรือทำการรักษาต่อขึ้นอยู่กับอาการของผู้ป่วย โดยถ้าหากผู้ป่วยไม่แน่ใจ หรือไม่สามารถตอบได้ชัดเจนถึงอาการที่เป็น ผู้ให้การรักษาควรพิจารณาจากรายงานผู้ป่วยฉบับนี้และงานวิจัยอื่นๆ ดังที่กล่าวมาแล้วร่วมด้วย ซึ่งมีความชัดเจนตรงกันทุกการศึกษาว่า ผู้ป่วยมีอาการดีขึ้นอย่างชัดเจนหลังได้รับการรักษาครั้งแรก ฉะนั้น หากให้การรักษาด้วยเลเซอร์ความเข้มต่ำ 2 ถึง 3 ครั้งแล้วไม่ดีขึ้น อาจต้องพิจารณาเปลี่ยนแนวทางการรักษา หรือปรับตั้งค่าความเข้มพลังงานให้เหมาะสม หรือหยุดการรักษา แต่หากอาการของผู้ป่วยดีขึ้นเรื่อย ๆ สามารถให้การรักษาค่อย ๆ ได้ จากงานวิจัยทางคลินิก พบว่า มีการให้การรักษาด้วยเลเซอร์ความเข้มต่ำสำหรับบรรเทาความผิดปกติของการรับความรู้สึก ด้วยจำนวนครั้งมากที่สุดติดต่อกัน 20 ครั้ง โดยไม่มีผลข้างเคียงเกิดขึ้น¹⁰⁻¹²

บทสรุป

จากผลการรักษาที่น่าพึงพอใจของผู้ป่วยรายนี้ สรุปได้ว่าการใช้เลเซอร์ความเข้มต่ำชนิดไดโอดความยาวคลื่น 980 นาโนเมตร กำลัง 0.5 วัตต์ ความเข้มพลังงาน 10 จูลต่อตารางเซนติเมตร ความถี่แบบต่อเนื่องบริเวณนอกช่องปาก ร่วมกับเลเซอร์ความยาวคลื่น 635 นาโนเมตร กำลัง 0.2 วัตต์ ความเข้มพลังงาน 10 จูลต่อตารางเซนติเมตร ความถี่แบบต่อเนื่องที่เนื้อเยื่อในช่องปากที่มีอาการผิดปกติ และบริเวณเหนือรูเปิดของเส้นประสาทเมนทัล สามารถบรรเทาอาการความรู้สึกผิดปกติ จากการบาดเจ็บของเส้นประสาทอินฟีเรียแวลิวโอลาร์

ภายหลังจากการผ่าตัดฟันกรามคู่ล่างในผู้ป่วยที่มีอาการดังกล่าวมากกว่า 2 ปีได้ อย่างไรก็ตามการรักษานี้ได้ผลดีในผู้ป่วยหนึ่งรายที่เข้ามารับการรักษา ส่วนการรักษาผู้ป่วยรายอื่นต้องมีการพิจารณาให้เหมาะสม เนื่องจากอาจจะมีคามผิดปกติหรือการตอบสนองที่แตกต่างจากผู้ป่วยรายนี้

เอกสารอ้างอิง

- Loescher AR, Smith KG, Robinson PP. Nerve damage and third molar removal. *Dent Update* 2003;30(7):375-80, 382.
- Thapliyal GK. Peterson's Principles of Oral & Maxillofacial Surgery. *Med J Armed Forces India* 2006;62(1):89.
- Tay AB, Go WS. Effect of exposed inferior alveolar neurovascular bundle during surgical removal of impacted lower third molars. *J Oral Maxillofac Surg* 2004;62(5):592-600.
- Coulthard P, Bailey E, Esposito M, Furness S, Renton TF, Worthington HV. Surgical techniques for the removal of mandibular wisdom teeth. *Cochrane Database Syst Rev* 2014;7:CD004345.
- Coulthard P, Kushnerev E, Yates JM, Walsh T, Patel N, Bailey E, Renton TF. Interventions for iatrogenic inferior alveolar and lingual nerve injury. *Cochrane Database Syst Rev* 2014;4:CD005293.
- Miloro M, Criddle TR. Does Low-Level Laser Therapy Affect Recovery of Lingual and Inferior Alveolar Nerve Injuries? *J Oral Maxillofac Surg* 2018;76(12):2669-75.
- Robert C. Principles and Practice of Laser Dentistry. 2nd ed. Elsevier/Mosby;2016.
- Patricia M, Alyne S. Laser in Dentistry. 1st ed. Iowa: Wiley Blackwell;2015.
- Leung YY, Fung PP, Cheung LK. Treatment modalities of neurosensory deficit after lower third molar surgery: a systematic review. *J Oral Maxillofac Surg* 2012;70(4):768-78.
- Midamba, Ezekiel Dangwa and Hans R. Haanaes. Low reactive-level 830 nm GaAlAs diode laser therapy (LLLT) successfully accelerates regeneration of peripheral nerves in human. *Laser therapy* 5 1993:125-9.
- Khullar SM, Brodin P, Barkvoll P, Haanaes HR. Preliminary study of low-level laser for treatment of long-standing sensory aberrations in the inferior alveolar nerve. *J Oral Maxillofac Surg* 1996;54(1):2-7;discussion 7-8.
- Ozen T, Orhan K, Gorur I, Ozturk A. Efficacy of low level laser therapy on neurosensory recovery after injury to the inferior alveolar nerve. *Head Face Med* 2006;15;2:3.
- Pol R, Galletio G, Riso M, Ruggiero T, Scarano A, Mortellaro C, et al. Effects of superpulsed, low-level laser therapy on neurosensory recovery of the inferior alveolar nerve. *J Craniofac Surg* 2016;27(5):1215-9.
- Qi W, Wang Y, Huang YY, Jiang Y, Yuan L, Lyu P, et al. Photobiomodulation therapy for management of inferior alveolar nerve injury post-extraction of impacted lower third molars. *Lasers Dent Sci* 2020;4(1):25-32.
- Bjorndal JM, Johnson MI, Iversen V, Aimbire F, Lopes-Martins RA. Low-level laser therapy in acute pain: a systematic review of possible mechanisms of action and clinical effects in randomized placebo-controlled trials. *Photomed Laser Surg* 2006;24(2):158-68.
- Donald JC, Steven P. Lasers in Dentistry—Current Concepts. 1st ed Cham:Springer;2017
- Hashmi JT, Huang YY, Osmani BZ, Sharma SK, Naeser MA, Hamblin MR. Role of low-level laser therapy in neurorehabilitation. *PM R* 2010;2(12 Suppl 2):S292-305.

ผู้รับผิดชอบบทความ

รินดา พาณิชนพิเชฐ

วิทยาลัยการสาธารณสุขสิรินธร อุบลราชธานี

อำเภอวารินชำราบ

จังหวัดอุบลราชธานี 34190

โทรศัพท์: 089 683 8220

จดหมายอิเล็กทรอนิกส์: smildd.rp@gmail.com

Low Intensity Laser Therapy Treating Inferior Alveolar Nerve Dysesthesia after Surgical Removal of Lower Third Molar: A Case Report

Panichpichate R* Sattayut S**,***

Abstract

Dysesthesia of the structures innervated by the inferior alveolar nerve after surgical removal of the lower wisdom tooth was reported in 1.3 to 7.8 percent. This caused by the nerve injury resulting temporary alteration of sensation. However, some patients experienced permanent dysesthesia which disturbed their quality of life in long term. Currently, there have been a number of treatments of dysesthesia of structures innervated by inferior alveolar nerve such as medications, psychological treatment, surgical repair and low intensity laser therapy. This article presents a case report of the patient with dysesthesia of the left side of the lower lip, oral mucosa of buccal cheek adjacent to the lower left incisors to the premolars (31 to 35) and the skin of left side of the chin. This had occurred for 2 years since surgical removal of the lower left third molar impaction. The treatments include using of 635 nm low intensity laser for intraoral region and 980 nm low intensity laser therapy for extraoral region for 4 episodes. In the 4 episodes of treatments, the clinical outcomes showed improvements of light touch sensation, pin prick sensation and two-point discrimination besides the patient's satisfaction.

Keywords: Nerve/ Low intensity laser/ Inferior alveolar nerve/ Diode laser/ Impacted tooth

Corresponding Author

Rinrada Panichpichate
Sirindhorn College of Public Health,
Amphur Warinjamrap,
Ubon Ratchathani, 34190.
Tel.: +66 89 683 8220
Email: smildd.rp@gmail.com

* Sirindhorn College of Public Health, Amphur Warinjamrap, Ubon Ratchathani.

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

*** Laser in Dentistry Research Group, Khon Kaen University, Amphur Muang, Khon Kaen.

การบูรณาการแนวคิดการกำกับตนเองในการส่งเสริมสุขภาพช่องปากในเด็กปฐมวัย: การทบทวนวรรณกรรมแบบกำหนดขอบเขต

วนิดา มากลั่น* อาริรัตน์ นิรันดร์สิทธิธิด** อติศักดิ์ จิ๊งพัฒนามวดี**

บทคัดย่อ

โรคฟันผุในเด็กปฐมวัยนับเป็นปัญหาด้านสุขภาพช่องปากที่พบได้บ่อย ส่งผลกระทบต่อสุขภาพและขีดความสามารถที่เหมาะสมทั้งด้านร่างกาย อารมณ์ และสติปัญญาของเด็กได้ โครงการส่งเสริมสุขภาพช่องปากในปัจจุบันให้ความสำคัญกับ การส่งเสริมสุขภาพช่องปากโดยการควบคุมปัจจัยเสี่ยงร่วมอย่างบูรณาการ ด้วยการควบคุมปัจจัยเสี่ยงหรือพฤติกรรมใดพฤติกรรมหนึ่งซึ่งส่งผลกระทบต่อการเกิดโรคหลาย ๆ โรค อีกทั้งในปัจจุบันมีการให้ความสำคัญกับการส่งเสริมงานด้านการพัฒนาเด็กปฐมวัยแบบบูรณาการเพิ่มขึ้น การประกาศใช้ของพระราชบัญญัติการพัฒนาเด็กปฐมวัย พ.ศ. 2562 คือการประกาศเจตนารมณ์ที่มุ่งเน้นให้เกิดการประกาศเจตนารมณ์ที่มุ่งเน้นให้เกิดการพัฒนาเด็กปฐมวัยที่เป็นรูปธรรม และเริ่มมีนโยบายและโครงการต่าง ๆ เกี่ยวกับการพัฒนาเด็กปฐมวัย รวมถึงการสื่อสารให้สังคมเข้าใจว่าเด็กปฐมวัยเป็นรากฐานสำคัญในการเติบโต เป็นช่วงสำคัญที่เด็กจะก่อรูปร่างชีวิตของตนเองขึ้น หากเด็กได้รับการฝึกฝนให้จัดการและควบคุมตนเอง จะส่งผลต่อการมีพฤติกรรมสุขภาพและสถานะสุขภาพที่ดีในช่วงวัยผู้ใหญ่ รวมถึงการเป็นผู้ใหญ่ที่มีคุณภาพในอนาคต ทักษะการกำกับตนเองเป็นองค์ประกอบหนึ่งของทักษะสมรรถนะด้านการบริหารจัดการที่เป็นพัฒนาการสำคัญในเด็กวัยนี้ที่ได้รับความสนใจมากขึ้น บทความปริทัศน์นี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทบทวนและทำความเข้าใจแนวคิดการกำกับตนเอง และความสัมพันธ์ระหว่างการกำกับตนเองกับสุขภาพและสุขภาพช่องปาก จากการทบทวนงานวิจัยได้ชี้ให้เห็นถึงความเชื่อมโยงระหว่างการกำกับตนเองกับผลลัพธ์ด้านสุขภาพและด้านสังคมมากมาย แต่พบว่างานวิจัยที่ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการกำกับตนเองกับสุขภาพช่องปากโดยตรงยังมีน้อยและไม่เคยมีการวิจัยประเด็นนี้ในประเทศไทยมาก่อน นอกจากนี้มีงานวิจัยจำนวนไม่น้อยที่ชี้ให้เห็นว่าทักษะการกำกับตนเองมีความสัมพันธ์อย่างมากกับพฤติกรรมการบริโภคอาหารการวิจัยเพิ่มเติมเพื่อศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างการกำกับตนเองกับสุขภาพช่องปากจึงเป็นประเด็นที่น่าสนใจ รวมถึงการนำแนวคิดการกำกับตนเองไปบูรณาการร่วมในโครงการส่งเสริมสุขภาพช่องปากซึ่งจะเป็นโอกาสที่ทำให้เกิดการดำเนินงานส่งเสริมสุขภาพในรูปแบบที่เป็นสหสาขาวิชาชีพโดยการมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง ทั้งบุคลากรสาธารณสุข โรงเรียน ผู้ปกครอง ตลอดจนชุมชน

คำชี้แจง: การกำกับตนเอง/ ทักษะการคิดเชิงบริหาร/ ฟันผุในเด็กปฐมวัย/ การส่งเสริมสุขภาพช่องปาก

Received: April 02, 2021

Revised: June 08, 2021

Accepted: Oct 23, 2021

บทนำ

ฟันผุเป็นโรคเรื้อรังที่พบได้บ่อยในเด็กก่อนวัยเรียน ส่งผลต่อสุขภาพและขีดความสามารถที่เหมาะสมทั้งด้านร่างกาย อารมณ์ และสติปัญญาของเด็กได้ จากผลการสำรวจสถานะทันตสุขภาพแห่งชาติครั้งที่ 8 พ.ศ. 2560 ในกลุ่มเด็กอายุ 5 ปี พบว่ามีเด็กที่มีฟันผุถึงร้อยละ 75.6 และพบว่ามีร้อยละ 31.3 มีฟันผุระยะเริ่มต้นซึ่งจำเป็นต้องได้รับการส่งเสริมป้องกันเพื่อไม่ให้เกิดฟันผุเป็นรูต่อไป² โรคฟันผุในเด็กก่อนวัยเรียนมีสาเหตุจากหลายปัจจัย ตั้งแต่ปัจจัยทางชีวภาพ ได้แก่ ลักษณะรูปร่างของฟัน เชื้อแบคทีเรียในช่องปาก และอาหารที่ก่อให้เกิดโรคฟันผุ นอกจากนี้ยังมีปัจจัยด้านพฤติกรรมส่วนบุคคล ปัจจัยระดับครอบครัว ปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อม ไปจนถึงปัจจัยทางด้านเศรษฐกิจสังคม³⁻⁶ ถึงแม้ว่าแนวคิดเรื่องปัจจัยกำหนดทางสังคมที่มีผลต่อสุขภาพช่องปากของเด็กจะ

ก่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจใหม่ที่กว้างขวางกว่าการมองว่าสุขภาพเป็นผลมาจากพฤติกรรมของปัจเจก แต่ในแง่ของการนำไปประยุกต์ใช้ในโครงการส่งเสริมสุขภาพนั้นค่อนข้างทำได้ยาก เนื่องจากปัจจัยเชิงมหภาคเหล่านี้เปลี่ยนแปลงได้ยาก ในขณะที่การมุ่งเน้นที่การส่งเสริมพฤติกรรมส่วนบุคคลที่เฉพาะเจาะจงกับการเกิดโรค เช่น การให้ความรู้แก่ผู้ปกครอง การฝึกสอนการแปรงฟัน และการดูแลด้านอาหารในเด็ก ก็ยังเป็นแนวทางที่มีข้อจำกัด เนื่องจากพฤติกรรมสุขภาพนั้นได้รับอิทธิพลจากปัจจัยอื่น ๆ มากมาย การจะเปลี่ยนแปลงให้เกิดพฤติกรรมที่เอื้อต่อการมีสุขภาพช่องปากที่ดีและคงการปฏิบัติได้ต่อเนื่องจึงเป็นเรื่องยาก³

* ฝ่ายทันตกรรม โรงพยาบาลวังทอง อำเภอวังทอง จังหวัดพิษณุโลก

** ภาควิชาทันตกรรมครอบครัวและชุมชน คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่

มีอีกแนวทางหนึ่งในการทำงานส่งเสริมสุขภาพที่เริ่มให้ความสนใจในการพัฒนาทักษะการกำกับตนเอง (Self-regulation) ของบุคคล โดยเสนอว่าการกำกับตนเองเป็นลักษณะพื้นฐานทางจิตวิทยาที่มีผลต่อพฤติกรรมในหลาย ๆ ด้าน ทั้งการมีพฤติกรรมสุขภาพที่ดีในระยะยาว และการยับยั้งการเกิดพฤติกรรมที่เสี่ยงต่อการเกิดปัญหาสุขภาพดังนั้นการส่งเสริมให้เด็กได้มีพัฒนาการของทักษะการกำกับตนเองคู่ไปกับการมีพฤติกรรมสุขภาพที่ดีจึงเป็นสิ่งที่ควรทำไปพร้อมกันเพื่อให้เด็กสามารถมีพฤติกรรมสุขภาพที่ดีอย่างต่อเนื่อง⁷⁻¹⁰ บทความชิ้นนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทบทวนแนวคิดการกำกับตนเอง และความสัมพันธ์ระหว่างการกำกับตนเองกับสุขภาพและสุขภาพช่องปาก ตลอดจนการส่งเสริมพัฒนาการของการกำกับตนเองในเด็กปฐมวัยโดยมุ่งหวังว่าความเข้าใจนี้จะนำไปสู่การแสวงหาทางเลือกในการทำงานส่งเสริมสุขภาพช่องปากต่อไปในอนาคต

ที่มาและความหมายแนวคิดการกำกับตนเอง การที่มนุษย์จะแสดงออกซึ่งพฤติกรรมใดพฤติกรรมหนึ่งนั้น “แรงจูงใจ (Intention)” ในการแสดงพฤติกรรมนับเป็นองค์ประกอบสำคัญที่อยู่เบื้องหลังเสมอแรงจูงใจจึงเป็นแนวคิดสำคัญทางจิตวิทยาและพฤติกรรมศาสตร์เสมอมานับแต่การเกิดขึ้นของศาสตร์ด้านจิตวิทยาตั้งแต่ปลายคริสต์ศตวรรษที่ 19 นักจิตวิทยาได้พยายามทำความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของแรงจูงใจ และมีสมมติฐานสำคัญประการหนึ่งร่วมกัน คือแรงจูงใจต่อการแสดงพฤติกรรมหนึ่ง ๆ ของมนุษย์นั้นไม่ได้เป็นสิ่งที่เกิดขึ้นผ่านการใช้ความคิดเชิงเหตุผลการทำความเข้าใจพฤติกรรมของมนุษย์ได้โดยการใช้มิติเชิงความเป็นเหตุเป็นผลเข้าไปอธิบายแต่เพียงด้านเดียวจึงไม่เพียงพอ ในประวัติศาสตร์ของวิชาจิตวิทยา กระบวนการของแรงจูงใจจึงเป็นประเด็นที่ถูกพิจารณาอย่างเป็นอิสระจากกระบวนการทางปัญญา (Cognitive Process) ซึ่งเป็นกระบวนการที่เน้นการใช้เหตุผล จนกระทั่งเมื่อไม่นานมานี้เริ่มมีนักจิตวิทยาที่หันมาพิจารณาใหม่ว่าแรงจูงใจ กับ ปัญญาหรือการใช้ความคิดเชิงเหตุผล ไม่ได้แยกขาดจากกันหากแต่มีความสัมพันธ์กันอย่างซับซ้อน ดังปรากฏให้เห็นในมุมมองของอัลเบิร์ต แบนดูรา (Albert Bandura) ที่เสนอว่า กระบวนการทางปัญญา และกระบวนการของแรงจูงใจ ต่างก็มีบทบาทสำคัญต่อการเรียนรู้ของมนุษย์ กระบวนการทางปัญญาหรือการใช้ความคิดเชิงเหตุผลที่อยู่เบื้องหลังแรงจูงใจจะผลักดันให้บุคคลสร้างภาพของความคาดหวังต่อผลลัพธ์ในอนาคต และความคาดหวังต่อผลลัพธ์ในอนาคตนี้เองจะเป็นตัวนำทางของการเลือกที่จะมีหรือยับยั้ง

พฤติกรรมต่าง ๆ ข้อเสนอแนะนี้เองที่ได้กลายมาเป็นหัวใจสำคัญของแนวคิดเรื่องการกำกับตนเอง⁸⁻¹⁰

การกำกับตนเองเป็นองค์ประกอบหนึ่งของทักษะสมองด้านการบริหารจัดการ (Executive function) ที่มีการศึกษาอย่างกว้างขวางเพิ่มขึ้นโดยเฉพาะอย่างยิ่งในเด็กก่อนวัยเรียนนับตั้งแต่ช่วง ค.ศ. 1990 โดยมีผู้ให้คำจำกัดความของการกำกับตนเองไว้หลากหลาย ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าหมายถึง ความสามารถในการควบคุมอารมณ์ ความสนใจจดจ่อ และพฤติกรรมของตนเอง รวมถึงความสามารถในการยับยั้งและตอบสนองต่อสิ่งเร้าอย่างเหมาะสม เพื่อนำไปสู่การบรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้โดยผ่านการตัดสินใจด้วยตนเอง^{8,13-17} จากนิยามข้างต้น การกำกับตนเองจึงเป็นทักษะที่พึงประสงค์และสำคัญในเด็กเพื่อให้สามารถจัดการกับพฤติกรรมของตนเองได้ ในปัจจุบันมีงานวิจัยที่ทำการศึกษาและประเมินการกำกับตนเองในเด็กก่อนวัยเรียนเป็นจำนวนมาก^{14,18,19,21,22} แต่เนื่องจากการให้คำจำกัดความและอธิบายองค์ประกอบของการกำกับตนเองที่แตกต่างกันไป จึงยังไม่มีการวัดการกำกับตนเองที่เป็นมาตรฐานเดียวกันและยังมีความแตกต่างกันอย่างมากในการรายงานผลของการวัด⁷ อย่างไรก็ตามการวัดหรือการประเมินการกำกับตนเองในเด็ก จะอยู่บนพื้นฐานเดียวกันคือประเมินผ่านองค์ประกอบหลักสามอย่างคือ การควบคุมอารมณ์ ความสนใจจดจ่อ และการยั้งคิดไตร่ตรอง ซึ่งจะวัดทั้งพฤติกรรมเชิงบวกและเชิงลบ เช่น การวัดความสามารถในการอดทนรอคอย (Delay gratification) ซึ่งเป็นวิธีที่ใช้อย่างแพร่หลายแสดงถึงความสามารถของเด็กในการควบคุมตนเองจากสิ่งเร้า ให้ความสนใจกับสิ่งที่อยู่ตรงหน้าและสามารถอดทนรอได้ การวัดการขาดความสามารถในการควบคุมตัวเอง (Impulsivity) ซึ่งเป็นคุณลักษณะที่ตรงข้ามกับการควบคุมตนเอง และการวัดความสนใจจดจ่อ (Sustain Attention) การวัดคุณสมบัติเหล่านี้จะมีทั้งการใช้วิธีวัดที่ตัวเด็กโดยตรงและการวัดผ่านมุมมองของพ่อแม่หรือครูประจำชั้นผ่านการใช้แบบสอบถามเกี่ยวกับพฤติกรรมของเด็ก^{18,19}

ในประเทศไทยข้อมูลเกี่ยวกับการกำกับตนเองในเด็กปฐมวัยยังไม่เคยมีการสำรวจมาก่อน พบเพียงการศึกษาการพัฒนาและหาค่าเกณฑ์มาตรฐานเครื่องมือประเมินการคิดเชิงบริหาร ซึ่งมีการประเมินการกำกับตนเองอยู่ในแบบสอบถามด้วย กลุ่มตัวอย่างเป็นเด็กอายุ 2-6 ปี จำนวน 2,965 คน ทั่วประเทศไทย ผลการศึกษาพบว่า เด็กปฐมวัยของไทยมากกว่าร้อยละ 30 ที่มีพัฒนาการด้านการคิดเชิงบริหารล่าช้าและมีปัญหา ซึ่งจะมีปัญหาในการกำกับตนเอง หุนหันพลันแล่น ทำ

โดยไม่คิด ใจร้อน รอคอยไม่เป็น สมารถสั่นวอกแวกง่ายซึ่งหากไม่ได้รับการแก้ไขจะส่งผลในระยะยาวได้²⁰

การกำกับตนเองกับสุขภาพในเด็กก่อนวัยเรียน

การกำกับตนเองมีความสัมพันธ์กับสุขภาพผ่านพฤติกรรมสุขภาพ ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะการกำกับตนเองกับพฤติกรรมสุขภาพมีพื้นฐานจากแนวคิดที่ว่า ความสามารถในการเลือกแสดงพฤติกรรมที่สามารถนำไปสู่การบรรลุเป้าหมายที่ดีในระยะยาว มากกว่าการเลือกแสดงพฤติกรรมที่ก่อให้เกิดความพึงพอใจในระยะสั้นแต่ส่งผลเชิงลบต่อสุขภาพในระยะยาว มีความสำคัญต่อการที่บุคคลจะมีพฤติกรรมสุขภาพที่เหมาะสมตัวอย่างเช่นการที่บุคคลจะสามารถควบคุมน้ำหนักเพื่อบรรลุถึงเป้าหมายในระยะยาวคือการมีสุขภาพที่ดีได้นั้นจะต้องมีความสามารถในการตั้งตนเองออกจากสิ่งรบกวนภายนอก เช่น โฆษณาเกี่ยวกับอาหารหรือความอยากกินอาหารที่เกิดขึ้นฉับพลัน เพื่อยับยั้งตนเองไม่ให้กินอาหารที่ตอบสนองความพึงพอใจในเชิงรสชาติ หรือการกินในเวลาที่ที่ไม่เหมาะสม และหันไปลงมือทำพฤติกรรมเชิงบวกเพื่อให้บรรลุตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ เช่น การออกกำลังกายซึ่งความสามารถในการตั้งตนเองจากสิ่งรบกวนภายนอกและยับยั้งพฤติกรรมที่ตอบสนองความพึงพอใจในระยะสั้นนี้ ก็คือทักษะการกำกับตนเอง⁶

จากการศึกษาที่ทำการทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบได้สรุปว่าทักษะการกำกับตนเองของเด็กเป็นองค์ประกอบสำคัญในการเกิด และการดำรงไว้ซึ่งสุขภาพที่ดีในระยะยาว นอกจากนี้ยังพบความสัมพันธ์กับผลลัพธ์ด้านบวกอื่น ๆ ได้แก่ การเรียน การทำงาน ความสำเร็จในหน้าที่การงาน พฤติกรรมสุขภาพที่ดี เติบโตเป็นผู้ใหญ่ที่มีสุขภาพกายและสุขภาพจิตดี ในทางกลับกันเด็กและผู้ใหญ่ที่ขาดทักษะในการกำกับตนเองจะมีผลเสียเกี่ยวกับสุขภาพร่างกายที่ตามมา เช่น มีพฤติกรรมเสี่ยงต่อการเกิดปัญหาสุขภาพ ปัญหาจิตเวช ตลอดจนมีการใช้สารเสพติด และเกี่ยวข้องกับปัญหาอาชญากรรมมากกว่า^{7,14} ในการศึกษาที่มีการติดตามผลระยะยาวพบว่า เด็กที่มีทักษะการกำกับตนเองในระดับสูงจะมีการใช้สารเสพติด สูบบุหรี่ และดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ที่น้อยกว่าเด็กที่มีทักษะการกำกับตนเองต่ำ²¹ Bub และคณะ¹⁹ ได้ศึกษาถึงความสัมพันธ์ของการกำกับตนเองกับสุขภาพและพฤติกรรมที่เกี่ยวข้องกับสุขภาพ โดยเก็บข้อมูลในประชากรจำนวน 1023 คน ติดตามตั้งแต่แรกเกิดจนอายุ 15 ปี เก็บข้อมูลทางสังคมประชากรและตรวจร่างกายตั้งแต่เด็กอายุ 1 เดือน เก็บข้อมูลเกี่ยวกับสุขภาพทั่วไป และปัญหาในการนอนหลับจากการรายงานของ

แม่ ในช่วงที่เด็กอายุ 4.5 ปี 8 ปี 11 ปี และ 15 ปี และทำการประเมินทักษะการกำกับตนเองเมื่อเด็กอายุ 4.5 ปี ผลการวิจัยพบว่าเด็กที่มีการกำกับตนเองที่ดีจะมีค่าดัชนีมวลกายที่น้อยกว่าอย่างมีนัยสำคัญ และมีสุขภาพที่ดีกว่าโดยดูจากรายงานสุขภาพเด็กที่แม่ได้บันทึกไว้ตั้งแต่เด็กจนถึงวัยรุ่น นอกจากนี้ยังพบปัญหาการนอนหลับน้อยกว่าเมื่อเด็กอายุ 8 และ 11 ปี

มีงานวิจัยจำนวนมากที่ชี้ให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างทักษะการกำกับตนเองกับความอ้วนและการบริโภคอาหาร โดยพบว่าเด็กที่มีทักษะการกำกับตนเองต่ำมีความเสี่ยงที่จะมีภาวะอ้วนมากกว่า และคนที่มีความเสี่ยงการกำกับตนเองสูงจะประสบความสำเร็จในการลดน้ำหนักได้ตามเป้าหมายได้มากกว่าด้วย^{19,22-26} ทักษะการกำกับตนเองยังมีความสัมพันธ์กับการบริโภคอาหาร ตั้งแต่การตัดสินใจในการเลือกกิน การลงมือปฏิบัติ (เช่น ซื้ออาหาร เตรียมอาหาร) และยังสัมพันธ์กับความสามารถด้านทานต่อการดึงดูดจากอาหารที่ส่งผลเสียกับสุขภาพ โดยมีความเชื่อมโยงกับการควบคุมการบริโภคอาหารผ่านกลไกต่างๆ เช่น องค์ประกอบด้านการยั้งคิด ไตร่ตรอง (Inhibitory control) มีความเกี่ยวข้องกับความคิดหรือความอยากอาหารเมื่อเผชิญกับสถานการณ์ที่จะทำให้กินขนมขบเคี้ยวมากเกินไป องค์ประกอบด้านการควบคุมอารมณ์ (Emotional control) ก็มีความเชื่อมโยงกับการบริโภคอาหารเนื่องจากสภาวะอารมณ์เชิงลบแสดงให้เห็นว่าสามารถเพิ่มการบริโภคอาหารที่ส่งผลเสียต่อสุขภาพได้^{27,28}

Anderson และ Keim²⁹ ได้ทำการรวบรวมหลักฐานทางระบาดวิทยาที่เชื่อมโยง 3 ปัจจัยคือ ทักษะการกำกับตนเองของเด็กลักษณะของปฏิสัมพันธ์ระหว่างแม่กับลูก และภาวะอ้วนในเด็กที่อายุต่ำกว่า 6 ปี โดยอธิบายความสัมพันธ์ระหว่าง 3 ปัจจัยว่า ลักษณะของปฏิสัมพันธ์ระหว่างแม่กับลูกนอกจากจะส่งผลโดยตรงต่อการตอบสนองของแม่ต่อลูกเช่นการที่แม่ให้เด็กรับประทานอาหารที่มีผลเสียต่อสุขภาพในเวลาที่มากขึ้นแล้วลักษณะของปฏิสัมพันธ์ระหว่างแม่กับลูกยังส่งผลต่อความสามารถในการกำกับตนเองและความสามารถในการกำกับตนเองของเด็กจะมีความสัมพันธ์กับลักษณะนิสัยการบริโภคอาหารที่สัมพันธ์กับภาวะอ้วนอีกทอดหนึ่ง

การศึกษาวิจัยของ Elfhag และคณะ²⁴ พบว่าคนที่มีความสามารถในการกำกับตนเองที่ดีจะมีพฤติกรรมการกินแบบตามอารมณ์และกินตามการกระตุ้นของสิ่งเร้าภายนอก ซึ่งพฤติกรรมการกินทั้ง 2 แบบนี้สัมพันธ์กับการเกิดโรคต่าง ๆ

รวมถึงภาวะอ้วน Sirikulchayanonta และคณะ³⁰ ได้ทำ การศึกษาแบบกลุ่มศึกษาและกลุ่มเปรียบเทียบ ถึงความสัมพันธ์ระหว่างความมีวินัยในตนเองกับภาวะอ้วนในเด็กนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 อายุ 8-12 ปีจำนวน 280 คน โดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมกลุ่มละ 140 คน และสัมภาษณ์ผู้ปกครองเกี่ยวกับความมีวินัยในตนเองของเด็กพบว่าเด็กที่มีภาวะอ้วนจะขาดความมีวินัยในตนเอง โดยดูจากเวลาในการดูโทรทัศน์ความสามารถในการควบคุมการใช้เงินและความสามารถในการจัดการเวลา

งานวิจัยที่กล่าวมาข้างต้นได้ชี้ให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการกำกับตนเองกับสภาวะสุขภาพ โดยเฉพาะอย่างยิ่งสภาวะสุขภาพที่เกี่ยวข้องกับความอ้วนและพฤติกรรมกรรมการบริโภคอาหาร จึงมีความเป็นไปได้ว่าความสามารถในการกำกับตนเองจะมีความเชื่อมโยงกับสุขภาพช่องปากโดยเฉพาะประเด็นเรื่องฟันผุ เพราะเป็นที่แน่ชัดในปัจจุบันว่าพฤติกรรมกรรมการบริโภคเป็นปัจจัยเสี่ยงสำคัญที่ก่อให้เกิดฟันผุ หัวข้อต่อไปของการทบทวนวรรณกรรม จึงจะเป็นทบทวนวรรณกรรมที่แสดงให้เห็นถึงการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างการกำกับตนเองกับสุขภาพช่องปาก

การกำกับตนเองกับสุขภาพช่องปากในเด็กก่อนวัยเรียน มีงานวิจัยจำนวนหนึ่งที่พบความเชื่อมโยงระหว่างภาวะอ้วนและฟันผุในเด็ก ซึ่งอธิบายว่ารูปแบบการดำเนินชีวิตและพฤติกรรมกรรมการกิน โดยเฉพาะการกินอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรตและอาหารรสหวานในปริมาณและความถี่ที่สูงมีผลต่อความชุกของทั้งภาวะอ้วนและโรคฟันผุในเด็กที่เพิ่มสูงขึ้น³¹⁻³³ จากความสัมพันธ์ข้างต้นจึงมีงานวิจัยทางทันตสาธารณสุขที่ให้ความสนใจที่จะศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการกำกับตนเองและสุขภาพช่องปาก โดยเฉพาะโรคฟันผุในเด็ก Murray และคณะ³⁴ ได้ทำการทบทวนงานวิจัยเกี่ยวกับสุขภาพช่องปากของเด็กที่มีโรคสมาธิสั้น (Attention - Deficit/ Hyperactivity Disorder) ลักษณะสำคัญของเด็กกลุ่มนี้คือการขาดความสามารถในการให้ความสนใจจดจ่อและการควบคุมตนเอง ปรากฏเป็นอาการที่สังเกตได้ เช่น มีความยากลำบากในการให้ความสนใจจดจ่อในงานหรือกิจกรรมการเล่น ดูเหมือนจะไม่ฟังเมื่อพูดด้วยต่อหน้า มีปัญหาในการรอคอย และถึงแม้จะไม่ได้มีข้อสรุปที่ชัดเจนนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างความชุกของโรคฟันผุกับโรคสมาธิสั้นแต่ก็มีงานวิจัยที่พบว่าเด็กที่เป็นโรคสมาธิสั้นจะมีฟันผุมากกว่าเด็กทั่วไป โดยปัจจัยเสี่ยงต่อการเกิดฟันผุของเด็กที่เป็นโรคสมาธิสั้นประกอบด้วยหลายปัจจัย โดยความพร่องในความสนใจจดจ่อ

(Attention deficit) ที่เป็นอาการสำคัญหนึ่งของโรคสมาธิสั้น อาจจะมีความสัมพันธ์กับการกินในความถี่ที่สูง มีปัญหาในการเรียนรู้และการควบคุมพฤติกรรมซึ่งส่งผลต่อกิจกรรมในชีวิตประจำวัน เช่น ทักษะในการแปรงฟัน และมีปัญหาการจัดการพฤติกรรมเมื่อมารับบริการทางทันตกรรมมากกว่ากลุ่มเด็กทั่วไป

Jabin และ Chaudhary³⁷ ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะนิสัยของเด็กกับฟันผุ โดยทำการสำรวจภาคตัดขวางในเด็ก 1,300 คน อายุ 3-6 ปี มีการประเมินลักษณะนิสัยของเด็กโดยใช้แบบสอบถามถามผู้ปกครองและนำมาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์กับฟันผุโดยหนึ่งในลักษณะนิสัยของเด็กที่ใช้วัดในการวิจัยครั้งนี้ คือ ความสนใจจดจ่อ (Attentivity) ซึ่งเป็นหนึ่งในองค์ประกอบหลักของการกำกับตนเอง ในงานวิจัยนี้ให้นิยามว่า หมายถึงความสามารถของเด็กที่จะไม่ถูกเบี่ยงเบนความสนใจจากสิ่งที่กำลังทำอยู่ไปสู่สิ่งล่อใจอื่น ผลการศึกษาพบว่าเด็กกลุ่มที่ไม่มีฟันผุในฟันน้ำนมจะมีระดับของความสนใจจดจ่อที่ดีกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเทียบกับเด็กกลุ่มที่มีฟันผุ ผู้วิจัยได้เสนอว่าระดับความสนใจจดจ่ออาจจะมีผลต่อการเรียนรู้ของเด็ก ทำให้เด็กสามารถเรียนรู้เกี่ยวกับการดูแลสุขภาพช่องปากและการกินอาหารที่ส่งผลดีต่อสุขภาพช่องปากได้ดีกว่า

Caleza และคณะ¹¹ ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการอดทนรอคอยซึ่งเป็นคุณสมบัติหนึ่งของการกำกับตนเองกับสุขภาพช่องปาก โดยทำการศึกษาแบบกลุ่มศึกษาและกลุ่มเปรียบเทียบในเด็กอายุ 4-6 ปี จำนวน 202 คน เก็บรวบรวมข้อมูลใน 4 หัวข้อคือ

1. ตัวชี้วัดนอกช่องปาก (Extra Oral Diagnostic Parameters) ได้แก่ ค่า BMI ความถนัดในการใช้มือ
2. สภาวะสุขภาพช่องปาก (Intra Oral Health Status) ได้แก่ ค่าดัชนีฟันผุถาวร (dmft), Significant Caries Index (SiC) และ ค่าดัชนีคราบจุลินทรีย์ (Plaque Index: PI)
3. พฤติกรรมที่เกี่ยวข้องกับสุขภาพช่องปาก ได้แก่ พฤติกรรมการกินและการดูแลสุขภาพช่องปาก
4. ข้อมูลพื้นฐานทางสังคมประชากร เช่น เพศ อายุ สถานะของครอบครัว สถานะทางเศรษฐกิจสังคม จำนวนคนในครอบครัว เป็นต้น

จากผลการศึกษาพบว่าในเด็กที่มีค่าดัชนีฟันผุถาวรสูง จะมีความสามารถในการอดทนรอคอยที่ต่ำกว่าเด็กที่มีค่าดัชนีฟันผุถาวรต่ำ แต่ยังไม่พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหลังจากวิเคราะห์การถดถอยแบบมีเงื่อนไข

และพบว่าเด็กที่มีความสามารถในการอดทนรอคอยที่ดีจะมีค่าดัชนีความจุลินทรีย์ที่ดีกว่าและมีพฤติกรรมการบริโภคอาหารในทิศทางที่ส่งผลบวกต่อสุขภาพช่องปากมากกว่าหลังจากวิเคราะห์การถดถอยแบบมีเงื่อนไขและปรับค่าตัวแปรกวน

เนื่องจากงานวิจัยที่พบทวนมาทั้งหมดเป็นงานวิจัยแบบภาคตัดขวาง จึงยังไม่สามารถชี้ชัดถึงกลไกเชิงสาเหตุและผลลัพธ์ระหว่างความสามารถในการกำกับตนเองกับสุขภาพช่องปากโดยเฉพาะการเกิดฟันผุได้ ณ ปัจจุบัน การอธิบายกลไกของความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้งสอง จึงทำได้เพียงแค่การเชื่อมโยงเชิงเหตุผลว่า ความสามารถในการกำกับตนเองจะส่งผลให้เกิดพฤติกรรมเชิงบวก และพฤติกรรมเชิงบวกที่สำคัญกับสุขภาพช่องปาก คือ พฤติกรรมการบริโภคอาหาร ดังนั้นการทำความเข้าใจถึงความสัมพันธ์และกลไกของความสัมพัทธ์ระหว่างตัวแปรทั้งสอง จึงต้องการการศึกษาวิจัยเพิ่มเติมต่อไปในอนาคต โดยเฉพาะการวิจัยที่มีการออกแบบเพื่อตอบคำถามของความสัมพันธ์เชิงสาเหตุและผลลัพธ์ได้ แต่ถึงแม้จะยังไม่สามารถอธิบายความสัมพันธ์ในลักษณะดังกล่าวได้ในปัจจุบัน แต่จากงานวิจัยที่ได้พบทวนมาข้างต้น การทำความเข้าใจเกี่ยวกับแนวทางการส่งเสริมพัฒนาการของการกำกับตนเองในเด็กปฐมวัยเพื่อนำไปสู่การบูรณาการกิจกรรมส่งเสริมพัฒนาการของการกำกับตนเองควบคู่กับการส่งเสริมสุขภาพทั่วไปและสุขภาพช่องปาก ก็ยังคงเป็นทิศทางที่น่าสนใจในการทำงานส่งเสริมสุขภาพในอนาคต

แนวทางการส่งเสริมพัฒนาการของการกำกับตนเองในเด็กปฐมวัย พัฒนาการของทักษะการกำกับตนเองเกี่ยวข้องกับปัจจัย 4 กลุ่มหลัก คือ

1. ปัจจัยทางชีวภาพ เช่น พันธุกรรม การกินอาหารที่มีประโยชน์ การนอนหลับเพียงพอ เป็นต้น
2. การได้รับการกระตุ้นและการแทรกแซงที่เหมาะสม
3. ปฏิสัมพันธ์ที่ระหว่างเด็กและผู้ดูแล และ
4. บริบทและสภาพแวดล้อม ทั้งคุณครู โรงเรียน ชุมชนไปจนถึงนโยบายระดับประเทศ สิ่งเหล่านี้ส่งผลต่อทักษะการกำกับตนเองตั้งแต่แรกเกิดต่อเนื่องไปตลอดชีวิต³⁶

เด็กปฐมวัยเป็นช่วงของการพัฒนาสมองอย่างรวดเร็วที่จะปูทางไปสู่การเติบโตของทักษะการกำกับตนเอง การสนับสนุนการพัฒนาการกำกับตนเองในเด็กปฐมวัยเป็นการลงทุนเพื่อความสำเร็จในอนาคตเนื่องจากเด็กที่มีทักษะการกำกับตนเองที่เข้มแข็งจะสามารถคาดการณ์ถึงคุณภาพด้านการเรียนและความสัมพันธ์กับผู้อื่นที่ดี มีปัญหาพฤติกรรม

น้อยและช่วยให้เด็ก ๆ สามารถรับมือกับความท้าทายมากมายที่พวกเขาเผชิญได้สำเร็จ อย่างไรก็ตามไม่ได้หมายความว่าช่วงปฐมวัยเป็นช่วงโอกาสเดียวของการพัฒนาทักษะการกำกับตนเอง เพราะทักษะนี้ยังสามารถพัฒนาต่อไปจนถึงวัยรุ่น แต่การวางรากฐานตั้งแต่ช่วงปฐมวัยจะได้ผลเต็มที่ และมีประสิทธิผลมากกว่าในช่วงวัยอื่น ๆ ซึ่งอาจต้องใช้การแทรกแซงที่เข้มข้นมากขึ้นและได้ประสิทธิผลที่น้อยกว่า³⁷⁻³⁹

ในช่วงปีแรกๆ ของชีวิต ผู้ดูแลมีส่วนสำคัญในการพัฒนาการสร้างความไว้วางใจที่ปลอดภัย การเลี้ยงดูและการกระตุ้นอย่างเหมาะสมเพื่อให้เด็กเรียนรู้เกี่ยวกับโลกรอบตัวผู้ใหญ่ที่ตัวเองรู้สึกเครียดมากเกินไปและควบคุมอารมณ์ตัวเองไม่ค่อยได้ อาจทำให้ควบคุมและจัดการเด็กได้ยากขึ้นด้วย เพราะเด็กจะมีความไวต่ออารมณ์และพฤติกรรมของผู้ใหญ่ ดังนั้นผู้ดูแลจึงควรฝึกทักษะการเผชิญปัญหาและการสงบสติอารมณ์ของตนเองไปด้วย เพราะจะเป็นส่วนสำคัญที่จะส่งผลต่อการพัฒนาการกำกับตนเองของเด็กต่อไป³⁷ “การกำกับร่วมกัน” (Co-regulation) ระหว่างผู้ดูแลและเด็ก เป็นแนวคิดสำคัญที่จะส่งเสริมให้เกิดทักษะการกำกับตนเองขึ้นในเด็กโดยการสร้างการกำกับร่วมกันมี 3 กระบวนการที่สำคัญ³⁸⁻⁴¹ คือ

1. สร้างความสัมพันธ์ที่อบอุ่นและตอบสนองที่เหมาะสม มองเด็กในฐานะเป็นปัจเจกบุคคลที่มีความเท่าเทียมกับผู้ดูแล ให้การดูแลเอาใจใส่ให้เด็กมั่นใจว่าจะได้รับการดูแลไม่ว่าจะเป็นเรื่องใดก็ตาม ความสัมพันธ์เชิงบวกนี้จะทำให้เด็กรู้สึกปลอดภัยพอที่จะฝึกฝนทักษะใหม่ ๆ และเรียนรู้จากความผิดพลาด
2. สร้างสภาพแวดล้อมที่ปลอดภัยทั้งทางร่างกายและจิตใจสำหรับเด็กในการสำรวจและเรียนรู้ โดยไม่มีความเสี่ยงร้ายแรง การมีกิจวัตรประจำวันที่สม่ำเสมอและคาดเดาได้
3. การสอนและฝึกทักษะการกำกับตนเองโดยการเป็นแบบอย่างที่ดีของพ่อแม่ การให้คำแนะนำ การฝึกสอน การเตรียมความพร้อมสำหรับทักษะต่าง ๆ และการให้แรงเสริมที่เหมาะสม

ทั้ง 3 กระบวนการจะมีความสำคัญที่แตกต่างไปในแต่ละช่วงวัย แนวทางการส่งเสริมพัฒนาการด้านการกำกับตนเองในเด็กปฐมวัย จึงสามารถแบ่งได้เป็น 2 กลุ่มตามช่วงอายุ⁴²⁻⁴⁶ ดังนี้

ในกลุ่มเด็กทารกและวัยเตาะแตะ (0-3 ปี) ในเด็กวัยนี้ ผู้ปกครองซึ่งเป็นผู้ดูแลหลักมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อพัฒนาการด้านการกำกับตนเอง การแทรกแซงจึงเน้นที่การทำให้ผู้ปกครองให้เข้าใจถึงแนวคิดและกระบวนการของการ

กำกับร่วมกัน โดยเน้นที่การสร้างความรู้ความผูกพันและความสัมพันธ์ระหว่างเด็กกับผู้ปกครอง ในวัยทารกเน้นการให้ความสำคัญเรื่องความไวของผู้ปกครองที่มีต่อสัญญาณที่เด็กแสดงออกมาส่วนในวัยเตาะแตะให้ความสำคัญกับวิธีการจัดการพฤติกรรมที่สอดคล้องตามวัย รวมถึงเสริมสร้างทักษะการสงบสติอารมณ์ให้กับผู้ปกครองซึ่งเป็นส่วนสำคัญที่จะทำให้สามารถปรับประคองกระบวนการของการกำกับร่วมกันไปได้ด้วยดี⁴¹

ในกลุ่มเด็กก่อนวัยเรียน การศึกษาเกี่ยวกับแนวทางการพัฒนาทักษะการกำกับตนเองในเด็กก่อนวัยเรียนนั้นมีความค่อนข้างมาก เนื่องจากเด็กในวัยนี้เริ่มเข้าสู่ระบบโรงเรียน ครูประจำชั้นจึงเข้ามามีบทบาทต่อพัฒนาการของเด็ก การศึกษาโดยส่วนใหญ่จึงมุ่งให้ความสนใจในกลุ่มเป้าหมายที่เป็นครูประจำชั้น ในขณะที่การศึกษาบางส่วนก็ยังคงให้ความสำคัญกลุ่มผู้ปกครองร่วมด้วยโดยในเด็กวัยนี้ยังคงมีการให้ความสำคัญกับการสร้างการกำกับร่วมกัน เช่นเดียวกับในเด็กทารกและวัยเตาะแตะแต่เปลี่ยนผู้ที่มีบทบาทสำคัญในการสร้างการกำกับร่วมกันจากพ่อแม่หรือปกครองที่บ้านมาเป็นครูประจำชั้น และมีการเพิ่มเติมกิจกรรมที่เป็นการส่งเสริมทักษะการกำกับตนเองของเด็กโดยตรง โดยที่พบได้มากที่สุด คือการแทรกแซงเข้าไปในหลักสูตรการเรียนการสอน (Curriculum based intervention) เช่น การสอดแทรกบทเรียนเกี่ยวกับการกำกับตนเองเข้าไปในกิจวัตรประจำวัน การอ่านนิทาน การเล่นเกมแบบมีกติกา การสอนแบบโครงการ เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีการแทรกแซงผ่านกิจกรรมทางกาย และการออกกำลังกาย (Physical activity/Exercise based intervention) เช่น การทำงานศิลปะ การเล่นเกมสลับกลุ่ม การฝึกสติและการฝึกโยคะ เป็นต้น^{7,42-46}

แนวทางการส่งเสริมสุขภาพและสุขภาพช่องปากโดยใช้แนวคิดการกำกับตนเอง โครงการส่งเสริมสุขภาพช่องปากในปัจจุบันหันมาให้ความสำคัญกับการส่งเสริมสุขภาพช่องปากผ่านการควบคุมปัจจัยเสี่ยงร่วม (Common risk factor approach) มากขึ้น ด้วยการควบคุมปัจจัยเสี่ยงหรือพฤติกรรมใดพฤติกรรมหนึ่งที่ส่งผลกระทบต่อการศึกษาเกิดโรคหลายโรค⁴⁷ เช่น โครงการรณรงค์เพื่อเด็กไทยไม่กินหวานซึ่งมีทั้งการสร้างนโยบายสาธารณะควบคุมอาหารที่เสี่ยงต่อสุขภาพ การสร้างเครือข่ายเด็กไทยไม่กินหวาน การสร้างกระแสสังคมลดการบริโภคน้ำตาล โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อจัดการกับปัจจัยเสี่ยงร่วมคือพฤติกรรมบริโภคอาหารที่มีน้ำตาลมากเกินไปซึ่งส่งผลเสียกับเด็กและเยาวชนที่ชัดเจนที่สุดก็คือฟันผุ และ

ปัญหาเรื่องเด็กอ้วน เมื่ออ้วนแล้วก็จะก่อให้เกิดปัญหาอื่นๆ ด้านสุขภาพตามมา เช่น โรคเบาหวานในเด็ก เมื่อโตขึ้นมาก็ทำให้มีความเสี่ยงเป็นโรคความดันโลหิตสูง โรคหัวใจและโรคอื่นๆ ตามมา เพราะพฤติกรรมการบริโภคอาหารหรือนิสัยการบริโภคจะถูกปลูกฝังตั้งแต่ในวัยเด็ก ถ้าวัยเด็กมีนิสัยการกินอย่างใดก็จะต่อเนื่องไปถึงนิสัยการกินในตอนที่โตเป็นผู้ใหญ่ได้ โครงการนี้จึงเป็นการควบคุมปัจจัยเสี่ยงที่ส่งผลกระทบต่อการศึกษาเกิดโรคหลาย ๆ โรค ได้อย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลมากกว่าการทำโครงการส่งเสริมสุขภาพที่มุ่งเน้นไปที่โรคใดโรคหนึ่งอย่างเฉพาะเจาะจง⁴⁸

อย่างไรก็ตามการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการบริโภคอาหารนั้นไม่ใช่เรื่องง่าย โดยเฉพาะในเด็กที่สมองส่วนที่ควบคุมพฤติกรรมและอารมณ์ความรู้สึกยังพัฒนาไม่เต็มที่ การที่จะทำให้เด็กสามารถเลือกรับประทานอาหารที่คำนึงถึงคุณค่าทางโภชนาการและรู้จักยับยั้งชั่งใจในการรับประทานอาหารตามความต้องการซึ่งส่งผลเสียต่อสุขภาพ เช่น ขนมหงอก หงอก ขนมหวาน เครื่องดื่มรสหวาน ก็เป็นเรื่องที่ท้าทายอย่างมากมีการศึกษาที่พบว่าเด็กก็ยังมีความรู้เกี่ยวกับการกินอาหารที่ส่งผลเสียต่อสุขภาพถึงแม้ว่าจะมีความรู้เกี่ยวกับการกินอาหารเพื่อสุขภาพแล้วก็ตาม^{27,28} จึงมีข้อเสนอให้ใช้แนวคิดการกำกับตนเองผนวกเข้ากับการทำงานส่งเสริมสุขภาพช่องปากตามรูปแบบปกติ โดย Mattos และคณะ⁴⁹ เสนอเกี่ยวกับโปรแกรมส่งเสริมการกำกับตนเองด้านสุขภาพในเด็กก่อนวัยเรียน โดยเพิ่มกิจกรรมการส่งเสริมการกำกับตนเองเข้าไปในโปรแกรมสุขภาพในโรงเรียนซึ่งแต่เดิมที่เน้นกิจกรรมส่งเสริมสุขภาพช่องปากและลักษณะนิสัยการกินที่เอื้อต่อการมีสุขภาพที่ดี โดยใช้นิทานเรื่อง “บททดสอบที่ยากลำบากของสีเหลือง” (Yellow's Trials and Tribulations) เป็นเครื่องมือในการสื่อสารทั้งเรื่องการกำกับตนเองและประเด็นสุขภาพ โดยนิทานเรื่องนี้เล่าเรื่องราวเกี่ยวกับสีเหลืองที่หายไปจากร่างกาย และการออกตามหาสีเหลืองของบรรดาสีอื่น ๆ ทั้งหมดแนวคิดหลักของนิทานเรื่องนี้คือการสอดแทรกการสอนและการฝึกทักษะการกำกับตนเองผ่านเรื่องเล่า โดยจะแบ่งเป็น 3 ส่วนใหญ่ ๆ ซึ่งแต่ละส่วนจะมีเป้าหมายและเนื้อหาที่ต้องการสื่อเฉพาะเจาะจงต่างกัน ส่วนแรกเป็นการทำความเข้าใจแนวคิดการกำกับตนเอง ส่วนที่สองเป็นการประยุกต์ใช้แนวคิดการกำกับตนเองในชีวิตประจำวัน และส่วนสุดท้าย เน้นที่การให้เด็กสะท้อนการเรียนรู้ของตนเอง และสามารถนำเอาความรู้เรื่องการกำกับตนเองไปประยุกต์ใช้กับประเด็นอื่น ๆ ที่แตกต่างกันออกไป เช่น พฤติกรรมในชั้นเรียน นิสัยการบริโภค

อาหาร การบริหารจัดการเวลา การดูแลอนามัยช่องปาก เป็นต้น การดำเนินโครงการแบ่งเป็น 2 ระยะ ระยะแรกเป็นการอบรมเรื่องการกำกับตนเองให้กับบุคลากรที่เกี่ยวข้องทั้งบุคลากรสาธารณสุขและครู เนื้อหาของการอบรมประกอบไปด้วยแนวคิดทฤษฎีเรื่องการกำกับตนเอง การดูแลสุขภาพช่องปาก การบริโภคที่เอื้อต่อการมีสุขภาพที่ดี และการเรียนรู้เครื่องมือที่ใช้ คือ นิทานเรื่องดังกล่าวผ่านการอ่านและอภิปรายร่วมกัน รวมถึงการฝึกกิจกรรมเชิงปฏิบัติการเพื่อประดิษฐ์วัสดุอุปกรณ์ที่จะใช้ในการทำงานกับเด็กต่อไป ระยะที่สองคือการจัดโปรแกรมการส่งเสริมการกำกับตนเองด้านสุขภาพขึ้นในโรงเรียน โดยครูและบุคลากรสาธารณสุขจะร่วมกันจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องการกำกับตนเองให้กับเด็ก โดยรูปแบบของกิจกรรมจะเน้นที่การเรียนรู้และอภิปรายร่วมกันระหว่างผู้สอนและเด็กเกี่ยวกับเนื้อหาในแต่ละบทของนิทานเรื่อง “บททดสอบที่ยากลำบากของสีเหลือง” รวมถึงกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับสุขภาพช่องปาก และการบริโภคที่เอื้อต่อการมีสุขภาพที่ดี ความคาดหวังหลังสิ้นสุดโปรแกรม คือ การช่วยให้เด็กสามารถกำหนดเป้าหมายของตนเอง และสามารถเลือกวิธีที่จะนำไปสู่การบรรลุเป้าหมายนั้นได้เพื่อผลลัพธ์สุดท้ายคือการคงไว้ซึ่งพฤติกรรมสุขภาพที่ดีอย่างยั่งยืน

อย่างไรก็ตามบทความนี้ของ Mattos และคณะเป็นเพียงข้อเสนอในการดำเนินงานที่ยังไม่ได้มีการนำไปปฏิบัติและประเมินผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินโครงการจริงแต่ได้มีการนำไปต่อยอดโดย Leticia Gaeta และคณะ⁵⁰ ซึ่งได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาผลของโครงการส่งเสริมทักษะการกำกับตนเองที่มีต่อทักษะในการดูแลสุขภาพช่องปากในเด็กก่อนวัยเรียนอายุ 4-6 ปี ประเทศเม็กซิโกจำนวน 210 คน โดยเลือกกลุ่มเป้าหมายเป็นกลุ่มเปราะบางทางสังคม กล่าวคือ ผู้ปกครองเป็นแม่เลี้ยงเดี่ยวหรือเข้าไม่ถึงสวัสดิการของรัฐ ใช้การออกแบบงานวิจัยแบบกึ่งทดลอง โดยแบ่งเด็กออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มแรกคือ เด็กที่เข้าร่วมกิจกรรมส่งเสริมทักษะการกำกับตนเองที่บูรณาการร่วมกับกิจกรรมส่งเสริมสุขภาพช่องปากโดยใช้เครื่องมือที่เสนอโดย Mattos และคณะ⁴⁹ จำนวน 106 คน กลุ่มที่สอง คือ เด็กที่เข้าร่วมกิจกรรมส่งเสริมสุขภาพช่องปากเพียงอย่างเดียวจำนวน 52 คน และ กลุ่มที่ 3 คือ กลุ่มควบคุมที่ไม่ได้รับการแทรกแซงใด ๆ จำนวน 52 คนโดยมีการดำเนินกิจกรรมต่อเนื่อง 12 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 1 ครั้ง ครั้งละ 90 นาทีก่อนและหลังการดำเนินโครงการมีการวัดตัวแปรได้แก่ ปริมาณคราบจุลินทรีย์ที่สะสมบนตัวฟัน พฤติกรรมการดูแลสุขภาพช่องปาก และตัวแปรด้านจิตวิทยาที่เกี่ยวข้องอื่น ๆ

ผลการวิจัยพบว่าเด็กกลุ่มที่เข้าร่วมกิจกรรมส่งเสริมทักษะการกำกับตนเองร่วมกับกิจกรรมส่งเสริมสุขภาพช่องปากมีการสะสมของคราบจุลินทรีย์บนตัวฟันน้อยลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับเด็กกลุ่มที่ไม่ได้รับกิจกรรมส่งเสริมทักษะการกำกับตนเอง นอกจากนี้ยังมีการพัฒนาทักษะการกำกับตนเองและพฤติกรรมในการดูแลสุขภาพช่องปากที่ดีขึ้นอีกด้วย

บทวิจารณ์

จากการทบทวนงานวิจัยข้างต้นได้ชี้ให้เห็นถึงความเชื่อมโยงระหว่างการกำกับตนเองกับผลลัพธ์ด้านสุขภาพและด้านสังคมมากมาย และมีงานวิจัยจำนวนไม่น้อยที่ชี้ให้เห็นว่าทักษะการกำกับตนเองมีความสัมพันธ์อย่างมากกับพฤติกรรม การบริโภคอาหาร แต่พบว่าการศึกษาดังกล่าวความสัมพันธ์ของการกำกับตนเองกับสุขภาพช่องปากรวมถึงการนำแนวคิดการกำกับตนเองมาใช้ในการทำงานส่งเสริมสุขภาพช่องปากเพิ่งเริ่มได้รับความสนใจในช่วง 3-4 ปีมานี้ และยังมีการศึกษาในประเด็นดังกล่าวไม่มากนัก จึงมีความน่าสนใจที่ศึกษาวิจัยถึงความสัมพันธ์ระหว่างการกำกับตนเองและสุขภาพช่องปากให้มากขึ้นในบริบทของสังคมไทย โดยมีข้อควรพิจารณาในหลายแง่มุม ได้แก่

1. ความเข้าใจแนวคิดการกำกับตนเองในบริบทของสังคมไทยเป็นแง่มุมที่น่าสนใจ การศึกษาเรื่องการกำกับตนเอง และความสัมพันธ์ของการกำกับตนเองกับสุขภาพและสุขภาพช่องปากโดยใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงคุณภาพจึงเป็นทิศทางที่ควรจะมีการศึกษาวิจัยต่อไปในอนาคต
2. วิธีที่ใช้ในการวัดทักษะการกำกับตนเองในเด็กก่อนวัยเรียนส่วนใหญ่ที่มีการศึกษาวิจัยที่ผ่านมาล้วนแต่เป็นวิธีการที่ใช้ศึกษาในต่างประเทศ การจะนำวิธีเหล่านั้นมาใช้ในบริบทของสังคมไทยควรจะมีการศึกษานำร่องและทดลองใช้ก่อนเพื่อปรับให้เข้ากับธรรมชาติของการเลี้ยงดูเด็กที่อาจมีความแตกต่าง รวมถึงควรคำนึงถึงบริบทที่แตกต่างกันของสังคมเมืองและชนบทอีกด้วย
3. เครื่องมือที่ใช้ในการสอดแทรกแนวคิดเรื่องการกำกับตนเองเข้าสู่โครงการส่งเสริมสุขภาพ ควรมีการเลือกใช้และพัฒนาให้เหมาะสมกับบริบทของสังคมและวัฒนธรรมไทย ตัวอย่างเช่น การใช้นิทานเรื่อง “บททดสอบที่ยากลำบากของสีเหลือง” ตามที่ได้กล่าวไปข้างต้นซึ่งเป็นนิทานที่ใช้ในบริบทของสังคมและวัฒนธรรมของประเทศเม็กซิโก หากจะนำมาประยุกต์ใช้ในโครงการส่งเสริมสุขภาพในประเทศไทยจึงควรมีการพิจารณาสร้างเครื่องมือหรือปรับใช้ให้มีความเหมาะสมกับบริบทของสังคมและวัฒนธรรมไทย

สังคมไทยในปัจจุบันเริ่มมีการให้ความสำคัญกับการส่งเสริมงานด้านการพัฒนาเด็กปฐมวัยแบบบูรณาการเพิ่มขึ้น การประกาศใช้พระราชบัญญัติการพัฒนาเด็กปฐมวัย พ.ศ. 2562 คือการมุ่งเน้นให้เกิดการพัฒนาเด็กปฐมวัยที่เป็นรูปธรรม หลายภาคส่วนทั้งภาครัฐและเอกชนเริ่มให้ความสำคัญกับเด็กปฐมวัยมากขึ้น เริ่มมีนโยบายเกี่ยวกับเด็กปฐมวัยและโครงการต่าง ๆ ที่จะสื่อสารให้สังคมเข้าใจว่าเด็กปฐมวัยมีความสำคัญ เป็นรากฐานสำคัญในการเติบโต⁵¹ การนำแนวคิดเรื่องการกำกับตนเองไปประยุกต์ใช้ในโครงการส่งเสริมสุขภาพช่องปากจึงเป็นอีกประเด็นหนึ่งที่มีความน่าสนใจ เพราะการบูรณาการการส่งเสริมทักษะการกำกับตนเองควบคู่ไปกับการเรียนรู้เรื่องพฤติกรรมกรับโรคอาหารที่ส่งผลดีต่อสุขภาพและสุขภาพช่องปากจะทำให้การทำงานส่งเสริมสุขภาพช่องปากได้ขยายออกไปสู่แง่มุมที่กว้างขึ้น กระตุ้นความสนใจจากผู้ปกครองได้มากขึ้น และจะเป็นโอกาสที่ทำให้การทำงานส่งเสริมสุขภาพเกิดขึ้นในรูปแบบที่เป็นสหสาขาวิชาชีพโดยการมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง ทั้งบุคลากรสาธารณสุข โรงเรียน ผู้ปกครอง ตลอดจนชุมชน

บทสรุป

ทักษะการกำกับตนเองของเด็กเป็นทักษะสำคัญที่จะช่วยส่งเสริมให้เด็ก ๆ มีพฤติกรรมที่เหมาะสม การนำกระบวนการของการพัฒนาทักษะการกำกับตนเองมาใช้ควบคู่กับงานส่งเสริมทันตสุขภาพพื้นฐาน เช่น การฝึกทักษะแปรงฟัน การรับประทานอาหารที่มีประโยชน์ เป็นต้น จะทำให้เด็กสามารถเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมไปสู่พฤติกรรมสุขภาพที่ดีได้สำเร็จ นอกจากนี้ยังเป็นการหล่อเลี้ยงเด็กให้เติบโตอย่างมีความคิด ความรู้สึกและการกระทำที่มีเหตุผลตามวัย สามารถจัดการชีวิตตนเองให้สำเร็จ มีความสุขและสามารถใช้ชีวิตอยู่กับผู้อื่นในสังคมได้ดีในอนาคต สอดคล้องกับนิยามของการส่งเสริมสุขภาพที่หมายรวมถึงกระบวนการในการส่งเสริมให้ประชาชนเพิ่มสมรรถนะในการควบคุมและปรับปรุงสุขภาพของตนเองในการบรรลุซึ่งสุขภาวะอันสมบูรณ์ทั้งทางร่างกาย จิตใจ และสังคม⁵²

เอกสารอ้างอิง

1. Bonecker M, Abanto J, Tello G, Oliveira LB. Impact of dental caries on preschool children's quality of life: an update. *Braz Oral Res* 2012; 261(Suppl 1):103-7.
2. Department of health, Ministry of public health. The 8th Thailand national oral health survey report 2017;1:5-36.
3. Hooley M, Skouteris H, Boganin C, Satur J, Kilpatrick N. Parental influence and the development of dental caries in children aged 0-6 years: a systematic review of the literature. *J Dent* 2012;40(11):873-85.
4. Fisher-Owens SA, Gansky SA, Platt LJ, Weintraub JA, Soobader MJ, Bramlett MD, et al. Influences on children's oral health: a conceptual model. *Pediatrics* 2007;120(3):e510-20.
5. Harris R, Nicoll AD, Adair PM, Pine CM. Risk factors for dental caries in young children: a systematic review of the literature. *Community Dent Health* 2004;21(1 Suppl):71-85.
6. Sheiham A, Watt RG. The common risk factor approach: a rational basis for promoting oral health. *Community Dent Oral Epidemiol* 2000; 28(6):399-406.
7. Pandey A, Hale D, Das S, Goddings A-L, Blakemore S-J, Viner RM. Effectiveness of universal self-regulation-based interventions in children and adolescents: A Systematic Review and Meta-analysis. *JAMA Pediatr* 2018;172(6):566-75.
8. Denise TD de Ridder, John BF de Wit. Self-regulation in health behavior: concepts, theories, and central issues. 1st ed. John Wiley & Sons Ltd;2006.
9. Bandura A. Self-regulation of motivation through anticipatory and self-regulatory mechanisms. 1st ed. Lincoln: Univ. of Nebraska Press ;1991.
10. Ozhiganova G. Self-regulation and self-regulatory capacities : components, levels, models. *J Psychol Pedagog* 2018;15(3):255-70.
11. Caleza-Jimenez C, Yanez-Vico R, Mendoza-Mendoza A, Palma JC, Iglesias-Linares A. Impact of delayed gratification on oral health and caries status in the primary dentition. *J Dent* 2017; 63:103-8.

12. Bandura A. The primacy of self-regulation in health promotion applied psychology: an international review. *Applied Psychology* 2005;54(2):245–54.
13. Bassett HH, Denham S, Wyatt TM, Warren Khot HK. Refining the preschool self-regulation assessment for use in preschool classrooms. *Infant and Child Development* 2012;21(6):596-616.
14. Rademacher A, Koglin U. The concept of self-regulation and preschoolers' social-emotional development: a systematic review. *Early Child Dev Care* 2018;189(14):1-19.
15. Raver C. Placing emotional self-regulation in sociocultural and socioeconomic contexts. *Child Dev* 2004;75(2):346-53.
16. Schunk DH, Zimmerman BJ. Self-regulation in education: retrospect and prospect self-regulation of learning and performance. 1st ed. Hillsdale NJ: L. Erlbaum Associates; 1994.
17. Dale H. Schunk, Judith R Meece, Paul R. Pintrich. *Motivation in education: theory, research, and applications*. 4th ed. Pearson; 2014.
18. Smith-Donald R, Raver CC, Hayes T, Richardson B. Preliminary construct and concurrent validity of the preschool self-regulation assessment (PSRA) for field-based research. *Early Child Res Q* 2007; 22(2):173-87
19. Bub KL, Robinson LE, Curtis DS. Longitudinal associations between self-regulation and health across childhood and adolescence. *Health psychol* 2016;35(11):1235-45.
20. Chutabhukdikul N, Ruksee N, Thanasetkorn P, Lertawasdatrakul O. Tool development and evaluation criteria for assessment of executive function in early childhood [Internet]. 2017 [Cited 2020 June] . Available form: <https://kb.hsri.or.th/dspace/handle/11228/4650?locale-attribute=th>.
21. Fosco GM, Frank JL, Stormshak EA, Dishion TJ. Opening the "Black Box": family check-up intervention effects on self-regulation that prevents growth in problem behavior and substance use. *JSP* 2013;51(4):455-68.
22. Russell CG, Russell A. "Food" and "non-food" self-regulation in childhood: a review and reciprocal analysis. *Int J Behav Nutr Phys* 2020;33(1):17.
23. Dassen FCM, Houben K, Allom V, Jansen A. Self-regulation and obesity: the role of executive function and delay discounting in the prediction of weight loss. *J Behav Med* 2018;41(6):806-18.
24. Elfhag K, Morey LC. Personality traits and eating behavior in the obese: poor self-control in emotional and external eating but personality assets in restrained eating. *Eat Behav* 2008;9(3): 285-93.
25. Caleza C, Yanez-Vico RM, Mendoza A, Iglesias-Linares A. Childhood obesity and delayed gratification behavior: a systematic review of experimental studies. *J Pediatr* 2016;169:201-7.
26. Schlam TR, Wilson NL, Shoda Y, Mischel W, Ayduk O. Preschoolers' delay of gratification predicts their body mass 30 years later. *J Pediatr* 2013; 162(1):90-3.
27. Dohle S, Diel K, Hofmann W. Executive functions and the self-regulation of eating behavior: A review. *Appetite* 2017;124:4-9.
28. Riggs NR, Spruijt-Metz D, Sakuma K-L, Chou C-P, Pentz MA. Executive cognitive function and food intake in children. *J Nutr Educ Behav* 2010;42(6): 398-403.
29. Anderson SE, Keim SA. Parent-child interaction, self-regulation, and obesity prevention in early childhood. *Curr Obes Rep* 2016;5(2):192-200.
30. Sirikulchayanonta C, Ratanopas W, Temcharoen P, Srisorrachatr S. Self-discipline and obesity in Bangkok school children. *BMC public health* 2011;11(158):1-8.
31. Almushayt A, Sharaf A, Meligy O, Tallab H. Dietary and feeding habits in a sample of preschool children in severe early childhood caries (S-ECC). *JKAU Med Sci* 2009;16(4):13-36.
32. Nicklas TA, Yang SJ, Baranowski T, Zakeri I, Berenson G. Eating patterns and obesity in children. The Bogalusa Heart Study. *Am J Prev Med* 2003;25(1):9-16.

33. Hayden C, Bowler JO, Chambers S, Freeman R, Humphris G, Richards D, et al. Obesity and dental caries in children: a systematic review and meta-analysis. *Community Dent Oral epidemiol* 2013; 41(4):289-308.
34. Murray C, Naysmith K, Liu G, Drummond B. A review of attention-deficit/ hyperactivity disorder from the dental perspective. *NZ Dent J* 2012; 108(3):95-101.
35. Jabin Z, Chaudhary S. Association of child temperament with early childhood caries. *J Clin Diagn Res* 2014;8(12):21-4.
36. Department of Health and Human Services [Homepage on the internet]. Self - regulation and toxic stress report 1: foundations for understanding self-regulation from an applied perspective. Washington, DC: 2015-01 [updated 2015 Jan; cited 2020 April 8]. Office of Planning, Research and Evaluation, Administration for Children and Families, U.S. Available from: <https://hdl.handle.net/10161/10283>
37. Department of Health and Human Services [Homepage on the internet]. Self-regulation and toxic stress report 2: a review of ecological, biological, and developmental studies of self-regulation and stress. Washington, DC: OPRE Report # 2015-30 [updated 2015 Mar 16; cited 2020 April 8]. Office of Planning, Research and Evaluation, Administration for Children and Families, U.S. Available from https://www.acf.hhs.gov/sites/default/files/documents/acf_report_2_rev_022415_final_508_0.pdf
38. Ziv Y, Benita M, Sofri I. Self-regulation in childhood: a developmental perspective. 1st ed. Switzerland: Springer international publishing AG; 2017.
39. Robson DA, Allen MS, Howard SJ. Self-regulation in childhood as a predictor of future outcomes: A meta-analytic review. *Psychol Bull* 2020;146(4): 324-354.
40. Department of Health and Human Services [Homepage on the internet]. Caregiver co-regulation across development: a practice brief. Washington, DC: OPRE Report [updated 2018 Jan 5; cited 2020 April 8]. Office of Planning, Research and Evaluation, Administration for Children and Families, U.S. Available from: <https://www.acf.hhs.gov/opre/report/co-regulation-birth-through-young-adulthood-practice-brief>
41. Department of Health and Human Services [Homepage on the internet]. Self-regulation and toxic stress report 3: a comprehensive review of self-regulation interventions from birth through young adulthood. Washington, DC: OPRE Report 2016-34. [updated 2016 Apr 11; cited 2020 Apr 8]. Office of Planning, Research and Evaluation, Administration for Children and Families, U.S. Available from: <https://www.acf.hhs.gov/opre/report/self-regulation-and-toxic-stress-report-3-comprehensive-review-self-regulation>
42. Department of Health and Human Services [Homepage on the internet]. Self-regulation and toxic stress report 4: implications for programs and practice. Washington, DC: OPRE Report 2016-97. [updated 2016 Apr 11; cited 2020 Apr 8]. Office of Planning, Research and Evaluation, Administration for Children and Families, U.S. Available from: <https://www.acf.hhs.gov/opre/report/self-regulation-and-toxic-stress-report-4-implications-programs-and-practice>
43. Stoiber KC, Gettinger M. Functional assessment and positive support strategies for promoting resilience: effects on teachers and high-risk children. *Psychology in the school* 2011;48:686-706
44. Wyman PA, Cross W, Hendricks Brown C, Yu Q, Tu X, Eberly S. Intervention to strengthen emotional self-regulation in children with emerging mental health problems: proximal impact on school behavior. *J Abnorm Child Psychol* 2010;38(5): 707-20.

45. McClelland MM, Tominey SL, Schmitt SA, Hatfield BE, Purpura DJ, Gonzales CR, et al. Red light, purple light! results of an intervention to promote school readiness for children from low-income backgrounds. *Front Psychol* 2019;10: 2365.
46. Winsler A, Ducenne L, Koury ASJEE, Singing one's way to self-regulation: the role of early music and movement curricula and private speech. *Early education and development* 2011;22(2):274-304.
47. Sheiham A, Watt RG. The common risk factor approach: a rational basis for promoting oral health. *Community Dent Oral Epidemiol* 2000; 28(6):399-406.
48. Thai Health Organization[Homepage on the internet]. Agenda meeting “sweet enough for Thai children” project with department of public health. [updated 2013Dec15; cited 2020 Apr 8]. Available from: https://dol.thaihealth.or.th/resourcecenter/sites/default/files/documents/kaarprachumokhrngkaarrwmpkhkhnnhwaan_buurn_aaka.pdf
49. Mattos LB, Mattos MB, Barbosa APO, Bauer MdS, Strack MH, Rosário P, et al. Promoting self-regulation in health among vulnerable Brazilian children: Protocol Study *Front Psychol* 2018; 7(9):651
50. Gaeta ML, Cavazos J, Cabrera MDR, Rosário P. Fostering oral hygiene habits and self-regulation skills: an intervention with preschool children. *Fam Community Health* 2018;41(1):47-54.
51. Thai Royal Government Gazette. Democretic skills development for young children. [online] 30 April 2019 [cited 2020 May 4]. Available from: URL: http://www.ratchakitcha.soc.go.th/DATA/PDF/2562/A/056/T_0005.PDF
52. World Health Organization. Ottawa charter for health promotion. [online] 16 June 2012 [cited 2020 April 8]; available from: URL:[https:// www.who.int/teams/health-promotion/enhanced-wellbeing/first-global-conference](https://www.who.int/teams/health-promotion/enhanced-wellbeing/first-global-conference).

ผู้รับผิดชอบบทความ

อดิศักดิ์ จีพัฒน์นาวดี

ภาควิชาทันตกรรมครอบครัวและชุมชน

คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

อำเภอเมืองเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200

โทรศัพท์: 053 944 468

โทรสาร: 053 944 483

จดหมายอิเล็กทรอนิกส์: atisak.ch@cmu.ac.th

Integrating Concept of Self-Regulation to Promote Oral Health in Early Childhood: A Scoping Review

Maklon W* Nirunsitthirat A** Chuengpattanawadee A**

Abstract

Early childhood caries is major oral health problem. It may impact health and development of the child's physical, emotional and intellectual abilities. The current oral health promotion program focuses on common risk factors approach addressing risk factors general to many disease. There is a growing demand in implementing an integrated approach to effectively promote child development. Concurrently, the Thai Royal Government Gazette declared the creation of the Early Childhood Development Act of 2019 directing commitment on concrete development of early childhood through establishment of a coordinating agency. This enactment resulted to increase of focus on early childhood among government and private stakeholders. Several policies and programs have also been introduced communicating importance of early childhood to the society as the "golden-age period and cornerstone of growth." It is an important period for children to form their own lifestyle. If they are trained to manage and control themselves, it will affect their health behaviors during adulthood. In particular, development of self-regulation skills, which is an executive function, is identified as an important component for early childhood development. Hence, this study aims to review and understand the concept of self-regulation and the relationship between self-regulation and oral health. We have identified a link between self-regulation and various health and social outcomes. However, there are few studies on the direct relationship between self-regulation and oral health and has not yet been studied in the context of Thailand. Moreover, self-regulation skills are strongly associated with eating behavior. Therefore, it is important to develop preventive approaches using psychological or behavioral strategies for oral health promotion program. Integrating promotion of self-regulation along with good eating behaviors are beneficial to the oral health of children in the future, but its success will hinge on effective teamwork and collaboration among multi-stakeholders.

Keywords: Self-regulation/ Executive function/ Early childhood caries/ Oral health promotion programs

Corresponding Author

Atisak Chuengpattanawadee
Department of Family and Community Dentistry,
Faculty of Dentistry, Chiangmai University.
Amphur Muang, Chiang Mai, 50200.
Tel.: +66 53 944 468
Fax.: +66 53 944 483
Email: atisak.ch@cmu.ac.th

* Dental Department, Wangthong hospital, Amphur Wangthong, Phitsanulok.

** Department of Family and Community Dentistry, Faculty of Dentistry, Chiangmai University, Amphur Muang, Chiangmai.