

วิทยาลัย ทันตแพทยศาสตร์

มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ปีที่ 28 ฉบับที่ 3 กันยายน - ธันวาคม 2568



Khon Kaen University Dental Journal

Vol.28 No.3 Sep - Dec 2025

KDJ
Khon Kaen University
Dental Journal

E-ISSN : 2730-1699

สารบัญ

บทความวิจัย

- 1**
หน้า 1

ความเหนียวต้านการแตกหักของเรซินคอมโพสิตสำหรับบูรณะฟันหลัง

อาภากรณ ภาษาสุข, พิชญา จารุรัชตพันธ์, จุลลดา กองขุน, เจนวิทย์ จรูญรักษ์
- 2**
หน้า 14

การพัฒนาใช้น้ำยาบ้วนปากอัญชันว่านหางจระเข้ที่มีฤทธิ์ต้านจุลชีพ *Streptococcus mutans*

จารุพร บุญเกษมสิน, จิตภา อาภรณ์รัตน์, ธิดารัตน์ อังวรราชศรี, ประมากรณ์ กลิ่นฤทธิ์, อรุมา อังวรราชศรี
- 3**
หน้า 27

ความชุกและปัจจัยที่สัมพันธ์กับการเกิดอาการ และอาการแสดงของความผิดปกติบริเวณขมับ-ขากรรไกรในนักศึกษาวิทยาลัยการสาธารณสุขสิรินธร จังหวัดชลบุรี

นัญญา บินแวญโซะ, สาริษา อาแซดอัย, พชรพร นามกันยา, สุเมธ เอ็มแบน, สุภัค วงษ์วรสันต์
- 4**
หน้า 37

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจเข้ารับบริการทันตกรรมของผู้สูงอายุ ณ คลินิกผู้สูงอายุ โรงพยาบาลพาน จังหวัดเชียงราย

กิตติศักดิ์ สิ้นไชย
- 5**
หน้า 52

ความแม่นยำการวัดความยาวเชิงเส้นจากภาพรังสีโคนบีมคอมพิวเตอร์โทโมกราฟีต่างชนิด

กานดา มุ่งเจริญพร, นิภาวรัชญ์ ไกยโคโคสุวรรณค์, เพชรชมพู ศรีแสงนิล, อารยา ภิเศก, วริยา พันธะสิทธิ์
- 6**
หน้า 63

ลักษณะสำคัญของกายวิภาคขากรรไกรล่างที่สัมพันธ์กับการแยกฟันแนวในการผ่าตัดขากรรไกรชนิดแซจิกัลสปลิเคเม้นส์ออสทิโอโตมิ

วิรัชกร สุวรรณวิบูล, วรางคณา วีระวานิช, ธนัทพร ทองงาม, คณิน อรุณากูร
- 7**
หน้า 73

การศึกษาคุณภาพการอุดคลองรากฟันด้วยซิลเลอร์ชนิดเคลเซียมซิลิเกตที่มีวิธีการใส่แตกต่างกันโดยวิธีไมโคร-คอมพิวเตอร์โทโมกราฟี

ณัฐกร กุลธเรียร, ชิตพล ชัยมานะการ
- 8**
หน้า 84

ฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียของสารสกัดไมทราไจน่า สเปซิโอซาต่อเชื้อสเตรปโตค็อกคัส มีวแกนส์

กัญญพรรณ สาริธรรมพร, มัทธน พูลเกษตร, ฐิติภัฏ กนกกิงสดาล, ณัชมน นุชสมบัติ, กันตา ปรานวิระไพบูลย์, อินทัช ศรีประเสริฐ
- 9**
หน้า 95

การวัดระยะทางระหว่างโครงสร้างกระดูกขากรรไกรล่างส่วนหน้าของผู้ป่วยไทยและแนะนำตำแหน่งการตัดกระดูก: การศึกษาโดยใช้ภาพรังสีส่วนตัดอาศัยคอมพิวเตอร์สร้างสรีรูปกรวย

เจตน์สฤกษ์ ติตทะสิริ, ปริญ แก้วประดับ, สุภัค จามสม

รายงานผู้ป่วย

- 10**
หน้า 108

การปลูกถ่ายฟันตนเองในผู้ป่วยปากแหว่งเพดานโหว่: รายงานผู้ป่วย

ณัชชา ประเสริฐเจริญสุข, ปานชนก ไกยสวน, ภิกข สุทธิประภากรณ, เสาวลักษณ์ ลิ้มมณฑล

TABLE OF CONTENTS

Research Article

1 page 1	Fracture Toughness of Posterior Resin Composites Apaporn Pasasuk, Pitchaya Jarurattaphant, Jullada Kongtoon, Janewit Charoonrak
2 page 14	Development of Butterfly Pea-Aloe Vera Mouthwash with Antimicrobial Activity Against <i>Streptococcus mutans</i> Charuporn Boonkasemsin, Jidapha Arpornrat, Thidarat Angwarawong, Poramaporn Klanrit, Onauma Angwaravong
3 page 27	Prevalence and Associated Factors of Signs and Symptoms of Temporomandibular Disorders in Students, Sirindhorn College of Public Health Chonburi. Najwa Binwaeyusoh, Sarina Asaedoyi, Patchareeporn Namkanya, Sumet Aemban, Suphak Wongworasun
4 page 37	Factors Influencing Decision on Using Dental Service of Elderly People at Geriatric Clinic, Phan Hospital, Chiangrai Province. Tewtat Sinchai
5 page 52	Accuracy of Linear Measurements with Different Cone Beam Computed Tomography Karnda Mungcharoenporn, Nipawaruch Koypokaisawan, Phetchompu Srisangnil, Araya Pisek, Wariya Panprasit
6 page 63	Mandibular Anatomical Risk Factors for Bad Split During Sagittal Split Ramus Osteotomy Weerayut Suwantaweekul, Warangkana Weerawanich, Tanutchaporn Thongngam, Kanin Arunakul
7 page 73	Quality of Root Canals Filled with a Calcium Silicate-Based Sealer using Different Placement Methods: A Micro-CT Study Nattakorn Kunthonthien, Chitpol Chaimanakarn
8 page 84	Antibacterial Activity of <i>Mitragyna Speciosa</i> Korth. Extract on <i>Streptococcus mutans</i> Thipphayaphan Sathitthammaphon, Mahatana Poolgesorn, Puritat Kanokkangsadal, Nichamon Mukkasombut, Kanta Pranweerapaiboon, Intad Sriprasert
9 page 95	Measurement of Distances between Anterior Mandibular Structures in Thai Patients and Osteotomy Recommendation: A Cone Beam Computed Tomography Analysis Jatesarid Titthasiri, Pariya Kaewpradub, Supak Ngamsom

Case Report

10 page 108	Treatment of Tooth Autotransplantation in a Cleft Lip and Cleft Palate Patient: A Case Report Natcha Prasertcharoensuk, Panchanok Kaiyasuan, Pipop Sutthiprapaporn, Saowaluck Limmonthol
----------------	---



ความเหนียวด้านการแตกหักของเรซินคอมโพสิต สำหรับบูรณะฟันหลัง

อาภาภรณ์ ภาษาลุข^{1,*} พิชญา จารุรัชตพันธ์² จุลลดา กองทุน³ เจนวิทย์ จุฑารักษ์⁴

บทความวิจัย

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ : การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบค่าความเหนียวด้านการแตกหักระหว่างเรซินคอมโพสิตที่ใช้ในการบูรณะฟันหลัง 7 ชนิด ได้แก่ เดทริกเอ็นซีแรม บัลด์ฟิลล์ (TB) เจเนียลโพสทีเรีย (GP) ฟิลล์อัฟ (FU) เอ็กซ์ตร้าฟิลล์ (XF) ฟิลเทคบัลด์ฟิลล์ (FB) เอเวอร์เอ็กซ์โพสทีเรีย (EXP) และ ฟิลเทคซี 350 เอ็กซ์ที (Z350XT) **วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ :** เตรียมตัวอย่างเรซินคอมโพสิตแบบซิงเกิลเอดจ์จอยต์บีม ในแม่แบบอะคริลิกขนาด 2x25x2 มม (กลุ่มละ 10 ชิ้น) แซ่ขึ้นตัวอย่างทุกชิ้นในน้ำกลั่น (37°C, 24 ชม) ก่อนทำการทดสอบ วัดความเหนียวด้านการแตกหักด้วยการทดสอบแบบกดสามจุด โดยใช้เครื่องทดสอบแรงแบบสากล เปรียบเทียบค่าความเหนียวด้านการแตกหักของเรซินคอมโพสิตแต่ละกลุ่มด้วยการทดสอบครัสคาล-วาลลิส และวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างคู่ด้วยการทดสอบแมนวิทนี ยู ที่ความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ผล : ผลการทดลองพบว่าค่าความเหนียวด้านการแตกหัก ($\text{MPa}\cdot\text{m}^{0.5}$) เรียงจากน้อยไปมากคือ TB, GP, FU, XF, Z350XT, FB และ EXP ตามลำดับ พบว่า EXP มีค่าความเหนียวด้านการแตกหักสูงกว่า TB, GP และ FU อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติกับ FB Z350XT และ XF ในขณะที่ XF, Z350XT และ FB มีความเหนียวด้านการแตกหักสูงกว่า TB และ GP อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

บทสรุป : จากผลการศึกษาสรุปได้ว่าเรซินคอมโพสิตทั้ง 7 ชนิดมีความเหนียวด้านการแตกหักแตกต่างกัน โดยเรซินคอมโพสิตชนิดเสริมเส้นใยเสริมแรง EXP แสดงค่าความเหนียวด้านการแตกหักที่สูงที่สุด

คำไรหรัส : ความเหนียวด้านการแตกหัก/ เรซินคอมโพสิตสำหรับบูรณะฟันหลัง/ เรซินคอมโพสิต/ เรซินคอมโพสิตชนิดบัลด์ฟิลล์

Received: Jun 25, 2024

Revised: Dec 03, 2024

Accepted: Feb 07, 2025

บทนำ

เรซินคอมโพสิต (Resin composite) เป็นวัสดุที่นิยมใช้งานอย่างแพร่หลายในการบูรณะโพรงฟันทุกชนิด รวมทั้งในฟันหลังซึ่งเป็นบริเวณที่รับแรงบดเคี้ยวมาก^{1,2} (Stress bearing area) เนื่องจากมีความสวยงาม สามารถเตรียมโพรงฟันโดยการอนุรักษ์เนื้อฟัน มีการยึดติด (Adhesion) กับเคลือบฟัน (Enamel) และเนื้อฟัน (Dentin) เมื่อใช้ร่วมกับสารยึดติด (Adhesive) เพื่อให้เกิดความแนบสนิทได้ขอบวัสดุและเพิ่มการยึดอยู่ มีคุณสมบัติในด้านการคงทนของสี (Color stability) รวมถึงมีคุณสมบัติเชิงกล (Mechanical property)

เช่น ความเค้นแรงดึง (Tensile stress) ความเค้นแรงอัด (Compressive stress) ความเค้นแรงเฉือน (Shear stress) ความแข็งผิว (Hardness) ที่เหมาะสม³ เรซินคอมโพสิตได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เช่น การปรับเปลี่ยนสารอัดแทรก (Filler) ให้มีขนาดเล็กไม่เกิน 1 ไมครอน (Micron) เพื่อต้านทานการสึก (Wear resistance) ได้มากขึ้น การเพิ่มปริมาณ สารอัดแทรกเพื่อเพิ่มความแข็งแรงและการต้านการแตกหักของวัสดุ (Fracture resistance) เรซินคอมโพสิตก็มีข้อด้อย คือ การหดตัวจากการเกิดปฏิกิริยาโพลิเมอร์ไรเซชัน

¹ สาขาวิชาทันตกรรมบูรณะ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

² แผนกทันตกรรม วิทยาลัยการสาธารณสุขสิรินธร อำเภอมะนัง จังหวัดขอนแก่น

³ แผนกทันตกรรม โรงพยาบาลอุบลรัตน์ อำเภอบุขารัตน์ จังหวัดขอนแก่น

⁴ แผนกทันตกรรม โรงพยาบาลโกสุมพิสัย อำเภอกอสมพิสัย จังหวัดมหาสารคาม

* ผู้ประพันธ์บทความ

(Polymerization shrinkage)^{4,5} ซึ่งอาจทำให้เกิดช่องว่างบริเวณขอบวัสดุ (Marginal leakage) กับโพรงฟัน มีโอกาสเกิดการผุซ้ำ (Recurrent caries) การหดตัวของเรซินคอมโพสิตสามารถลดได้โดยการบูรณะแบบใส่เป็นชั้น (Incremental placement)⁶ อย่างไรก็ตาม การอุดแบบชั้นอาจเกิดความผิดพลาดได้ เช่น การเกิดฟองอากาศ (Void) หรือการปนเปื้อน (Contamination) ระหว่างชั้นของวัสดุ โดยเฉพาะในโพรงฟันที่ลึกหรือมีขนาดใหญ่ซึ่งต้องทำการอุดหลาย ๆ ชั้น ซึ่งอาจส่งผลต่อความแข็งแรงของวัสดุ⁷ จึงได้มีการพัฒนาเรซินคอมโพสิตชนิดบัลค์ฟิลล์ (Bulk-fill resin composite)⁸ ซึ่งเป็นเรซินคอมโพสิตชนิดหดตัวต่ำ (Low shrink resin composite) และสามารถบ่มตัวได้ที่มีความลึก 4-5 มิลลิเมตรโดยการปรับปรุงองค์ประกอบของวัสดุเพื่อลดการหดตัวจากการเกิดโพลิเมอร์ไรเซชันด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น การปรับเปลี่ยนส่วนเมทริกซ์โดยเพิ่มไซโลเรโนโมโนเมอร์ (Silorane monomer) หรือเติมไซเลน (Silane) ในวัสดุอุดแทรก เพื่อให้เกิดระบบวงแหวนเปิด (Ring-opening system) ซึ่งมีผลช่วยลดการหดตัวจากการเกิดโพลิเมอร์ไรเซชันได้อย่างมีนัยสำคัญ⁹ หรือการเติมสารควบคุมการโพลิเมอร์ไรเซชัน (Polymerization modulator) เช่น ยูรีเทนไดเมทาคริเลท (Urethane di-methacrylate) ช่วยทำให้เกิดโพลิเมอร์ไรเซชันช้าลง มีผลช่วยลดความเครียดลงโดยไม่ส่งผลกระทบต่ออัตราการเกิดโพลิเมอร์ การพัฒนาความสามารถบ่มตัวด้วยแสงของวัสดุเรซินคอมโพสิตให้สามารถบ่มตัวด้วยแสงที่มีความหนา 4-5 มิลลิเมตรนั้น เกิดจากการปรับปรุงวัสดุให้มีความโปร่งแสง (Light transmission) สูงขึ้น เช่น การลดปริมาณวัสดุอุดแทรก หรือมีการปรับปรุงส่วนของสารดูดกลืนแสง เช่น เตตริกเอ็นซีแรมบัลค์ฟิลล์ (Tetric N Ceram bulk fill) ได้มีการใช้ไอโวเซอริน (Ivocerin) ซึ่งเป็นอนุพันธ์ของไดเบนโซอิล เจอร์มาเนียม (Dibenzoyl germanium derivative) มาเป็นสารตั้งต้นการดูดกลืนแสง (Photo initiator) ทำให้วัสดุมีสัมประสิทธิ์การดูดกลืนแสง (Absorption coefficient) สูงขึ้น จึงสามารถเกิดโพลิเมอร์ไรเซชันในความลึกที่มากขึ้นได้^{10,11} ช่วยให้การบูรณะเรซินคอมโพสิตในฟันหลังทำได้ง่ายขึ้น ใช้เวลาน้อยลง และช่วยลดปัญหาที่เกิดจากการบูรณะแบบชั้นได้อีกด้วย นอกจากนี้ได้มีการพัฒนาคุณสมบัติให้เหมาะสมในการบูรณะฟันหลังเพื่อรับแรงบดเคี้ยวและเพิ่มความสามารถในการต้านทานการแตกหัก เช่น เอเวอร์เอ็กซ์ โพสทีเรีย (everX Posterior) มีการเติมดิสคอนตินิวอิเลคตริกคอลลกาสไฟเบอร์ (Discontinuous electrical glass fiber; E-glass fiber) เข้า

ไปในส่วนวัสดุอุดแทรก ทำให้เกิดการเชื่อมขวางแบบกึ่งโครงร่างตาข่าย (Semi-interpenetrating polymer network) ซึ่งช่วยในการถ่ายเทความเครียด เป็นตัวหยุดการขยายรอยร้าวของวัสดุ¹²

การแตกหักเป็นหนึ่งในปัญหาที่พบได้มากของการบูรณะฟันหลังด้วยเรซินคอมโพสิต¹ ความเหนียวด้านการแตกหักจะแสดงถึงความสามารถในการต้านทานการแตกหักที่เกิดจากการขยายรอยร้าวที่มีอยู่ในวัสดุ (Crack propagation)¹³ ซึ่งรอยร้าวที่มีอยู่นั้นอาจเกิดจากการขัดแต่งรูปร่างเรซินคอมโพสิตหรือเป็นตำหนิที่เกิดขึ้นระหว่างการอุด ซึ่งจากการทบทวนวรรณกรรมของ Heintze และคณะ¹⁴ พบว่ามีความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเหนียวด้านการแตกหักกับการเกิดการแตกหักของวัสดุอุดในคลินิก และมีการศึกษาที่พบว่า ค่าความเหนียวต้านทานการแตกหัก สัมพันธ์กับการแตกหักตามขอบ (Marginal breakdown) และการสึก (Wear) ของเรซินคอมโพสิต^{15,16} ค่าความเหนียวด้านการแตกหักขึ้นกับองค์ประกอบทางเคมีของวัสดุ และมีความสัมพันธ์กับปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการถ่ายเทความเครียด (Stress) จากเมทริกซ์ของโพลิเมอร์ไปยังอนุภาคสารอุดแทรก ดังนั้นการพัฒนาระบบสารอุดแทรก (Filler system) และโครงสร้างโมโนเมอร์ของเรซินเมทริกซ์ จึงอาจมีผลต่อคุณสมบัติการต้านทานการแตกหักของเรซินคอมโพสิตได้จากการศึกษาที่ผ่านมา¹⁷ พบว่าเรซินคอมโพสิตควรมีค่าความเหนียวด้านการแตกหักตั้งแต่ 1 ถึง 2 MPa·m^{0.5} การทดสอบค่าความเหนียวด้านการแตกหักสามารถทำได้หลายรูปแบบ¹³ เช่น วิธีซิงเกิลเอดจ์นอตบีม (Single edge notch beam method: SENB) ภายใต้การทดสอบแบบกด 3 จุด (Three point bending test) วิธีทดสอบด้วยตัวอย่างแบบคอมแพคเทนชัน (Compact tension specimen) ภายใต้การทดสอบแบบแรงดึงในแนวแกนเดียว (Uniaxial tension) การทดสอบด้วยบราซิลเลียนดิสก์เทสต์ (Brazilian disk test) ซึ่งวิธีที่ได้รับการนิยมนำมาใช้ในการทดสอบเรซินคอมโพสิต คือการทดสอบด้วยวิธีซิงเกิลเอดจ์นอตบีม เนื่องจากทำได้ง่ายและสะดวก¹⁸ เช่นการศึกษาของ Ibarra และคณะ¹⁹ เปรียบเทียบคุณสมบัติทางกายภาพของเรซินคอมโพสิตบัลค์ฟิลล์ กับเรซินคอมโพสิตไมโครไฮบริด และการศึกษาของ Tiba และคณะ²⁰ เปรียบเทียบคุณสมบัติทางกายภาพและคุณสมบัติเชิงกลของเรซินคอมโพสิตบัลค์ฟิลล์ กับเรซินคอมโพสิตนาโน อย่างไรก็ตามวิธีนี้มีข้อด้อย คือ ชิ้นตัวอย่างที่ใช้ทดสอบมีขนาดใหญ่ อาจทำให้สิ้นเปลืองวัสดุ¹³

การพัฒนาคุณสมบัติของเรซินคอมโพสิตโดยการปรับปรุงองค์ประกอบบางส่วนอาจส่งผลกระทบต่อคุณสมบัติเชิงกลของวัสดุ โดยเฉพาะเรซินคอมโพสิตที่ใช้สำหรับบูรณะฟันหลัง ซึ่งเป็นตำแหน่งที่มีการรับแรงบดเคี้ยวสูงและมีโอกาสเกิดการแตกหักได้ง่าย การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสามารถในการต้านทานการขยายรอยร้าวในวัสดุ โดยเปรียบเทียบค่าความเหนียวต้านทานการแตกหักของเรซินคอมโพสิตที่นำมาใช้ในการบูรณะฟันหลังชนิดต่าง ๆ ที่มีให้เลือกใช้ในปัจจุบัน ได้แก่ บัลค์ฟิลล์เรซินคอมโพสิต 6 ชนิด และเรซินคอมโพสิตชนิดยูนิเวอร์ซอล 1 ชนิด เพื่อสามารถนำผลการศึกษาที่ได้ไปเป็นข้อมูลประกอบการพิจารณาเลือกใช้เรซินคอมโพสิตในการบูรณะฟันหลังในคลินิกต่อไป โดยมีสมมุติฐานการศึกษา คือค่าความเหนียวต้านทานการแตกหักของเรซินทั้ง 7 ชนิด ไม่แตกต่างกัน

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษานี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองในห้องปฏิบัติการ (Experimental research) เปรียบเทียบค่าความเหนียวต้านทานการแตกหักของวัสดุเรซินคอมโพสิต 7 ชนิด ได้แก่ เรซินคอมโพสิตบัลค์ฟิลล์ชนิด เจเนียลโพสทีเรีย (G-aenial posterior; GP) เตตริกเอ็นซีแรมบัลค์ฟิลล์ (Tetric N Ceram Bulk Fill; TB) ฟิลล์อัฟ (Fill-Up; FU) เอ็กซ์ตราฟิลล์ (X-tra Fil; XF) ฟิลเทคบัลค์ฟิลล์ (Filtek Bulk Fill; FB) และเอเวอร์เอ็กซ์ โพสทีเรีย (everX Posterior; EXP) และเรซินคอมโพสิตชนิดยูนิเวอร์ซอล ฟิลเทคซี 350 เอ็กซ์ที (Filtek Z350XT; Z350XT) (ตารางที่ 1) โดยทำการศึกษาในชั้นตัวอย่างกลุ่มละ 10 ชิ้น ซึ่งจำแนกกลุ่มตัวอย่างได้จากการคำนวณขนาดตัวอย่างภายหลังการทำวิจัยนำร่อง (Pilot study) ด้วยโปรแกรม G*PowerTM version 3.1.9.2

ตารางที่ 1 ส่วนประกอบของเรซินคอมโพสิตที่ใช้ในการศึกษานี้

Table 1 Composition of resin composites used in this study

Resin composite	Manufacturer	Type	Matrix composition	Inorganic filler content (wt%/ vol%)
Filtek Z350 XT (Z350XT)	3M ESPE	Nano fill	Bis-GMA, UDMA, TEGDMA, PEGDMA, Bis-EMA	Zirconia filler, and aggregated zirconia/silica cluster filler (78.5/63.3)
Tetric N Ceram Bulk Fill (TB)	Ivoclar Vivadent	Bulk fill	Bis-GMA, UDMA, Bis-EMA	Barium aluminium silicate glass (ytterbium fluoride and spherical mixed oxide) (80/61)
G-aenial Posterior (GP)	GC Corp.	MFR hybrid composite	UDMA, dimethacrylate co-monomers	Prepolymerized filler, FAL-silicate glass, (81 /-)
Fill Up (FU)	Coltene	Dual cure Bulk fill	UDMA, Bis-GMA, TEGDMA, TMPTMA, dibenzoyl peroxide; benzoyl peroxide	Zinc oxide coated filler, (65/49)
X-tra Fil (XF)	Voco	Bulk fill	Bis-GMA, UDMA, TEGDMA	Bariumborosilicatesilicate (86/70.1)
Filtek Bulk Fill (FB)	3M ESPE	Bulk fill	AUDMA, DDDMA, UDMA	Ytterbium trifluoride and zirconia filler, an aggregated zirconia/silica cluster filler (76.5/58.4)
everX Posterior (EXP)	GC Corp.	Bulk fill	Bis-GMA, PMMA, TEGDMA	Short E-glass fibers, barium borosilicate glass particulate (74.2/53.6)

Bis-GMA: Bisphenol A-diglycidyl dimethacrylate, Bis-EMA:Ethoxylated bisphenol A dimethacrylate, TEGDMA:Triethylene glycol dimethacrylate, PEGDMA: Polyethylene glycol dimethacrylate, PMMA: Polymethyl methacrylate, UDMA:Urethane dimethacrylate, TMPTMA: Trimethylolpropane trimethacrylate, AUDMA: aromatic dimethacrylate, DDDMA:1,12-Dodecanediol dimethacrylate

การเตรียมเรซินคอมโพสิต เตรียมแม่แบบอะคริลิกใส รูปทรงปริซึมฐานสี่เหลี่ยมขนาด 2x25x2 มิลลิเมตร ซึ่งมีใบมีดแบบคมมีดตัดตรง และมีด้านคมทั้ง 2 ข้างของใบมีดฝังไว้กึ่งกลางของแม่แบบ (รูปที่ 1a) เพื่อให้ได้ตัวอย่างแบบซิงเกิลเอตจันोटบีมที่มีรอยบากลึก 1 มิลลิเมตร^{13,21,22} (รูปที่ 1b) ทาผิวแม่แบบด้วยกลีเซอริน (Glycerin) โดยใช้ฟู่กัน เพื่อป้องกันไม่ให้เรซินคอมโพสิตติดกับแม่แบบ นำเรซินคอมโพสิตใส่ในแม่แบบด้วยพลาสติกอินสตรูเมนต์ ทำการอุดแบบครั้งเดียวให้เต็มแม่แบบ จากนั้นปิดด้วยผิวเรซินคอมโพสิตด้วยแผ่นกระจกใส (Glass slide) และกำจัดวัสดุส่วนเกินด้านข้างออกด้วยพลาสติกอินสตรูเมนต์ ทำการฉายแสงแบบซ้อนทับ (Overlapping exposure) ชั้นละ 4 ครั้ง ครั้งละ 20 วินาที ด้วยเครื่องฉายแสงชนิดแอลอีดี (Demi™ plus, Kerr, USA) โดยวางปลายกระบอกรังสีของเครื่องฉายแสงบนแผ่นกระจกใสและตั้งฉากกับชิ้นตัวอย่าง นำตัวอย่างออกจากแม่แบบอย่างระมัดระวัง จะได้ชิ้นตัวอย่างของเรซินคอมโพสิตขนาด 2x25x2 มิลลิเมตร ทำการตัดเข้าชิ้นตัวอย่างตามเกณฑ์การตัดเข้า โดยวัดขนาดชิ้นตัวอย่างด้วยเครื่องวัดขนาดดิจิทัลเวอร์เนีย (Digital vernier, Hachi, China) เพื่อตัดชิ้นตัวอย่างมีขนาด 2x25x2 ลูกบาศก์ มิลลิเมตร และตรวจดูชิ้นตัวอย่างด้วยกล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอ (Nikon measurescope 20, Japan) ที่กำลังขยาย 20 เท่า เพื่อวัดความลึกของรอยบากเท่ากับ 1 มิลลิเมตร ซึ่งมีความคลาดเคลื่อนได้ไม่เกิน 0.1 มิลลิเมตร และตำแหน่งของรอยบากอยู่กึ่งกลางชิ้นตัวอย่าง ไม่พบรอยแตกหรือรูลุพบนที่บริเวณส่วนปลายของรอยบาก นำชิ้นตัวอย่างที่ผ่านเกณฑ์การตัดเข้าแช่ในน้ำกลั่นในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ก่อนทำการทดสอบ²³

การทดสอบความเหนียวต้านทานการแตกหัก นำชิ้นตัวอย่างทั้งหมดไปทดสอบค่าความเหนียวต้านทานการแตกหักด้วยเครื่องทดสอบแรงแบบสากล (Universal testing machine, LLOYD LR30K, UK) ด้วยวิธีทดสอบแบบกดสามจุด (รูปที่ 1c) โดยมีระยะห่างระหว่างจุดกดเครื่องมือ 20 มิลลิเมตร^{13,23,24} ความเร็วหัวทดสอบ 0.13 มิลลิเมตรต่อนาที 23-25 จนกระทั่งตัวอย่างเกิดการแตกหัก

บันทึกค่าแรงและคำนวณความเหนียวต้านทานการแตกหัก (K_{IC}) ของแต่ละชิ้นตัวอย่างจากสูตร²³

$$K_{IC} = \left[\frac{P \times S}{b \times w^{1.5}} \right] \times f \left(\frac{a}{w} \right)$$

K_{IC} = Fracture toughness (MPa.m^{0.5})

P = Peak load (Newton)

w = The width of sample (Meter)

b = Thickness of sample (Meter)

S = Span distance (Meter)

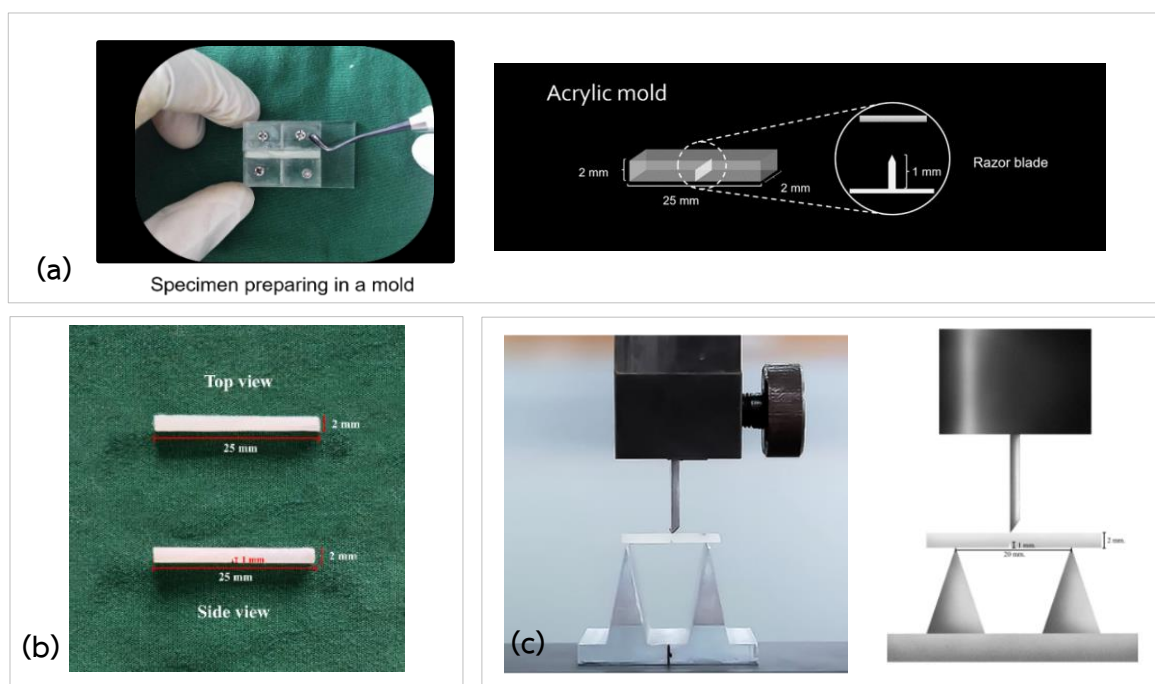
a = The notch length (Meter)

โดยที่ $f \left(\frac{a}{w} \right)$ คำนวณได้จากสมการ

$$= \sqrt{\left(\frac{a}{w} \right) \left(\frac{1.99 - (a/w) \times [1 - (a/w)] \times [2.15 - 3.93(a/w) + 2.7(a/w)^2]}{2 \times [1 + 2(a/w)] \times [1 - (a/w)]^{3/2}} \right)}$$

วิเคราะห์ข้อมูลความเหนียวต้านทานการแตกหักของวัสดุเรซินคอมโพสิต 7 ชนิด โดยใช้ SPSS™ 17.0 for Windows ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 จากการตรวจสอบสมมติฐานด้วยการทดสอบชาปิโร-วิลค์ (Shapiro-Wilk test) พบว่าข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติ ($p > 0.05$) ตรวจสอบความแปรปรวนระหว่างกลุ่ม (Test of homogeneity of variances) ด้วยการทดสอบลีวิน (Levene's test) พบว่าข้อมูลมีความแปรปรวนระหว่างกลุ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$) จึงวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการทดสอบครัสคาล-วาลลิส (Kruskal-Wallis test) พบว่า ค่าความเหนียวต้านทานการแตกหักของวัสดุเรซินคอมโพสิตทั้ง 7 ชนิด มีอย่างน้อย 1 คู่ที่แตกต่างกัน ($p < 0.001$) จากนั้นจึงวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างคู่ด้วยการทดสอบแมนวิทนี ยู (Mann-Whitney U test) โดย $\alpha = \frac{0.05}{21} = 0.002$

ทำการประเมินผิวรอยแตกของโดยการส่องตัวอย่างจำนวน 3 ชิ้นต่อกลุ่มตัวอย่าง ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด (Scanning electron microscope, S-3000N, Hitachi, Japan)



รูปที่ 1 (a) การเตรียมชิ้นตัวอย่างในแบบอะคริลิก (b) ชิ้นตัวอย่างที่เตรียมเสร็จ (c) การทดสอบความเหนียวต้านทานการแตกหักในชิ้นตัวอย่าง และภาพจำลอง

Figure 1 (a) Specimen preparation in acrylic mold (b) Prepared specimen (c) Fracture toughness testing of specimens and simulated image

ผล

จากการเปรียบเทียบค่ามัธยฐาน (Median) ของค่าความเหนียวต้านทานการแตกหักในแต่ละกลุ่มโดยใช้การทดสอบ ครัสคาล-วาลลิส พบว่าค่าความเหนียวต้านทานการแตกหักของเรซินคอมโพสิตทั้ง 7 ชนิด มีอย่างน้อย 1 คู่ที่แตกต่างกัน ($p < 0.001$) และเมื่อทำการวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างคู่ด้วยการทดสอบแมน-วิทนีย์ ยู ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ได้ผลดังนี้ (ตารางที่ 2) (รูปที่ 2)

TB และ GP มีค่าความเหนียวต้านทานการแตกหักใกล้เคียงกันโดยต่ำกว่าเรซินคอมโพสิตชนิดอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับ FU ($p = 0.84$ และ 0.83 ตามลำดับ) และพบว่า FU มีค่าความเหนียวต้านทานการแตกหักต่ำกว่า EXP อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$)

เรซินคอมโพสิตชนิด XF Z350XT และ FB มีค่าความเหนียวต้านทานการแตกหักสูงกว่า TB และ GP อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) แต่มีความแตกต่างจากเรซินคอมโพสิตชนิดอื่นอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) EXP มีค่าความเหนียว

ต้านทานการแตกหักสูงที่สุด โดยมีความแตกต่างจาก TB GP และ FU อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$)

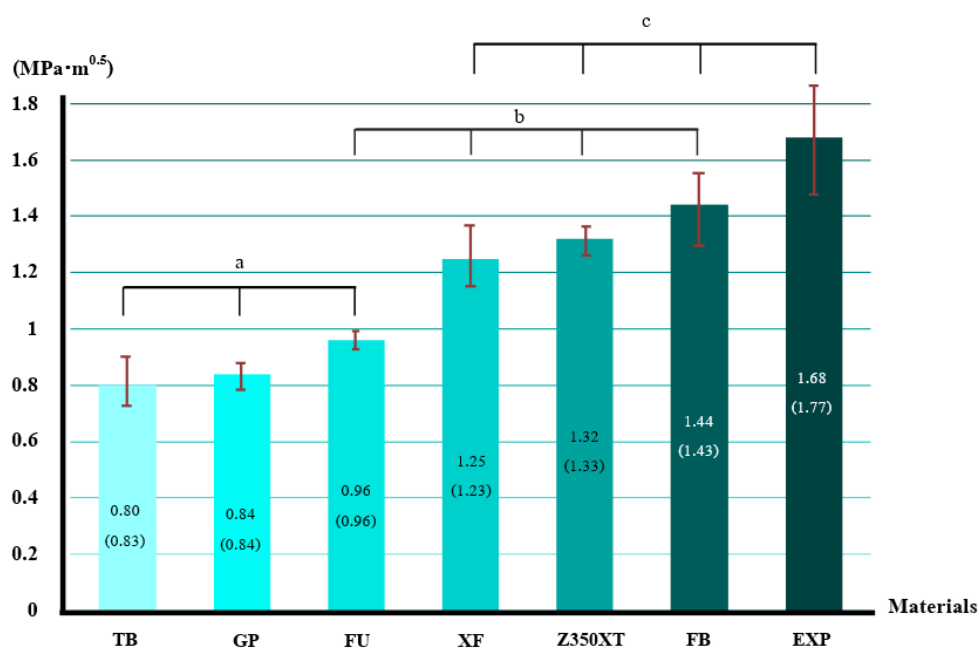
เมื่อนำพื้นผิวรอยแตกของชิ้นตัวอย่างทุกกลุ่มมาส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราดด้วยกำลังขยาย 500 เท่า 2,000 เท่า และ 5,000 เท่า พบลักษณะสันฐานของพื้นผิวรอยแตกและสารอุดแทรกที่แตกต่างกันในแต่ละชนิด (รูปที่ 3) โดยเรซินคอมโพสิตชนิด TB และ GP พบสารอุดแทรกรูปร่างไม่แน่นอน ขนาดใกล้เคียงกันกระจายอยู่โดยทั่วไปและพื้นผิวมีลักษณะขรุขระ FU พบลักษณะสารอุดแทรกทั้งรูปร่างกลมและรูปร่างไม่แน่นอนอยู่รวมกันเป็นกลุ่มก้อน และพื้นผิวมีลักษณะขรุขระ เรซินคอมโพสิตชนิด XF มีลักษณะสารอุดแทรกรูปร่างไม่แน่นอนขนาดเล็กร่วมกับสารอุดแทรกกลุ่มเหลี่ยมขนาดใหญ่ ในกลุ่ม Z350XT และ FB พบลักษณะเป็นกลุ่มของสารอุดแทรกรูปร่างกลมขนาดใกล้เคียงกันร่วมกับผิวรอยแตกลักษณะเป็นหลุมกลมโดยทั่วไป ในกลุ่ม EXP พบว่าบริเวณที่แตกหักมีเส้นใยทรงกระบอกแทรกอยู่ในส่วนสารอุดแทรกที่มีรูปร่างไม่แน่นอน และพื้นผิวมีลักษณะขรุขระเล็กน้อย นอกจากนี้ยังพบการสิ้นสุดเส้นรอยแตกที่บริเวณเส้นใย

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่ามัธยฐาน และช่วงระหว่างควอไทล์ของเรซินคอมโพสิตทั้ง 7 ชนิด

Table 2 Mean, Standard deviation, Median, and interquartile range of 7 resin composites

Resin composites	N	Mean (MPa·m ^{0.5})	Std. Deviation	Median (MPa·m ^{0.5})	IQR (Q1-Q3)	P-value
TB	10	0.83	0.03	0.80 ^a	0.77-0.86	0.16
GP	10	0.84	0.01	0.84 ^a	0.82-0.88	0.78
FU	10	0.96	0.01	0.96 ^{ab}	0.93-0.99	0.19
XF	10	1.23	0.05	1.25 ^{bc}	1.09-1.37	0.35
Z350XT	10	1.33	0.02	1.32 ^{bc}	1.27-1.39	0.91
FB	10	1.43	0.07	1.44 ^{bc}	1.30-1.58	0.96
EXP	10	1.77	0.09	1.68 ^c	1.59-1.93	0.96

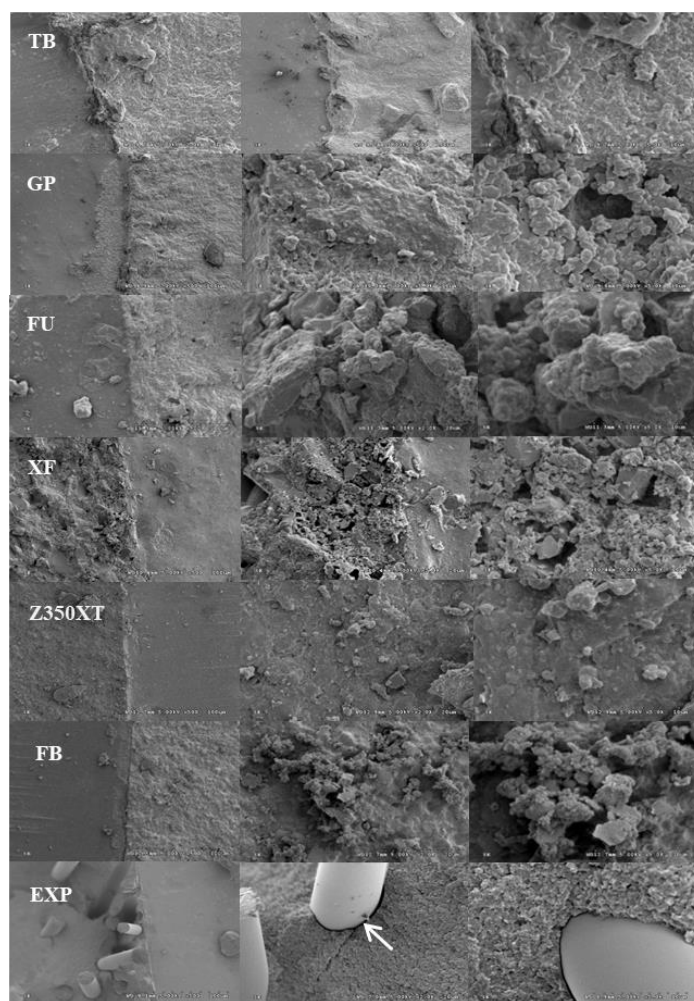
*Same superscript letters indicate no statistically significant difference



*Same labeled letters indicate no statistically significant difference

รูปที่ 2 เปรียบเทียบความเหนียวต้านทานการแตกหักของเรซินคอมโพสิตทั้ง 7 ชนิด แสดงค่ามัธยฐาน (ค่าเฉลี่ย)

Figure 2 Compare the fracture toughness and resistance of the seven types of composite resins, showing the median (mean) values



รูปที่ 3 พื้นผิวบริเวณรอยแตกของเรซินคอมโพสิตแต่ละชนิด เมื่อถ่ายจากกล้องอิเล็กตรอนชนิดส่องกราด แสดงลักษณะของสารอัดแทรกของเรซินคอมโพสิตแต่ละชนิด และชิ้นตัวอย่างที่แตกหักของ EXP พบลักษณะเส้นใยในสารอัดแทรกและการสิ้นสุดของรอยแตกบริเวณเส้นใย (ลูกศรชี้)

Figure 3 The surface characteristics at the fracture sites of each type of composite resin, as observed under a scanning electron microscope, reveal the characteristics of the filler material in each type of composite resin. In the fractured specimen of EXP, fiber-like features were observed within the filler material, along with the termination of cracks near the fibers (as indicated by the arrows)

บทวิจารณ์

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบค่าความเหนียวด้านการแตกหักระหว่างเรซินคอมโพสิต สำหรับใช้บูรณะในฟันหลัง 7 ชนิด ที่มีให้เลือกใช้ในปัจจุบัน โดยเป็นเรซินคอมโพสิตชนิดบัลค์ฟิลล์ 6 ชนิด และยูนิเวอร์ซอลเรซินคอมโพสิตที่สามารถใช้บูรณะได้ทั้งฟันหน้าและฟันหลัง 1 ชนิด ทำการทดสอบด้วยวิธีซึ่งเกล็ดจอตบมภายใต้การทดสอบแบบกดสามจุด ซึ่งเป็นวิธีการวัดค่าความเหนียวด้านการแตกหักที่ทำได้ง่าย การเตรียมชิ้นตัวอย่างเกิดความผิดพลาดน้อย สามารถใช้ทดสอบเรซินคอมโพสิตได้¹³ แต่มีข้อด้อย คือ ชิ้นตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบมีขนาดใหญ่ อาจทำให้สิ้นเปลือง

วัสดุมากกว่าวิธีอื่น^{13,18} ในการศึกษาได้เตรียมชิ้นตัวอย่างซึ่งเกล็ดจอตบมตามข้อกำหนดของ ASTM D50445-14²¹ และ ISO 13586²² โดยเตรียมตัวอย่างขนาด 2x25x2 มิลลิเมตร ที่มีขนาดรอยบาก 1 มิลลิเมตร และกำหนดความยาวของระยะระหว่างจุดทดสอบเป็น 20 มิลลิเมตร ซึ่งมีระยะเป็น 10 เท่าของความหนาของชิ้นตัวอย่าง¹³ และอัตราส่วนของความลึกของรอยบากต่อความกว้างของชิ้นตัวอย่าง (a/w) เท่ากับ 0.5²³ ซึ่งมีการศึกษาที่ผ่านมา ที่ใช้วิธีการเตรียมชิ้นตัวอย่างซึ่งเกล็ดจอตบมร่วมกับ การทดสอบแบบกดสามจุดในการทดสอบค่าความเหนียวด้านการแตกหักของเรซินคอมโพสิต

เช่นเดียวกัน^{19,20,24-29} อย่างไรก็ตาม วิธีการนี้อาจเป็นวิธีที่มีความไว (Sensitivity) สูง ในแง่การเตรียมขนาดและความลึกของรอยบาก ซึ่งอาจทำให้ได้ค่าที่แตกต่างกันในแต่ละการศึกษา อาจจะทำให้ไม่สามารถนำค่าที่ได้จากการทดลองในสภาวะที่ต่างกันมาเปรียบเทียบกันได้¹³

จากผลการศึกษาพบว่าค่าความเหนียวด้านการแตกหักของเรซินคอมโพสิตทั้ง 7 ชนิดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) จึงปฏิเสธสมมติฐานการทดลอง โดยพบว่า EXP มีค่าความเหนียวด้านการแตกหักสูงสุด ซึ่งแตกต่างจาก TB GP และ FU อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อาจเป็นผลมาจาก EXP ได้ถูกพัฒนาโดยการเติมเส้นใยชนิดดิสคอนตินิวโอเลคตริคอลลกลาสไฟเบอร์เข้าไปในส่วนสารอัดแทรก EXP จัดเป็นเรซินคอมโพสิตที่มีเส้นใยในสารอัดแทรกที่มีความยาวระดับมิลลิเมตร ซึ่งยาวกว่าเรซินคอมโพสิตที่มีการเติมเส้นใยในสารอัดแทรกชนิดอื่น คือเส้นใยของ EXP มีความยาวระหว่าง 1000-2000 ไมครอน (Micron)^{28,29} เส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย (Average diameter) 16-17 ไมครอน^{28,29} และมีเมทริกซ์เป็นร่างแหเคมี-อินเตอร์เพเนตเรท (Semi-interpenetrated network) โดยโพลิเมอร์ PMMA ร่วมกับการเกิดร่างแหของ Bis-GMA และ TEGDMA ช่วยให้วัสดุมีความแข็งแรงขึ้น^{12,26,27} โครงสร้างเหล่านี้ทำให้เกิดการถ่ายเทความเครียดจากส่วนเมทริกซ์ไปยังอนุภาคสารอัดแทรก ช่วยหยุดการขยายรอยร้าว ทำให้วัสดุมีค่าความเหนียวด้านการแตกหักสูงขึ้น^{26,28} ผลการศึกษานี้เป็นไปในทิศทางเดียวกับการศึกษาของ Garoushi และคณะ¹² ซึ่งพบว่า EXP มีค่าความเหนียวด้านการแตกหักสูงกว่าเรซินคอมโพสิตชนิดอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แตกต่างที่จากการศึกษานี้พบว่าค่าเฉลี่ยความเหนียวด้านการแตกหักของ EXP สูงกว่า FB Z350XT และ XF อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งอาจเนื่องมาจากความแตกต่างของขนาดขึ้นตัวอย่าง สภาวะแวดล้อมขณะเตรียมขึ้นตัวอย่าง

ผลการศึกษาที่สอดคล้องกับการศึกษาของ Bijelic-Donova และคณะ²⁶ ซึ่งทดสอบค่าความเหนียวด้านทานการแตกหักด้วยวิธีซิงเกิลเอดจ์นอตบีม พบว่า EXP มีค่าความเหนียวด้านการแตกหักสูงกว่าเจเนียล แอนทีเรีย (G-aenial anterior) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และการศึกษาของ Abouelleill และคณะ²⁸ ได้ทำการเปรียบเทียบคุณสมบัติเชิงกลระหว่างเรซินคอมโพสิต ซึ่งมีเส้นใยเส้นเสริมแรงกับเรซินคอมโพสิตบัลค์ฟิลล์ชนิดอื่น พบว่า EXP มีค่าความเหนียวด้านการแตกหักสูงสุด และไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

กับ FB นอกจากนี้ ทั้งสองการศึกษาพบว่า เมื่อเกิดการแตกหักแล้วชิ้นส่วนที่แตกหักของ EXP มักจะไม่หลุดออกจากกัน สอดคล้องกับการศึกษานี้เช่นกัน ที่พบว่าเมื่อเกิดการแตกหักขึ้นตัวอย่างของ EXP มักจะยังคงไม่แยกออกจากกัน ซึ่งแตกต่างจากเรซินคอมโพสิตชนิดอื่น ๆ โดยน่าจะเป็นผลมาจากการวางตัวแบบกระจายตัวของเส้นใยเส้นเสริมแรงที่ช่วยพยุงวัสดุไว้ ช่วยลดการเคลื่อนตัวของวัสดุภายหลังการแตกหัก อาจช่วยลดโอกาสการเกิดโพรงฟัน (Cavitation) และการมีเศษอาหารติด (Food impaction) นอกจากนี้ ทางคลินิกจะทำให้การซ่อมแซมวัสดุอุดทำได้ง่ายขึ้นอีกด้วย อย่างไรก็ตาม การศึกษาของ Alshabib และคณะ²⁹ ได้ศึกษาเปรียบเทียบค่าความเหนียวด้านการแตกหักระหว่างเรซินคอมโพสิตที่เสริมด้วยเส้นใยเส้นเสริมแรงกับยูนิเวอร์ซอลเรซินคอมโพสิต พบว่า EXP มีค่าเฉลี่ยความเหนียวด้านการแตกหักสูงกว่าเรซินคอมโพสิตชนิดอื่นรวมถึงเรซินคอมโพสิตที่เติมสารอัดแทรกนาโนไฟเบอร์ (Nanofiber filler) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่เมื่อนำไปแช่ในสารละลายที่เลียนแบบอาหารในช่องปาก (Food simulating solvent) คือ สารละลายเอทานอลร้อยละ 75 และน้ำร้อยละ 25 (75% ethanol 25% water) ทำให้ความแข็งผิว (Surface hardness) ของ EXP ลดลง ซึ่งได้สนับสนุนการแนะนำการใช้งานของบริษัทผู้ผลิตที่แนะนำให้ใช้ทดแทนเนื้อฟัน เมื่อทำการบูรณะยังคงต้องปิดผิว EXP ด้วยเรซินคอมโพสิตแบบดั้งเดิม

การศึกษานี้พบว่า FB XF และ Z350XT มีค่าความเหนียวด้านการแตกหักไม่แตกต่างกับ EXP อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และสูงกว่า TB และ GP อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยเมื่อพิจารณาส่วนประกอบในส่วนวัสดุอัดแทรก FB ประกอบด้วยซิลิกาฟิลเลอร์ (Silica filler) เซอร์โคเนียฟิลเลอร์ (Zirconia filler) และอิตเทอร์เบียมไตรฟลูออไรด์ฟิลเลอร์ (Ytterbium trifluoride filler) ในปริมาณร้อยละ 76.5 โดยน้ำหนักและร้อยละ 58.4 โดยปริมาตร ร่วมกับการประเินลักษณะของพื้นผิวรอยแตกด้วยกล้องจุลทรรศน์ชนิดส่องกราดพบว่า ส่วนวัสดุอัดแทรกมีลักษณะเป็นทรงกลมทั้งหมด ซึ่งจากการศึกษาของ Rodrigues และคณะ³⁰ พบว่า เรซินคอมโพสิตที่มีส่วนสารอัดแทรกทรงกลม จะมีค่าความเหนียวด้านการแตกหักสูง เนื่องจากขณะที่วัสดุเกิดรอยร้าว เมื่อต้องรับแรงมากขึ้น จะเกิดการสร้างรอยแตกจุลภาค (Microcrack) ณ จุดอื่น ๆ ซึ่งสามารถช่วยกระจายความเครียดที่บริเวณรอยแตกหลัก และทำให้วัสดุเกิดการแตกหักช้าลงได้ และจากการศึกษาของ

Kim และคณะ³¹ พบว่าเรซินคอมโพสิตที่มีอนุภาคอัดแทรก รูปร่างกลมและอนุภาคสารอัดแทรกประมาณร้อยละ 60 โดยปริมาตร จะมีกลไกการเบี่ยงเบนรอยร้าวในวัสดุเพิ่มขึ้น และทำให้วัสดุเกิดการแตกหักช้าลงเช่นกัน จากการสังเกตพื้นผิวภายหลังการแตกหักของชิ้นตัวอย่างในการศึกษานี้พบว่ารอยแตกร้าวที่เกิดขึ้นมีการขยายตัวผ่านระหว่างอนุภาคอัดแทรก ไม่ได้มีการแตกผ่านอนุภาคอัดแทรก โดยลักษณะการแตกดังกล่าวสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Shah และคณะ³² ที่ระบุว่าวิธีการแตกร้าวผ่านระหว่างอนุภาคจะส่งเสริมกลไกความเหนียวภายนอก (Extrinsic toughening) ของวัสดุผ่าน 2 กลไก ได้แก่ การเบี่ยงเบนรอยร้าว (Crack deflection) และสะพานเชื่อมรอยร้าว (Crack bridging) จึงอาจเป็นปัจจัยที่ทำให้ FB มีค่าความเหนียวด้านการแตกหักสูงได้ ในกลุ่มของ Z350XT ซึ่งจัดเป็นยูนิเวอร์ซอลเรซินคอมโพสิต พบว่ามีรูปร่างสารอัดแทรกลักษณะทรงกลมและปริมาณของสารอัดแทรกใกล้เคียงกับ FB ซึ่งอาจทำให้คุณสมบัติความเหนียวด้านการแตกหักคล้ายกัน อย่างไรก็ตาม Z350XT จัดเป็นยูนิเวอร์ซอลเรซินคอมโพสิต โดยสามารถเกิดปฏิกิริยาโพลีเมไรเซชันที่ความลึก 2 มิลลิเมตร ซึ่งหากโพรงฟันมีความลึกที่มากจะต้องบูรณะฟันด้วยเทคนิคการบูรณะแบบขั้น (Increment) ซึ่งมีโอกาสเกิดฟองอากาศ หรือเกิดการปนเปื้อนระหว่างชั้นของวัสดุได้ โดยเฉพาะในโพรงฟันที่ลึก ความผิดพลาดดังกล่าวอาจทำให้เกิดผลเสียต่อความแข็งแรงของวัสดุ⁵ รวมถึงค่าความเหนียวด้านการแตกหักของวัสดุได้ ในกลุ่มของ XF จากภาพกล้องอิเล็กตรอนชนิดส่องกราดจะพบลักษณะสารอัดแทรก รูปร่างไม่แน่นอนขนาดเล็กร่วมกับสารอัดแทรกรูปเหลี่ยมขนาดใหญ่ สอดคล้องกับการศึกษาของ Ilie และคณะ³³ ที่พบว่าอนุภาคอัดแทรกของ XF มีขนาดใหญ่ ซึ่งเมื่อมีการแตกหักหรือรอยร้าวอาจจะหยุดได้ที่บริเวณอนุภาคอัดแทรกขนาดใหญ่ ซึ่งอาจส่งผลให้ค่าความเหนียวด้านการแตกหักค่อนข้างสูง

ในกลุ่ม FU จากผลการศึกษาพบว่า ค่าความเหนียวด้านการแตกหักต่ำกว่า EXP อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และแตกต่างจากเรซินคอมโพสิตชนิดอื่นอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ วัสดุชนิดนี้มีปริมาณของสารอัดแทรกเท่ากับร้อยละ 49 โดยปริมาตร เป็นเรซินคอมโพสิตชนิดบ่มตัวสองแบบ (Dual-cure resin composite) คือ สามารถบ่มตัวด้วยแสง (Light curing) ร่วมกับบ่มตัวด้วยปฏิกิริยาเคมี (Chemical curing) ทำให้วัสดุมีอัตราการเกิดโพลีเมอร์ (Degree of conversion) ได้ด้วยตนเองในบริเวณที่ไม่สามารถฉายเข้าไปได้ ซึ่งเรซินคอม

โพสิตชนิดบ่มตัวสองแบบจะถูกแนะนำให้ใช้เป็นวัสดุสร้างแกนฟัน (Core build up) และจากการศึกษาของ Bortolotto และคณะ³⁴ กล่าวว่าเรซินคอมโพสิตชนิดบ่มตัวสองแบบสามารถนำมาใช้เป็นวัสดุบูรณะฟันได้ แม้จะทำการอุดในลักษณะเป็นก้อนเดียวเต็มโพรงฟัน วัสดุก็สามารถไหลแผ่ไปยังบริเวณขอบของโพรงฟันได้ และยังให้ผลดีในการบูรณะในโพรงฟันที่ลึก และบริษัทผู้ผลิตได้แนะนำว่าสามารถอุดได้ทั้งโพรงฟัน แต่เพื่อให้ได้ผลดีในการบูรณะอาจพิจารณาปิดทับชั้นบนของโพรงฟันด้วยเรซินคอมโพสิตที่มีความแข็งแรง

การศึกษานี้พบว่า TB และ GP มีค่าความเหนียวด้านการแตกหักใกล้เคียงกัน ซึ่งแตกต่างจากเรซินคอมโพสิตชนิดอื่น ยกเว้น FU อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อาจเป็นเพราะส่วนประกอบที่มีลักษณะเฉพาะ ซึ่งส่งผลต่อค่าความเหนียวด้านการแตกหักของวัสดุ ซึ่งการศึกษาของ Ferracane และ Marker³⁵ พบว่า TB ที่ผ่านการแช่ในสารละลายผสมระหว่างน้ำและแอลกอฮอล์ จะมีค่าความเหนียวด้านการแตกหักที่ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งเป็นผลจากการดูดซับสารละลายของวัสดุส่งผลให้ส่วนเมทริกซ์นุ่มลง และเกิดการละลายน้ำระหว่างพื้นผิวของส่วนสารอัดแทรกกับส่วนเมทริกซ์ GP เป็นเรซินคอมโพสิตที่ได้มีการเปลี่ยนแปลงในส่วนของอนุภาคสารอัดแทรก โดยมีการเพิ่มอนุภาคของสารอัดแทรกชนิดพรีโพลีเมอร์ไรซ์ (Pre-polymerized filler) เข้าไป เพื่อให้เกิดการหดตัวโพลีเมอร์ไรเซชันลดลง วัสดุมีลักษณะทึบรังสี (Radiopacity) มากขึ้น และเพิ่มความสวยงามภายหลังการขัดแต่ง ซึ่งอาจมีผลให้คุณสมบัติเชิงกลรวมถึงค่าความเหนียวด้านการแตกหักมีค่าลดลงไปด้วย

ปัจจัยที่อาจมีผลต่อค่าความเหนียวด้านการแตกหักของเรซินคอมโพสิต มีการศึกษาพบว่าเรซินคอมโพสิตจะมีค่าความเหนียวด้านการแตกหักเพิ่มขึ้นตามปริมาณของอนุภาคอัดแทรก จนกระทั่งปริมาณของอนุภาคอัดแทรกเท่ากับ ร้อยละ 55 โดยปริมาตร ค่าความเหนียวด้านการแตกหักจะค่อย ๆ ลดลง หากมีปริมาณของอนุภาคอัดแทรกมากกว่านั้น³⁶ ซึ่งเรซินคอมโพสิตที่ใช้ในการศึกษานี้มีเพียง FU และ EXP เท่านั้น ที่มีปริมาณอนุภาคอัดแทรกต่ำกว่าร้อยละ 55 โดยปริมาตร และจากผลการศึกษานี้ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยความเหนียวด้านการแตกหักของเรซินคอมโพสิต 2 ชนิดนี้ กับปริมาณอนุภาคอัดแทรก ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Bonilla และคณะ³⁷ ปัจจัยอื่น ๆ ที่อาจมีผลต่อค่าความเหนียวด้านการแตกหักของเรซินคอมโพสิต เช่น ขนาด รูปร่าง และชนิดของอนุภาคอัดแทรก ซึ่งมีการศึกษาของ Ornaghi และ

คณะ³⁸ ในเรซินคอมโพสิตที่มีขนาดของอนุภาคอัดแทรกและการกระจายตัวแตกต่างกัน พบว่า ค่าเฉลี่ยความเหนียวด้านการแตกหักจะเพิ่มขึ้นตามขนาดของอนุภาคอัดแทรก โดยในเรซินคอมโพสิตที่มีระยะระหว่างอนุภาคอัดแทรกที่เท่ากัน วัสดุที่อนุภาคขนาดเล็กกว่าจะเกิดรอยร้าวได้ง่ายกว่า

ความเหนียวต้านทานการแตกหักเป็นหนึ่งในคุณสมบัติเชิงกลที่มีความสำคัญต่อการคงอยู่ของวัสดุบูรณะในช่องปาก เนื่องจากเรซินคอมโพสิตเป็นวัสดุที่เปราะ อาจเกิดการแตกร้าวในขั้นตอนการขัดได้ ซึ่งการมีรูพรุนหรือรอยร้าวภายในเนื้อวัสดุบูรณะอาจเกิดจากขั้นตอนการอุดหรือการขัดแต่งซึ่งเปรียบเสมือนจุดเริ่มต้นของการเกิดการแตกหักหรือเกิดการผุซ้ำได้³⁹ ซึ่งการศึกษาของ Goldman⁴⁰ ได้กล่าวไว้ว่าวัสดุที่มีค่าความเหนียวด้านการแตกหักสูงจะมีแสดงความสามารถคงอยู่ได้ดีในบริเวณที่มีการรับแรง (High stress area) ดังนั้น ความเหนียวด้านการแตกหักเป็นคุณสมบัติที่สำคัญอย่างหนึ่งที่จะคาดการณ์ความสำเร็จในทางคลินิกได้^{41,42} โดยการศึกษาพบว่า มีเรซินคอมโพสิตที่มีค่าความเหนียวด้านการแตกหักสูงจะความสัมพันธ์กับการสึกของวัสดุอุดในคลินิกที่ต่ำกว่า⁴¹ และการศึกษาของ Ferracane และ Condon¹⁵ พบการสึกที่ขอบ (Marginal wear) ที่ต่ำกว่าในวัสดุที่มีค่าความเหนียวด้านการแตกหักสูงกว่า การศึกษาทบทวนวรรณกรรมของ Sarrett⁴² พบว่าความเหนียวด้านการแตกหักจะสัมพันธ์กับการคงอยู่ของลักษณะกายวิภาคของวัสดุบูรณะ การทบทวนวรรณกรรมของ Soderholm⁴³ พบว่า ค่าความเหนียวต้านทานการแตกหักของเรซินคอมโพสิตมีค่าระหว่าง 0.7-1.9 MPa·m^{0.5} และมีการศึกษา¹⁷ ที่กล่าวว่าเรซินคอมโพสิตควรมีค่าความเหนียวต้านทานการแตกหักระหว่าง 1-2 MPa·m^{0.5} ซึ่งจากการศึกษานี้พบว่ามีฐานความเหนียวต้านทานการแตกหักระหว่าง 0.80-1.68 MPa·m^{0.5} อย่างไรก็ตาม การพิจารณาเลือกใช้เรซินคอมโพสิตในการบูรณะโดยเฉพาะในฟันหลังที่ต้องรับแรงบดเคี้ยว นอกจากค่าความเหนียวต้านทานการแตกหักแล้ว อาจจะต้องพิจารณาคุณสมบัติอื่น ๆ เช่น ความแข็งผิว (Surface microhardness) ความต้านทานการสึก (Wear resistance) ซึ่งในการใช้วัสดุบูรณะในช่องปากอาจจะต้องมีการปิดผิวด้วยเรซินคอมโพสิตดั้งเดิมที่มีความแข็งผิวด้วย²⁹ นอกจากนี้อาจจะคุณสมบัติทางกลอื่น ๆ หรือการยึดติดกับสารยึดติด การคงคุณสมบัติเมื่ออยู่ในสภาวะแวดล้อมที่เปลี่ยนไป รวมถึงวิธีการใช้งานในคลินิกต่าง ๆ ประกอบกัน เพื่อให้การใช้วัสดุบูรณะฟันหลังทางคลินิกได้อย่างเหมาะสม มีความคงทนและมีประสิทธิภาพสูงสุด

บทสรุป

จากผลการศึกษาความเหนียวด้านการแตกหักของเรซินคอมโพสิตทั้ง 7 ชนิด พบค่าความเหนียวด้านการแตกหักแตกต่างกัน เรียงจากสูงไปต่ำ คือ EXP, FB, Z350XT, XF, FU, GP และ TB โดยเรซินคอมโพสิตชนิดเสริมเส้นใยเสริมแรง EXP มีค่าความเหนียวด้านการแตกหักสูงที่สุด และแตกต่างกันไม่มีนัยสำคัญทางสถิติกับ FB, Z350XT และ XF ค่าเฉลี่ยความเหนียวด้านการแตกหักของ TB ต่ำที่สุดแต่แตกต่างกันไม่มีนัยสำคัญทางสถิติกับ GP และ FU

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.ทพญ.รัชฎา ฉายจิต เป็นอย่างสูง สำหรับคำแนะนำทางสถิติ ขอขอบคุณหน่วยวิจัย คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่อำนวยความสะดวกเพื่ออุปกรณ์และสถานที่ในการทำวิจัย ขอขอบคุณคลินิกทันตกรรมบูรณะ โรงพยาบาลทันตกรรม คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่เอื้อเพื่ออุปกรณ์ในการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

1. Opdam NJM, van de Sande FH, Bronkhorst E, Cenci MS, Bottenberg P, Pallesen U, et al. Amalgam and resin composite longevity of posterior restorations: A systematic review and meta-analysis. *J Dent Res*. 2014;93(10):943-9.
2. Moraschini V, Fai CK, Alto RM, Dos Santos GO. Amalgam and resin composite longevity of posterior composite restorations: a systematic review and meta-analysis *J Dent*. 2015;43(9):1043-1050.
3. Ferracane JL. Resin composite--state of the art. *Dent Mater*. 2011;27(1):29-38.
4. Demarco FF, Corrêa MB, Cenci MS, Moraes RR, Opdam NJM. Longevity of posterior composite restorations: not only a matter of materials. *Dent Mater*. 2012;28(1):87-01.
5. Stansbury JW, Trujillo-Lemon M, Lu H, Ding X, Lin Y, Ge J. Conversion-dependent shrinkage stress and strain in dental resins and composites. *Dent Mater*. 2005;21(1):56-67.

6. Sabbagh J, McConnell RJ, McConnell MC. Posterior composites: Update on cavities and filling techniques. *J Dent*. 2017;57(1):86-90.
7. Tarle Z, Attin T, Marovic D, Andermatt L, Ristic M, Taubock TT. Influence of irradiation time on subsurface degree of conversion and microhardness of high-viscosity bulk-fill resin composites. *Clin Oral Investig*. 2015;19(4):831-40.
8. Fugolin APP, Pfeifer CS. New Resins for Dental Composites. *J Dent Res*. 2017;96(10):1085-91.
9. Lien W, Vandewalle KS. Physical properties of a new silorane-based restorative system. *Dent Mater*. 2010;26(4):337-44.
10. Van Ende A, De Munck J, Pedrollo Lise D, Van Meerbeek B. Bulk-Fill Composites: A Review of the Current Literature. *J Adhes Dent*. 2017;19(2):95-109.
11. Milnar F. The Evolution of Direct Composites. *Compendium*. 2011;32(1):1-3.
12. Garoushi S, Sailyoja E, Vallittu PK, Lassila L. Physical properties and depth of cure of a new short fiber. *Dent Mater*. 2013;29(8):835-41.
13. Ilie N, Hilton TJ, Heintze SD, Hickel R, Watts DC, Silikas N, et al. Academy of dental materials guidance-resin composites: Part I-mechanical properties. *Dent Mater*. 2017;33(8):880-94.
14. Heintze SD, Ilie N, Hickel R, Ries A, Loguercio A, Rousson V. Laboratory mechanical parameters of composite resins and their relation to fractures and wear in clinical trials-A systematic review. *Dent Mater*. 2017;33(3):e101-4.
15. Ferracane JL, Condon JR. In vitro evaluation of the marginal degradation of dental composites under simulated occlusal loading. *Dent Mater*. 1999;15(4):262-7.
16. Xu HHK, Quinn JB, Giuseppetti AA. Wear and mechanical properties of nano-silica-fused whisker composites. *J Dent Res*. 2004;83(12):930-5.
17. Imbeni V, Kruzic JJ, Marshall GW, Marshall SJ, Ritchie RO. The dentin-enamel junction and the fracture of human teeth. *Nat Mater*. 2005;4(3):229-32.
18. Fujishima A, Ferracane JL. Comparison of four modes of fracture toughness testing for dental composites. *Dent Mater*. 1996;12(1):38-43.
19. Ibarra ET, Lien W, Casey J, Dixon SA, Vandewalle KS. Physical properties of a new sonically placed composite resin restorative material. *Gen Dent*. 2015;63(3):51-6.
20. Tiba A, Zeller GG, Estrich CG, Hong A. A Laboratory Evaluation of Bulk-Fill Versus Traditional Multi-Increment-Fill Resin-Based Composites. *J Am Dent Assoc* 2013;114(10):1182-3.
21. ASTM D5045-14: Standard test methods for plane-strain fracture toughness and strain energy release rate of plastic materials. 2014.
22. ISO 13586:2000: Plastics—determination of fracture toughness (GIC and KIC)—linear elastic fracture mechanics (LEFM) approach 2000.
23. Ornaghi BP, Meier MM, Lohbauer U, Braga RR. Fracture toughness and cyclic fatigue resistance of resin composites with different filler size distributions. *Dental material*. 2014;30(7):742-51.
24. Ferracane JL, Berge HX, Condon JR. In vitro aging of dental composites in water-effect of degree of conversion, filler volume, and filler/matrix coupling. *J Biomed Mater Res*. 1998;42(3):465-72.
25. Ferracane JL, Berge HX: Fracture toughness of Experimental dental composites aged in ethanol. *J Dent Res*. 1995;74(7):1418-23.
26. Bijelic-Donova J, Garoushi S, Vallittu K, Lassila LVJ. Mechanical properties, fracture resistance, and fatigue limits of short fiber reinforced dental composite resin. *J Prosthet Dent*. 2016;115(1):95-102.
27. Vallittu PK. High-aspect ratio fillers: fiber-reinforced composites and their anisotropic properties. *Dent Mater*. 2015;31(1):1-7

28. Abouelleil H, Pradelle N, Villat C, Attik N, Colon P, Grosgeat B. Comparison of mechanical properties of a new fiber reinforced composite and bulk filling composites. *Restor Dent Endod*. 2015; 40(4):262-70.
29. Alshabib A, Silikas N, Watts DC. Hardness and fracture toughness of resin-composites with and without fibers. *Dent Mater*. 2019;35(8):1194-203.
30. Rodrigues SA, Scherrer SS, Ferracane JL, Della Bona A. Microstructural characterization and fracture behavior of a microhybrid and nanofill composite. *Dent Mater*. 2008;24(9):1281-8.
31. Kim KH, Park JH, Imai Y, Kishi T. Microfracture mechanisms of dental resin composites containing spherically-shaped filler particles. *J Dent Res*. 1994;73(2):499-504.
32. Shah MB, Ferracane JL, Kruzic JJ. Mechanistic aspects of fatigue crack growth behavior in resin based dental restorative composites. *Dent Mater*. 2009;25(7):909-16.
33. Ilie N, Bucuta S, Draenert M. Bulk-fill Resin-based Composites: An *In Vitro* Assessment of Their Mechanical Performance. *Oper Dent*. 2013;38(6): 618-25.
34. Bortolotto T, Melian K, Krejci I. Effect of dual-cure composite resin as restorative material on marginal adaptation of class 2 restorations. *Quintessence Int*. 2013;44(9):663-72.
35. Ferracane JL, Marker VA. Solvent degradation and reduced fracture toughness in aged composites. *J Dent Res*. 1992;71(1):13-9.
36. Kim KH, Ong JL, Okuno O. The effect of filler loading and morphology on the mechanical properties of contemporary composites. *J Prosthet Dent*. 2002;87(6):642-9.
37. Bonilla ED, Mardirossian G, Caputo AA. Fracture toughness of posterior resin composites. *Quintessence Int*. 2001;32(3):206-10.
38. Ornaghi BP, Meier MM, Lohbauer U, Braga RR. Fracture toughness and cyclic fatigue resistance of resin composites with different filler size distributions. *Dental material*. 2014;30(7):742-51.
39. Ferracane JL, Antonio RC, Matsumoto H. Variables affecting the fracture toughness of dental composites. *J Dent Res*. 1987;66(6):1140-5.
40. Goldman M. Fracture properties of composite and glass-ionomer dental restorative materials. *J Biomed Mater Res*. 1985;19(7):771-83.
41. Tyas MJ. Correlation between fracture properties and clinical performance of composite resins in Class IV cavities. *Aust Dent J*. 1990;35(1):46-9.
42. Sarrett DC. Clinical challenges and the relevance of materials testing for posterior composite restorations. *Dent Mater*. 2005;21(1):9-20.
43. Soderholm KJ. Review of the fracture toughness approach. *Dent Mater*. 2010;26:e63-77.

ผู้ประพันธ์บทความ

อภิญญา ภาษานุช

สาขาวิชาทันตกรรมบูรณะ

คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40002

โทรศัพท์ : 0-4336-2104 ต่อ 11143

จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ : papapo@kku.ac.th



Fracture Toughness of Posterior Resin Composites

Apaporn Pasasuk ^{1,*} Pitchaya Jarurattaphant ² Jullada Kongtoon ³ Janewit Charoonrak ⁴

Research Article

Abstract

Objective: This study aimed to compare the fracture toughness of seven types of resin composites used for posterior tooth restoration: Tetric N Ceram Bulk Fill (TB), G-aenial Posterior (GP), Fill-Up (FU), X-tra Fil (XF), Filtek Bulk Fill (FB), everX Posterior (EXP), and Filtek Z350XT (Z350XT).

Materials and Methods: Single-edge notched beam resin composite specimens were prepared in an 2x25x2 mm acrylic mold (10 specimens in each group). All specimens were immersed in distilled water at 37°C for 24 hours before testing. Fracture toughness was measured using a three-point bending test with a universal testing machine. The fracture toughness of each resin composite group was compared using the Kruskal-Wallis test, and differences between pairs were analyzed using the Mann-Whitney U test at a 95% confidence level.

Results: The results showed that the fracture toughness values (MPa·m^{0.5}), ranked from lowest to highest, were TB, GP, FU, XF, Z350XT, FB, and EXP, respectively. The study found that EXP had significantly higher fracture toughness than TB, GP, and FU but was not significantly different from FB, Z350XT, and XF. Meanwhile, XF, Z350XT, and FB had significantly higher fracture toughness than TB and GP.

Conclusion: The study concluded that the seven resin composites have significantly different fracture toughness values, with the fiber-reinforced EXP presented the highest fracture toughness.

Keywords: Fracture toughness/ Posterior resin composite/ Resin composite/ Bulk-fill resin composite

Corresponding Author

Apaporn Pasasuk
Department of Restorative Dentistry,
Faculty of Dentistry, Khon Kaen University,
Amphur Muang, Khon Kaen, 40002
Tel. : +66 43 362 104 #45143
Email : papapo@kku.ac.th

¹ Department of Restorative Dentistry, Faculty of Dentistry, Khon Kaen University.

² Dental Department, Sirindhorn College of Public Health Khon Kaen, Amphur Muang, Khon Kaen.

³ Dental Department, Ubonratana Hospital, Amphur Ubonratana, Khon Kaen.

⁴ Dental Department, Kosumphisai Hospital, Amphur Kosumphisai, Mahasarakham.

* Corresponding Author



Development of Butterfly Pea-Aloe Vera Mouthwash with Antimicrobial Activity Against *Streptococcus mutans*

Charuporn Boonkasemsin ¹ Jidapha Arpornrat ¹ Thidarat Angwarawong ² Poramaporn Klanrit ³ Onauma Angwaravong ^{4,*}

Research Article

Abstract

Objective: Dental caries is the most common oral health issue in the Thai population, primarily caused by *Streptococcus mutans* (*S. mutans*). Although chlorhexidine (CHX) mouthwash is the gold-standard antibacterial agent for reducing dental plaque and pathogenic microorganisms such as *S. mutans*, it is associated with side effects such as tooth discoloration, altered taste, dry mouth, and oral burning sensations. Consequently, plant-based extracts are increasingly being explored as safer alternatives. Previous studies have demonstrated that both Butterfly pea and Aloe vera possess antibacterial activity against *S. mutans*; however, no study has evaluated the efficacy of a Butterfly pea-Aloe vera solution. Therefore, this study aims to assess the effectiveness of Butterfly pea-Aloe vera solutions against *S. mutans*.

Materials and Methods: To evaluate the antimicrobial effect of Butterfly pea-Aloe vera solutions against *S. mutans*, thirteen groups were tested using a modified broth dilution assay and the drop plate technique. These groups included three Butterfly pea solutions at 400 (BP400), 200 (BP200), and 100 mg/mL (BP100); three Aloe vera solutions at 100 (AV100), 50 (AV50), and 25 mg/mL (AV25); four formulations of Butterfly pea-Aloe vera solutions (BP200_AV50, BP200_AV25, BP100_AV50, BP100_AV25); a bacterial suspension (experimental control); CHX (positive control); and deionized water (DI, negative control). Colony-forming units (CFU/mL) were analyzed using the Kruskal-Wallis and Mann-Whitney U tests ($\alpha=0.05$).

Results: All Butterfly pea solutions (BP400, BP200, BP100) and combined Butterfly pea-Aloe vera solutions (BP200_AV50, BP200_AV25, BP100_AV50, BP100_AV25) significantly inhibited *S. mutans* compared to the DI group, with no significant difference between the Butterfly pea group and the Butterfly pea-Aloe vera group. All Aloe vera solutions (AV100, AV50, AV25) showed no significant inhibition and performed similarly to the DI group. The CHX group exhibited the highest antibacterial activity.

Conclusion: Butterfly pea solution at 100 mg/mL and the Butterfly pea-Aloe vera solution at BP100_AV25 show promise as natural alternatives to chemical-based mouthwashes for daily caries prevention. Further development will focus on BP100_AV25 as a ready-to-use, chemical-free herbal mouthwash, aiming to harness additional biological properties of the two plants, such as anti-inflammatory, wound-healing, and remineralization effects.

Keywords: Aloe vera/ Antimicrobial activity/ Butterfly pea/ Mouthwash/ *Streptococcus mutans*

Received: May 21, 2025

Revised: Jul 07, 2025

Accepted: Aug 13, 2025

¹ High School Student, Khon Kaen University Demonstration School, Khon Kaen University.

² Department of Prosthodontics, Faculty of Dentistry, Khon Kaen University.

³ Division of Oral Diagnosis, Department of Oral Biomedical Sciences, Faculty of Dentistry, Khon Kaen University.

⁴ Division of Pediatric Dentistry, Department of Preventive Dentistry, Faculty of Dentistry, Khon Kaen University.

* Corresponding Author

Introduction

Dental caries is the most prevalent oral infectious disease¹ and remains a significant public health concern in Thailand, with the 2024 National Oral Health Survey reporting high prevalence across all age groups.² *Streptococcus mutans* (*S. mutans*), a Gram-positive bacterium, is the primary causative agent, particularly within dental plaque. Dental caries development begins with biofilm formation on the salivary pellicle, which facilitates bacterial adhesion by serving as a receptor for oral bacteria.^{1,3} *S. mutans* produces the enzymes glucosyltransferase (GTF) and fructosyltransferase (FTF), which convert sucrose into glucans and fructans, promoting bacterial attachment and plaque development.^{4,5} Its ability to metabolize carbohydrates and produce lactic acid contributes to the demineralization of dental enamel. Therefore, once *S. mutans* colonies are established on the tooth surface, they lower the oral pH to critical levels, leading to enamel demineralization and the onset of dental caries.³ Consequently, preventive strategies aim to reduce or eliminate *S. mutans* colonization.

Chlorhexidine (CHX) mouthwash is the gold standard for reducing dental plaque and pathogenic microorganisms such as *S. mutans*.³ However, due to its broad-spectrum antimicrobial activity, it is not recommended for regular use. Long-term application can lead to side effects, including oral tissue and tooth discoloration, oral mucosa irritation, taste alteration, dry mouth, burning sensations, and cytotoxicity to human cells, potentially causing cell necrosis.⁶⁻⁹ These concerns have prompted growing interest in plant extracts as alternative antimicrobial agents with lower toxicity and minimal side effects.^{3-5,7,8,10,11}

Butterfly pea (*Clitoria ternatea* Linn.), widely found in Thailand and globally, is traditionally used in cooking as a natural food colorant and in Ayurvedic medicine to treat indigestion, constipation, arthritis, skin conditions, and gastrointestinal disorders.^{12,13} Its

pharmacological properties include antioxidant, antidiabetic, hepatoprotective, anti-inflammatory, anticancer, and antimicrobial activities,^{3,13} attributed to its rich phytochemical content—such as alkaloids, saponins, tannins, flavonoids, and their derivatives including anthocyanins (ternatins), flavonol glycosides, kaempferol glycosides, quercetin glycosides, and myricetin glycosides.^{3,5,8,12,13} Studies have shown that Butterfly pea extracts inhibit *S. mutans*, though efficacy varies depending on the extraction method and solvent used. Reported values include a minimum inhibitory concentration (MIC) of 100 µg/mL and a minimum bactericidal concentration (MBC) of 400 µg/mL (aqueous extract),⁴ anti-biofilm activity at 100 mg/mL (ethanol extract),³ and inhibition zones >13 mm at 200 mg/mL and >11 mm at 100 mg/mL (aqueous extract),⁴ as well as >9 mm at 50–100 mg/mL (ethanol extract).³

Aloe vera, a species of the *Liliaceae* family, has long been used to treat gastrointestinal disorders, sunburns, and wounds.⁶ It exhibits various pharmacological activities, including anti-inflammatory, antimicrobial, antioxidant, immunomodulatory, wound-healing, and antineoplastic effects.^{6,10,14} These effects are attributed to bioactive compounds such as anthraquinones (and other phenolic compounds, including aloin and aloe-emodin), saponins, acemannan, sterols, amino acids, organic acids, vitamins, and minerals.^{7,10,14,15} Aloe vera has gained recognition in oral healthcare, with its extracts incorporated into products like toothpaste and mouthwash.^{7,11} Extracts from Aloe vera have demonstrated antimicrobial properties against key bacterial species implicated in dental caries and periodontal infections, including *S. mutans*, *Aggregatibacter actinomycetemcomitans* (*A. actinomycetemcomitans*), *Bacteroides fragilis* (*B. fragilis*), and *Porphyromonas gingivalis* (*P. gingivalis*).^{6,14} Reported MIC values against *S. mutans* include 125 mg/mL (aqueous extraction),¹⁶ 12.5 µg/mL⁶ and 12.5%

(dimethyl sulfoxide [DMSO] extract),¹⁵ while MBC values exceeded 750 mg/mL for aqueous extract.¹⁶ Inhibition zones ranged from 6.8 mm at 100% (DMSO extract)¹⁵ to 17 mm at 25 mg/mL (DMSO extract).⁶ Variability in outcomes likely reflects differences in extraction methods, solvents, and plant sources.

As mentioned above, studies have shown that Butterfly pea and Aloe vera effectively inhibit *S. mutans*. However, no study has evaluated a Butterfly pea-Aloe vera solution. The objective of this study is to assess the effectiveness of a Butterfly Pea-Aloe Vera solution in inhibiting *S. mutans*. The null hypothesis posits that the Butterfly Pea-Aloe Vera solution will show no significant difference compared to deionized (DI) water and CHX. The expected outcome is to establish it as an alternative to chemical-based antiseptic mouthwashes and as a preliminary guideline for developing fresh, ready-to-use, chemical-free herbal mouthwash products.

Materials and Methods

Preparation of *S. mutans* and growth condition

The *S. mutans* ATCC 25175 DMST 1877 (Department of Medical Sciences, Ministry of Public Health, Nonthaburi, Thailand) stock culture was thawed and cultured on Brain Heart Infusion (BHI) agar (Himedia, Dindori, Nashik, India) using the streak plate technique. The culture was incubated at 37°C in a cell incubator (Shel Lab Incubator, Sheldon Manufacturing, USA) for 48 hours. To ensure purity, colonies from BHI agar were subcultured onto fresh BHI agar and incubated for 24 hours. Subsequently, five colonies of *S. mutans* were inoculated into BHI broth (Himedia) and incubated for 24 hours.

After 24 hours of incubation, the *S. mutans* inoculum suspensions were adjusted to a turbidity of 1×10^8 colony-forming units (CFU/mL) by adjusting the optical density (O.D.) to 0.1 at 600 nm¹⁷ using a

spectrophotometer (Genesys 20™; Thermo Fisher Scientific, USA), confirming the desired concentration for further experiments.

Preparation of Butterfly pea solutions and Aloe vera solutions

Butterfly pea and Aloe vera powders (Specialty Natural Product, Chonburi, Thailand) were obtained via aqueous extraction. Solutions were prepared by dissolving the powders in room-temperature DI water using two-fold serial dilutions to final concentrations of 800, 400, 200, 100, and 50 mg/mL for Butterfly pea and 800, 400, 200, 100, 50, 25, 12.5, and 6.25 mg/mL for Aloe vera. Fresh solutions were prepared prior to each experiment. The solutions were not filtered before testing. The sterile tubes used to prepare the Butterfly pea solutions were wrapped in foil to protect them from light.

Optimization of Butterfly pea and Aloe vera concentrations for *S. mutans* inhibition via disc diffusion assay

To evaluate the antimicrobial activity of Butterfly pea and Aloe vera solutions against *S. mutans*, a disc diffusion assay was performed to measure the zone of inhibition. The prepared *S. mutans* suspension was cultured on BHI agar plates using the spread plate technique and a sterilized cotton swab. Subsequently, sterile 6.0 mm filter discs (6-mm-diameter sterile disc, Himedia, PA, USA) were placed on the agar. Twenty microliters of each solution were applied to the discs, with 0.12% CHX (C-20 chlorhexidine antiseptic mouthwash, Chonburi, Thailand) used as a positive control and sterile DI water as the negative control. After 24 hours of incubation, inhibition zones were measured using a digital caliper. Results are presented as the average $\pm$ standard deviation of three independent trials.

Antimicrobial activity of Butterfly Pea–Aloe Vera solutions against *S. mutans* via modified broth dilution

The disc diffusion assay identified effective concentrations against *S. mutans* at 400, 200, and 100 mg/mL for Butterfly pea and 100, 50, and 25 mg/mL for Aloe vera. Combined Butterfly Pea–Aloe Vera solutions were prepared by mixing selected concentrations (1:1 ratio) for testing via the modified broth dilution method. Due to excessive viscosity, 400 mg/mL Butterfly pea and 100 mg/mL Aloe vera were excluded from combinations. Thirteen test groups were included, with CHX as the positive control, DI water as the negative control, and *S. mutans* alone as the experimental control (Table 1 and Figure 1A).

In the modified broth dilution method, 500 μ L of *S. mutans* suspension (1×10^8 CFU/mL) was incubated with 500 μ L of the test solution (Figure 1B). After 24 hours, bacterial growth was assessed using the drop plate technique. Serial ten-fold dilutions (10^0 to 10^{-5}) were prepared in sterile phosphate-buffered

saline (PBS), and three 10 μ L drops from each dilution were plated on sectioned BHI agar (Figure 1C). Plates were incubated for 24 hours, and colonies were counted from dilutions yielding 3–30 colonies per drop. The total CFU count was averaged from three drops of each countable dilution and calculated as CFU/mL (Equation 1). The experiment was performed in five replicates.

Microbial concentration (CFU/mL)

$$= \frac{\text{Number of colonies count}}{\text{Dilution factor} \times \text{Volume plate (mL)}} \dots \text{Equation 1}$$

Statistical analysis

Data normality was tested using the Shapiro-Wilk test. All microbial concentration data were analyzed using the Kruskal-Wallis and Mann-Whitney tests. Statistical analysis was performed using IBM SPSS Statistics 20 (IBM, NY, USA). All statistical tests were conducted at the 0.05 significance level.

Table 1 Experimental group for modified broth dilution

Group	Solution	Abbreviation
1	Bacterial suspension (Experimental control)	BAC
2	Chlorhexidine (Positive control)	CHX
3	Deionized water (Negative control)	DI
4	Butterfly pea solution at 400 mg/mL	BP 400
5	Butterfly pea solution at 200 mg/mL	BP 200
6	Butterfly pea solution at 100 mg/mL	BP100
7	Aloe vera solution at 100 mg/mL	AV100
8	Aloe vera solution at 50 mg/mL	AV50
9	Aloe vera solution at 25 mg/mL	AV25
10	Combine Butterfly pea solution at 200 mg/mL with Aloe vera solution at 50 mg/mL	BP 200_AV 50
11	Combine Butterfly pea solution at 200 mg/mL with Aloe vera solution at 25 mg/mL	BP 200_AV 25
12	Combine Butterfly pea solution at 100 mg/mL with Aloe vera solution at 50 mg/mL	BP 100_AV 50
13	Combine Butterfly pea solution at 100 mg/mL with Aloe vera solution at 50 mg/mL	BP 200_AV 25

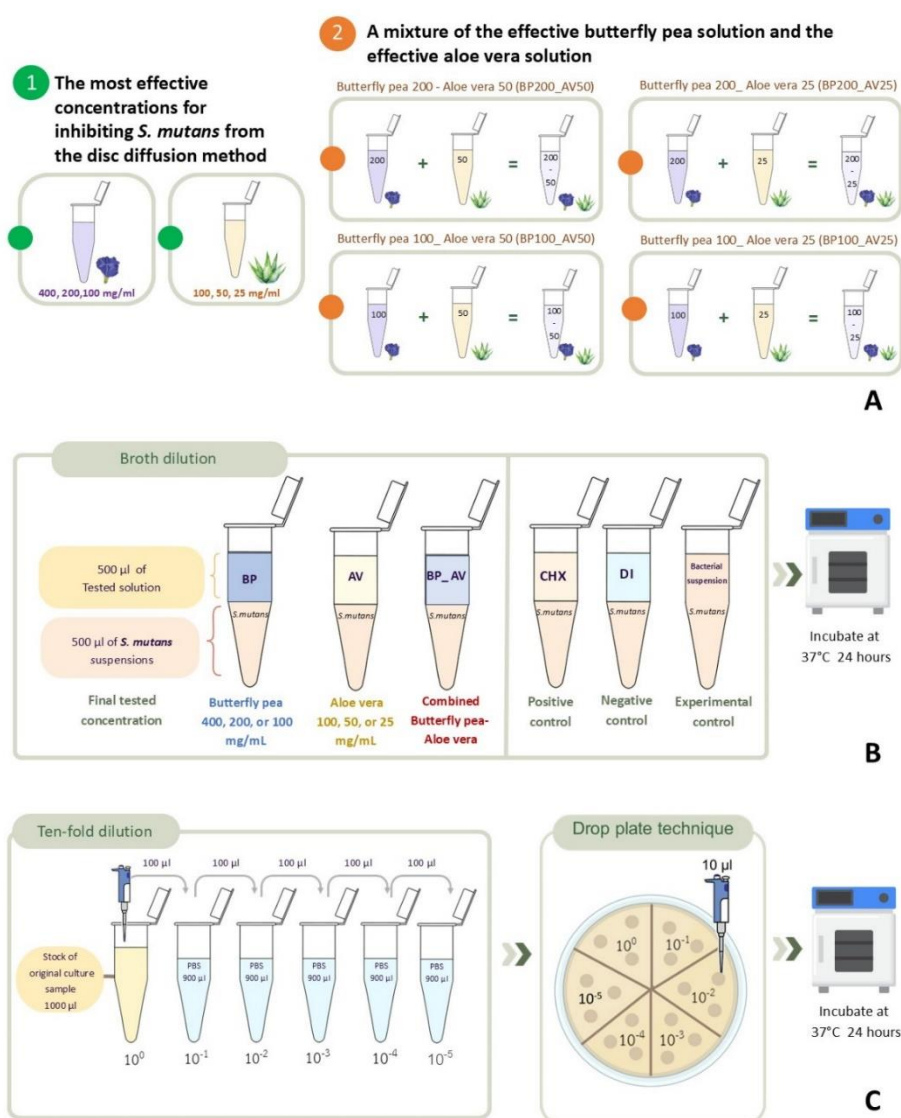


Figure 1 Determination of the efficacy of Butterfly pea-Aloe vera solutions using the broth dilution method. A) Preparation of Butterfly pea solutions, Aloe vera solutions, and Butterfly pea-Aloe vera solutions. B) Modified Broth dilution and incubation for 24 hours. C) Ten-fold dilution and drop plate technique.

Results

The results of the first part, which aimed to determine the optimal concentrations of Butterfly pea and Aloe vera solutions for inhibiting *S. mutans* using the disc diffusion assay, are shown in Tables 2 and 3. The CHX positive control group produced the largest inhibition zone, while the DI water negative control group exhibited no detectable inhibition zone. Butterfly pea solutions at 800, 400, 200, and 100 mg/mL demonstrated similar inhibition zones, in

contrast to the 50 mg/mL solution, which showed no detectable inhibition. For Aloe vera solution testing, concentrations of 6.25 and 12.5 mg/mL showed no inhibition, while concentrations ranging from 50 to 800 mg/mL exhibited similar inhibition zones. Therefore, the three lowest effective concentrations—400, 200, and 100 mg/mL for Butterfly pea solution, and 100, 50, and 25 mg/mL for Aloe vera solution—were selected for further study using the modified broth dilution method.

Table 2 Inhibition zones of Butterfly pea solutions

Solution	Mean±S.D.
Chlorhexidine (CHX, Positive control)	21.66±1.06
Deionized water (DI, Negative control)	ND
Butterfly pea solution at 800 mg/mL (BP800)	6.87±0.46
Butterfly pea solution at 400 mg/mL (BP400)	7.76±0.72
Butterfly pea solution at 200 mg/mL (BP200)	8.08±0.69
Butterfly pea solution at 100 mg/mL (BP100)	7.27±0.57
Butterfly pea solution at 50 mg/mL (BP50)	ND

S.D.; Standard deviation, ND; no detection

Table 3 Inhibition zones of Aloe vera solutions

Solution	Mean±S.D.
Chlorhexidine (CHX, Positive control)	22.41±1.06
Deionized water (DI, Negative control)	ND
Aloe vera solution at 800 mg/mL (AV800)	6.73±0.46
Aloe vera solution at 400 mg/mL (AV400)	6.24±0.53
Aloe vera solution at 200 mg/mL (AV200)	6.87±0.27
Aloe vera solution at 100 mg/mL (AV100)	8.15±0.69
Aloe vera solution at 50 mg/mL (AV50)	7.55±0.64
Aloe vera solution at 25 mg/mL (AV25)	7.35±0.13
Aloe vera solution at 12.5 mg/mL (AV12.5)	ND
Aloe vera solution at 6.25 mg/mL (AV6.25)	ND

S.D.; Standard deviation, ND; no detection

The modified broth dilution method was employed to assess the effectiveness of the Butterfly pea-Aloe vera solution in inhibiting *S. mutans* growth. The results demonstrated that the colonies of *S. mutans* on the agar plates varied in number across the different experimental groups, as illustrated in Figure 2. After analyzing the data, the results (as shown in Table 4 and Figure 3) indicated that the DI water group and all Aloe vera solution groups exhibited significantly lower bacterial concentrations compared to the bacteria-only group, with no significant differences observed among these groups. In contrast, all Butterfly pea solution groups and all four Butterfly pea-Aloe vera solution groups demonstrated significantly lower bacterial concentrations than the DI water and Aloe vera groups. Finally, the CHX group was the most effective in inhibiting *S. mutans*, showing a significant difference from the other groups.

Table 4 Microbial concentration (10⁶ CFU/mL)

Group	Mean±S.D.	Median	Minimum	Maximum
BAC	76.75±59.89	58.67 ^a	20.67	151.40
CHX	0.00±0.00	0.00 ^b	0.00	0.00
DI	35.37±28.83	19.00 ^a	11.00	68.33
BP 400	4.41±3.87	2.33 ^c	1.00	9.67
BP 200	4.48±2.54	3.40 ^c	1.67	7.33
BP 100	2.22±2.01	2.00 ^c	0.33	4.33
AV 100	38.63±26.38	38.67 ^a	4.00	69.00
AV 50	30.37±20.23	30.20 ^a	11.33	60.67
AV 25	29.00±27.14	13.67 ^a	13.00	60.33
BP 200_AV 50	5.33±2.80	5.67 ^c	1.67	8.33
BP 200_AV 25	3.89±2.44	2.80 ^c	2.00	7.67
BP 100_AV 50	4.88±2.42	4.67 ^c	2.40	7.67
BP 100_AV 25	2.17±1.23	1.67 ^c	1.33	4.00

Statistical analysis was performed using the Kruskal-Wallis H and Mann-Whitney U tests. Identical letters indicate no significant difference at the same level ($P > 0.05$).

S.D.; Standard deviation, Bac: Bacterial group, CHX: Chlorhexidine group, DI: Deionized water, BP: Butterfly pea, AV: Aloe vera, BP_AV: Combined Butterfly pea-Aloe vera solution in a 1:1 ratio.

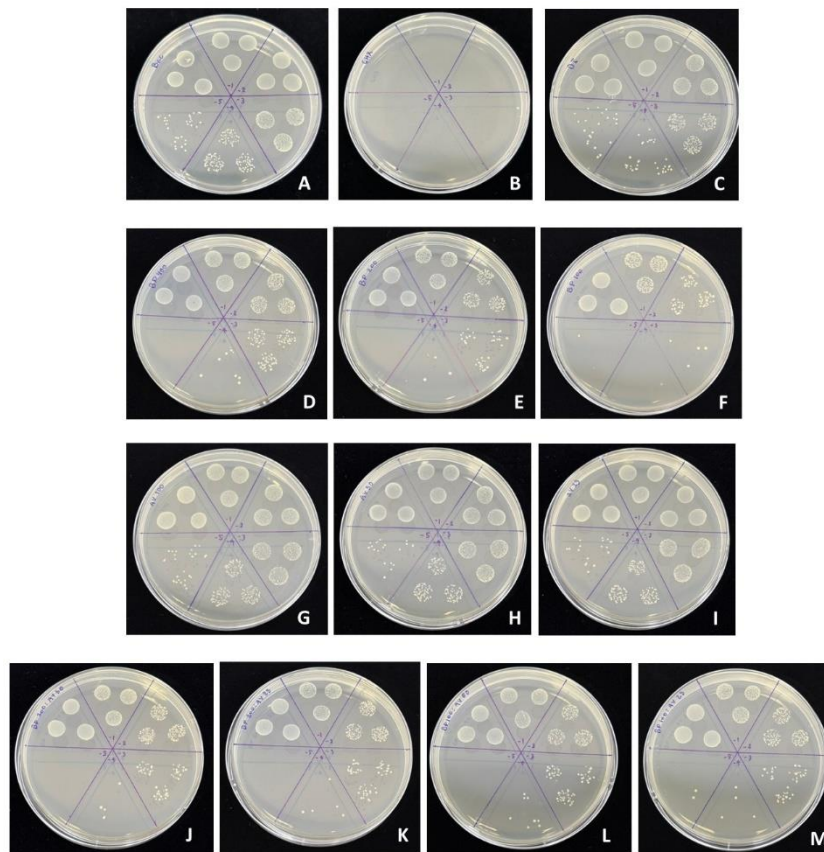


Figure 2 Colonies of *S. mutans* on an agar plate. *S. mutans* colonies on the agar plates from the following groups: Bacterial group (A), Chlorhexidine group (B), Deionized water group (C), Butterfly pea solutions at concentrations of 400 mg/mL (D), 200 mg/mL (E), and 100 mg/mL (F), Aloe vera solutions at concentrations of 100 mg/mL (G), 50 mg/mL (H), and 25 mg/mL (I), as well as Butterfly pea-Aloe vera solutions, namely BP200-AV50 (J), BP200-AV25 (K), BP100-AV50 (L), and BP100-AV25 (M).

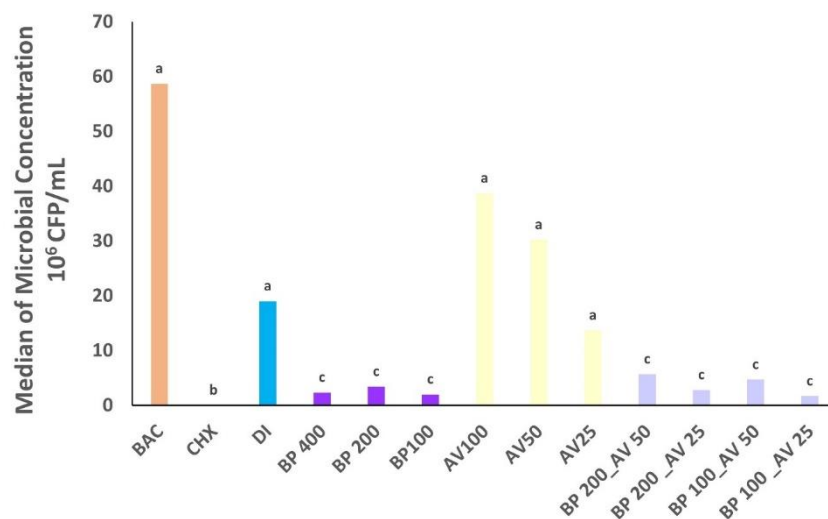


Figure 3 *S. mutans* concentration analysis

Statistical analysis was performed using the Kruskal-Wallis H and Mann-Whitney U tests. Identical letters indicate no significant difference at the same level ($P > 0.05$).

Bac: Bacterial group, CHX: Chlorhexidine group, DI: Deionized water, BP: Butterfly pea, AV: Aloe vera, BP_AV: Combined Butterfly pea-Aloe vera solution in a 1:1 ratio.

Discussion

In this study, all four Butterfly pea–Aloe vera solutions—BP200_AV50, BP200_AV25, BP100_AV50, and BP100_AV25—were found to effectively inhibit *S. mutans* compared to DI water and CHX. Therefore, the null hypothesis was rejected.

Extraction is a crucial step in evaluating medicinal plants, as it separates essential chemical constituents. To preserve bioactive compounds, appropriate extraction methods and solvents must be selected for efficient recovery. Zulkamal et al. found that extraction solvents influence the antimicrobial activity of Butterfly pea, with aqueous extracts exhibiting bactericidal effects against Gram-positive bacteria and bacteriostatic effects against Gram-negative bacteria, while methanolic extracts were bactericidal against both.¹⁸ Methanolic extracts inhibited Gram-positive bacterial growth by 99%, compared to 95% and 79% inhibition by aqueous extracts against Gram-positive and Gram-negative bacteria, respectively.¹⁸ Dental caries are primarily caused by *S. mutans*, a Gram-positive bacterium. Therefore, this study employed aqueous extracts of Butterfly pea and Aloe vera from a certified manufacturer to assess their efficacy against *S. mutans*, as water-based extracts are safe for oral use and can be further developed into a natural herbal mouthwash for future caries prevention.

This study initially employed the disc diffusion (Kirby-Bauer) method to determine the effective concentrations of Butterfly pea and Aloe vera solutions against *S. mutans*, with inhibition zones ≤ 7 mm considered a negative result.⁶ This qualitative method was chosen for its simplicity, low cost, and suitability for routine microbial testing, although it is subject to some degree of error.⁶ Despite demonstrating antimicrobial activity, the inhibition zones were small (7.27–8.15 mm) and showed no significant differences among concentrations, likely

due to the limited diffusion of the herbal solutions in agar.⁷ Given these qualitative limitations, the broth dilution assay was employed for its greater accuracy and quantitative capabilities.⁶ The three lowest effective concentrations from the disc diffusion assay—400, 200, and 100 mg/mL for Butterfly pea, and 100, 50, and 25 mg/mL for Aloe vera—were selected for further testing. For combined Butterfly pea–Aloe vera formulations (1:1 ratio), only the 200 and 100 mg/mL Butterfly pea solutions and the 50 and 25 mg/mL Aloe vera solutions were used, as the higher concentrations were excluded due to excessive viscosity, rendering them unsuitable for mouthwash development.

The present findings revealed that Butterfly pea solutions at 400, 200, and 100 mg/mL showed antimicrobial activity against *S. mutans*, consistent with previous studies.^{3,4} This effect may be attributed to bioactive phytochemicals such as flavonoids, saponins, alkaloids, tannins, and anthocyanins (ternatins), which inhibit bacterial growth via multiple mechanisms.^{1,3,4,6,8,9,12,19,20} Flavonoids strongly inhibit *S. mutans* by disrupting oral biofilm formation through inactivating GTF enzyme, which is essential for plaque development.^{1,9} Biofilm development in *S. mutans* is a sucrose-dependent mechanism, involving GTFs and glucan-binding proteins (GBPs) that synthesize glucans essential for plaque structure. GTFs are key to virulent plaque formation, while Protein antigen c promotes adhesion to the salivary pellicle, contributing to caries progression.^{1,3} Flavonoids also disrupt bacterial cell walls and membrane permeability by reducing membrane fluidity, causing fluid imbalance and leakage of proteins, nucleic acids, and ions, ultimately leading to cell death.^{19,20} In Gram-positive bacteria, the flavonoid-induced release of Ca^{2+} —crucial for cell wall stability—further compromises structural integrity.¹⁹ These findings align with Zulkamal et al.,

who reported that Butterfly pea exhibited antibacterial activity against *S. mutans* by severely damaging the bacterial surface, causing irregular cell morphology and eventual cell death, as observed via scanning electron microscopy.⁴ Saponins exert antibacterial effects by functioning as natural detergents, reducing the surface tension of bacterial cell membranes, which in turn compromises cell wall permeability and impairs bacterial integrity.^{6,8} Anthocyanins, the pigments responsible for Butterfly pea's bluish-purple color, also serve as natural dyes,¹² contributing to the aesthetic appeal of potential mouthwash formulations.

Previous studies have shown that Aloe vera contains bioactive components such as saponins and anthraquinones (or other phenolic compounds including aloin and aloe-emodin) that inhibit *S. mutans*.^{6,14} However, this study found Aloe vera solutions at 100, 50, and 25 mg/mL ineffective, with results similar to DI water. Although the experimental data indicated that higher concentrations of Aloe vera were associated with increased microbial concentrations, statistical analysis revealed no significant difference ($p > 0.05$). These findings contrast with Majid et al., who reported reduced *S. mutans* levels in plaque after rinsing with a diluted Aloe vera extract.¹⁴ Notably, their extract was ethanol-based and derived from the peel, with ethanol comprising one-fourth of the final solution (1:4 extract:water).¹⁴ Fani and Kohanteb also reported that a 2% DMSO extract of Aloe vera gel exhibited inhibitory effects on *S. mutans*, as measured by disc diffusion and microdilution methods.⁶ Variations in outcomes may be due to differences in the source of Aloe vera—such as species, strain, and growth conditions—as well as extraction methods, solvents, and plant parts (gel vs. peel) used, all of which influence the concentration of bioactive compounds.^{6,16}

This study is the first to evaluate the efficacy of combined Butterfly pea–Aloe vera solutions against *S. mutans*. Formulations BP200_AV50, BP200_AV25, BP100_AV50, and BP100_AV25 demonstrated statistically significant antimicrobial activity compared to DI water. However, no significant differences were observed when compared to Butterfly pea solutions at 400, 200, and 100 mg/mL. This result is consistent with the finding that Aloe vera at 50 and 25 mg/mL had no inhibitory effect on *S. mutans*. Although Aloe vera alone was ineffective, the present study proposes further development of the Butterfly pea–Aloe vera solution as a natural herbal mouthwash, which may offer advantages over using Butterfly pea alone. This is supported by previous studies highlighting Aloe vera's wound-healing, anti-inflammatory, and remineralization properties, as well as its benefits in reducing gingival inflammation, treating oral ulcers, relieving pain, and moisturizing wounds.^{10, 21-24} All combined Butterfly pea–Aloe vera solutions in this study demonstrated significantly lower antimicrobial efficacy against *S. mutans* compared to CHX. Although CHX is effective in reducing *S. mutans*, its broad-spectrum antimicrobial activity makes it unsuitable for regular use. Moreover, long-term application can result in various side effects, including tooth and oral tissue discoloration, mucosal irritation, taste alteration, dry mouth, burning sensations, and cytotoxicity to human cells, potentially leading to cell necrosis.⁶⁻⁹ Therefore, the Butterfly pea–Aloe vera solution may serve as a suitable prophylactic option for individuals at high risk of dental caries, plaque-induced gingivitis, and orthodontic patients prone to white spot lesions around brackets²⁵ and traumatic oral ulcers affecting the gingival and buccal mucosa—common side effects of orthodontic treatment.²³

The present study showed that the 100 mg/mL Butterfly pea solution and the BP100_AV25 formulation were the lowest concentrations to demonstrate significant efficacy against *S. mutans*, with no significant difference compared to higher concentrations of both Butterfly pea solutions and combined Butterfly pea–Aloe vera solutions. These effective lower concentrations do not result in excessive viscosity, making them suitable for use as mouthwash, and may serve as natural alternatives for daily use in preventing dental caries, potentially replacing chemical-based mouthwashes containing CHX. However, as previously mentioned, the Butterfly pea–Aloe vera formulation BP100_AV25 is suitable for future development as a ready-to-use, chemical-free herbal mouthwash and could be particularly beneficial for individuals seeking natural oral care options or those sensitive to synthetic ingredients commonly found in conventional mouthwashes. In this study, Butterfly pea and Aloe vera powders were obtained through aqueous extraction with clearly defined expiration dates. These powders can be dissolved in water at specified amounts to achieve the desired concentration and used immediately as a mouthwash. This preparation method allows for a chemical-free formulation by eliminating the need for preservatives and additional solvents such as alcohol. Furthermore, because Butterfly pea extract is naturally pigmented, there is no need to add artificial coloring agents to the formulation.

The limitation of this study is its laboratory-based design, which does not fully replicate the complexities of the human oral cavity. Additionally, the study focused only on *S. mutans*, while other bacteria like *Lactobacillus*, *Staphylococcus aureus*, *A. actinomycetemcomitans*, *Fusobacterium nucleatum*, *B. fragilis*, and *P. gingivalis* also play a role in dental caries and periodontal disease.^{3, 6, 7, 26} Further research is needed to assess the antimicrobial activity of the Butterfly pea–Aloe vera solutions against these

bacteria. Additionally, analyzing the bioactive components and isolating the specific compounds responsible for the antimicrobial effects of Butterfly pea and Aloe vera, as well as understanding their mechanisms, is essential. Although minimal side effects have been reported for both herbs,^{10,12} toxicity assessments are needed to confirm their safety in mouthwash formulations. Finally, exploring other biological properties such as anti-inflammatory, wound-healing, and remineralization effects will help support the development of a comprehensive herbal mouthwash.

Conclusion

Based on this *in vitro* study, Butterfly pea solutions at 400, 200, and 100 mg/mL, along with all four Butterfly pea–Aloe vera solutions (BP200_AV50, BP200_AV25, BP100_AV50, and BP100_AV25), exhibited significant inhibitory effects against *S. mutans* compared to DI water. In contrast, Aloe vera solutions at 100, 50, and 25 mg/mL showed no significant antimicrobial activity. CHX mouthwash demonstrated the highest antibacterial efficacy, significantly outperforming all other groups.

Acknowledgments

The authors would like to thank Mrs. Janjira Saisaeng for her suggestions on the use of herbal extracts, and Mrs. Porada Phetsuk for her guidance on using research equipment and assistance with the experimental procedures. We also extend our gratitude to the Microbiology Research Laboratory, Faculty of Dentistry, Khon Kaen University, for providing the research facilities. This project was partially supported by the Science Classrooms in University – Affiliated School Project (SCiUS) under Khon Kaen University, with funding from the Ministry of Higher Education, Science, Research and Innovation.

References

1. KrzyŚciak W, Jurczak A, KoŚcielniak D, Bystrowska B, Skalniak A. The virulence of *Streptococcus mutans* and the ability to form biofilms. *Eur J Clin Microbiol Infect Dis*. 2014;33(4):499-515.
2. Dental Health Division, Department of Health, Ministry of Public Health. The 9th National Oral Health Survey in Thailand. Nontaburi: Aksorn Graphic and Design Publishing; 2024.
3. Satria D, Sofyanti E, Wulandari P, Fajarini, Pakpahan SD, Limbong SA. Antibacterial activity of Medan Butterfly pea (*Clitoria ternatea* L.) corolla extract against *Streptococcus mutans* ATCC®25175™ and *Staphylococcus aureus* ATCC®6538™. *Pharmacia*. 2022;69:195-202.
4. Zulkamal LM, Al Zelan MAH, Aris F, Zakaria NA, Mohd Yusof FZ, Ibrahim D, et al. Aqueous Extract of *Clitoria ternatea* Attenuates the Growth of *Streptococcus mutans*. *J Pure Appl Microbiol*. 2023;17(2):1047-55.
5. Salmiah S, Nainggolan JDOM. Effectiveness of Butterfly Pea (*Clitoria Ternatea*) Extract Against *Streptococcus Mutans* Bacterial Growth *In Vitro*. *J Sehat Indones*. 2025;7(1):321-8.
6. Fani M, Kohanteb J. Inhibitory activity of Aloe vera gel on some clinically isolated cariogenic and periodontopathic bacteria. *J Oral Sci*. 2012; 54(1):15-21.
7. Naghsh N, Moghareabed A, Nematnejad M, Yaghini J, Sadeghi SM. A comparative evaluation of the antimicrobial effect of chamomile, Aloe vera-green tea, and chlorhexidine mouthwashes on some oral bacterial species. *Dent Res J (Isfahan)*. 2023;20:70.
8. Adhiningtyas A, Khoswanto C, Luthfi M. Inhibitory potency of butterfly pea (*Clitoria ternatea* Linn.) extract against the growth of *Streptococcus mutans*. *WJARR*. 2023;17:150-56.
9. Salmanli M, Tatar Yilmaz G, Tuzuner T. Investigation of the antimicrobial activities of various antimicrobial agents on *Streptococcus Mutans* Sortase A through computer-aided drug design (CADD) approaches. *Comput Methods Programs Biomed*. 2021;212:106454.
10. Abu-Seida AM, Seif H. Aloe vera in dentistry: current status and future prospects. *Int Arab J Dent*. 2023; 14(2):188-99.
11. Lee SS, Zhang W, Li Y. The antimicrobial potential of 14 natural herbal dentifrices: results of an in vitro diffusion method study. *J Am Dent Assoc*. 2004;135(8):1133-41.
12. Weerasinghe T, Perera D, Silva DN, Poogoda D, Swarnathilaka H. Butterfly pea: An emerging plant with applications in food and medicine. *Pharma Innovation*. 2022;11(6S):625-37.
13. Jeyaraj EJ, Lim YY, Choo WS. Extraction methods of butterfly pea (*Clitoria ternatea*) flower and biological activities of its phytochemicals. *J Food Sci Technol*. 2021;58(6):2054-67.
14. Majid A, Sameed QUA, Asim S, Shirazi N, Salman SMA, Gillani SM, et al. Antibacterial efficacy of aloe vera peel extract against *Streptococcus mutans* and *P. gingivalis*: A preclinical experimental study. *Int J Health Sci*. 2023; 7(S1):2035-43.
15. Jain S, Rathod N, Nagi R, Sur J, Laheji A, Gupta N, et al. Antibacterial Effect of Aloe Vera Gel against Oral Pathogens: An In-vitro Study. *J Clin Diagn Res*. 2016;10(11):Zc41-zc44.
16. Rotpenpian N, Yapong P, Jitpukdeebodintra S. The Effects of Aloe Vera Extract on *Streptococcus Mutans*. *SWU Dent J*. 2022;15(2):10-23.
17. Shrivastava S, Bera T, Roy A, Singh G, Ramachandrarao P, Dash D. Retracted: Characterization of enhanced antibacterial effects of novel silver nanoparticles. *Nanotechnology*. 2007;18(22).

18. Zulkamal LM, Zolhalim NAA, Aris F, Zakaria NA, Yusof FZM, Ibrahim D, et al. Bioactivity of *Clitoria ternatea* Crude Extracts Against Pathogenic Bacteria. *MAB*. 2023;52(2):41-49.
19. Arif B, Diah Lia A, Arif Satria Wira K, Astri S. Antibacterial and Antioxidant Activity of Black Mulberry (*Morus nigra* L.) Extract for Acne Treatment. *Pharmacogn J*. 2017;9(5):611-4.
20. Kumar S, Pandey AK. Chemistry and biological activities of flavonoids: an overview. *Sci World J*. 2013;2013:162750.
21. Al Haddad T, Khoury E, Farhat Mchayleh N. Comparison of the Remineralizing Effect of Brushing with Aloe vera versus Fluoride Toothpaste. *Eur J Dent*. 2021;15(1):133-38.
22. Al-Maweri SA, Nassani MZ, Alaizari N, Kalakonda B, Al-Shamiri HM, Alhajj MN, et al. Efficacy of aloe vera mouthwash versus chlorhexidine on plaque and gingivitis: A systematic review. *Int J Dent Hyg*. 2020;18(1):44-51.
23. Zou H, Liu Z, Wang Z, Fang J. Effects of Aloe Vera in the Treatment of Oral Ulcers: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomised Controlled Trials. *Oral Health Prev Dent*. 2022; 20:509-16.
24. Chelu M, Musuc AM, Popa M, Calderon Moreno J. Aloe vera-Based Hydrogels for Wound Healing: Properties and Therapeutic Effects. *Gels*. 2023;9(7):539.
25. Lazar L, Vlasa A, Beresescu L, Bud A, Lazar AP, Matei L, et al. White Spot Lesions (WSLs)—Post-Orthodontic Occurrence, Management and Treatment Alternatives: A Narrative Review. *J Clin Med*. 2023;12(5):1908.
26. Li Y, Xiang Y, Ren H, Zhang C, Hu Z, Leng W, et al. Association between periodontitis and dental caries: a systematic review and meta-analysis. *Clin Oral Investig*. 2024;28(6):306.

Corresponding Author

Onauma Angwaravong
Division of Pediatric Dentistry,
Department of Preventive Dentistry,
Faculty of Dentistry, Khon Kaen University,
Amphur Muang, Khon Kaen, 40002.
Tel. : +66 43 204 208
Email : onaang@kku.ac.th



การพัฒนาน้ำยาบ้วนปากอัญชันว่านหางจระเข้ ที่มีฤทธิ์ต้านจุลชีพ *Streptococcus mutans*

จารุพร บุญเกษมสิน¹ จิตาภา อารณรัตน์¹ อิตารัตน์ อังวรารวงศ์² ปริมาภรณ์ กลั่นฤทธิ์³ อรุมา อังวรารวงศ์^{4,*}

บทความวิจัย

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์: โรคฟันผุเป็นปัญหาสุขภาพช่องปากที่พบได้บ่อยที่สุดในประชากรไทย โดยมีสาเหตุหลักจากแบคทีเรียสเตรปโตค็อกคัส มิวแทนส์ แม้ว่าน้ำยาบ้วนปากคลอร์เฮกซิดีนเป็นสารต้านเชื้อแบคทีเรียมาตรฐานที่สามารถลดคราบจุลินทรีย์และจุลชีพก่อโรคในช่องปาก เช่น แบคทีเรียสเตรปโตค็อกคัส มิวแทนส์ได้ แต่การใช้อาจก่อให้เกิดผลข้างเคียง เช่น ฟันเปลี่ยนสี การรับรสเปลี่ยนแปลง ปากแห้ง และรู้สึกแสบร้อนในช่องปาก ด้วยเหตุนี้การใช้สารสกัดจากพืชจึงได้รับความสนใจมากขึ้น ในฐานะทางเลือกที่ปลอดภัยกว่า งานวิจัยก่อนหน้านี้พบว่า อัญชันและว่านหางจระเข้มีฤทธิ์ต้านเชื้อสเตรปโตค็อกคัส มิวแทนส์ อย่างไรก็ตามยังไม่มีการศึกษาถึงประสิทธิภาพของสารละลายอัญชันว่านหางจระเข้ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินประสิทธิภาพของน้ำยาบ้วนปากดอกอัญชันว่านหางจระเข้ต่อเชื้อสเตรปโตค็อกคัส มิวแทนส์

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ: ประเมินฤทธิ์ต้านจุลชีพของสารละลายอัญชันและว่านหางจระเข้ต่อเชื้อสเตรปโตค็อกคัส มิวแทนส์ด้วยวิธี modified broth dilution assay และเทคนิค drop plate โดยทำการทดสอบทั้งหมด 13 กลุ่ม คือ สารละลายอัญชัน 3 ความเข้มข้น ได้แก่ 400 (BP400), 200 (BP200) และ 100 (BP100) มก./มล. สารละลายว่านหางจระเข้ 3 ความเข้มข้น ได้แก่ 100 (AV100), 50 (AV50) และ 25 (AV25) มก./มล. สารละลายอัญชันว่านหางจระเข้ 4 สูตร (BP200_AV50, BP200_AV25, BP100_AV50, BP100_AV25) สารแขวนลอยของเชื้อแบคทีเรีย (ตัวควบคุมเชิงทดลอง) คลอร์เฮกซิดีน (ตัวควบคุมเชิงบวก) และน้ำปราศจากไอออน (ตัวควบคุมเชิงลบ) จากนั้นเอาจำนวนโคโลนีของแบคทีเรียต่อมิลลิเมตร มาวิเคราะห์ด้วยสถิติการทดสอบครัสคัล-วอลลิส และแมน-วิทนี ยู โดยกำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ $\alpha=0.05$

ผล: สารละลายอัญชันทั้งหมด (BP400, BP200, BP100) และสารละลายอัญชันว่านหางจระเข้ทั้งหมด (BP200_AV50, BP200_AV25, BP100_AV50, BP100_AV25) สามารถยับยั้งเชื้อสเตรปโตค็อกคัส มิวแทนส์ได้อย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มน้ำปราศจากไอออน และไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างกลุ่มสารละลายอัญชันกับกลุ่มสารละลายอัญชันว่านหางจระเข้ นอกจากนี้ยังพบว่าสารละลายว่านหางจระเข้ (AV100, AV50, AV25) ไม่แสดงฤทธิ์ในการยับยั้งอย่างมีนัยสำคัญและมีผลใกล้เคียงกับกลุ่มน้ำปราศจากไอออน ขณะที่กลุ่มคลอร์เฮกซิดีนแสดงฤทธิ์ต้านแบคทีเรียสูงสุด

บทสรุป: สารละลายอัญชันที่มีความเข้มข้น 100 มก./มล. และสารละลายอัญชันว่านหางจระเข้สูตร BP100_AV25 แสดงศักยภาพในการเป็นทางเลือกจากธรรมชาติแทนน้ำยาบ้วนปากที่มีสารเคมีในการใช้งานประจำวันเพื่อป้องกันฟันผุ การพัฒนาต่อไปจะมุ่งเน้นการสร้าง BP100_AV25 ให้เป็นน้ำยาบ้วนปากสมุนไพรพร้อมใช้ ที่ปราศจากสารเคมี โดยหวังผลจากคุณสมบัติทางชีวภาพอื่นเพิ่มเติมจากพืชทั้งสองชนิด เช่น การต้านการอักเสบ การสมานแผล และการคืนแร่ธาตุ

คำชี้แจง: น้ำยาบ้วนปาก/ ฤทธิ์ต้านจุลชีพ/ ว่านหางจระเข้/ สเตรปโตค็อกคัส มิวแทนส์/ อัญชัน

ผู้ประพันธ์บรรณกิจ

อรุมา อังวรารวงศ์

แขนงวิชาทันตกรรมสำหรับเด็ก สาขาวิชาทันตกรรมป้องกัน

คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น

โทรศัพท์ : 043 204 208

จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ : onaang@kku.ac.th

¹ นักเรียนมัธยมปลาย โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยขอนแก่น มหาวิทยาลัยขอนแก่น

² สาขาวิชาทันตกรรมประดิษฐ์ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

³ แขนงวิชาวินิจฉัยโรคช่องปาก สาขาวิชาเวชศาสตร์ช่องปาก คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

⁴ แขนงวิชาทันตกรรมสำหรับเด็ก สาขาวิชาทันตกรรมป้องกัน คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

* ผู้ประพันธ์บรรณกิจ



ความชุกและปัจจัยที่สัมพันธ์กับการเกิดอาการ และ อาการแสดงของความผิดปกติบริเวณขมับ-ขากรรไกร ในนักศึกษาวิทยาลัยการสาธารณสุขสิรินธร จังหวัดชลบุรี

นางญา บินแวญโซะ¹ สารินา อาแซตออี¹ พชรพร นามกันยา¹ สุเมธ เอมแบน¹ สุภัค วงษ์วรสันต์^{1,*}

บทความวิจัย

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์: เพื่อศึกษาความชุกและปัจจัยที่สัมพันธ์กับการเกิดอาการและอาการแสดงของความผิดปกติบริเวณขมับ-ขากรรไกร ในนักศึกษาวิทยาลัยการสาธารณสุขสิรินธร จังหวัดชลบุรี

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ: กลุ่มตัวอย่าง คือนักศึกษาอายุ 18 -30 ปี ในวิทยาลัยการสาธารณสุขสิรินธร จังหวัดชลบุรี 255 คน ดำเนินการวิจัยในเดือนมกราคม-ตุลาคม 2567 เครื่องมือที่ใช้ประกอบด้วย แบบสอบถามข้อมูลทั่วไป แบบประเมินความเครียดด้วยตนเอง (ST-5) และ แบบคัดกรองอาการและอาการแสดงของความผิดปกติบริเวณขมับ-ขากรรไกร 10 ข้อ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรโดยใช้สมการถดถอยพหุคูณลอจิสติก ระดับนัยสำคัญที่ 0.05

ผล: กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง ร้อยละ 84.30 อายุเฉลี่ย 19.67 ± 1.48 ปี ค่าความชุกของการเกิดอาการและอาการแสดงของความผิดปกติบริเวณขมับ-ขากรรไกรในนักศึกษา คิดเป็นร้อยละ 36.10 หัวข้อปัญหาที่พบสูงสุด 3 อันดับแรก คือ การได้ยินเสียงคลิก กรอบแก้ม บริเวณข้อต่อขากรรไกร ร้อยละ 15.70 รองลงมาคือ ปวดศีรษะ ปวดคอ หรือปวดฟัน ร้อยละ 14.50 และรู้สึกขาบฟันเปลี่ยนไป ร้อยละ 12.90 ตามลำดับ ทางด้านปัจจัยที่สัมพันธ์พบว่า หลักสูตรการเรียน การนอนกัดฟัน การกัดแน่นฟัน และภาวะเครียด มีความสัมพันธ์กับการเกิดอาการและอาการแสดงของความผิดปกติบริเวณขมับ-ขากรรไกรในนักศึกษา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยนักศึกษาหลักสูตรทันตสาธารณสุข มีโอกาสที่จะเกิดความผิดปกติบริเวณขมับ-ขากรรไกร เป็น 2.57 เท่าของนักศึกษาหลักสูตรอื่น นักศึกษาที่นอนกัดฟัน กัดแน่นฟัน และมีภาวะเครียดมาก มีโอกาสที่จะเกิดความผิดปกติบริเวณขมับ-ขากรรไกร เป็น 2.40 3.05 และ 2.56 เท่า ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม ปัจจัยด้านเพศ การรับประทานอาหารแห้ง เหนียว การเคี้ยวอาหารข้างเดียว และประวัติการกัดฟัน ไม่มีความสัมพันธ์การเกิดอาการและอาการแสดงของความผิดปกติบริเวณขมับ-ขากรรไกร ในนักศึกษา

บทสรุป: หลักสูตรการศึกษา การนอนกัดฟัน การกัดแน่นฟัน และภาวะเครียด มีความสัมพันธ์กับการเกิดอาการและอาการแสดงของความผิดปกติบริเวณขมับ-ขากรรไกรในนักศึกษา ทันตบุคลากรควรให้ความสำคัญ โดยมีการให้ความรู้ที่เหมาะสมเกี่ยวกับการเกิดความผิดปกติบริเวณขมับ-ขากรรไกร รวมถึงวิธีการป้องกันความผิดปกติที่อาจเกิดขึ้นแก่กลุ่มนักศึกษา ตั้งแต่ในระยะเริ่มต้น

คำไชรหัส : ความชุก/ ปัจจัย/ อาการและอาการแสดงของความผิดปกติบริเวณขมับ-ขากรรไกร/ นักศึกษา

Received: Mar 05, 2025

Revised: Jul 19, 2025

Accepted: Aug 08, 2025

¹ หลักสูตรทันตสาธารณสุข วิทยาลัยการสาธารณสุขสิรินธร จังหวัดชลบุรี

* ผู้ประพันธ์บทความ

บทนำ

“ความผิดปกติบริเวณขมับ-ขากรรไกร” หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า “โรคข้อต่อขากรรไกร” (Temporomandibular disorders; TMDs) เป็นความผิดปกติของระบบโครงกระดูกกล้ามเนื้อ (Musculoskeletal system) และระบบกล้ามเนื้อร่วมประสาท (Neuromuscular system) ที่เกี่ยวข้องกับข้อต่อขากรรไกร กล้ามเนื้อบดเคี้ยวและเนื้อเยื่ออื่น ๆ ที่สัมพันธ์ทั้งหมด¹ อาการเจ็บปวดจากโรคข้อต่อขากรรไกร เป็นหนึ่งในกลุ่มอาการเจ็บปวดเรื้อรังที่พบมากที่สุดเป็นอันดับสาม รองจากอาการปวดศีรษะ และปวดหลัง และยังเป็นอาการเจ็บปวดที่พบได้บ่อยในช่องปาก รองจากอาการปวดฟัน² โดยอาการและการแสดงของความผิดปกติบริเวณขมับ-ขากรรไกร ได้แก่ ปวดหรือกดเจ็บบริเวณกล้ามเนื้อบดเคี้ยว และข้อต่อขากรรไกร มีเสียงดังคลิกหรือกรอบแกรบ (Clicking or crepitus sound) เมื่อมีการเคลื่อนที่ของขากรรไกรการอ้าปากได้น้อยกว่าปกติ (Limitation mouth opening) หรือ การเคลื่อนที่ที่ไม่ราบเรียบของขากรรไกรล่าง เป็นต้น³

ปัจจุบันผู้ที่มีความผิดปกติบริเวณขมับ-ขากรรไกร มีจำนวนเพิ่มขึ้นโดยพบได้ทุกช่วงอายุ โดยพบได้บ่อยในช่วงอายุ 18-45 ปี ซึ่งเป็นช่วงวัยรุ่นถึงวัยกลางคน¹ และพบว่าผู้ที่มีความเครียดหรือมีภาวะซึมเศร้า อาจมีโอกาเสี่ยงต่อการเกิดอาการและการแสดงของความผิดปกติบริเวณขมับ-ขากรรไกรถึง 2-3 เท่าเมื่อเปรียบเทียบกับบุคคลทั่วไป⁴ Minervini และคณะ⁵ ได้ศึกษาข้อมูลการเกิดความผิดปกติบริเวณขมับ-ขากรรไกร ในเด็กและวัยรุ่นช่วงอายุ 8-19 ปี ในประเทศอิตาลี พบว่าความชุกของความผิดปกติบริเวณขมับ-ขากรรไกร มีค่าเท่ากับร้อยละ 38.40 เพศหญิงพบได้มากกว่าเพศชาย โดยอาการปวดเมื่อยกล้ามเนื้อและปวดศีรษะ พบสูงถึงร้อยละ 55.70 ความผิดปกติบริเวณขมับ-ขากรรไกรสันนิษฐานว่าเกิดจากสหปัจจัย (Multifactorial etiology) โดยสาเหตุที่แท้จริงนั้นยังไม่ทราบแน่ชัด อาจเป็นปัจจัยก่อเกิดที่มีผลกระทบต่อยวาระของระบบบดเคี้ยวโดยตรง เช่น อุบัติเหตุบริเวณใบหน้า-ขากรรไกร หรือปัจจัยโดยอ้อม เช่น การสบฟันผิดปกติ ภาวะเครียด การนอนกัดฟัน กัดแน่นฟัน การวางตำแหน่งขากรรไกรไม่ถูกต้อง เป็นต้น ในส่วนของผลจากการรักษาทางทันตกรรมจัดฟัน ยังคงเป็นประเด็นที่มีความเห็นขัดแย้งกันอยู่ เนื่องจากหลักฐานที่มีอยู่ในปัจจุบันไม่สามารถยืนยันได้ชัดเจนว่าการจัดฟันนั้นมีความสัมพันธ์กับการเกิดอาการและการแสดงของความ

ผิดปกติบริเวณขมับ-ขากรรไกร หรือไม่ อย่างไร⁴ ซึ่งจำเป็นต้องมีการศึกษาต่อไป

นักศึกษาวิทยาลัยการสาธารณสุขสิรินธร จังหวัดชลบุรี เป็นกลุ่มวัยรุ่นที่กำลังศึกษาอยู่ในระดับอุดมศึกษา ซึ่งจากการสำรวจของ Boonlub และคณะ⁶ พบว่านักศึกษาชั้นปีที่ 1-4 มีการสบฟันที่ผิดปกติและได้รับการรักษาโดยการจัดฟัน ร้อยละ 24 และจากการสัมภาษณ์ พบว่านักศึกษาร้อยละ 30 มีพฤติกรรมนอนกัดฟัน กัดแน่นฟัน และมีอุปนิสัยเคี้ยวอาหารข้างเดียว อีกทั้งยังมีภาวะเครียด วิตกกังวลด้านการเรียนค่อนข้างมาก โดยการศึกษาของ Chebu และคณะ⁷ พบว่าระดับความเครียดของนักศึกษาในวิทยาลัยส่วนใหญ่ อยู่ในระดับสูง ร้อยละ 42.30 ซึ่งพฤติกรรมและปัจจัยเสี่ยงดังกล่าว อาจส่งผลต่อการเกิดอาการและการแสดงของความผิดปกติบริเวณขมับ-ขากรรไกรได้

ความผิดปกติบริเวณขมับ-ขากรรไกรเป็นปัญหาที่สำคัญไม่น้อยไปกว่าปัญหาสุขภาพช่องปาก ซึ่งผู้ป่วยควรได้รับการตรวจความผิดปกติโดยทันตบุคลากรตั้งแต่ระยะแรก เพื่อลดความรุนแรงของโรค อย่างไรก็ตาม จากการทบทวนวรรณกรรมที่ผ่านมา พบว่าในประเทศไทยมีการศึกษาเกี่ยวกับการเกิดอาการและการแสดงของความผิดปกติบริเวณขมับ-ขากรรไกรในวัยรุ่นค่อนข้างน้อย อีกทั้งจำเป็นที่จะต้องมีการพัฒนาแบบคัดกรอง เพื่อเป็นเครื่องมือสำหรับการวินิจฉัยผู้ที่มีความผิดปกติบริเวณขมับ-ขากรรไกรอย่างต่อเนื่องเพื่อหาสาเหตุของโรคและวางแผนการรักษาที่เหมาะสม การวิจัยครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อหาความชุกของการเกิดอาการและการแสดงของความผิดปกติบริเวณขมับ-ขากรรไกร และศึกษาความสัมพันธ์ของปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเกิดอาการและการแสดงของความผิดปกติบริเวณขมับ-ขากรรไกรในนักศึกษาวิทยาลัยการสาธารณสุขสิรินธร จังหวัดชลบุรี เพื่อนำผลการศึกษาที่ได้ไปประยุกต์เป็นแนวทางในการส่งเสริมป้องกันและบรรเทาอาการเจ็บปวดที่เกี่ยวข้องกับข้อต่อขากรรไกรและกล้ามเนื้อบดเคี้ยวโดยถือเป็นการป้องกันโรคระยะเริ่มต้น เพื่อลดความเสี่ยงต่อการเกิดความผิดปกติบริเวณขมับ-ขากรรไกร นอกจากนี้ยังเป็นการนำข้อมูลพื้นฐานที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในการวางแผนดำเนินงานส่งเสริมสุขภาพช่องปากของกลุ่มนักศึกษาระดับพื้นที่ต่อไปในอนาคต

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงวิเคราะห์แบบตัดขวาง (Cross-sectional analytical study) ทำการศึกษาในเดือน มกราคม-ตุลาคม พ.ศ. 2567 ได้รับการอนุมัติจริยธรรมการวิจัยจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ วิทยาลัยการสาธารณสุขสิรินธร จังหวัดชลบุรี เลขที่จริยธรรม 2024/021

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ประชากรที่ใช้ในการศึกษา คือ นักศึกษาที่มีอายุตั้งแต่ 18-30 ปี ในวิทยาลัยการสาธารณสุขสิรินธร จังหวัดชลบุรี ปีการศึกษา 2567 จำนวน 664 คน ประกอบด้วย นักศึกษาหลักสูตรสาธารณสุขศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาสาธารณสุขชุมชน สาขาวิชาทันตสาธารณสุข หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาเทคนิคเภสัชกรรม สาขาวิชาปฏิบัติการฉุกเฉินการแพทย์ และหลักสูตรการแพทย์แผนไทยบัณฑิต สาขาวิชาการแพทย์แผนไทย คำนวณกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สูตรการประมาณค่าสัดส่วนแบบทราบนาดประชากร (ค่าสัดส่วนกลุ่มนักศึกษาที่มีความผิดปกติบริเวณขมับ-ขากรรไกร จากการศึกษาของ Vichienet and Vichaichalermvong³ ได้จำนวนกลุ่มตัวอย่าง 255 คน ผู้วิจัยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบชั้นภูมิ โดยคำนวณสัดส่วนนักศึกษาแบ่งตามหลักสูตรด้วยวิธีเทียบบัญญัติ ไตรยางค์ จากนั้นใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างอย่างง่าย โดยจับสลากจากรายชื่อนักศึกษาในแต่ละหลักสูตรตามจำนวนสัดส่วนที่คำนวณได้ เกณฑ์การคัดเข้า คือ เป็นนักศึกษาอายุระหว่าง 18-30 ปีที่กำลังศึกษาอยู่ในวิทยาลัยการสาธารณสุขสิรินธร จังหวัดชลบุรี ในเวลาราชการ สามารถอ่านและเขียนภาษาไทยได้ เกณฑ์การคัดออก คือ เป็นผู้ที่มีโรคทางระบบที่อาจส่งผลต่ออาการผิดปกติบริเวณขมับ-ขากรรไกรหรือโรคที่ทำให้เกิดการเสื่อมของข้อต่อขากรรไกร เช่น โรคข้ออักเสบรูมาตอยด์ (Rheumatoid arthritis) โรคข้อเสื่อม (Osteoarthritis) ไฟโบรไมอัลเจีย (Fibromyalgia) เป็นต้น

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

แบบสอบถามข้อมูลทั่วไป ประกอบด้วย เพศ อายุ หลักสูตรการศึกษา ประวัติการจัดฟัน พฤติกรรมการทำงาน นอกหน้าที่ช่องช่องปาก (Parafunction habits) ประกอบด้วย การนอนกัดฟัน การกัดแน่นฟัน พฤติกรรมการรับประทานอาหารประเภทแข็ง เหนียว และการเคี้ยวอาหารข้างเดียว มีลักษณะข้อคำถามเลือกตอบเพียงคำตอบเดียว รวม 10 ข้อ

แบบประเมินความเครียด เป็นแบบประเมินความเครียดด้วยตนเองของกรมสุขภาพจิต กระทรวงสาธารณสุข โดยสอบถามกลุ่มตัวอย่างถึงอาการหรือความรู้สึกที่เกิดขึ้นในระยะ 2-4 สัปดาห์ ประกอบด้วยข้อคำถาม 5 ข้อ คือ 1. มีปัญหาการนอน นอนไม่หลับหรือนอนมาก 2. มีสมาธิน้อยลง 3. หงุดหงิด กระวนกระวาย ว้าวุ่นใจ 4. รู้สึกเบื่อ เซ็ง 5. ไม่อยากพบปะผู้คน โดยตอบเป็นความถี่ตั้งแต่ ไม่มี คือ 0 คะแนน ไปจนถึงเป็นประจำ คือ 3 คะแนน (ช่วงคะแนนระหว่าง 0-15 ค่าที่สูงบ่งบอกถึงความเครียดอยู่ในระดับมาก)

แบบสอบถามคัดกรองอาการและอาการแสดงของความผิดปกติบริเวณขมับ-ขากรรไกร ประกอบด้วยข้อคำถามที่เกี่ยวข้องกับอาการและอาการแสดงของความผิดปกติบริเวณขมับ-ขากรรไกรจำนวน 10 ข้อ 8 ลักษณะเป็นการตอบว่า “ใช่” หรือ “ไม่ใช่” ตัวอย่างเช่น ในช่วง 1 เดือนที่ผ่านมา ท่านรู้สึกปวดขณะอ้าปากหรือรู้สึกอ้าปากลำบากหรือไม่ เมื่อเวลาหาวนาน ท่านมีอาการขากรรไกรค้างหรือติดขัดหรือไม่ เป็นต้น โดยหากกลุ่มตัวอย่างตอบว่า “ใช่” เพียงหนึ่งข้อ จะให้การวินิจฉัยว่ามีอาการและอาการแสดงของความผิดปกติบริเวณขมับ-ขากรรไกร

การควบคุมคุณภาพการวิจัย

ผู้วิจัยมีการตรวจสอบความถูกต้องของแบบสอบถามโดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน และมีค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (Cronbach's alpha coefficient) จากการนำไปทดลองใช้ ในส่วนของแบบประเมินความเครียด และแบบสอบถามคัดกรองอาการและอาการแสดงของความผิดปกติบริเวณขมับ-ขากรรไกร เท่ากับ 0.87 และ 0.74 ตามลำดับ

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้งระดับสองตัวแปร (Bivariate analysis) และหลายตัวแปรโดยใช้สมการถดถอยพหุคูณลอจิสติก (Multivariable logistic regression) เพื่อหาค่าอัตราส่วนความเสี่ยง (Adjusted odds ratio) และช่วงความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95 โดยกำหนดค่า p-value<0.05 มีนัยสำคัญทางสถิติ

ผล

ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มประชากรที่ศึกษา เพศ อายุ หลักสูตรการศึกษา ประวัติการจัดฟัน และพฤติกรรมการทำงาน นอกหน้าที่ช่องช่องปาก (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 จำนวนและร้อยละของนักศึกษาจำแนกตามข้อมูลทั่วไป (n=255)

Table 1 The numbers and percentages of students are organized based on general information (n=255)

ข้อมูลทั่วไป	จำนวน	ร้อยละ
เพศ		
หญิง	215	84.30
ชาย	40	15.70
อายุ (ปี)		
≤ 20	197	77.30
≥ 20	58	22.70
$\bar{X} \pm S.D. = 19.65 \pm 1.469$ Min = 18 Max = 30		
หลักสูตรการศึกษา		
สาขาวิชาสาธารณสุขชุมชน	75	29.40
สาขาวิชาทันตสาธารณสุข	72	28.20
สาขาวิชาเทคนิคสุขภาพ	35	13.70
สาขาวิชาปฏิบัติการฉุกเฉินการแพทย์	30	11.80
สาขาวิชาการแพทย์แผนไทย	43	16.90
ประวัติการจัดฟัน		
ได้รับการจัดฟัน	76	29.80
ไม่เคยได้รับการจัดฟัน	179	70.20
พฤติกรรมนอนกัดฟัน		
มี	46	18.00
ไม่มี	209	82.00
พฤติกรรมกัดแน่นฟันระหว่างวัน		
มี	27	10.60
ไม่มี	228	89.40
พฤติกรรมการรับประทานอาหารประเภทแข็ง เหนียว		
มี	105	41.20
ไม่มี	150	58.80
พฤติกรรมการเคี้ยวอาหารข้างเดียว		
มี	149	58.40
ไม่มี	106	41.60

ข้อมูลภาวะเครียด นักศึกษามีระดับความเครียด อยู่ในระดับน้อย โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.06 ± 0.94 (จากคะแนนเต็ม 15) และจากผลการประเมินความเครียด จำนวน 5 ข้อ พบว่าหัวข้อปัญหาที่มีคะแนนเฉลี่ยสูงสุดที่ 3 อันดับแรก คือ ปัญหาการนอน นอนไม่หลับหรือนอนมาก (คะแนนเฉลี่ย 1.27 ± 0.93) รองลงมาคือรู้สึกเบื่อ เซ็ง (คะแนนเฉลี่ย 1.17 ± 0.83) และหงุดหงิด กระวนกระวาย ว้าวุ่นใจ (คะแนนเฉลี่ย 0.96 ± 0.78) ตามลำดับ

ข้อมูลอาการและการแสดงของความผิดปกติบริเวณขมับ-ขากรรไกร เมื่อจำแนกตามหัวข้อการเกิดอาการและการแสดงของความผิดปกติบริเวณขมับ-ขากรรไกรอย่างน้อย 1 อาการ พบว่าค่าความชุกของความผิดปกติบริเวณขมับ-ขากรรไกร ในนักศึกษา คิดเป็นร้อยละ 36.10 โดยหัวข้อปัญหาที่พบสูงสุดที่ 3 อันดับแรก คือปัญหาได้ยินเสียงคลิก กรอบแกรบบริเวณข้อต่อขากรรไกร คิดเป็นร้อยละ 15.70 รองลงมาคือมีอาการปวดศีรษะ ปวดคอ หรือปวดฟันเป็นประจำ ร้อยละ 14.50 และรู้สึกว่าการสบฟันเปลี่ยนไป ร้อยละ 12.90 ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

ความสัมพันธ์ของปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเกิดอาการและการแสดงของความผิดปกติบริเวณขมับ-ขากรรไกร จากผลการวิเคราะห์ พบว่าหลักสูตรการศึกษา พฤติกรรมนอนกัดฟัน การกัดแน่นฟัน และภาวะเครียด มีความสัมพันธ์กับการเกิดอาการและการแสดงของความผิดปกติบริเวณขมับ-ขากรรไกรในนักศึกษา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยนักศึกษาหลักสูตรทันตสาธารณสุขมีโอกาที่จะเกิดความผิดปกติบริเวณขมับ-ขากรรไกร เป็น 2.57 เท่าของนักศึกษาหลักสูตรอื่น นักศึกษาที่มีพฤติกรรมนอนกัดฟัน การกัดแน่นฟัน และมีภาวะเครียดมาก จะมีโอกาที่จะเกิดความผิดปกติบริเวณขมับ-ขากรรไกร เป็น 2.40, 3.05 และ 2.56 เท่า เมื่อเทียบกับนักศึกษาที่ไม่มีปัญหาดังกล่าวตามลำดับ อย่างไรก็ตาม ในส่วนของปัจจัยด้านเพศ พฤติกรรมการรับประทานอาหารแข็ง เหนียว การเคี้ยวอาหารข้างเดียว และประวัติการจัดฟัน ไม่มีความสัมพันธ์การเกิดอาการและการแสดงของความผิดปกติบริเวณขมับ-ขากรรไกร ในนักศึกษา (ตารางที่ 3 และ 4)

ตารางที่ 2 จำนวน และร้อยละของนักศึกษา จำแนกตามหัวข้อการคัดกรองอาการและการแสดงของความผิดปกติบริเวณขมับ-ขากรรไกร (n=255)

Table 2 The numbers and percentages of students are classified according to the temporomandibular disorder screening form (n=255)

ใน 1 เดือนที่ผ่านมา มีอาการดังหัวข้อต่อไปนี้หรือไม่	มี	ไม่มี
	จำนวน (ร้อยละ)	จำนวน (ร้อยละ)
รู้สึกปวดขณะอ้าปากหรืออ้าปากลำบากหรือไม่ เช่น เวลาทานอาหาร	17 (6.70)	238 (93.30)
มีอาการขากรรไกรค้างหรือติดขัดหรือไม่	14 (5.50)	241 (94.50)
มีอาการปวดหรือติดขัดเวลาเคี้ยวอาหาร พุด หรือ ขณะใช้ขากรรไกรหรือไม่	9 (3.50)	246 (96.50)
ได้ยินเสียงคลิก กรอบแกรบ บริเวณข้อต่อขากรรไกรหรือไม่	40 (15.70)	215 (84.30)
รู้สึกเมื่อย ตึง หรือล้าที่บริเวณขากรรไกรเป็นประจำหรือไม่	20 (7.80)	235 (92.20)
มีอาการปวดในหู หรือบริเวณหู ขมับ หรือแก้มหรือไม่	27 (10.60)	228 (89.40)
มีอาการปวดศีรษะ ปวดคอ หรือปวดฟันเป็นประจำหรือไม่	37 (14.50)	218 (85.50)
ได้รับบาดเจ็บบริเวณศีรษะ คอ หรือขากรรไกรเมื่อเร็ว ๆ นี้หรือไม่	8 (3.10)	247 (96.90)
รู้สึกว่าการสบฟันของท่านเปลี่ยนไปหรือไม่	33 (12.90)	222 (87.10)
เคยได้รับการบำบัดรักษาความเจ็บปวดบริเวณใบหน้า หรือขากรรไกรหรือไม่	6 (2.40)	249 (97.60)

ตารางที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเกิดอาการและการแสดงของความผิดปกติบริเวณขมับ-ขากรรไกรของนักศึกษา (n=255)

Table 3 Factors associated with the incidence of signs and symptoms of temporomandibular disorders in students (n=255)

ปัจจัย	การเกิดอาการและการแสดงของความผิดปกติ บริเวณขมับ-ขากรรไกร				x ² test*	p-value
	มี		ไม่มี			
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ		
เพศ						
หญิง	82	38.10	133	61.90	2.525	0.112
ชาย	10	25.00	30	75.00		
หลักสูตรการศึกษา						
สาขาวิชาสาธารณสุขชุมชน	25	33.30	50	66.70	13.353	0.010
สาขาวิชาทันตสาธารณสุข	38	52.80	34	47.20		
สาขาวิชาเทคนิคเภสัชกรรม	10	28.60	25	71.40		
สาขาวิชาปฏิบัติการฉุกเฉินการแพทย์	9	30.00	21	70.00		
สาขาวิชาการแพทย์แผนไทย	10	23.30	33	76.70		
ประวัติการจัดฟัน						
ได้รับการจัดฟัน	31	40.80	45	59.20	1.042	0.307
ไม่เคยได้รับการจัดฟัน	61	34.10	118	65.90		
พฤติกรรมนอนกัดฟัน						
มี	27	58.70	19	41.30	12.449	<0.001
ไม่มี	65	31.10	144	68.90		
พฤติกรรมกัดแน่นฟันระหว่างวัน						
มี	17	63.00	10	37.00	9.464	0.002
ไม่มี	75	32.90	153	67.10		
พฤติกรรมการรับประทานอาหารแข็ง เหนียว						
มี	44	41.90	61	58.10	2.627	0.105
ไม่มี	48	32.00	102	68.00		
พฤติกรรมการเคี้ยวอาหารข้างเดียว						
มี	59	39.60	90	60.40	1.925	0.165
ไม่มี	33	31.10	73	68.90		
ภาวะเครียด						
เครียดน้อย (0-7คะแนน)	62	31.00	138	69.00	10.370	0.001
เครียดมาก (8-15 คะแนน)	30	54.55	25	45.45		

* χ^2 = chi-square test

ตารางที่ 4 ค่าอัตราส่วนความเสี่ยงของปัจจัยที่สัมพันธ์กับการเกิดอาการและอาการแสดงของความผิดปกติบริเวณขมับ-ขากรรไกรของนักศึกษา โดยวิเคราะห์ด้วยสมการถดถอยพหุคูณลอจิสติก (n=255)

Table 4 The odds ratio indicates the factors associated with the occurrence of symptoms and signs of temporomandibular disorders in students using multiple logistic regression (n=255)

ปัจจัย	จำนวนผู้ที่มีอาการ และอาการแสดงของความผิดปกติบริเวณขมับ-ขากรรไกร (ร้อยละ)	ผลการวิเคราะห์ทีละตัวแปร OR _{crude} (95%CI)*	ผลการวิเคราะห์หลายตัวแปร OR _{adj} (95%CI)*	p-value
หลักสูตรการศึกษา				
สาขาวิชาทันตสาธารณสุข	38 (41.30)	2.67 (1.52-4.68)	2.57 (1.42-4.67)	0.002
สาขาวิชาอื่นๆ	54 (58.70)	1	1	
พฤติกรรมนอนกัดฟัน				
มี	27 (58.70)	3.15 (1.63-6.07)	2.40 (1.19-4.85)	0.015
ไม่มี	65 (31.10)	1	1	
พฤติกรรมกัดแน่นฟันระหว่างวัน				
มี	17 (63.00)	3.47 (1.51-7.94)	3.05 (1.24-7.53)	0.015
ไม่มี	75 (32.90)	1	1	
ภาวะเครียด				
เครียดน้อย	62 (31.00)	2.67 (1.45-4.91)	2.56 (1.34-4.90)	0.004
เครียดมาก	30 (54.55)	1	1	

* OR = odds ratio, CI = confidence interval

บทวิจารณ์

ความผิดปกติบริเวณขมับ-ขากรรไกร สามารถส่งผลกระทบต่อคุณภาพชีวิตของนักศึกษาได้หลายด้าน ทั้งด้านร่างกาย จิตใจ และสังคม เช่น การมีเสียงดังหรืออาการปวดบริเวณข้อต่อขากรรไกร อาจรบกวนสมาธิในการเรียนของนักศึกษา การขยับขากรรไกรที่จำกัด ส่งผลต่อการรับประทานอาหาร การพูดคุย หรือการทำกิจกรรมต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน เป็นไปได้ยากขึ้น การศึกษานี้เป็นการศึกษาเชิงวิเคราะห์แบบตัดขวาง มีวัตถุประสงค์เพื่อหาความชุกและปัจจัยที่สัมพันธ์กับการเกิดอาการและอาการแสดงของความผิดปกติบริเวณขมับ-ขากรรไกร ในนักศึกษาวิทยาลัยการสาธารณสุขสิรินธร จังหวัดชลบุรี จากผลการศึกษาพบว่าความชุกของอาการและอาการแสดงของความผิดปกติบริเวณขมับ-ขากรรไกรในนักศึกษา อยู่ในระดับน้อย คิดเป็นร้อยละ 36.10 ซึ่งใกล้เคียงกับการศึกษาของ Pumklin และคณะ⁹ ที่ศึกษาปัจจัยเสี่ยงที่สัมพันธ์กับความผิดปกติของข้อต่อขากรรไกรในนักศึกษาสาขาวิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยนเรศวร โดยพบค่าความชุกของความผิดปกติบริเวณขมับ-ขากรรไกร ในกลุ่มตัวอย่าง ร้อยละ 32.70 ซึ่งหัวข้อปัญหาที่พบมากที่สุดเป็นอันดับแรกของการศึกษาค้างนี้ คือ การมีเสียงดังบริเวณข้อต่อขากรรไกร ถือเป็นอาการสำคัญที่ควรเฝ้าระวัง สอดคล้องกับข้อมูลการตรวจระบบบดเคี้ยวในผู้ป่วยที่มาใช้บริการทันตกรรมของ Viriyajirakul และคณะ¹⁰ ที่

พบว่าผู้ป่วยมีเสียงที่ข้อต่อขากรรไกร ได้แก่ เสียงคลิก เสียงป๊อป เสียงกรอบแกรบ สูงถึงร้อยละ 37 โดยผู้ที่เคยมีประวัติเสียงดังที่ข้อต่อขากรรไกร ภายใน 30 วันที่ผ่านมา มีโอกาสที่จะเกิดอาการแสดงของความผิดปกติบริเวณขมับ-ขากรรไกร ตามผลการตรวจทางคลินิกมากกว่าผู้ที่ไม่เคยมีเสียง 3.07 เท่า

จากผลการศึกษาพบว่าเพศ ไม่มีความสัมพันธ์กับการเกิดอาการและอาการแสดงของความผิดปกติบริเวณขมับ-ขากรรไกร ในนักศึกษา ซึ่งแตกต่างจากการศึกษาของ Ostensjo และคณะ¹¹ ที่ได้ศึกษาความชุกของความเจ็บปวดจากโรคข้อต่อขากรรไกรในกลุ่มวัยรุ่นประเทศนอร์เวย์ พบว่าเพศหญิงมีมากกว่าเพศชายถึง 3 เท่า ทั้งนี้อาจเป็นเพราะกลุ่มเป้าหมายในการศึกษานี้ เป็นวัยรุ่นช่วงอายุ 18-30 ปี มีวิถีการดำเนินชีวิตในวิทยาลัยฯ ที่คล้ายคลึงกัน ทั้งในด้านการเรียน การพักผ่อน และกิจกรรมทางสังคม จึงมีความเสี่ยงที่อาจเกิดความผิดปกติบริเวณขมับขากรรไกรไม่แตกต่างกัน แต่เมื่อพิจารณาในส่วน of หลักสูตรการศึกษา พบว่ามีความสัมพันธ์กับการเกิดอาการและอาการแสดงของความผิดปกติบริเวณขมับ-ขากรรไกร โดยหลักสูตรทันตสาธารณสุข มีโอกาสที่จะเกิดความผิดปกติบริเวณขมับ-ขากรรไกร เป็น 2.57 เท่า อาจเนื่องจาก นักศึกษามีความตระหนักรู้ภายในตนเอง (Self-awareness) ถึงความผิดปกติที่เกี่ยวข้องกับช่องปากและใบหน้า และลักษณะของงานที่มีการ

กัมศิระและต้นคอขณะปฏิบัติแลบหัวเหวหรือขณะทำการรักษาผู้ป่วยในคลินิกทันตกรรมเป็นเวลานาน ร่วมกับความกดดันจากการเรียนและความเครียด ซึ่งเป็นปัจจัยส่งเสริมให้เกิดการบาดเจ็บบริเวณข้อต่อขากรรไกรและกล้ามเนื้อได้มากกว่านักศึกษาหลักสูตรอื่น สอดคล้องกับการศึกษาของ Pumklin และคณะ⁹ ที่พบว่าหลักสูตรการศึกษามีความสัมพันธ์กับความผิดปกติบริเวณขมับ-ขากรรไกรในนักศึกษาสาขาวิทยาศาสตร์สุขภาพ แต่ปัจจัยด้านเพศ ไม่มีความสัมพันธ์กับการเกิดความผิดปกติบริเวณขมับ-ขากรรไกรในนักศึกษา

ในส่วนของพฤติกรรมการทำงานนอกหน้าที่ของช่องปาก พบว่าการนอนกัดฟันและการกัดแน่นฟัน มีความสัมพันธ์กับการเกิดอาการและอาการแสดงของความผิดปกติบริเวณขมับ-ขากรรไกรในนักศึกษาอย่างมีนัยสำคัญ โดยนักศึกษาที่นอนกัดฟัน กัดแน่นฟัน มีโอกาสที่จะเกิดความผิดปกติบริเวณขมับ-ขากรรไกร เป็น 2.40-3.05 เท่า อธิบายได้ว่าการนอนกัดฟัน การกัดแน่นฟันซ้ำๆ อาจก่อให้เกิดแรงกดและความเครียดสะสมบนข้อต่อขากรรไกร ส่งผลให้เกิดการอักเสบหรือการบาดเจ็บได้ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Abe และคณะ¹² ที่พบว่าผู้ที่นอนกัดฟัน จะมีโอกาสเสี่ยงในการเกิดอาการปวดหรืออ่อนล้าของกล้ามเนื้อบดเคี้ยวได้สูงกว่าผู้ที่ไม่นอนกัดฟันอย่างมีนัยสำคัญ และผู้ที่มียุติกรรมการทำงานนอกหน้าที่ของช่องปากหลายอย่าง จะมีโอกาสเกิดความผิดปกติบริเวณขมับ-ขากรรไกรได้มากขึ้น อย่างไรก็ตาม การศึกษานี้พบว่าการรับประทานอาหารแข็ง เหนียว และการเคี้ยวอาหารข้างเดียว ไม่มีความสัมพันธ์กับการเกิดอาการและอาการแสดงของความผิดปกติบริเวณขมับ-ขากรรไกรในนักศึกษา สอดคล้องกับ Viriyajirakul และคณะ¹⁰ ที่พบว่าพฤติกรรมมารับประทานอาหารแข็ง เหนียว และอุปนิสัยเคี้ยวข้างเดียว ไม่มีความสัมพันธ์กับการเกิดอาการแสดงของความผิดปกติบริเวณขมับ-ขากรรไกร ในผู้มารับบริการทันตกรรมโรงพยาบาลตากสิน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการเกิดความผิดปกติบริเวณขมับ-ขากรรไกรนั้น มีสาเหตุมาจากหลายปัจจัย พฤติกรรมการเคี้ยวอาหารข้างเดียว และการรับประทานอาหารแข็ง เหนียว อาจเป็นเพียงปัจจัยเสริม ซึ่งจำเป็นต้องมีพฤติกรรมดังกล่าวเป็นระยะเวลานาน ที่จะส่งผลต่อความสมดุลของขากรรไกร ทำให้ข้อต่อขากรรไกรฝั่งตรงข้ามทำงานหนัก จนก่อให้เกิดการบาดเจ็บบริเวณขมับ-ขากรรไกรในอนาคตได้¹³

ภาวะเครียด เป็นปัจจัยทางด้านจิตใจที่สำคัญ ซึ่งอาจส่งผลต่อการเกิดความผิดปกติบริเวณขมับ-ขากรรไกรได้ ใน

การศึกษานี้พบว่าภาวะเครียดของนักศึกษา มีความสัมพันธ์กับการเกิดอาการและอาการแสดงของความผิดปกติบริเวณขมับ-ขากรรไกร โดยนักศึกษาที่มีภาวะเครียดมาก จะมีโอกาสที่จะเกิดความผิดปกติบริเวณขมับ-ขากรรไกร เป็น 2.56 เท่า เมื่อเทียบกับนักศึกษาที่มีภาวะเครียดน้อย สอดคล้องกับ Ahuja และคณะ¹⁴ ที่พบว่าระดับความเครียดจากสภาพแวดล้อมทางทันตกรรม โดยเฉพาะอย่างยิ่งการทำงานทางคลินิก มีความสัมพันธ์กับการเกิดความผิดปกติบริเวณขมับ-ขากรรไกรของนักศึกษาทันตแพทย์ อย่างมีนัยสำคัญ ทั้งนี้เนื่องมาจากภาวะเครียดสามารถส่งผลต่อหลายระบบของร่างกาย เช่น ระบบหายใจ ระบบหัวใจ หลอดเลือด และทำให้กล้ามเนื้อเกิดการตึงตัว นอกจากนี้ อาการแสดงออกทางกายเมื่อเกิดภาวะเครียด เช่น การเค้นฟัน อาจนำไปสู่ความเจ็บปวดของกล้ามเนื้อบดเคี้ยวและอาการปวดศีรษะได้¹⁵

การศึกษานี้ไม่พบความสัมพันธ์ของการจัดฟัน กับการเกิดอาการและอาการแสดงของความผิดปกติบริเวณขมับ-ขากรรไกร ในนักศึกษา โดยผลการศึกษามีความสอดคล้องกับ Sim และคณะ¹⁶ ที่ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการรักษาทางทันตกรรมจัดฟัน กับการเกิดความผิดปกติบริเวณขมับ-ขากรรไกร ในประชากรเกาหลีใต้ พบว่าการรักษาทางทันตกรรมจัดฟัน ไม่มีความสัมพันธ์กับการเกิดความผิดปกติบริเวณขมับ-ขากรรไกรและเสียงคลิกในข้อต่อขากรรไกร และสอดคล้องกับการศึกษาในไทยของ Pumklin และคณะ⁹ ที่พบว่าประวัติการจัดฟันนั้น ไม่มีความสัมพันธ์กับการเกิดความผิดปกติบริเวณขมับ-ขากรรไกร ในนักศึกษาสาขาวิทยาศาสตร์สุขภาพ การจัดฟันอาจไม่ได้เป็นปัจจัยโดยตรงของการเกิดความผิดปกติบริเวณขมับ-ขากรรไกร แต่บางกรณีอาจทำให้ผู้ที่มีความผิดปกติของข้อต่อขากรรไกรอยู่แล้ว รู้สึกเจ็บหรือมีอาการมากขึ้นชั่วคราวระหว่างการเคลื่อนฟันได้ ซึ่งจากข้อมูลในการศึกษานี้ มีนักศึกษาที่อยู่ระหว่างการจัดฟัน 39 คน จากผู้ที่มีประวัติการจัดฟัน 76 คน (ร้อยละ 51.3) จึงอาจทำให้เห็นความแตกต่างในประเด็นนี้ได้ไม่ชัดเจน

ข้อจำกัดของการศึกษานี้ เนื่องจากการเป็นการศึกษาเชิงวิเคราะห์แบบตัดขวาง ซึ่งเป็นการเก็บข้อมูล ณ จุดเวลาใดเวลาหนึ่ง จึงอาจไม่สามารถสรุปเหตุและผล (Causal relationship) ระหว่างปัจจัยเสี่ยงกับการเกิดอาการผิดปกติบริเวณขมับ-ขากรรไกรได้ และการเก็บข้อมูลด้วยแบบสอบถามตนเอง อาจเกิด Recall bias ในกลุ่มตัวอย่างในการให้ข้อมูลย้อนหลัง ทำให้ค่าคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริงได้

ในการศึกษาครั้งต่อไป ควรมีการตรวจทางคลินิกเพิ่มเติมโดยทันตแพทย์เฉพาะทางเพื่อให้ได้ข้อมูลความสัมพันธ์ของการเกิดโรคที่แม่นยำยิ่งขึ้น และเนื่องจากการศึกษาจำกัดขอบเขตในกลุ่มนักศึกษาเพียงวิทยาลัยแห่งเดียว ข้อมูลอาจไม่สามารถสรุปอ้างอิงถึงประชากรกลุ่มช่วงอายุนี้ได้ จึงควรขยายกลุ่มตัวอย่างไปยังสถาบันอื่นเพื่อศึกษาเปรียบเทียบอาการและอาการแสดงของความผิดปกติบริเวณขมับ-ขากรรไกรได้ชัดเจนขึ้น

บทสรุป

การเกิดอาการและอาการแสดงของความผิดปกติบริเวณขมับ-ขากรรไกร สามารถพบได้ในนักศึกษาที่เป็นช่วงวัยรุ่น ได้สูงถึงร้อยละ 36.10 โดยพฤติกรรมการนอนกัดฟัน การกัดแน่นฟัน รวมถึงการมีภาวะเครียด มีความสัมพันธ์กับการเกิดอาการและอาการแสดงของความผิดปกติบริเวณขมับ-ขากรรไกรในนักศึกษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้น ทันตบุคลากรควรให้ความสำคัญ โดยมีการให้ความรู้เกี่ยวกับการเกิดความผิดปกติบริเวณขมับ-ขากรรไกรแก่กลุ่มนักศึกษา ร่วมกับการตรวจคัดกรองโรคตั้งแต่ในระยะเริ่มต้น เพื่อให้สามารถเข้ารับการรักษาได้อย่างทันทั่วทั้งที่ เช่น การวางแผนใส่เฝือกสบฟันตอนนอน เพื่อป้องกันฟันสึกหรือร้าวในนักศึกษาที่มีพฤติกรรมนอนกัดฟัน เป็นต้น นอกจากนี้ควรมีการจัดกิจกรรมที่ช่วยให้นักศึกษาจัดการกับความเครียดได้อย่างเหมาะสม ควบคู่ไปกับการปรับปรุงสภาพแวดล้อมในการเรียน ให้เอื้อต่อการมีสุขภาพที่ดีต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- Chinthakanan S. Temporomandibular Joint Osteoarthritis. CM Dent J. 2017;38(3):13-28.
- Chuinsiri N, Jitprasertwong P. Prevalence of self-reported pain-related temporomandibular disorders and association with psychological distress in a dental clinic setting. J Int Med Res.2020;48(9):1-12.
- Vichiennet S, Vichaichalermvong S. Prevalence of mandibular dysfunction in young adults. J Health Res. 1988;2(1):11-21.
- Vanichanon P, Anantvoranich T, Sanharati T, Manaspaibool S. Prevalence and factors associated with symptoms of temporomandibular disorders in a group of Thai scuba divers. CU Dent J. 2012;35:15-26.
- Minervini G, Franco R, Marrapodi M, Fiorillo L, Cervino G, Cicciù M. Prevalence of temporomandibular disorders in children and adolescents evaluated with Diagnostic Criteria for Temporomandibular Disorders. J Oral Rehabil. 2023;2:522-8.
- Boonlub J, Huaihongthong N, Tubpung S, Karaket S. Effects of Dental Health Care Program applied Self-Efficacy Theory among Undergoing orthodontic treatment students, Sirindhorn College of Public Health Chonburi[dissertation].Chonburi: Sirindhorn College of Public Health Chonburi;2018.
- Chebu O, Kongchaiyaphun N, Siana H. Factors related to stress among 2 nd-4 th year undergraduate students of Public Health Program in Dental Public Health at Sirindhorn College of Public Health, Chonburi[dissertation].Chonburi: Sirindhorn College of Public Health Chonburi;2023.
- Mitiruttanakul S, Sitthisomwong P. Screening history and examination. In:Sitthisomwong P, editors. Temporomandibular disorders (TMD). 2nd ed. Bangkok: Misterkopy (Thailand) Company Limited; 2010. 27.
- Pumklin J, Taechasubamorn P, Luehong A, Pramot S, Panyasoet C, Sowithayasakul T. Relationship between Temporomandibular Disorder and Risk Factors in Health Science Students: A Cross-sectional Study. World J Dent. 2020;11(6):494–500.
- Viriyajirakul S, Vanichanon P, Chaiyaraksa P. Prevalence and Associated Factors of Signs of Temporomandibular Disorders (TMD) in Dental Patients, Taksin Hospital. SWU Dent J. 2024;17(1):115-34.
- Østensjø V, Moen K, Storesund T, Rosén A. Prevalence of Painful Temporomandibular Disorders and Correlation to Lifestyle Factors among Adolescents in Norway. Pain Res Manag. 2017;2017:2164825.

12. Abe S, Kawano F, Matsuka Y, Masuda T, Okawa T, Tanaka E. Relationship between Oral Parafunctional and Postural Habits and the Symptoms of Temporomandibular Disorders: A Survey-Based Cross-Sectional Cohort Study Using Propensity Score Matching Analysis. J Clin Med. 2022;11:1-13.
13. Sitta Jirakulsomchok S. Frequency of Temporomandibular joint pain opposite to the chewing side in patients with unilateral chewing habit. MKHJ. 2010;7(2):61-98.
14. Ahuja V, Ranjan V, Passi D, Jaiswal R. Study of stress-induced temporomandibular disorders among dental students: An institutional study. Natl J Maxillofac Surg. 2018;9(2):147-54.
15. www.tmjplus.com[homepage on the Internet]. Texas: TMJ Wellness Center [updated 2018 Nov 21; cited 2024 Sep 30]. Available from: <https://www.tmjplus.com/the-truth-about-stress-and-tmj-disorder/>.
16. Sim H, Kim H, Jung D, Lee H, Han Y, Han K, et al. Investigation of the association between orthodontic treatment and temporomandibular joint pain and dysfunction in the South Korean population. Korean J Orthod. 2019;49(3):181-7.

ผู้ประพันธ์บรรณกิจ

สุภาค วงษ์วรลันต์

หลักสูตรทันตสาธารณสุข

วิทยาลัยการสาธารณสุขสิรินธร จังหวัดชลบุรี

อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี 20000

โทรศัพท์ : 099 162 6524

จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ : suphak@scphc.ac.th



Prevalence and Associated Factors of Signs and Symptoms of Temporomandibular Disorders in Students, Sirindhorn College of Public Health Chonburi.

Najwa Binwaeyusoh¹ Sarina Asaedoyi¹ Patchareeporn Namkanya¹ Sumet Aemban¹ Suphak Wongworasun^{1,*}

Research Article

Abstract

Objective: To evaluate the prevalence and associated factors of signs and symptoms of temporomandibular disorders in students at Sirindhorn College of Public Health Chonburi

Materials and Methods: The participants consisted of 255 students aged 18 to 30 years from Sirindhorn College of Public Health Chonburi, from January to October 2024. The tools consisted of general information, a self-assessment of stress (ST-5), and a 10-item temporomandibular disorders questionnaire. Descriptive statistics, including frequency, percentage, mean, and standard deviation. The multiple logistic regression was used to determine the correlations between the variables with a significance level of 0.05.

Results: The majority of the students were female, accounting for 84.30%, with an average age of 19.67 ± 1.48 years. We found that 36.10% of students had signs and symptoms of temporomandibular disorders. The top three most commonly reported problems were hearing clicking or grinding sounds in the jaw joint (15.70%), followed by frequent headaches, neck pain, or toothaches (14.50%), and a feeling of changes in the occlusion (12.90%), respectively. In terms of related factors, it was found that academic program, bruxism, clenching, and stress levels were significantly associated with signs and symptoms of temporomandibular disorders in students ($p < 0.05$). Dental public health students are 2.57 times more likely to have temporomandibular disorders than students in other programs. Students with bruxism, clenching, and high stress are 2.40, 3.05, and 2.56 times more likely to have temporomandibular disorders, respectively. However, gender, consuming hard or chewy foods, unilateral chewing, and a history of orthodontics were not associated with signs and symptoms of temporomandibular disorders in students.

Conclusion: Academic program, bruxism, clenching, and stress levels were significantly associated with signs and symptoms of temporomandibular disorders in students. Dental professionals should prioritize providing appropriate education regarding temporomandibular disorders to the student population, including prevention strategies that may be implemented from the early stages.

Keywords: Prevalence/ Factors/ Signs and Symptoms of temporomandibular disorders/ Students

Corresponding Author

Suphak Wongworasun
Dental Public Health,
Sirindhorn College of Public Health Chonburi,
Amphur Mueang, Chonburi, 20000.
Tel. : +66 99 162 6524
Email : suphak@scphc.ac.th

¹ Dental Public Health , Sirindhorn College of Public Health Chonburi, Chonburi.

* Corresponding Author



ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจเข้ารับบริการทันตกรรม ของผู้สูงอายุ ณ คลินิกผู้สูงอายุ โรงพยาบาลพาน จังหวัดเชียงราย

ทิวทัศน์ สันไชย^{1,*}

บทความวิจัย

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์: การศึกษานี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจเข้ารับบริการทันตกรรมของผู้สูงอายุ ณ คลินิกผู้สูงอายุ โรงพยาบาลพาน จังหวัดเชียงราย

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ: การศึกษานี้เป็นการศึกษาภาคตัดขวางในกลุ่มตัวอย่าง คือผู้สูงอายุติดบ้านและติดสังคมที่มีอายุ 60 ปีขึ้นไป ที่เข้ามาคัดกรองความเสี่ยงต่อกลุ่มอาการสูงอายุ ณ คลินิกผู้สูงอายุ ผู้สูงอายุ โรงพยาบาลพาน จังหวัดเชียงราย จำนวน 160 คน โดยใช้แบบสัมภาษณ์ปัจจัยต่าง ๆ ที่สร้างจากการผสมผสานระหว่างแนวคิดปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมตัดสินใจของผู้บริโภคของ Jaturongkukul และแนวคิดการใช้บริการด้านทันตกรรมของ Davidson & Andersen เก็บข้อมูลช่วงวันที่ 1 ตุลาคม พ.ศ. 2567 - 31 มีนาคม พ.ศ. 2568 วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่ามัธยฐาน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และใช้สถิติเชิงอนุมาน ซึ่งมีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์โดยใช้สถิติทดสอบไคสแควร์ (Chi-square Test) หรือ Fisher's Exact Test นอกจากนี้การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจเข้ารับบริการทันตกรรม ใช้สถิติการวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติกแบบไบนารี (Binary Logistic Regression Analysis)

ผล: ผลการศึกษาพบว่า เมื่อควบคุมอิทธิพลจากปัจจัยต่าง ๆ แล้ว ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจเข้ารับบริการทันตกรรมของผู้สูงอายุ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ได้แก่ สถานภาพ (OR=2.67, 95% CI : 1.05-6.77) ภาระทางการเงิน (OR=3.05, 95% CI : 1.21-7.69) ความรู้สึกจำเป็นในการเข้ารับบริการทันตกรรม (OR=7.60, 95% CI : 2.89-19.95) การรับรู้การจัดบริการทันตกรรม (OR=3.38, 95% CI : 1.25-9.11) อิทธิพลจากทันตบุคลากร (OR=2.62, 95 % CI : 1.02-6.74) และอุปสรรคในการเข้ารับบริการทันตกรรม (OR=3.74, 95% CI : 1.06-11.36) โดยปัจจัยเหล่านี้สามารถอธิบายโอกาสการตัดสินใจเข้ารับบริการทันตกรรมของผู้สูงอายุ ได้ร้อยละ 52.20

บทสรุป: ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจเข้ารับบริการทันตกรรมของผู้สูงอายุ ณ คลินิกผู้สูงอายุ โรงพยาบาลพาน จังหวัดเชียงราย ได้แก่ สถานภาพ ภาระทางการเงิน ความรู้สึกจำเป็นในการเข้ารับบริการทันตกรรม การรับรู้การจัดบริการทันตกรรม อิทธิพลจากทันตบุคลากร อุปสรรคในการเข้ารับบริการทันตกรรม โดยผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะให้ทันตบุคลากรทำงานเชิงรุก ให้ข้อมูลที่สร้างความตระหนักถึงความจำเป็นในการเข้ารับบริการทันตกรรมของผู้สูงอายุ และประชาสัมพันธ์ การบริการทันตกรรมให้ผู้สูงอายุรับทราบเพื่อเพิ่มการตัดสินใจเข้ารับบริการทันตกรรมในกลุ่มผู้สูงอายุมากขึ้น

คำไรหรัส: การเข้ารับบริการทันตกรรม/ ผู้สูงอายุ/ คลินิกผู้สูงอายุ

Received: Apr 17, 2025

Revised: Jul 30, 2025

Accepted: Aug 14, 2025

บทนำ

การมีปัญหาลักษณะช่องปากนั้นเป็นปัญหาลักษณะที่มีความสำคัญอย่างยิ่ง เนื่องจากส่งผลกระทบต่อการใช้ชีวิตประจำวัน โดยปัญหาลักษณะช่องปากที่มักพบในผู้สูงอายุ ได้แก่ ปัญหาการสูญเสียฟัน ปัญหาฟันผุ ฟันเป็นรู เป็นต่อ

ฟันสึก ปัญหาโรคเหงือกและเนื้อเยื่อปริทันต์ (เหงือกอักเสบ มีหินปูน ฟันโยก) มีแผลในปาก โรคกระเร็งช่องปาก ปัญหาฟันไม่สวย (ฟันห่าง ซ้อนเก) เป็นต้น ตัวอย่างเช่นปัญหาฟันผุทะลุโพรงประสาทฟันมักมีอาการปวด ส่งผลทำให้นอนไม่หลับ

¹ กลุ่มงานทันตกรรม โรงพยาบาลพาน อำเภอพาน จังหวัดเชียงราย

* ผู้ประพันธ์บทความ

รับประทานอาหารไม่ได้ เป็นต้น¹ ซึ่งจำเป็นต้องได้รับการบริการทันตกรรมเพื่อแก้ไขปัญหา^{2,3} โดยบริการทันตกรรม หมายถึง กิจกรรมที่สถานบริการสาธารณสุขของรัฐจัดให้เพื่อตรวจ ป้องกัน การวินิจฉัย และ การรักษาโรค การบาดเจ็บ และความผิดปกติของฟัน ขากรรไกร และอวัยวะในช่องปาก รวมไปถึง การบูรณะ ทดแทนการสูญเสียฟันและอวัยวะที่เกี่ยวข้องให้กับผู้สูงอายุ เช่น การตรวจฟัน การอุดฟัน การถอนฟัน การถอนฟัน การรักษารากฟัน การใส่ฟันปลอม⁴ ทั้งนี้การพบทันตบุคลากรเพื่อตรวจสุขภาพช่องปากเป็นหนึ่งในบริการทันตกรรมที่มีความสำคัญอย่างยิ่ง เนื่องจากหากพบความผิดปกติที่ควรรักษาจะได้รับการคำแนะนำและรักษาได้อย่างทันทั่วที่เกิดผลดีต่อสุขภาพช่องปากและสุขภาพร่างกายโดยรวม

ตามพระราชบัญญัติผู้สูงอายุ พ.ศ. 2546 ได้ให้นิยามคำว่า ผู้สูงอายุ หมายถึง บุคคลซึ่งมีอายุเกินหกสิบปีบริบูรณ์ขึ้นไปและมีสัญชาติไทย⁵ โดยตั้งแต่ปี พ.ศ. 2557 กระทรวงสาธารณสุข จัดให้มีการคัดกรองกลุ่มอาการผู้สูงอายุ 9 ด้าน ประกอบด้วย 1. ด้านการเคลื่อนไหวร่างกาย 2. การขาดสารอาหาร 3. การมองเห็น 4. การได้ยิน 5. ภาวะซึมเศร้า 6. ภาวะกลืนปัสสาวะ 7. ความคิดความจำ 8. การปฏิบัติกิจวัตรประจำวัน และ 9. ช่องปาก เป็นการเก็บข้อมูลสุขภาพเพื่อนำไปสู่การบ่งชี้ภาวะสุขภาพและทราบความต้องการของผู้สูงอายุ ซึ่งเป็นประโยชน์ในการวางแผนส่งเสริมสุขภาพ ป้องกันโรค รักษาพยาบาลและฟื้นฟูสภาพ ให้มีประสิทธิภาพต่อไปในอนาคต โดยกระบวนการคัดกรองเริ่มต้นจากครอบครัว/ญาติ/ อาสาสมัครชุมชน ตรวจเบื้องต้น เมื่อพบความผิดปกติจึงมีการส่งให้เจ้าหน้าที่โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล ประเมินซ้ำและให้บริการตามศักยภาพ เมื่อเกินศักยภาพก็จะมีการส่งต่อมายังโรงพยาบาลชุมชน โดยโรงพยาบาลชุมชน จะทำการคัดกรองอย่างละเอียด ดูแลรักษาและฟื้นฟูสภาพ หากเกินศักยภาพจะส่งต่อโรงพยาบาลแม่ข่ายอื่น ๆ หรือโรงพยาบาลศูนย์ประจำจังหวัดต่อไป^{6,8} ทั้งนี้คลินิกผู้สูงอายุเป็นหนึ่งในหน่วยบริการของโรงพยาบาลที่ให้บริการประเมินสุขภาพผู้สูงอายุแบบครบวงจร (Comprehensive Geriatric Assessment: CGA) และให้การดูแลบำบัดรักษาในกลุ่มอาการและปัญหาสุขภาพที่สำคัญในผู้สูงอายุ โดยเชื่อมโยงการบริการอย่างชัดเจน ทันสถานการณ์ ไร้รอยต่อ (Seamless) และรองรับการส่งต่อเพื่อการดูแลบำบัดรักษา ตลอดจนการคัดกรองสุขภาพในชุมชน⁷ สำหรับโรงพยาบาลพาน จังหวัดเชียงราย มีการจัดตั้งคลินิกผู้สูงอายุ ระดับ M2 ขึ้นในวันที่ 4

กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2566 และเปิดให้บริการตั้งแต่วันที่ 16 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2566 เป็นต้นมาจนถึงปัจจุบัน โดยทำการคัดกรองและประเมินซ้ำในกลุ่มอาการสูงอายุทั้ง 9 ด้านของผู้สูงอายุที่ถูกคัดกรองในชุมชนและเดินเข้ามาใช้บริการ ทั้งนี้ในด้านปัญหาสุขภาพช่องปาก หากผู้สูงอายุท่านใดถูกประเมินโดยเจ้าหน้าที่ที่มีความเสี่ยงมีปัญหาสุขภาพช่องปากหรือมีความประสงค์จะใช้บริการทันตกรรมจะถูกส่งให้ทันตบุคลากรตรวจสุขภาพช่องปากและให้การรักษาต่อไป

ช่วงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2566 - มกราคม พ.ศ. 2567 มีการจัดให้มีการบริการทันตกรรมให้กับผู้สูงอายุที่เข้ามาคัดกรองกลุ่มอาการสูงอายุ ณ คลินิกผู้สูงอายุโรงพยาบาลพาน จังหวัดเชียงราย โดยทันตบุคลากรของโรงพยาบาลพาน จังหวัดเชียงราย ประกอบด้วย

1. การตรวจสุขภาพช่องปาก 2. มีระบบส่งต่อไปยังกลุ่มงานทันตกรรม โรงพยาบาลพาน จังหวัดเชียงราย หากผู้สูงอายุประสงค์จะเข้ารับบริการทันตกรรมอื่น ๆ นอกเหนือจากการตรวจสุขภาพช่องปาก 3. มีระบบนัดหมาย หากในวันดังกล่าวผู้สูงอายุไม่สะดวกหรือคิวให้บริการทันตกรรมเต็มจากข้อมูลที่เก็บรวบรวมโดยทันตบุคลากร พบว่ามีผู้สูงอายุเข้ามาคัดกรอง ณ คลินิกผู้สูงอายุโรงพยาบาลพาน จังหวัดเชียงราย ทั้งหมด 53 คน เข้ารับบริการทันตกรรม 25 คน คิดเป็นร้อยละ 47.17 ขณะที่ผู้สูงอายุที่ไม่เข้ารับบริการทันตกรรมมีจำนวน 28 คน คิดเป็นร้อยละ 52.83 ทั้งนี้การที่ผู้สูงอายุไม่เข้ารับบริการทันตกรรมอาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพช่องปากและคุณภาพชีวิตของผู้สูงอายุตามที่กล่าวไปข้างต้น

ด้วยสถานการณ์ที่ผู้สูงอายุที่เข้ามาคัดกรองกลุ่มอาการสูงอายุ ณ คลินิกผู้สูงอายุ โรงพยาบาลพาน จังหวัดเชียงราย ไม่เข้ารับบริการทันตกรรมเป็นจำนวนมากในวันที่มาคัดกรอง แม้ว่าคลินิกผู้สูงอายุจะอยู่ใกล้กับแหล่งให้บริการทันตกรรมก็ตาม ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจเข้ารับบริการทันตกรรมของผู้สูงอายุ ณ คลินิกผู้สูงอายุ โรงพยาบาลพาน จังหวัดเชียงราย เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการวางแผนดำเนินงาน กำหนดนโยบาย และพัฒนาระบบบริการทันตกรรมแก่ผู้สูงอายุกลุ่มดังกล่าวต่อไป

กรอบแนวคิดในการศึกษาครั้งนี้พัฒนามาจากกรอบแนวคิดปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมตัดสินใจของผู้บริโภคของ Jaturongkukul ที่อธิบายว่าการตัดสินใจใช้บริการหนึ่ง ๆ ของผู้บริโภคนั้น ประกอบด้วย การรับรู้ปัญหา การค้นหาข้อมูล การประเมินทางเลือก การตัดสินใจซื้อ และพฤติกรรมหลังการซื้อ โดยแต่ละกระบวนการจะมีปัจจัยที่เข้ามามีอิทธิพลต่อพฤติกรรมการตัดสินใจซื้อของผู้บริโภค ทั้งอิทธิพล

ภายในตัวบุคคล และอิทธิพลภายนอกตัวบุคคล โดยปัจจัยด้านทัศนคติ ความเชื่อ ประสบการณ์ในอดีต ความรู้ในด้านทันตกรรม และความคาดหวังต่อการใช้บริการก็เป็นหนึ่งในปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมการตัดสินใจซื้อของผู้บริโภคในทฤษฎีนี้ นอกจากนี้ผู้วิจัยได้นำแนวคิดการให้บริการด้านทันตกรรมของ Davidson & Andersen มาประกอบ ซึ่งแนวคิดดังกล่าวระบุว่า การเข้ารับบริการสุขภาพขึ้นกับ 3 ปัจจัยหลัก ได้แก่ 1. ปัจจัยนำ (Predisposing Factors) ซึ่งประกอบด้วย การรับรู้โอกาสเสี่ยงของการเป็นโรค (Perceived Susceptibility) การรับรู้ความรุนแรงของโรค (Perceived Severity) การรับรู้ประโยชน์ของการรักษาและป้องกันโรค (Perceived Benefits) และการรับรู้ต่ออุปสรรค (Perceived Barriers) 2. ปัจจัยสนับสนุนด้านทรัพยากรที่เอื้อต่อการใช้บริการทันตกรรม (Enabling Factors) ซึ่งประกอบด้วย แรงสนับสนุนจากหน่วยงานของรัฐ แรงสนับสนุนจากเจ้าหน้าที่ภาครัฐ แรงสนับสนุนจากครอบครัว และแรงสนับสนุนจากกลุ่มเพื่อน 3. ปัจจัยด้านความตระหนักถึงความจำเป็นด้านการรักษาทางทันตกรรม (Need)

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

รูปแบบการศึกษา การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาแบบภาคตัดขวาง (Cross-sectional Study) เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจเข้ารับบริการทันตกรรมของผู้สูงอายุ ณ คลินิกผู้สูงอายุ โรงพยาบาลพาน จังหวัดเชียงราย เก็บข้อมูลโดยการสัมภาษณ์ผู้สูงอายุถึงปัจจัยต่าง ๆ ตามกรอบแนวคิดปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมการตัดสินใจของผู้บริโภคของ Jaturongkukul⁹ และแนวคิดการให้บริการด้านทันตกรรมของ Davidson & Andersen^{10,11}

ประชากร คือ ผู้สูงอายุที่มีอายุตั้งแต่ 60 ปีขึ้นไป ที่มาคัดกรองความเสี่ยงต่อกลุ่มอาการสูงอายุ ณ คลินิกผู้สูงอายุ โรงพยาบาลพาน จังหวัดเชียงราย ระหว่างวันที่ 1 ตุลาคม พ.ศ. 2567 - 31 มีนาคม พ.ศ. 2568 จำนวน 267 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา คือ ผู้สูงอายุที่มีอายุตั้งแต่ 60 ปีขึ้นไป ที่มาคัดกรองความเสี่ยงต่อกลุ่มอาการสูงอายุ ณ คลินิกผู้สูงอายุ โรงพยาบาลพาน จังหวัดเชียงราย ระหว่างวันที่ 1 ตุลาคม พ.ศ. 2567 - 31 มีนาคม พ.ศ. 2568 โดยคำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่างอย่างน้อยที่สุด ด้วยสูตรของ Yamane¹²

$$n = \frac{N}{1 + Ne^2}$$

โดยกำหนดให้

- n คือ ขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่เราต้องการจะรู้จากจำนวนประชากร (คน)
- N คือ ขนาดของจำนวนประชากรทั้งหมด (คน)
- e คือ ค่าความคลาดเคลื่อนที่ในการสุ่ม

กำหนดค่าความคลาดเคลื่อนที่ในการสุ่ม ร้อยละ 5 = 0.05 แทนค่าต่าง ๆ จากสูตรข้างต้นเพื่อหาขนาดกลุ่มตัวอย่าง ได้ดังนี้

$$n = \frac{267}{1 + 267(0.05)^2}$$

$$n = 160$$

ดังนั้น การวิจัยนี้ใช้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 160 คน

วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างใช้การสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Simple Random Sampling)¹³ ที่แต่ละคนมีโอกาสถูกเลือกเท่าเทียมกัน โดยปราศจากอคติ จนครบตามจำนวนที่กำหนด มีเกณฑ์การคัดเข้า (Inclusion Criteria) คือ 1. เป็นผู้สูงอายุที่มีอายุ 60 ปีขึ้นไป 2. มีรายชื่ออยู่ในทะเบียนราษฎร อำเภอพาน ระหว่าง 1 ตุลาคม พ.ศ. 2567-31 มีนาคม พ.ศ. 2568 3. เข้ามาคัดกรองความเสี่ยงต่อกลุ่มอาการสูงอายุ ณ คลินิกผู้สูงอายุ โรงพยาบาลพาน จังหวัดเชียงราย ระหว่าง 1 ตุลาคม พ.ศ. 2567-31 มีนาคม พ.ศ. 2568 4. มีสติสัมปชัญญะ สามารถสื่อสาร อ่านภาษาไทยได้ โดยต้องผ่านการทดสอบสภาพสมองเสื่อมเบื้องต้นฉบับภาษาไทย¹⁴ ซึ่งทางเจ้าหน้าที่ที่คัดกรองของกลุ่มอาการสูงอายุจากคลินิกผู้สูงอายุเป็นผู้ประเมิน 5. เป็นกลุ่มติดสังคมหรือติดบ้าน จากการประเมินของเจ้าหน้าที่ที่คัดกรองกลุ่มอาการสูงอายุจากคลินิกผู้สูงอายุ โดยใช้แบบประเมินผู้สูงอายุตามกลุ่มศักยภาพ ตามความสามารถในการประกอบกิจวัตรประจำวัน (Barthel Activities of Daily Living: ADL)¹⁴ และมีเกณฑ์การคัดออก (Exclusion Criteria) คือ 1. ไม่สามารถให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถาม 2. เป็นกลุ่มติดเตียงจากการประเมินของเจ้าหน้าที่ที่คัดกรองของกลุ่มอาการสูงอายุจากคลินิกผู้สูงอายุ

เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ คือ แบบสัมภาษณ์ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นโดยประยุกต์หลักแนวคิด และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ประกอบด้วย 2 ฉบับ

ฉบับที่ 1 แบบบันทึกความสามารถในการช่วยเหลือตนเองของผู้สูงอายุ โดยใช้แบบประเมินผู้สูงอายุตามกลุ่มศักยภาพ ตามความสามารถในการประกอบกิจวัตรประจำวัน (Barthel Activities of Daily Living: ADL)¹⁴ ซึ่งเจ้าหน้าที่ที่คัดกรองกลุ่มอาการสูงอายุจากคลินิกผู้สูงอายุเป็นผู้ประเมิน

ฉบับที่ 2 แบบสัมภาษณ์ปัจจัยต่าง ๆ โดยใช้แนวคิดปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมตัดสินใจของผู้บริโภคของ Jaturongkakul⁹ และแนวคิดการใช้บริการด้านทันตกรรมของ Davidson & Andersen^{10,11} มาผสมผสานกัน โดยมีผู้วิจัยและผู้ช่วยนักวิจัยเป็นผู้เก็บข้อมูล ซึ่งแบบสัมภาษณ์ฉบับที่ 2 นี้ ประกอบด้วย

ข้อมูลปัจจัยส่วนบุคคล ได้แก่ เพศ อายุ สถานภาพสมรส ระดับการศึกษา อาชีพหลักหรืออาชีพในอดีต รายได้เฉลี่ย ภาระทางการเงิน สิทธิการรักษา เขตที่อยู่อาศัย และการอาศัยกับครอบครัว รวมทั้งหมด 12 ข้อ มีลักษณะเป็นคำถามปลายปิด ให้เลือกเพียงคำตอบเดียว และคำถามปลายเปิดให้เติมข้อความ

ข้อมูลปัจจัยด้านสุขภาพ มีจำนวน 2 ข้อ ประกอบด้วย ประสิทธิภาพการทำให้ฟัน และโรคประจำตัว มีลักษณะเป็นคำถามปลายปิด ให้เลือกเพียงคำตอบเดียว

ข้อมูลปัจจัยด้านจิตวิทยา ได้แก่ ความรู้สึกจำเป็นในการเข้ารับบริการทันตกรรม แรงจูงใจในการเข้ารับบริการทันตกรรม (การรับรู้ปัญหาสุขภาพช่องปากของตนเอง การรับรู้ความรุนแรงของโรคในช่องปาก การรับรู้ประโยชน์ของการเข้ารับบริการทันตกรรม การรับรู้การจัดบริการทันตกรรมของสถานบริการในพื้นที่) ความรู้เกี่ยวกับการเข้ารับบริการทันตกรรม ทศนคติ¹⁴ ที่มีต่อการเข้ารับบริการทันตกรรม ความคาดหวังเกี่ยวกับการเข้ารับบริการทันตกรรม โดยมีจำนวนข้อและลักษณะของคำถามดังต่อไปนี้

1) ความรู้สึกจำเป็นในการเข้ารับบริการทันตกรรม เป็นคำถามปลายปิด ให้เลือกเพียงคำตอบเดียว

2) แรงจูงใจในการเข้ารับบริการทันตกรรมประกอบด้วย

2.1) การรับรู้ปัญหาสุขภาพช่องปากของตนเอง เป็นคำถามปลายเปิด ให้เลือกได้หลายคำตอบ รวมทั้งหมด 15 คำตอบ โดยคำตอบข้อสุดท้ายสามารถระบุคำตอบได้เอง

2.2) การรับรู้ความรุนแรงของโรคในช่องปาก มีจำนวน 5 ข้อ เป็นคำถามปลายปิด ให้เลือกตอบในลักษณะ

มาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) มี 3 ระดับ คือ เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย โดยผู้ตอบเลือกตอบได้เพียงข้อเดียว

2.3) การรับรู้ถึงประโยชน์ของการเข้ารับบริการทันตกรรม มีจำนวน 3 ข้อ เป็นคำถามปลายปิด ให้เลือกตอบในลักษณะมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) มี 3 ระดับ คือ เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย โดยผู้ตอบเลือกตอบได้เพียงข้อเดียว

2.4) การรับรู้การจัดบริการทันตกรรมของสถานบริการในพื้นที่ มีจำนวน 4 ข้อ เป็นคำถามปลายปิด ให้เลือกตอบในลักษณะมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) มี 3 ระดับ คือ เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย โดยผู้ตอบเลือกตอบได้เพียงข้อเดียว

3) ความรู้เกี่ยวกับการเข้ารับบริการทันตกรรม จำนวน 10 ข้อ เป็นคำถามปลายปิด มีให้เลือกตอบ 2 ตัวเลือก โดยผู้ตอบเลือกตอบได้เพียงข้อเดียว

4) ทศนคติที่มีต่อการเข้ารับบริการทันตกรรม จำนวน 7 ข้อ เป็นคำถามปลายปิด ให้เลือกตอบในลักษณะมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) มี 3 ระดับ คือ เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย โดยผู้ตอบเลือกตอบได้เพียงข้อเดียว

5) ความคาดหวังเกี่ยวกับการเข้ารับบริการทันตกรรม จำนวน 7 ข้อ เป็นคำถามปลายปิด ให้เลือกตอบ ในลักษณะมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) มี 3 ระดับ คือ มาก ปานกลาง น้อย โดยผู้ตอบเลือกตอบได้เพียงข้อเดียว

ข้อมูลปัจจัยด้านสังคม ได้แก่ อิทธิพลจากครอบครัว หรือญาติ จำนวน 4 ข้อ อิทธิพลจากเพื่อน จำนวน 3 ข้อ อิทธิพลจากทันตบุคลากร จำนวน 4 ข้อ การเข้าร่วมกิจกรรมทางสังคม จำนวน 7 ข้อ ลักษณะคำถามเป็นคำถามปลายปิด ให้เลือกตอบในลักษณะมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) มี 3 ระดับ ได้แก่ มาก ปานกลาง น้อย

ข้อมูลปัจจัยสถานการณ์ ได้แก่ ระยะทางในการเดินทางมาสถานบริการเพื่อเข้ารับบริการทันตกรรม มีลักษณะเป็นคำถามปลายเปิดให้เติมข้อความ และอุปสรรคในการเข้ารับบริการทันตกรรม จำนวน 10 ข้อ ลักษณะคำถามเป็นคำถามปลายปิด ให้เลือกคำตอบในลักษณะมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) มี 3 ระดับ ได้แก่ มาก ปานกลาง น้อย โดยผู้ตอบเลือกตอบได้เพียงข้อเดียว

ข้อมูลการตัดสินใจเข้ารับบริการทันตกรรม จำนวน 1 ข้อ มีลักษณะเป็นคำถามปลายปิด ให้เลือกเพียงคำตอบเดียว

การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ ผู้วิจัยตรวจสอบความตรงของเนื้อหา (Content Validity) โดยนำแบบสัมภาษณ์ที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน¹⁶ พิจารณาด้านเนื้อหาเกี่ยวกับปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจเข้ารับบริการทันตกรรมของผู้สูงอายุ จากนั้นนำข้อคำถามที่สามารถนำไปใช้ได้และมีการปรับภาษาตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญไปทดลองใช้กับผู้สูงอายุที่เข้ามาคัดกรองความเสี่ยงต่อกลุ่มอาการสูงอายุ ณ คลินิกผู้สูงอายุ โรงพยาบาลพาน จังหวัดเชียงราย จำนวน 30 คน ซึ่งมีคุณสมบัติและลักษณะเหมือนกับประชากรที่ศึกษา จากนั้นนำแบบสัมภาษณ์หาความเที่ยง (Reliability) ของปัจจัยต่าง ๆ ได้แก่ การรับรู้ความรุนแรงของโรคในช่องปาก การรับรู้ประโยชน์ของการเข้ารับบริการทันตกรรม การรับรู้การจัดบริการทันตกรรม ความรู้เกี่ยวกับการเข้ารับบริการทันตกรรมทัศนคติที่มีต่อการเข้ารับบริการทันตกรรมความคาดหวังเกี่ยวกับการเข้ารับบริการทันตกรรม อิทธิพลจากคนในครอบครัวหรือญาติ อิทธิพลจากเพื่อนบ้าน อิทธิพลจากทันตบุคลากร การเข้าร่วมกิจกรรมทางสังคม อุปสรรคในการเข้ารับบริการทันตกรรม โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient) มีค่าในช่วง 0.726-0.812 ซึ่งค่ามากกว่า 0.7 ถือว่าแบบสัมภาษณ์มีความเที่ยง¹⁷

วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล การวิจัยครั้งนี้เก็บข้อมูลด้วยวิธีการสัมภาษณ์ผู้สูงอายุที่เข้ามาคัดกรองความเสี่ยงต่อกลุ่มอาการสูงอายุ 9 ด้าน ณ คลินิกผู้สูงอายุ โรงพยาบาลพาน จังหวัดเชียงราย ทุกวันอังคาร เวลา 08.00-12.00 น. เมื่อคัดกรองด้านอื่น ๆ เสร็จแล้ว เจ้าหน้าที่ของคลินิกผู้สูงอายุ จะส่งให้ผู้วิจัยหรือเจ้าหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายจากผู้วิจัยเป็นผู้อ่านคำถาม แล้วให้ผู้สูงอายุตอบคำถาม โดยบันทึกข้อมูลตามที่ผู้สูงอายุตอบมาลงในแบบสัมภาษณ์จนเสร็จสิ้นทุกคำถาม การเก็บรวบรวมข้อมูลเริ่มตั้งแต่วันที่ 1 ตุลาคม พ.ศ. 2567 - 31 มีนาคม พ.ศ. 2568 จนครบตามจำนวน ทั้งนี้ข้อมูลที่เกิดขึ้นจากผู้เข้าร่วมวิจัยจะได้รับการปกปิดและจะไม่เปิดเผยแก่สาธารณชน เมื่อสิ้นสุดงานวิจัยแล้ว ข้อมูลที่เป็นเอกสารจะถูกทำลาย โดยเครื่องย่อยกระดาษ สำหรับข้อมูลที่เป็นไฟล์อิเล็กทรอนิกส์จะถูกทำลายโดยการลบทิ้งแบบถาวร

การพิทักษ์สิทธิกลุ่มตัวอย่าง งานวิจัยนี้ได้รับการรับรองจากคณะกรรมการพิทักษ์สวัสดิภาพ และป้องกันอันตรายของผู้ถูกวิจัยสำนักงานสาธารณสุขจังหวัด หมายเลขรับรอง CRPPHO 82/2567

การวิเคราะห์ข้อมูล เมื่อได้ข้อมูลทั้งหมดแล้ว ผู้วิจัยตรวจสอบความครบถ้วนสมบูรณ์ของแบบสัมภาษณ์ทุกชุด โดยคัดเลือกเฉพาะแบบสัมภาษณ์ที่ครบถ้วนสมบูรณ์ไปวิเคราะห์ โดยกำหนดตัวแปร ข้อคำถามและรหัสคำตอบของทุกข้อเพื่อประมวลผลด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยสถิติที่ใช้คือสถิติเชิงพรรณนา ซึ่งวิเคราะห์โดยใช้การแจกแจงความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่ามัธยฐาน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และใช้สถิติเชิงอนุมานเพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์โดยใช้สถิติทดสอบไคสแควร์ (Chi-square Test) หรือ Fisher's Exact Test สำหรับการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเข้ารับบริการทันตกรรม ใช้การวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติกแบบไบนารี (Binary Logistic Regression Analysis) ที่มีวิธีคัดเลือกตัวแปรแบบ Backward stepwise: Wald

ผล

ผลการศึกษา มีรายละเอียดดังต่อไปนี้ ข้อมูลส่วนบุคคล พบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง (ร้อยละ 55) มีอายุ 60-94 ปี อายุเฉลี่ย 74 ปี (SD=9.33) ส่วนใหญ่มีสถานภาพสมรส (ร้อยละ 53.1) จบการศึกษาชั้นประถมศึกษา (ร้อยละ 65.0) ส่วนใหญ่มีอาชีพหลักหรืออาชีพในอดีต คือ เกษตรกร (ร้อยละ 65.0) ในด้านการงานในปัจจุบัน ส่วนใหญ่ไม่ได้ทำงาน (ร้อยละ 70.0) มีรายได้เฉลี่ยต่อเดือนน้อยกว่า 1,000 บาท ต่อเดือน (ร้อยละ 42.5) ซึ่งค่ามัธยฐานของรายได้เท่ากับ 1,000 บาท โดยรายได้หลักส่วนใหญ่มาจากเบี้ยผู้สูงอายุ (ร้อยละ 53.8) ส่วนใหญ่ไม่มีปัญหาทางการเงิน (ร้อยละ 63.7) สิทธิการรักษาส่วนใหญ่คือสิทธิหลักประกันสุขภาพถ้วนหน้า (ร้อยละ 87.5) มีเขตที่อาศัยอยู่ในเขตองค์การบริหารส่วนตำบล (ร้อยละ 88.1) และ ส่วนใหญ่อาศัยอยู่กับสามี/ภรรยาและลูกหลาน (ร้อยละ 31.3) (ตารางที่ 1)

ปัจจัยด้านสุขภาพ พบว่า กลุ่มตัวอย่าง ส่วนใหญ่เคยมีประสบการณ์การทำฟัน (ร้อยละ 65.6) มีโรคประจำตัว (ร้อยละ 82.5) ในด้านความสามารถในการช่วยเหลือตนเอง พบว่าส่วนใหญ่ไม่มีภาวะพึ่งพิงหรือเป็นกลุ่มติดสังคม (ร้อยละ 72.5)

ปัจจัยด้านจิตวิทยา พบว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่รู้สึกไม่จำเป็นต้องเข้ารับบริการทันตกรรม (ร้อยละ 62.5) แรงจูงใจในการเข้ารับบริการทันตกรรม ซึ่งประกอบด้วย 1. การรับรู้ปัญหาสุขภาพช่องปากของตนเอง พบว่าส่วนใหญ่รับรู้ว่าคุณภาพช่องปากของตนเองไม่มีปัญหาสุขภาพช่องปาก (ร้อยละ 36.9) รองลงมาคือปัญหาการเคี้ยวอาหารไม่มีประสิทธิภาพ (ร้อยละ 11.1)

(ตารางที่ 2) 2. การรับรู้ความรุนแรงของโรคในช่องปาก โดยรวมอยู่ในระดับมาก (Mean=2.56, SD=0.46) 3. การรับรู้ประโยชน์ของการเข้ารับบริการทันตกรรมโดยรวมอยู่ในระดับมาก (Mean=2.82, SD=0.40) 4. การรับรู้การจัดบริการทันตกรรมโดยรวมอยู่ในระดับมาก (Mean=2.64, SD=0.56) ขณะที่ความรู้เกี่ยวกับการเข้ารับบริการทันตกรรมส่วนใหญ่อยู่ในระดับปานกลาง (ร้อยละ 46.3) ทศบุคคลที่มีต่อการเข้ารับบริการทันตกรรมโดยรวมอยู่ระดับปานกลาง (Mean=2.10, SD=0.29) และความคาดหวังเกี่ยวกับการเข้ารับบริการทันตกรรมโดยรวมอยู่ในระดับมาก (Mean=2.79, SD=0.33)

ปัจจัยด้านสังคม พบว่าอิทธิพลจากครอบครัวหรือญาติโดยรวมอยู่ในระดับปานกลาง (Mean=2.07, SD=0.75) อิทธิพลจากเพื่อนโดยรวมอยู่ในระดับปานกลาง (Mean=1.75, SD=0.77) อิทธิพลจากทันตบุคลากรโดยรวมอยู่ในระดับมาก (Mean=2.46, SD=0.67) การเข้าร่วมกิจกรรมทางสังคม โดยรวมอยู่ในระดับปานกลาง (Mean=2.01, SD=0.58)

ปัจจัยสถานการณ์ พบว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีระยะทางในการเดินทางมาสถานบริการน้อยกว่าหรือเท่ากับ 10 กิโลเมตร (ร้อยละ 51.2) (Mean=11.94, SD=7.87) และมีอุปสรรคในการเข้ารับบริการทันตกรรม โดยรวมอยู่ในระดับปานกลาง (Mean=1.76, SD=0.60)

ข้อมูลการตัดสินใจเข้ารับบริการทันตกรรม พบว่ากลุ่มตัวอย่าง ส่วนใหญ่มีการตัดสินใจไม่เข้ารับบริการทันตกรรม ร้อยละ 68.1 และตัดสินใจเข้ารับบริการทันตกรรม ร้อยละ 31.9

ผลการวิเคราะห์ ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่าง ๆ กับการตัดสินใจเข้ารับบริการทันตกรรมของผู้สูงอายุ โดยการวิเคราะห์ตัวแปรเชิงเดี่ยว (Univariate Analysis) พบว่าปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการตัดสินใจเข้ารับบริการทันตกรรม ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 (ตารางที่ 3) ได้แก่ อายุ สถานภาพ ภาระทางการเงิน ความสามารถในการช่วยเหลือตนเอง ความรู้สึกจำเป็นในการเข้ารับบริการทันตกรรม การรับรู้ปัญหาสุขภาพช่องปากของตนเอง การรับรู้การจัดบริการทันตกรรม อิทธิพลจากคนในครอบครัวหรือญาติ อิทธิพลจากเพื่อนบ้านอิทธิพลจากทันตบุคลากร อุปสรรคในการเข้ารับบริการทันตกรรม

เมื่อควบคุมอิทธิพลจากปัจจัยต่าง ๆ แล้ว ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจเข้ารับบริการทันตกรรมของผู้สูงอายุ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (ตารางที่ 4) ได้แก่

สถานภาพ เป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจเข้ารับบริการทันตกรรมของผู้สูงอายุ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

($p=0.039$) โดยพบว่า ผู้สูงอายุที่มีสถานภาพสมรสจะมีโอกาสตัดสินใจเข้ารับบริการทันตกรรมมากกว่า ผู้สูงอายุที่มีสถานภาพโสด หมาย หย่าร้าง แยกกันอยู่ 2.67 เท่า (95% CI อยู่ระหว่าง 1.05-6.77)

ภาระทางการเงิน เป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจเข้ารับบริการทันตกรรมของผู้สูงอายุ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.018$) โดยพบว่า ผู้สูงอายุที่มีปัญหาทางการเงิน มีโอกาสตัดสินใจเข้ารับบริการทันตกรรมมากกว่า ผู้สูงอายุที่ไม่มีปัญหาทางการเงิน 3.05 เท่า (95% CI อยู่ระหว่าง 1.21-7.69)

ความรู้สึกจำเป็นในการเข้ารับบริการทันตกรรม เป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจเข้ารับบริการทันตกรรมของผู้สูงอายุ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.001$) โดยพบว่า ผู้สูงอายุที่คิดว่าจำเป็นต้องเข้ารับบริการทันตกรรม มีโอกาสตัดสินใจเข้ารับบริการทันตกรรมมากกว่าผู้สูงอายุที่คิดว่าไม่จำเป็นต้องเข้ารับบริการทันตกรรม 7.60 เท่า (95% CI อยู่ระหว่าง 2.89-19.95)

การรับรู้การจัดบริการทันตกรรม เป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจเข้ารับบริการทันตกรรมของผู้สูงอายุ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.016$) โดยพบว่า ผู้สูงอายุที่มีการรับรู้การจัดบริการทันตกรรมระดับน้อย/ปานกลาง มีโอกาสตัดสินใจเข้ารับบริการทันตกรรมมากกว่าผู้สูงอายุที่มีการรับรู้การจัดบริการทันตกรรมระดับมาก 3.38 เท่า (95% CI อยู่ระหว่าง 1.25-9.11)

อิทธิพลจากทันตบุคลากร เป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจเข้ารับบริการทันตกรรมของผู้สูงอายุ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.045$) โดยพบว่า ผู้สูงอายุที่ได้รับอิทธิพลจากทันตบุคลากรในระดับมาก มีโอกาสตัดสินใจเข้ารับบริการทันตกรรมมากกว่าผู้สูงอายุที่ได้รับอิทธิพลจากทันตบุคลากรในระดับปานกลาง/น้อย 2.62 เท่า (95% CI อยู่ระหว่าง 1.02-6.74)

อุปสรรคในการเข้ารับบริการทันตกรรม เป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจเข้ารับบริการทันตกรรมของผู้สูงอายุ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.039$) โดยพบว่า ผู้สูงอายุที่มีอุปสรรคในการเข้ารับบริการทันตกรรมในระดับน้อย/ปานกลาง มีโอกาสตัดสินใจเข้ารับบริการทันตกรรมมากกว่าผู้สูงอายุที่มีอุปสรรคในการเข้ารับบริการทันตกรรมในระดับมาก 3.47 เท่า (95% CI อยู่ระหว่าง 1.06-11.36) โดยปัจจัยเหล่านี้สามารถอธิบายโอกาสการตัดสินใจเข้ารับบริการทันตกรรมของผู้สูงอายุ ได้ร้อยละ 52.2

ตารางที่ 1 แสดงจำนวนและร้อยละของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามปัจจัยส่วนบุคคล (n=160)

Table 1 The number and percentage of the sample group classified by personal factors (n=160)

ปัจจัยส่วนบุคคล	จำนวนคน (%)
เพศ	
ชาย	72 (45%)
หญิง	88 (55%)
อายุ	
60-74 ปี	97 (60.6%)
75 ปีขึ้นไป	63 (39.4%)
Min=60 Max= 94 $\bar{X}$ = 74 (SD=9.33)	
สถานภาพ (N)(%)	
โสด	20 (12.5%)
สมรส	85 (53.1%)
หม้าย	47 (29.4%)
หย่าร้าง/แยกกันอยู่	8 (5.0%)
ระดับการศึกษา	
ไม่ได้เรียน	34 (21.3%)
ประถมศึกษา	104 (65%)
มัธยมศึกษา	10 (6.3%)
ปวช./ปวส./อนุปริญญา	6 (3.7%)
ปริญญาตรีหรือสูงกว่า	6 (3.7%)
อื่น ๆ	0 (0%)
อาชีพ	
เกษตรกร	104 (65%)
ค้าขาย	15 (9.4%)
รับจ้าง	23 (14.4%)
รับราชการ/รัฐวิสาหกิจ	5 (3.1%)
ธุรกิจส่วนตัว	8 (5.0%)
พนักงานเอกชน	2 (1.2%)
อื่น ๆ (ว่างงาน, ก่อสร้าง, พระสงฆ์)	3 (1.9%)
การทำงานในปัจจุบัน	
ไม่ได้ทำ	112 (70%)
ทำงาน	48 (30%)
แหล่งรายได้หลัก	
จากการทำงานด้วยตนเอง	41 (25.6%)
สามี/ภรรยา	1 (0.6%)
บุตรหลาน	22 (13.8%)
เบี้ยผู้สูงอายุ	86 (53.8%)
เงินบำนาญ	6 (3.7%)
อื่น ๆ (เบี้ยพิการ)	4 (2.5%)
รายได้เฉลี่ยต่อเดือน	
น้อยกว่า 1,000 บาทต่อเดือน	68 (42.5%)
1,000-5,000 บาทต่อเดือน	63 (39.4%)
มากกว่า 5,000 บาทต่อเดือน	29 (18.1%)
Min=600 Max= 50,000 Median=1,000	
สิทธิการรักษา	
บัตรทอง	140 (87.5%)
ประกันสังคม	4 (2.5%)
ข้าราชการ/รัฐวิสาหกิจ	16 (10%)
เขตที่อยู่อาศัย	
เขตเทศบาล	19 (11.9%)
เขตองค์การบริหารส่วนตำบล	141 (88.1%)
การอยู่อาศัยกับครอบครัว	
อยู่ตัวคนเดียว	18 (11.3%)
สามี/ภรรยา	40 (25%)
ลูกหลาน	46 (28.7%)
สามี/ภรรยาและลูกหลาน	50 (31.3%)
ญาติพี่น้อง	6 (3.7%)

ตารางที่ 2 แสดงจำนวนและร้อยละของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามปัจจัยด้านจิตวิทยา (n=160)

Table 2 The number and percentage of the sample group classified by psychological factors (n=160)

ปัจจัยด้านจิตวิทยา	จำนวนคน (%)
1. ความรู้สึกจำเป็นในการเข้ารับบริการทันตกรรม (N)(%)	
รู้สึกไม่จำเป็น	100 (62.5%)
รู้สึกจำเป็น	60 (37.5%)
2. แรงจูงใจในการเข้ารับบริการทันตกรรม	225 (100%)
2.1 การรับรู้ปัญหาสุขภาพช่องปากของตนเอง (เลือกได้หลายข้อ)	
ไม่มีปัญหา	83 (36.9%)
สูญเสียฟัน	22 (9.8%)
เคี้ยวอาหารไม่มีประสิทธิภาพ	25 (11.1%)
ปวดฟัน	20 (8.9%)
ฟันผุ ฟันเป็นต่อ	15 (6.7%)
ฟันโยก	19 (8.4%)
มีหินปูน	14 (6.2%)
มีกลิ่นปาก	11 (4.9%)
อื่น ๆ (ฟันสึก เหงือกบวมแดง แปร่งฟันมีเลือด แผลในปาก ลิ้นเป็นฝ้าขาว ฟันห่าง)	16 (7.1%)

ตารางที่ 3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่าง ๆ กับการตัดสินใจเข้ารับบริการทันตกรรมของผู้สูงอายุ ณ คลินิกผู้สูงอายุ โรงพยาบาลพาน จังหวัดเชียงราย: การวิเคราะห์ตัวแปรเชิงเดียว (n=160)

Table 3 Relationship between factors and decision on using dental service of elderly people at Geriatric clinic, Phan hospital, Chiangrai province. : Simple logistic regression analysis (n=160)

ตัวแปร	การตัดสินใจเข้ารับบริการทันตกรรม		รวม (n=160)	OR _{crude}	95%CI	P-value ^a
	เข้ารับบริการ (n=51) n (%)	ไม่เข้ารับบริการ (n=109) n (%)				
ปัจจัยส่วนบุคคล						
เพศ						
-หญิง	26(51.0)	62 (56.9)	88	Ref.		0.49
-ชาย	25 (49.0)	47 (43.1)	72	1.27	0.65-2.47	
อายุ						
-75 ปีขึ้นไป	12 (23.5)	51 (46.8)	63	Ref.		0.005 [*]
-60-74 ปี	39 (76.5)	58 (53.2)	97	2.86	1.35-6.04	
สถานภาพ						
-โสด,หม้าย,หย่าร้าง, แยกกันอยู่	16 (31.4)	59 (54.1)	75	Ref.		0.007 [*]
-สมรส	35 (68.6)	50 (45.9)	85	2.58	1.28-5.21	
ระดับการศึกษา						
-ไม่ได้เรียน	8 (15.7)	26 (23.9)	34	Ref.		0.234 ^b
-ประถมศึกษา	34 (66.7)	70 (64.2)	104	1.58	0.65-3.85	
-มัธยมศึกษา /ปวช.ปวส	5 (9.8)	11 (10.1)	16	1.48	0.39-5.53	
-ปริญญาตรีหรือสูงกว่า	4(7.8)	2 (1.8)	6	6.50	1.00-42.31	
อาชีพหลัก/อาชีพในอดีต						0.25 ^b
-เกษตรกร	30 (58.8)	74 (67.9)	104	Ref.		
-ค้าขาย	3 (5.9)	12 (11.0)	15	0.62	0.16-2.34	
-รับจ้าง,พนักงานเอกชน,อื่น ๆ (ว่างงาน, ก่อสร้าง, พระสงฆ์)	12 (23.5)	16 (14.7)	28	1.85	0.78-4.37	
-รับราชการ/รัฐวิสาหกิจ/ธุรกิจ	6 (11.8)	7 (6.4)	13	2.11	0.66-6.81	
การทำงานในปัจจุบัน						0.32
-ไม่ได้ทำ	33 (64.7)	79 (72.5)	112	Ref.		
-ทำงาน	18 (35.3)	30 (27.5)	48	1.44	0.71-2.93	
แหล่งรายได้หลัก						1.00 ^b
-เงินบำนาญ	2 (3.9)	4 (3.7)	6	Ref.		
-จากการทำงานด้วยตนเอง	13 (25.5)	28 (25.7)	41	0.93	0.15-5.73	
-บุตรหลาน,สามี/ภรรยา	7 (13.7)	16 (14.7)	23	0.88	0.13-5.94	
-เบี้ยผู้สูงอายุ,เบี้ยพิการ	29 (56.9)	61 (56.0)	90	0.95	0.17-5.49	
รายได้เฉลี่ยต่อเดือน						0.44
-น้อยกว่า 1,000 บาท	25 (49.0)	43 (39.4)	29	Ref.		
-1,000-5,000 บาท	19 (37.3)	44 (40.4)	63	0.74	0.36-1.54	
-มากกว่า 5,000 บาท	7 (13.7)	22 (20.2)	68	0.55	0.21-1.46	
ภาระทางการเงิน						<0.001 [*]
-ไม่มีปัญหาทางด้านการเงิน	22 (43.1)	80 (73.4)	102	Ref.		
-มีปัญหาทางด้านการเงิน	29 (56.9)	29 (26.6)	58	3.64	1.81-7.31	
สิทธิการรักษา						0.85
-ข้าราชการ/รัฐวิสาหกิจ และประกันสังคม	6 (11.8)	14 (12.8)	20	Ref.		
-บัตรทอง	45 (88.2)	95 (87.2)	140	1.11	0.40-3.07	
เขตที่อยู่อาศัย						0.58
-เขตองค์การบริหารส่วนตำบล	46 (90.2)	95 (87.2)	141	Ref.		
-เขตเทศบาล	5 (9.8)	14 (12.8)	19	1.36	0.46-3.99	
การอยู่อาศัยกับครอบครัว						0.89
-อยู่ตัวคนเดียว	6 (11.8)	12 (11.0)	18	Ref.		
-ไม่ได้้อยู่ตามลำพัง	45 (88.2)	97 (89.0)	142	0.93	0.33-2.63	

หมายเหตุ: Ref. = กลุ่มอ้างอิง

ตารางที่ 3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่าง ๆ กับการตัดสินใจเข้ารับบริการทันตกรรมของผู้สูงอายุ ณ คลินิกผู้สูงอายุ โรงพยาบาลพาน จังหวัดเชียงราย : การวิเคราะห์ตัวแปรเชิงเดียว (n=160) (ต่อ)

Table 3 Relationship between factors and decision on using dental service of elderly people at Geriatric clinic, Phan hospital, Chiangrai province. : Simple logistic regression analysis (n=160) (Continued)

ตัวแปร	การตัดสินใจเข้ารับบริการทันตกรรม		รวม (n=160)	OR _{crude}	95%CI	P-value ^a
	เข้ารับบริการ (n=51) n (%)	ไม่เข้ารับบริการ (n=109) n(%)				
ปัจจัยด้านสุขภาพ						
ประสบการณ์การทำฟัน						0.11
-เคยทำฟัน	38 (74.5)	67 (61.5)	105	Ref.		
-ไม่เคยทำฟัน	13 (25.5)	42 (38.5)	55	0.55	0.26-1.14	
โรคประจำตัว						0.68
-มี	43 (84.3)	89 (81.7)	132	Ref.		
-ไม่มี	8 (15.7)	20 (18.3)	28	1.21	0.49-2.96	
ความสามารถในการช่วยเหลือตนเอง						0.02*
-มีภาวะพึ่งพิงปานกลาง	8 (15.7)	36 (33.0)	44	Ref.		
-ไม่มีภาวะพึ่งพิง	43 (84.3)	73 (67.0)	116	2.65	1.13-6.23	
ปัจจัยด้านจิตวิทยา						
ความรู้สึกจำเป็นในการเข้ารับบริการทันตกรรม						<0.001 [*]
-คิดว่าไม่จำเป็น	15 (29.4)	85 (78.0)	100	Ref.		
-คิดว่าจำเป็น	36 (70.6)	24 (22.0)	60	8.50	4.00-18.06	
แรงจูงใจในการเข้ารับบริการทันตกรรม						
การรับรู้ปัญหาสุขภาพช่องปากของตนเอง						<0.001 [*]
-ไม่มีปัญหา	13 (25.5)	70 (64.2)	83	Ref.		
-รับรู้ปัญหา	38 (74.5)	39 (35.8)	77	5.25	2.50-11.01	
การรับรู้ความรุนแรงของโรคในช่องปาก						0.45
-ระดับน้อย	2 (3.9)	7 (6.4)	9	Ref.		
-ระดับปานกลาง	9 (17.6)	27 (24.8)	36	1.17	0.20-6.67	
-ระดับมาก	40 (78.4)	75 (68.8)	115	1.87	0.37-9.41	
การรับรู้ประโยชน์ของการเข้ารับบริการทันตกรรม						0.001 [*]
-ระดับปานกลาง/น้อย	26 (51.0)	84 (77.1)	110	Ref.		
-ระดับมาก	25 (49)	25 (22.9)	50	3.23	1.59-6.56	
การรับรู้การจัดบริการทันตกรรม						0.001 [*]
-ระดับมาก	26 (51.0)	84 (77.1)	110	Ref.		
-ระดับน้อย/ปานกลาง	25 (49)	25 (22.9)	50	3.23	1.59-6.56	
ความรู้เกี่ยวกับการเข้ารับบริการทันตกรรม						0.63
-ระดับต่ำ	13 (25.5)	28 (25.7)	45	Ref.		
-ระดับปานกลาง	26 (51.0)	48 (44.0)	74	1.17	0.52-2.63	
-ระดับสูง	12 (23.5)	33 (30.3)	41	0.78	0.31-1.99	
ทัศนคติที่มีต่อการเข้ารับบริการทันตกรรม						0.14
-ระดับปานกลาง/ต่ำ	38 (74.5)	92 (84.4)	130	Ref.		
-ระดับสูง	13 (25.5)	17 (15.6))	30	1.85	0.82-4.18	
ความคาดหวังเกี่ยวกับการเข้ารับบริการทันตกรรม						0.51
-ระดับปานกลาง/น้อย	8 (15.7)	13 (11.9)	21	Ref.		
-ระดับมาก	43 (84.3)	96 (88.1)	139	0.73	0.28-1.89	
ปัจจัยด้านสังคม						
อิทธิพลจากคนในครอบครัวหรือญาติ						0.003 [*]
-ระดับน้อย	8 (15.7)	37 (33.9)	45	Ref.		
-ระดับปานกลาง	15 (29.4)	41 (37.6)	56	1.69	1.04-4.45	
-ระดับมาก	28 (54.9)	31 (28.4)	59	4.18	1.67-10.48	
อิทธิพลจากเพื่อนบ้าน						0.004 [*]
-ระดับน้อย	13 (25.5)	60 (55.0)	73	Ref.		
-ระดับปานกลาง	23 (45.1)	32 (29.4)	55	3.32	1.48-7.41	
-ระดับมาก	15 (29.4)	17 (15.6)	32	4.07	1.63-10.19	

ตารางที่ 3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่าง ๆ กับการตัดสินใจเข้ารับบริการทันตกรรมของผู้สูงอายุ ณ คลินิกผู้สูงอายุ โรงพยาบาลพาน จังหวัดเชียงราย : การวิเคราะห์ตัวแปรเชิงเดียว (n=160) (ต่อ)

Table 3 Relationship between factors and decision on using dental service of elderly people at Geriatric clinic, Phan hospital, Chiangrai province. : Simple logistic regression analysis (n=160) (Continued)

ตัวแปร	การตัดสินใจเข้ารับบริการทันตกรรม		รวม (n=160)	OR _{crude}	95%CI	P-value ^a
	เข้ารับบริการ (n=51) n(%)	ไม่เข้ารับบริการ (n=109) n(%)				
อิทธิพลจากทันตบุคลากร						0.01 [*]
-ระดับปานกลาง/น้อย	13 (25.5)	57 (52.3)	54	Ref.		
-ระดับมาก	38 (74.5)	52 (47.7)	16	3.20	1.54-6.67	
การเข้าร่วมกิจกรรมทางสังคม						0.21
-ระดับน้อย	11 (21.6)	38 (34.9)	49	Ref.		
-ระดับปานกลาง	22 (43.1)	42 (38.5)	64	1.81	0.78-4.22	
-ระดับมาก	18 (35.3)	29 (26.6)	47	2.14	0.88-5.23	
ปัจจัยสถานการณ์						
ระยะทางในการเดินทางมาเข้ารับบริการทันตกรรม						0.70
-น้อยกว่าหรือเท่ากับ 10 กิโลเมตร	25 (49.0)	57 (52.3)	78	Ref.		
-มากกว่า 10 กิโลเมตร	26 (51.0)	52 (47.7)	82	1.14	0.59-2.22	
อุปสรรคในการเข้ารับบริการทันตกรรม						0.013 [*]
-ระดับมาก	5 (9.8)	22 (20.2)	27	Ref.		
-ระดับปานกลาง	28 (54.9)	34 (31.2)	62	3.62	1.22-10.80	
-ระดับน้อย	18 (35.3)	53 (48.6)	71	1.49	1.02-4.53	

หมายเหตุ: ^a Chi-square test, ^b Fisher exact test, * statistically significant at p<0.05, Ref. = กลุ่มอ้างอิง

ตารางที่ 4 แสดงปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจเข้ารับบริการทันตกรรมของผู้สูงอายุ ณ คลินิกผู้สูงอายุ โรงพยาบาลพาน จังหวัดเชียงราย โดยวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติก แบบไบนารี โดยใช้วิธีคัดเลือกตัวแปรแบบ Backward stepwise: Wald (n=160)

Table 4 Factors influencing decision on using dental service of elderly people at Geriatric clinic, Phan hospital hospital, Chiang Rai province. : A Binary logistic regression analysis using Backward stepwise: Wald Method (n=160)

ตัวแปร	B	Wald	OR _{adjust}	95%CI	P-value
สถานภาพ					0.039
-โสด, หย่าร้าง, แยกกันอยู่			Ref.		
-สมรส	0.98	4.25	2.67	1.05-6.77	
ภาระทางการเงิน					0.018
-ไม่มีปัญหาทางการเงิน			Ref.		
-มีปัญหาทางการเงิน	1.18	5.62	3.05	1.21-7.69	
ความรู้สึกรู้สึกจำเป็นในการเข้ารับบริการทันตกรรม					<0.001
-คิดว่าไม่จำเป็น			Ref.		
-คิดว่าจำเป็น	2.03	16.93	7.60	2.89-19.95	
การรับรู้การจัดบริการทันตกรรม					0.016
-ระดับมาก			Ref.		
-ระดับน้อย/ปานกลาง	1.22	5.76	3.38	1.25-9.11	
อิทธิพลจากทันตบุคลากร					0.045
-ระดับปานกลาง/น้อย			Ref.		
-ระดับมาก	0.96	4.01	2.62	1.02-6.74	
อุปสรรคในการเข้ารับบริการทันตกรรม					0.039
-ระดับมาก			Ref.		
-ระดับน้อย/ปานกลาง	1.25	4.25	3.47	1.06-11.36	

บทวิจารณ์

การศึกษาครั้งนี้พบว่าผู้สูงอายุ ณ คลินิกผู้สูงอายุ โรงพยาบาลพาน จังหวัดเชียงราย มีการตัดสินใจเข้ารับบริการทันตกรรม น้อยกว่าร้อยละ 40 (ร้อยละ 31.9) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Posri and Wittayapairoj (2018)¹⁸ ที่พบว่าผู้สูงอายุ 60-74 ปี ในอำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น มีอัตราการมารับบริการทันตกรรมของผู้สูงอายุ คิดเป็นร้อยละ 32.08¹⁸ และสอดคล้องกับการศึกษาของ Subbowon (2018)¹⁹ ที่ระบุว่าผู้สูงอายุร้อยละ 18.4 ของผู้สูงอายุกลุ่มตัวอย่างมีการใช้บริการทันตกรรมในรอบปีที่ผ่านมา แต่ทั้งนี้ผลการศึกษาดังกล่าวขัดแย้งกับการศึกษาของ Atichayatanasin and Nammontri (2023)²⁰ ที่พบว่าผู้สูงอายุมาใช้บริการทันตกรรม ณ โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล อำเภอลำปลายมาศ จังหวัดบุรีรัมย์ ร้อยละ 58.60²⁰ โดยความแตกต่างกันของแต่ละการศึกษาอาจเป็นผลมาจากอายุของกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษาและบริบทที่แตกต่างกันของแต่ละพื้นที่ อีกทั้งการตัดสินใจใช้บริการหนึ่ง ๆ นั้น จะผ่านกระบวนการหลายขั้นตอนก่อนจะตัดสินใจ ทั้งการรับรู้ปัญหา การค้นหาข้อมูล การประเมินทางเลือก การตัดสินใจใช้บริการ และพฤติกรรมหลังการใช้บริการ ซึ่งในแต่ละกระบวนการจะมีปัจจัยต่าง ๆ ที่แตกต่างกันในแต่ละบุคคล อาทิ บุคคลต่าง ๆ ที่เข้ามามีบทบาท ทำให้แต่ละบุคคลมีการตัดสินใจที่แตกต่างกัน²¹

การศึกษานี้ยังพบว่าปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจเข้ารับบริการทันตกรรมของผู้สูงอายุ ณ คลินิกผู้สูงอายุ โรงพยาบาลพาน จังหวัดเชียงราย ได้แก่ สถานภาพ ภาระทางการเงิน ความรู้สึกจำเป็นในการเข้ารับบริการทันตกรรม การรับรู้การจัดบริการทันตกรรม อิทธิพลจากทันตบุคลากร และอุปสรรคในการเข้ารับบริการทันตกรรม

ด้านสถานภาพ พบว่าผู้สูงอายุที่มีสถานภาพสมรสมีโอกาสดำเนินการตัดสินใจเข้ารับบริการทันตกรรมมากกว่าผู้สูงอายุที่โสด หม้าย หย่าร้าง แยกกันอยู่ 2.67 เท่า ซึ่งอาจเป็นเพราะรูปแบบการใช้ชีวิตของผู้สูงอายุที่สมรสนั้นเอื้อต่อการเกิดความรู้สึกสนใจในการใช้บริการทันตกรรมมากกว่าผู้สูงอายุที่โสด หม้าย หย่าร้าง แยกกันอยู่ เช่น ผู้สูงอายุที่มีสถานภาพสมรสอาจตัดสินใจเข้ารับบริการทันตกรรม เพราะมีคู่สมรสคอยแนะนำเรื่อง การดูแลสุขภาพช่องปากและช่วยพามาส่งในการเข้ารับบริการทันตกรรม เป็นต้น

ภาระทางการเงิน พบว่าผู้สูงอายุที่มีปัญหาทางด้านทางการเงิน มีโอกาสตัดสินใจเข้ารับบริการทันตกรรมมากกว่าผู้สูงอายุที่ไม่มีปัญหาทางด้านทางการเงิน 3.05 เท่า ซึ่งอาจ

เนื่องมาจากผู้สูงอายุที่มีปัญหาทางการเงิน รู้สึกว่ามีปัญหาสุขภาพช่องปากมากกว่าและมีปัญหาเรื่องค่าใช้จ่ายในการไปใช้บริการทันตกรรมกับสถานพยาบาลอื่น ที่อยู่นอกเหนือจากสิทธิการรักษาตามสถานบริการของรัฐ ในช่วงเวลาที่ทำการศึกษา

ความรู้สึกจำเป็นในการเข้ารับบริการทันตกรรม พบว่า ผู้สูงอายุที่คิดว่าจำเป็นต้องเข้ารับบริการทันตกรรม โอกาสตัดสินใจเข้ารับบริการทันตกรรมมากกว่าผู้สูงอายุที่คิดว่าไม่จำเป็นต้องเข้ารับบริการทันตกรรม 7.60 เท่า สอดคล้องกับ Phaonimmongkol (2018)²³ ที่ระบุว่าปัจจัยความตระหนักถึงความจำเป็นต่อการเข้ารับการรักษาทางทันตกรรมเป็นเพียงปัจจัยเดียวที่มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับความต้องการเข้ารับบริการทันตกรรมของผู้สูงอายุ อาจเป็นเพราะผู้สูงอายุรู้สึกว่าการตนเองได้รับผลกระทบในการดำรงชีวิตจากการที่ตนเองมีปัญหาสุขภาพช่องปาก จึงแสวงหาแนวทางหรือการดำเนินการใด ๆ เพื่อให้ได้รับการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น นอกจากนี้อาจเป็นกลุ่มที่ไม่มีปัญหาสุขภาพช่องปากหรือไม่ได้รับผลกระทบในการดำรงชีวิตจากปัญหาสุขภาพช่องปาก แต่มีความตระหนักถึงความสำคัญของการมีสุขภาพช่องปากที่ดี จึงรู้สึกว่าเป็นต้องเข้ารับบริการทันตกรรม เช่น การพบทันตแพทย์เพื่อตรวจสุขภาพช่องปาก เป็นต้น ในขณะที่ผู้สูงอายุที่ไม่รู้สึกว่าเป็นต้องเข้ารับบริการทันตกรรม อาจเป็นเพราะไม่รับรู้ว่ามีปัญหาสุขภาพช่องปากหรือไม่ได้รับผลกระทบในการดำรงชีวิตจากการมีสุขภาพช่องปาก และไม่เห็นความสำคัญของการเข้ารับบริการทันตกรรม นอกจากนี้แม้ว่าได้รับผลกระทบจากปัญหาสุขภาพช่องปาก แต่ตนเองก็มีวิธีการจัดการกับปัญหานั้นด้วยตนเอง จึงรู้สึกว่าเป็นต้องเข้ารับบริการทันตกรรมกับทันตบุคลากรแต่อย่างใด สอดคล้องกับการศึกษาของ Korwanich and Chanmethae (2008) เรื่องการใช้บริการทันตกรรมของผู้สูงอายุในตำบลท่าโพธิ์ อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก ระหว่างปี พ.ศ. 2550-2551 ที่พบว่าอัตราการเข้ารับบริการในรอบ 1 ปีที่ผ่านมาค่อนข้างน้อย โดยเหตุผลของการไม่ไปใช้บริการเป็นเพราะไม่เห็นความสำคัญของการป้องกันโรค ได้แก่ ยังไม่มีปัญหาสุขภาพช่องปาก และไม่คิดว่าควรเข้ารับบริการทันตกรรมมีความสำคัญ²⁴

การรับรู้การจัดบริการทันตกรรม พบว่าผู้สูงอายุที่รับรู้การจัดบริการทันตกรรมระดับน้อย/ปานกลาง มีโอกาสดำเนินการตัดสินใจเข้ารับบริการทันตกรรมมากกว่าผู้สูงอายุที่รับรู้การจัดบริการทันตกรรมระดับมาก 3.38 เท่า (95% CI อยู่ระหว่าง 1.25-9.11) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะผู้สูงอายุที่รับรู้การจัดบริการ

ทันตกรรมระดับน้อย/ปานกลาง เพื่งทราบการให้บริการทันตกรรมของโรงพยาบาลพาน จังหวัดเชียงราย แก่ผู้สูงอายุในช่วงเวลาที่มีการสัมภาษณ์ จึงทำให้เกิดความสนใจในการรับบริการทันตกรรมมากกว่าผู้สูงอายุที่รับรู้บริการทันตกรรมระดับมาก นอกจากนี้ผู้สูงอายุที่รับรู้การจัดบริการทันตกรรมระดับมากอาจจะมีการรับรู้การจัดบริการทันตกรรมอื่น ๆ นอกเหนือจากบริการทันตกรรม ณ โรงพยาบาลพาน จังหวัดเชียงราย อาทิ คลินิกเอกซเรย์ จึงอาจเป็นหนึ่งในเหตุผลทำให้ตัดสินใจเข้ารับบริการแหล่งอื่น ๆ แทนที่จะเข้ารับบริการทันตกรรมของโรงพยาบาลพาน จังหวัดเชียงราย

อิทธิพลจากทัศนคติการ พบว่าผู้สูงอายุที่ได้รับอิทธิพลจากทัศนคติการระดับมาก มีโอกาสตัดสินใจเข้ารับบริการทันตกรรมมากกว่า ผู้สูงอายุที่ได้รับอิทธิพลจากทัศนคติการระดับปานกลาง/น้อย 2.62 เท่า (95% CI อยู่ระหว่าง 1.02-6.74) ด้วยอาจเป็นเพราะคำแนะนำของทัศนคติการนั้นเป็นข้อมูลที่มีความถูกต้อง มีความน่าเชื่อถือ และมีประโยชน์ต่อผู้สูงอายุในการทำให้ผู้สูงอายุมีสุขภาพช่องปากที่ดี หรือ ทัศนคติการสามารถแก้ไขปัญหสุขภาพช่องปากต่าง ๆ ที่ผู้สูงอายุมีอยู่ได้ ซึ่งจากการศึกษาพบว่าผู้สูงอายุที่ตัดสินใจเข้ารับบริการทันตกรรมส่วนใหญ่เคยมีประสบการณ์การทำฟันกับทันตแพทย์ แล้วได้รับคำแนะนำที่ดีเป็นกันเอง จึงเพิ่มโอกาสตัดสินใจเข้ารับบริการทันตกรรม ทั้งนี้ผลการศึกษาคัดแย้งกับการศึกษาของ Subbowon (2018)¹⁹ ที่พบว่าแรงสนับสนุนทางสังคมจากทัศนคติการไม่มีความสัมพันธ์กับการใช้บริการทันตกรรมของผู้สูงอายุ ซึ่งอาจเนื่องมาจากผู้สูงอายุมีความคิด ความเชื่อมั่น และประสบการณ์ที่สามารถพิจารณาและกระทำสิ่งต่าง ๆ ได้เอง จึงทำให้บุคคลอื่น ๆ ไม่มีอิทธิพลต่อความคิดหรือการกระทำในการไปใช้บริการทันตกรรม

อุปสรรคในการเข้ารับบริการทันตกรรม พบว่าผู้สูงอายุที่มีอุปสรรคในการเข้ารับบริการทันตกรรมระดับน้อย/ปานกลาง มีโอกาสตัดสินใจเข้ารับบริการทันตกรรมมากกว่าผู้สูงอายุที่มีอุปสรรคในการเข้ารับบริการทันตกรรมระดับมาก 3.47 เท่า นั่น ซึ่งอาจเป็นเพราะผู้สูงอายุที่มีอุปสรรคในการเข้ารับบริการทันตกรรมระดับน้อย/ปานกลาง มีปัจจัยต่าง ๆ อาทิ ความกลัวการทำฟัน การมีโรคประจำตัวที่เป็นอุปสรรคต่อการทำฟัน น้อยกว่าผู้สูงอายุที่มีอุปสรรคในการเข้ารับบริการทันตกรรมระดับมาก

จากผลการศึกษา ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการศึกษาไปใช้ประโยชน์ ยกตัวอย่างเช่น โรงพยาบาลหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้องอาจจัดให้มีบริการทันตกรรม โดยให้

ทันตบุคลากรทำงานเชิงรุก เช่น ออกตรวจสุขภาพช่องปากประจำปีให้แก่ผู้สูงอายุในชุมชน คลินิกผู้สูงอายุ คลินิกโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง เป็นต้น ร่วมกับการให้ข้อมูลที่สร้างความตระหนักถึงความจำเป็นในการเข้ารับบริการทันตกรรมของผู้สูงอายุ นอกจากนี้ควรมีการประชาสัมพันธ์บริการทันตกรรมให้ผู้สูงอายุรับทราบเพื่อเพิ่มการตัดสินใจเข้ารับบริการทันตกรรมในกลุ่มผู้สูงอายุมากขึ้น

จุดแข็งของการศึกษานี้ คือ มีการศึกษาครอบคลุมในหลายปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการตัดสินใจเข้ารับบริการทันตกรรมของผู้สูงอายุ อย่างไรก็ตามการศึกษานี้มีข้อจำกัด เนื่องจากศึกษาเฉพาะกลุ่มผู้สูงอายุ ณ คลินิกผู้สูงอายุ โรงพยาบาลพาน จังหวัดเชียงราย ซึ่งอาจได้ผลการศึกษาที่แตกต่างกับการศึกษาในพื้นที่อื่น ๆ ที่มีบริบทแตกต่างกัน และไม่สามารถนำไปปรับใช้ในประชากรที่มีขนาดใหญ่ เช่น ในระดับจังหวัดหรือระดับประเทศ ดังนั้นควรมีการศึกษาเพิ่มเติม (Further Study) โดยขยายการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจในการเข้ารับบริการทันตกรรมของผู้สูงอายุในระดับจังหวัดหรือประเทศต่อไป เพื่อใช้สนับสนุนการออกนโยบายและแนวทางปฏิบัติในการพัฒนาบริการทันตกรรมที่ครอบคลุมทุกพื้นที่

บทสรุป

ผลการศึกษาได้นำเสนอให้เห็นถึงปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจเข้ารับบริการทันตกรรมของผู้สูงอายุ ณ คลินิกผู้สูงอายุ โรงพยาบาลพาน จังหวัดเชียงราย ได้แก่ สถานภาพทางการเงิน ความรู้สึกรู้สึกจำเป็นในการเข้ารับบริการทันตกรรม การรับรู้การจัดบริการทันตกรรม อิทธิพลจากทัศนคติการ และอุปสรรคในการเข้ารับบริการทันตกรรม ซึ่งข้อมูลสามารถนำไปใช้ในการพัฒนาระบบบริการทันตกรรมและการพัฒนาคุณภาพชีวิตในด้านสุขภาพช่องปากให้แก่ผู้สูงอายุในพื้นที่ได้²³

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ เจ้าหน้าที่คลินิกผู้สูงอายุ โรงพยาบาลพาน จังหวัดเชียงราย ผู้ช่วยเหลือวิจัย และผู้ที่มีส่วนในการให้คำปรึกษาจนงานสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

บทความนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการวิจัย ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจเข้ารับบริการทันตกรรมของผู้สูงอายุ ณ คลินิกผู้สูงอายุโรงพยาบาลพาน จังหวัดเชียงราย

เอกสารอ้างอิง

1. Sheiham A. Oral health, general health and quality of life, Editorials. *Bull World Health Organ*. 2005Sep;83(9):644-A.
2. Cohen LK, Jago JD. Toward the formulation of sociodental indicators. In *J Health Serv*. 1976; 6(4):681-98.
3. Sombatwattanangkul S, Potisa S. Health status and oral health status of elderly who received dental treatment In Sanpatong Hospital, Chiang Mai province. *Th Dent PH J*. 2007;12(3):62-74.
4. Prasongsuk P. Access to dental services among the elderly in Chonburi province. [dissertation]. Chonburi:Burapha University; 2017.
5. Ministry of Social Development and Human Security. Older Persons Act B.E. 2546 (2003). 7th Bangkok:Theppenvanich Printing House;2010.
6. Institute of Geriatric Medicine Department of Medical Services, Ministry of Public Health. Guidelines for providing health services for the elderly in health service facilities. [Place unknown]: Institute of Geriatric Medicine; 2024.1111
7. Institute of Geriatric Medicine Department of Medical Services, Ministry of Public Health. Guidelines for the implementation of quality geriatric clinics and key issues in geriatric medicine in the outpatient department. Bangkok:CG Tool Co., Ltd.;2021.
8. Committee for the Development of Geriatric Health Screening and Assessment Tools, Ministry of Public Health. Handbook for health screening and assessment of older adults 2021. Bangkok: Najanta Creation Co., Ltd.;2021.
9. Jaturongkakul A. Marketing Management: Strategy and Tactics. Bangkok: Thammasat University;2003.
10. Davidson PL, Andersen RM. Determinants of dental care utilization for diverse ethnic and age groups. *Advance Dental Research*. 1997;11(2). 254-262.
11. Andersen RM. Revisiting the behavioral model and access to medical care: does it matter?. *J Health Soc Behav*. 1995;36(1):1-10.
12. Yamane T. Statistics, An Introductory Analysis. 3nd New York:Harper and Row;1967.
13. Dawson B, Trapp R. Basic & Clinical Biostatistics: 4th McGraw-Hill Education;2004.
14. Bureau of Elderly Health, Department of Health, Ministry of Public Health. Manual for caregiver training for the elderly: 420-hour curriculum. 2nd Nonthaburi: Veterans General Printing Office; 2014.
15. Allport G. Attitudes. In *A Handbook of Social Psychology*, ed. C. Murchison. Worcester, MA: Clark University Press;1935.789-844.
16. Rovinelli RJ, Hambleton RK. On the use of content specialists in the assessment of criterion-referenced test item validity. *Dutch J Educ Res*. 1977;2(2):49-60.
17. Nunnally J. Psychometric Theory. New York: McGraw-Hill;1978.
18. Posri K, Wittayapairoj J. Factors related to utilization of dental services among the elderly aged 60-74 years in Mueang district, Khon Kaen Province. *TDNJ*. 2018;29(2):84-97.
19. Subbowon U. Factors Related to Utilization of Dental Services Among Elderly in Nakhonchaisi Subdistrict, Nakhonchaisi District, Nakhon Pathom Province. *Reg 4-5 Med J*. 2018;37(4):306-317.
20. Atichayatanasin P, Nammontri O. Factors Associated with Dental Service Use among Elderly in Subdistrict Health Promoting Hospitals, Lamplaimat District, Buriram Province. *TDNJ*. 2023;34(1):24-34.

21. Kotler P., Keller KL. Marketing management. 13th New Jersey:Upper Saddle River;2009.
22. Phaonimmongkol C. Factors related to dental service needs of the elderly people in Bangbo subdistrict administrative organization, Samut Prakarn province.J Gerontol Geriatr Med. 2018;17(1).10-19.
23. Korwanich K. Chanmethae R. Dental care utilization among elderly in tambon ta-poe, amphor muang, phitsanulok. [dissertation]. Phitsanulok. Department of Preventive Dentistry, Faculty of Dentistry, Naresuan University;2008.
24. Krisapong S. Social Determinants of Health and Population Approach: Implications for Oral Health Promotion. Bangkok: Chulalongkorn University Press;2021.

ผู้ประพันธ์บรรณกิจ

ทิวทัศน์ สินไชย

กลุ่มงานทันตกรรม โรงพยาบาลพาน

อำเภอพาน จังหวัดเชียงราย 57120

โทรศัพท์ : 053 721 345 # 1104

จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ : tewtatsinchai@gmail.com



Factors Influencing Decision on Using Dental Service of Elderly People at Geriatric Clinic, Phan Hospital, Chiangrai Province.

Tewtat Sinchai ^{1,*}

Research Article

Abstract

Objective: This study aimed to examine the factors influencing decision on using dental service of elderly people at the Geriatric Clinic, Phan hospital.

Materials and Methods: This cross-sectional study involved 160 elderly people aged 60 years and above, including homebound and socially active individuals, who were screened for geriatric syndromes at the Geriatric Clinic of [hospital name withheld]. Data were collected using a structured interview questionnaire based on the conceptual integration of Jaturongkukul's consumer decision-making model and the dental service utilization model by Davidson and Andersen. The data collection was conducted between October 1, 2024, and March 31, 2025. Descriptive statistics such as frequency distribution, percentage, mean, median, and standard deviation were used. Inferential statistics included Chi-square tests or Fisher's exact tests for association analysis. In addition, the factors influencing the decision on using dental service of elderly people were analyzed using binary logistic regression analysis.

Results: The study found that after controlling for various factors, the factors that significantly influenced the decision on using dental service of elderly people were statistically significant at the 0.05 level. These included marital status (OR=2.67, 95% CI: 1.05–6.77), financial burden (OR=3.05, 95% CI: 1.21–7.69), perceived need for dental care (OR=7.60, 95% CI: 2.89–19.95), perception of available dental service (OR=3.38, 95% CI: 1.25–9.11), influence of dental personnel (OR=2.62, 95% CI: 1.02–6.74), and perceived barriers to dental care (OR=3.74, 95% CI: 1.06–11.36). These factors can explain 52.2% of the likelihood of elderly people decision on using dental care.

Conclusion: Key factors influencing decision on using dental service of elderly people at the Geriatric Clinic of [hospital name withheld] included marital status, financial burden, perceived need for dental care, perception of available dental service, influence from dental personnel, and perceived barriers to care. The researcher recommends that dental personnel take a proactive approach by providing information that raises awareness of the necessity of using dental service among elderly people and by promoting dental service to ensure that elderly people are informed, thereby increasing their decision to using dental service.

Keywords: Using Dental Service/ Elderly/ Geriatric Clinic

Corresponding Author

Tewtat Sinchai
Dental Department, Phan Hospital.
Amphur Phan, Chiang Rai 57120
Tel. : +66 53 721 345 # 1104
Email : tewtatsinchai@gmail.com

¹ Dental Department, Phan Hospital, Amphur Phan, Chiang Rai.

* Corresponding Author



ความแม่นยำการวัดความยาวเชิงเส้น จากภาพรังสีโคน�มคอมพิวเตอร์โทโมกราฟีต่างชนิด

กานดา มุ่งเจริญพร¹ นิภาวรัชญ์ โภโยโกโสวรรค์¹ เพชรชมพู ศรีแสงนิล¹ อารยา ภิเศก² วริยา พันธุ์ประสิทธิ์^{3,*}

บทความวิจัย

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์: ภาพรังสีทางทันตกรรมชนิดสองมิติและสามมิติ เป็นเครื่องมือสำคัญในการตรวจประเมินสภาพช่องปาก ปัจจุบันได้มีการใช้ภาพรังสีชนิดสามมิติหรือโคน�มคอมพิวเตอร์โทโมกราฟีเพิ่มขึ้น แต่เนื่องจากมีผู้ผลิตจำนวนมาก ทำให้คุณสมบัติของเครื่องมือมีความแตกต่างกันบางประการ ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อคุณภาพของภาพงานวิจัยนี้จึงเป็นการศึกษาเชิงทดลอง เพื่อเปรียบเทียบคุณภาพของภาพรังสีโคน�มคอมพิวเตอร์โทโมกราฟีในมิติการวัดความยาวเชิงเส้นของภาพรังสี ซึ่งถูกสแกนจากเครื่องที่ต่างกัน 2 ชนิด ได้แก่ เครื่องแพลนเมก้า วิสโซ จี 7[®] และแคร์สตรีม 8100 เอสซี 3ดี[®]

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ: เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมซึ่งเป็นแบบจำลองจากการพิมพ์สามมิติที่ทราบขนาด จำนวน 64 ตัวอย่าง (N=64) โดยออกแบบวางแผนเรียงเป็นแถวบนฐานพลาสติก มีระยะห่างระหว่างแบบจำลอง 1 เซนติเมตร สแกนด้วยพารามิเตอร์เดียวกันทั้งสองเครื่อง ภาพที่ได้จะถูกส่งเข้าระบบจัดเก็บรูปภาพทางการแพทย์แบบดิจิทัล เพื่อทำการวัดความยาวเชิงเส้น ด้วยผู้วัด 2 คนโดยวัดความกว้าง และความยาว จากระนาบตามแกน วัดความสูงจากระนาบแบ่งซ้ายขวา และใช้สถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบซ้ำ

ผล: ผลการศึกษาพบค่าเฉลี่ยความยาวเชิงเส้นแตกต่างจากแบบจำลอง โดยภาพที่สแกนจากเครื่องแพลนเมก้า วิสโซ จี 7[®] และแคร์สตรีม 8100 เอสซี 3ดี[®] เป็น 0.04 ± 0.08 มิลลิเมตร ($p < 0.001$) และ -0.15 ± 0.40 มิลลิเมตร ($p < 0.001$) ตามลำดับ

บทสรุป: ภาพที่ถูกสแกนจากทั้งสองเครื่องสามารถวัดความยาวเชิงเส้นได้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยภาพจากเครื่องแพลนเมก้า วิสโซ จี 7[®] วัดความยาวเชิงเส้นได้แตกต่างจากแบบจำลองน้อยกว่า แคร์สตรีม 8100 เอสซี 3ดี[®]

คำไรท์: โคน�มคอมพิวเตอร์โทโมกราฟี/ การวิเคราะห์ภาพรังสี/ ความแม่นยำของการวัด/ แบบจำลองการพิมพ์สามมิติ

Received: Dec 2, 2024

Revised: Jul 3, 2025

Accepted: Aug 14, 2025

บทนำ

การตรวจทางภาพรังสี (Radiographic examination) เป็นเครื่องมือสำคัญในงานทางทันตกรรม โดยถูกนำมาใช้ในหลายกระบวนการตั้งแต่การวินิจฉัยแยกโรค การวางแผนการรักษา การประเมินสภาพช่องปาก ก่อน ระหว่าง และหลังการรักษา ตลอดจนการติดตามผลการรักษา ถึงแม้การสแกนภาพรังสีชนิดสองมิติจะเป็นที่นิยมอย่างแพร่หลาย เนื่องจากมีราคาไม่แพง ใช้งานง่าย และใช้ปริมาณรังสีน้อย แต่มีข้อจำกัด หลาย

ประการ เช่น การบิดเบี้ยวของภาพ การซ้อนทับของกายวิภาค การเกิดข้อผิดพลาดได้ง่ายจากกระบวนการสร้างภาพ บางครั้งจึงจำเป็นต้องใช้เทคนิคการสแกนภาพรังสีชนิดอื่น ปัจจุบันได้มีการพัฒนาการสแกนภาพรังสีชนิดสามมิติสำหรับใช้ในทางทันตกรรมเพื่อลดข้อจำกัดข้างต้น ได้แก่ การสแกนภาพรังสีโคน�มคอมพิวเตอร์โทโมกราฟี (Cone-Beam Computed Tomography; CBCT) ซึ่งสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ใน

¹ นักศึกษาทันตแพทย์ ชั้นปีที่ 6 คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

² สาขาวิชาทันตกรรมป้องกัน แผนกทันตสาธารณสุข คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

³ สาขาวิชาชีวเวชศาสตร์ช่องปาก แผนกทันตวิทยาโรคช่องปาก คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

* ผู้ประพันธ์บทความ

หลายสาขาทางทันตกรรม เช่น การรักษาคลองรากฟัน ศัลยกรรมช่องปากขากรรไกรและใบหน้า การประเมินทางทันตกรรมจัดฟัน การวินิจฉัยรอยโรคหรือความผิดปกติทางพยาธิวิทยา และการประเมินกระดูกเพื่อฝังรากฟันเทียม¹

กระบวนการสร้างภาพของเครื่องโคนบีมคอมพิวเตอร์โทโมกราฟี อาศัยหลักการสแกนภาพอย่างต่อเนื่องจากแหล่งกำเนิดรังสีซึ่งปล่อยลำรังสีเอกซ์เป็นรูปกรวยผ่านเนื้อเยื่อผู้ป่วย โดยมีตัวตรวจหา (Detector) เป็นตัวรับรังสีที่ผ่านจากเนื้อเยื่อนั้น และส่งสัญญาณเข้าไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อประมวลผลและแสดงข้อมูลเป็นภาพรังสีในระบบดิจิทัล ซึ่งมีความแตกต่างตามความหนาแน่นของเนื้อเยื่อในแต่ละบริเวณ ข้อมูลที่ได้จากการสแกนจะเป็นข้อมูลพื้นฐานต้องอาศัยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (Software programs) ช่วยสร้างข้อมูลภาพเป็น 3 ระนาบ ได้แก่ ระนาบตามแกน (Axial plane) ระนาบแบ่งซ้ายขวา (Sagittal plane) และระนาบแบ่งหน้าหลัง (Coronal plane) โดยมีปริมาตรเล็กที่สุดลักษณะเป็นทรงลูกบาศก์สามมิติ เรียกว่า วอกเซล (Voxel) ประกอบกันเป็นจำนวนมาก จนเห็นเป็นลักษณะภาพสามมิติ² โดยปัจจัยที่ส่งผลต่อการสร้างภาพรังสีโคนบีมคอมพิวเตอร์โทโมกราฟี ได้แก่ ขนาดพื้นที่ในการรับภาพ (Field of view; FOV) ปัจจัยกำหนดปริมาณรังสี (Exposure factors) และขนาดวอกเซล (Voxel size) ซึ่งมีความสัมพันธ์กับตัวแปรของคุณภาพในภาพรังสี³

เครื่องโคนบีมคอมพิวเตอร์โทโมกราฟีจากบริษัทผู้ผลิตต่างกัน จะมีคุณสมบัติของเครื่องแตกต่างกัน เช่น ขนาดเครื่อง ขนาดวอกเซล ขนาดพื้นที่ในการรับภาพ ชนิดตัวตรวจหาระยะเวลาในการสแกนภาพรังสี การจัดตำแหน่งผู้ป่วย² รวมถึงขนาดของจุดโฟกัส (Focal spot) โดยปัจจัยเหล่านี้มีผลต่อคุณภาพของภาพ³ ซึ่งอาจจะส่งผลต่อความถูกต้องในการประเมินและตรวจวินิจฉัยทางทันตกรรม

การศึกษาที่ผ่านมาของ Strateman และคณะ⁴ ได้เปรียบเทียบคุณภาพของภาพรังสีที่ถูกสแกนจากเครื่องโคนบีมคอมพิวเตอร์โทโมกราฟี 2 ชนิด ได้แก่ NewTom[®] และ Hitachi MercuRay[®] โดยการสแกนกะโหลกศีรษะ และวัดจุดอ้างอิง จำนวน 65 ตำแหน่ง พบว่าภาพรังสีจากทั้งสองเครื่องสามารถวัดระยะจุดอ้างอิงได้แตกต่างจากระยะจริงน้อยมากคือ NewTom[®] (0.07 ± 0.41 มิลลิเมตร) และ Hitachi MercuRay[®] (0.00 ± 0.22 มิลลิเมตร) เครื่องโคนบีมคอมพิวเตอร์โทโมกราฟีทั้งสองชนิดนี้จึงให้ความแม่นยำสูง Loubele และคณะ⁵ ก็ได้ศึกษาคุณภาพของภาพรังสีที่สแกนจากเครื่อง

โคนบีมคอมพิวเตอร์โทโมกราฟีจำนวน 5 ชนิด ได้แก่ Accuitomo 3D[®], MercuRay[®], NewTom 3G[®], i-CAT[®] และ Sensation 16[®] โดยสแกนแบบจำลองขากรรไกร และวัดความหนาของขากรรไกรจากภาพที่สแกนได้ ด้วยโปรแกรมอัตโนมัติ เปรียบเทียบกับความหนาจริงของแบบจำลองขากรรไกร พบว่าเครื่องโคนบีมคอมพิวเตอร์โทโมกราฟี ทั้ง 5 ชนิด มีการวัดความแตกต่างจากภาพที่สแกน และความหนาจริง น้อยกว่า 0.37 มิลลิเมตร โดยเครื่อง i-CAT ให้ภาพที่มีคุณภาพดีที่สุด ในขณะที่ Razavi และคณะ⁶ ได้ศึกษากระดูกขมับ (Temporal bone) ด้วยเครื่องโคนบีมคอมพิวเตอร์โทโมกราฟี จำนวน 4 ชนิด ได้แก่ Acteon[®], NewTom[®], Carestream 9300[®] และ Planmeca Promax 3D[®] โดยแต่ละชนิดจะถูกสแกน 5 โหมด คือ Ear, Nose, and Throat (ENT), Temporomandibular Joint (TMJ), Ear, Teeth และ Face เพื่อหาโหมดที่เหมาะสมให้ได้ภาพกระดูกขมับส่วนหูที่มีคุณภาพดี การศึกษานี้พบว่า หากสแกนด้วยเครื่อง Carestream 9300[®] ควรใช้โหมด Ear หากสแกนด้วยเครื่อง Planmeca Promax 3D[®] ควรใช้โหมด Teeth ส่วนการสแกนด้วยเครื่อง Acteon[®] และ NewTom[®] สามารถใช้ได้ทุกโหมดก็ให้ภาพกระดูกขมับที่มีคุณภาพดี⁶

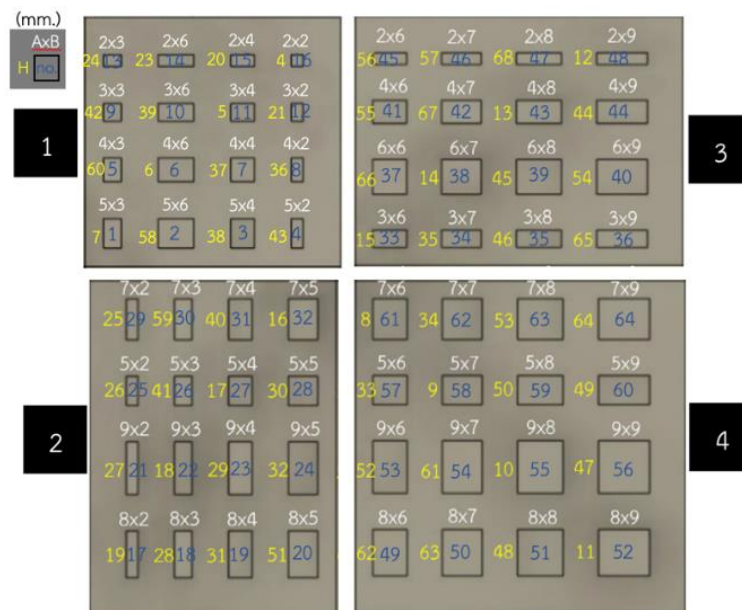
เนื่องจากคณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น มีเครื่องโคนบีมคอมพิวเตอร์โทโมกราฟี 2 ชนิด คือ เครื่องแพลนเมก้า วิสโซ จี 7[®] (Planmeca Viso G7[®]; Planmeca, Helsinki, Finland) และเครื่องแคร์สตรีม 8100 เอสซี 3ดี[®] (Carestream 8100SC 3D[®]; Carestream Dental LLC, Atlanta, Georgia, United States) ซึ่งยังไม่พบการศึกษาใดเกี่ยวกับคุณภาพของภาพรังสีที่ถูกสแกนจากเครื่องโคนบีมคอมพิวเตอร์โทโมกราฟีทั้ง 2 ชนิดนี้ งานวิจัยนี้จึงต้องการศึกษาคุณภาพของภาพรังสีที่ถูกสแกนจากเครื่องทั้งสองชนิด โดยดูความแม่นยำการวัดระยะความยาวเชิงเส้นเปรียบเทียบกับแบบจำลอง

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

สร้างแบบจำลองการพิมพ์สามมิติด้วยวัสดุพลาสติกชีวภาพชนิดกรดโพลิแลกติก (Polylactic acid; PLA) เป็นรูปแท่งสี่เหลี่ยม ซึ่งมีความกว้าง (A) ความยาว (B) และความสูง (H) ที่แน่นอน แต่มีระยะที่หลากหลาย จำนวน 64 แท่ง ซึ่งเป็นขนาดตัวอย่างอ้างอิงจากการศึกษาที่ใกล้เคียง⁷ โดยวางเรียงบนฐานพลาสติก มีระยะห่างระหว่างแท่ง 1 เซนติเมตร และกำหนดเครื่องหมายระบุ (Identification marker) แต่ละ

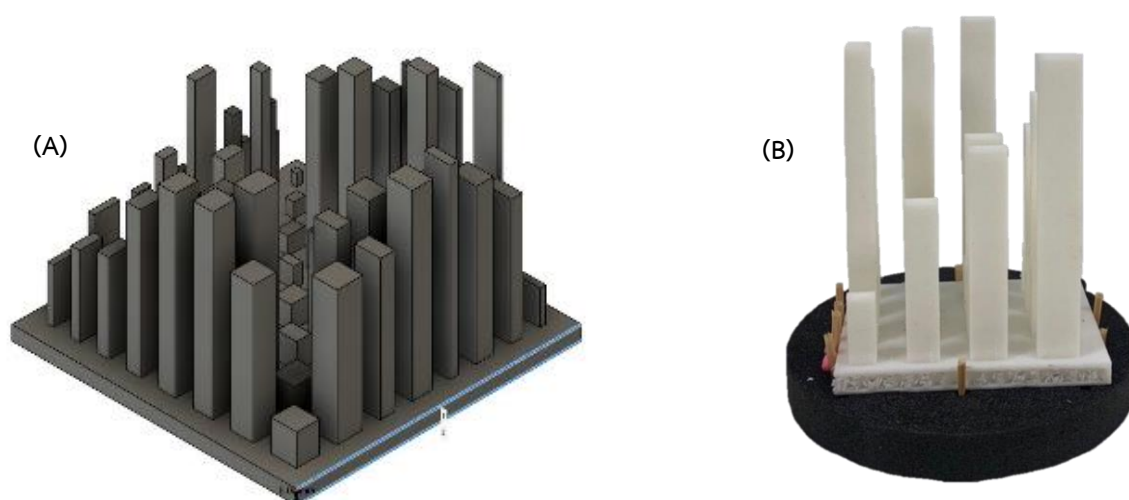
ด้านของแบบจำลอง (รูปที่ 1 และ รูปที่ 2) ทำการสแกนภาพด้วยเครื่องโคนบีมคอมพิวเตอร์โทโมกราฟี จำนวน 2 เครื่อง ได้แก่ เครื่องแพลนเมก้า วิสโซ จี 7[®] (Planmeca Viso G7[®]; Planmeca, Helsinki, Finland) และเครื่องแคร์สตรีม 8100 เอสซี 3ดี[®] (Carestream 8100SC 3D[®]; Carestream Dental LLC, Atlanta, Georgia, United States) ซึ่งมีคุณสมบัติของเครื่อง (ตารางที่ 1) โดยใช้พารามิเตอร์ในการสแกนเหมือนกัน

คือ ปริมาณกระแสไฟฟ้า 5 มิลลิแอมแปร์ (mA) ความต่างศักย์ 90 กิโลโวลต์ (kV) ขนาดฟอกเซล 150 ไมครอน (μm) พื้นที่รับภาพ 80x90 มิลลิเมตร ยกเว้นระยะเวลาสแกนที่เป็นระบบอัตโนมัติ มีความแตกต่างกันคือ เครื่องแพลนเมก้า วิสโซ จี 7[®] 19.3 วินาที และเครื่องแคร์สตรีม 8100 เอสซี 3ดี[®] 15 วินาที ส่งภาพรังสีเข้าระบบจัดเก็บรูปภาพทางการแพทย์ แบบดิจิทัล (Infinit PACS[®] INFINITT Healthcare, Seoul, South Korea)



รูปที่ 1 การออกแบบ แบบจำลอง กำหนดขนาด A (ตัวอักษรสีขาวตัวแรก) = ความกว้าง B (ตัวอักษรสีขาวตัวหลัง) = ความยาว H (ตัวอักษรสีเหลือง) = ความสูง และหมายเลขแบบจำลอง (ตัวอักษรสีน้ำเงิน) 1-64

Figure 1 Model design with actual size A (1st white word) = width, B (2nd white word) = length, H (yellow word) = height and numbering (blue word) 1-64



รูปที่ 2 (A) การจำลองภาพสามมิติ ของแบบจำลอง (B) ตัวอย่างแบบพิมพ์จำลองที่ใช้ในการศึกษา

Figure 2 (A) 3D-Model design (B) Sample of 3D printed models

ตารางที่ 1 แสดงคุณสมบัติทั่วไปของเครื่องแพลนเมก้า วิสโซ่ จี 7[®] และแคร์สตรีม 8100 เอสซี 3ดี[®]

Table 1 General specification of CBCT machines: Planmeca Viso G7[®] and Carestream 8100SC 3D[®]

คุณสมบัติทั่วไป	เครื่องโคนบีมคอมพิวเตอร์โทโมกราฟี	
	Planmeca Viso G7 [®]	Carestream 8100SC 3D [®]
ชนิดตัวตรวจหา	Amorphous silicon flat panel	Complementary metal-oxide semiconductor (CMOS)
ขนาดตัวตรวจหา	250 x 300 mm	6.4 x 263.3 mm
ค่าความต่างศักย์	60 - 120 kV	60 - 90 kV
ขนาดจุดโฟกัส	0.5 mm	0.7 mm
ปริมาณกระแสไฟฟ้า	1-16 mA	2-15 mA
ระยะเวลาการสแกน	1-36 s	3-15 s
ขนาดออกเซล	75 - 600 μ m	75 - 400 μ m
ขนาดพื้นที่รับภาพ	130x30 - 170x170 mm (jaw)	40x40 - 80x90 mm

ผู้ควบคุมการวัดจำนวน 1 คน จะกำหนดหมายเลขของภาพและตั้งแกนสำหรับการวัด กลุ่มตัวอย่างหมายเลข 1 ถึง 64 ถูกสแกนด้วยเครื่องแพลนเมก้า วิสโซ่ จี 7[®] และหมายเลข 65 ถึง 128 ถูกสแกนด้วยเครื่องแคร์สตรีม 8100 เอสซี 3ดี[®] ผู้วัดเป็นนักศึกษาทันตแพทย์ ชั้นปีที่ 6 คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จำนวน 2 คน ซึ่งผ่านการปรับมาตรฐานการวัดกับผู้เชี่ยวชาญทางด้านรังสีวิทยาช่องปากและแมกซิลโลเฟเชียล คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่นแล้ว ข้อมูลภาพทั้งหมดจะถูกปกปิด (Blindness) โดยผู้วัดจะไม่ทราบรายละเอียดของการสแกนภาพ ชนิดของเครื่องโคนบีมคอมพิวเตอร์โทโมกราฟีที่ใช้สแกน และตำแหน่งของกลุ่มตัวอย่างที่วัด ผู้วัดทั้งสองจะทำการวัดความกว้าง (A) และความยาว (B) จากภาพรังสีโคนบีมคอมพิวเตอร์โทโมกราฟีประมาณตามแกน และวัดความสูง (H) จากระนาบแบ่งซ้ายขวา ด้วยจอแสดงผลเดียวกันคือ จอแอลอีดี ขนาด 21.5 นิ้ว ความละเอียดจอ 1920x1080 พิกเซล (HP Development Company, L.P., United States) ในห้องอ่านแปลผลภาพรังสีของคณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่นโดยผู้วัดสามารถปรับขยายภาพ (Magnification) หรือดิงภาพ (Zoom) เพื่อการมองเห็นที่ชัดเจนก่อนการวัด แต่ไม่สามารถปรับความสว่าง (Brightness) หรือ ความเปรียบต่าง (Contrast) และทำการวัดข้อมูลเพียงหนึ่งครั้งในหน่วยมิลลิเมตร โดยไม่มีการวัดซ้ำ (รูปที่ 3 และ

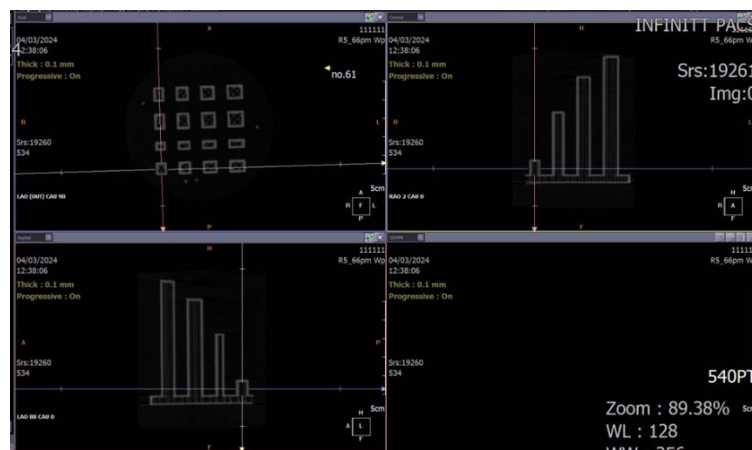
รูปที่ 4) จากนั้นบันทึกข้อมูล แล้วหาค่าเฉลี่ยแต่ละระยะจากผู้วัดทั้งสอง และนำข้อมูลเข้าโปรแกรมวิเคราะห์ทางสถิติ IBM SPSS เวอร์ชัน 28.0.0.0 (IBM Corporation, United States)

การหาค่า Intraobserver reliability ของผู้วัด โดยผู้ควบคุมทำการสุ่มกลุ่มตัวอย่างภาพรังสีโคนบีมคอมพิวเตอร์โทโมกราฟี จำนวน 10 ภาพ ให้ผู้วัดทั้งสองคนทำการวัดคนละเวลา และวัดซ้ำอีกครั้งโดยมีระยะห่าง 2 สัปดาห์

การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติวิจัย

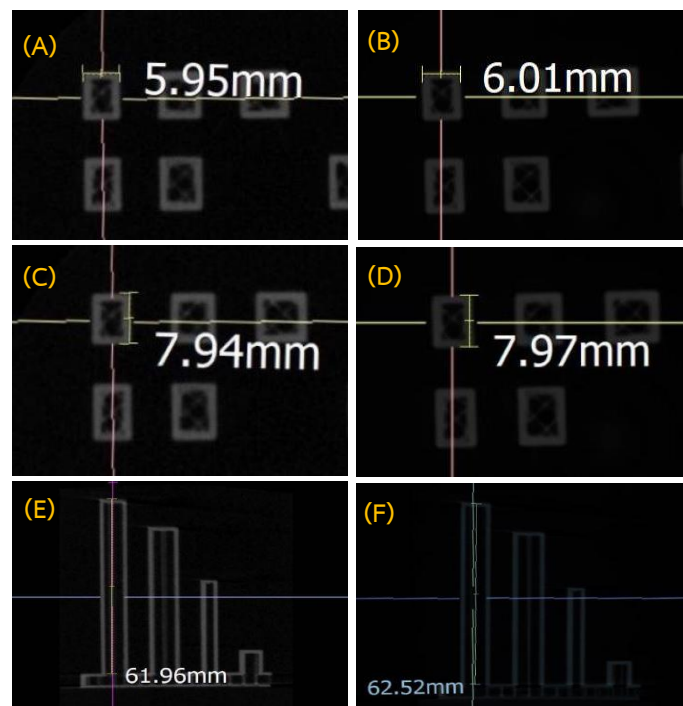
การวัดโดยผู้วัดสองคนมีความน่าเชื่อถือและเที่ยงตรง โดยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้น (Intraclass Correlation Coefficient: ICC) ของการวัดระหว่างผู้วัด (Inter-rater reliability) มีค่า 1.00 และความคงที่ภายในของผู้วัด (Intra-observer reliability) มีค่า 0.99 เท่ากันทั้งสองคน

ผู้วิจัยวัดความยาวเชิงเส้น ระยะ A B และ H จากแบบจำลองและภาพรังสีซึ่งถูกสแกนด้วยเครื่อง โคนบีมคอมพิวเตอร์โทโมกราฟีทั้งสองชนิด เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความยาวเชิงเส้นระหว่างสามกลุ่มการทดลอง โดยใช้สถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบวัดซ้ำ (Repeated measure ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มที่มีความแตกต่างกัน (Pairwise comparison) โดยวิธีของ Bonferroni ซึ่งกำหนดระดับนัยสำคัญในการทดสอบสมมติฐานที่ 0.05 และอำนาจการทดสอบ 0.80



รูปที่ 3 การเตรียมภาพรังสีเพื่อวัดความยาวเชิงเส้นผ่านโปรแกรมแพคส์ อินฟินิตี®

Figure 3 Preparing radiographic images for linear measurement using the PACS Infinitt®



รูปที่ 4 (A) แสดงการวัดความยาวเชิงเส้นระยะ A จากภาพรังสีของเครื่องแพลนเมก้า วิสโซ จี 7®
(B) แสดงการวัดความยาวเชิงเส้นระยะ A จากภาพรังสีของเครื่องแคร์สตรีม 8100 เอสซี 3ดี®
(C) แสดงการวัดความยาวเชิงเส้นระยะ B จากภาพรังสีของเครื่องแพลนเมก้า วิสโซ จี 7®
(D) แสดงการวัดความยาวเชิงเส้นระยะ B จากภาพรังสีของเครื่องแคร์สตรีม 8100 เอสซี 3ดี®
(E) แสดงการวัดความยาวเชิงเส้นระยะ H จากภาพรังสีของเครื่องแพลนเมก้า วิสโซ จี 7®
(F) แสดงการวัดความยาวเชิงเส้นระยะ H จากภาพรังสีของเครื่องแคร์สตรีม 8100 เอสซี 3ดี®

Figure 4 (A) Linear measurement (A length) from Planmeca Viso G7® radiograph.
(B) Linear measurement (A length) from Carestream 8100SC 3D® radiograph.
(C) Linear measurement (B length) from Planmeca Viso G7® radiograph.
(D) Linear measurement (B length) from Carestream 8100SC 3D® radiograph.
(E) Linear measurement (H length) from Planmeca Viso G7® radiograph.
(F) Linear measurement (H length) from Carestream 8100SC 3D® radiograph

ผล

ผลการศึกษาพบค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความยาวเชิงเส้นโดยรวม จากแบบจำลอง ภาพรังสีจากเครื่องโคนบีมคอมพิวเตอร์โทโมกราฟีแพลนเมก้า วิสโซ่ จี 7[®] และเครื่องสตริม 8100 เอสซี 3ดี[®] ทั้งหมด 64 ตัวอย่าง จำนวน 192 ด้าน มีค่าเป็น 15.60 ± 18.24 มิลลิเมตร 15.56 ± 18.22 มิลลิเมตร และ 15.74 ± 18.63 มิลลิเมตร ตามลำดับ ซึ่งค่าเฉลี่ยของความยาวเชิงเส้นโดยรวมของทั้งสามกลุ่มการทดลอง มีความแตกต่างกันอย่างน้อย 1 คู่ อย่างมีนัยสำคัญ

ทางสถิติ ($p < 0.001$) เมื่อทดสอบด้วยสถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบซ้ำ เมื่อพิจารณาความแตกต่างของความยาวเชิงเส้นระหว่างแบบจำลองกับภาพรังสีที่ถูกสแกนจากเครื่องแพลนเมก้า วิสโซ่ จี 7[®] และเครื่องสตริม 8100 เอสซี 3ดี[®] และร้อยละความคลาดเคลื่อนเมื่อเทียบกับแบบจำลอง มีค่าเฉลี่ยเป็น 0.04 ± 0.08 มิลลิเมตร (ร้อยละ 0.37) และ -0.15 ± 0.42 มิลลิเมตร (ร้อยละ 1.14) ตามลำดับ ซึ่งค่าเฉลี่ยของทั้งคู่ล้วนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$) เมื่อใช้สถิติการเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มด้วยวิธีของ Bonferroni (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบความแตกต่างของความยาวเชิงเส้นระหว่าง 3 กลุ่มการทดลอง เมื่อจำแนกตามระยะ A B และ H

Table 2 Comparison of statistical analysis between 3 pairs of experimental groups in A B and H.

ระยะ	N		ความยาวเชิงเส้น (mm.) Mean (SD) and Min, Max				ผลต่างของความยาวเชิงเส้นเปรียบเทียบระหว่างเครื่อง Mean (SD) and 95% Confidence Interval			
			Model	Planmeca [®]	Carestream [®]	p-value ^a		Model-Planmeca [®]	Model-Carestream [®]	Planmeca [®] -Carestream [®]
A	64	Mean (SD)	5.44 (2.31)	5.43 (2.29)	5.38 (2.35)	<0.001*	Mean (SD)	0.01 (0.07)	0.06 (0.09)	0.05 (0.09)
		Min, Max	2.00, 9.00	1.89, 9.04	1.77, 9.08		95% CI	-0.01-0.03	0.03-0.08	0.02-0.08
							% error	0.15	1.8	
							p-value ^b	0.85	<0.001*	<0.001*
B	64	Mean (SD)	5.56 (2.31)	5.51 (2.28)	5.43 (2.34)	<0.001*	Mean (SD)	0.05 (0.08)	0.13 (0.11)	0.08 (0.11)
		Min, Max	2.00, 9.00	1.89, 9.01	1.68, 9.00		95% CI	0.03-0.07	0.10-0.17	0.05-0.12
							% error	0.87	3.38	
							p-value ^b	<0.001*	<0.001*	<0.001*
H	64	Mean (SD)	35.80 (19.41)	35.74 (19.36)	36.42 (19.74)	<0.001*	Mean (SD)	0.06 (0.09)	-0.63 (0.35)	-0.68 (0.40)
		Min, Max	3.00, 68.00	3.00, 67.71	3.07, 69.21		95% CI	0.03-0.08	-0.74-(-0.52)	-0.81-(-0.56)
							% error	0.1	-1.76	
							p-value ^b	<0.001*	<0.001*	<0.001*
Total	192	Mean (SD)	15.60 (18.24)	15.56 (18.22)	15.74 (18.63)	<0.001*	Mean (SD)	0.04 (0.08)	-0.15 (0.40)	-0.18 (0.43)
		Min, Max	2.00, 68.00	1.89, 67.71	1.68, 69.21		95% CI	0.02-0.05	-0.22-(-0.08)	-0.26-(-0.11)
							% error	0.37	1.14	
							p-value ^b	<0.001*	<0.001*	<0.001*

หมายเหตุ ระยะ A และ B แนว axial plane, ระยะ H แนว sagittal view, 95% Confidence Interval (95% CI) จะแสดงค่า lower bound-upper bound,

* คือ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$), ^a คือ Test of within-subjects effect (p-value), ^b คือ Pairwise comparison (p-value)

นอกจากนี้หากพิจารณาโดยการจัดกลุ่มแยกย่อยของระยะ A และ B ซึ่งมีความยาวเชิงเส้น 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 และ 9 มิลลิเมตร พบค่าเฉลี่ยความยาวเชิงเส้นจากทั้งสามคู่ คือ แบบจำลองกับภาพรังสีที่ถูกสแกนจากเครื่องแพลนเมก้า วิสโซ่ จี 7[®] แบบจำลองกับภาพรังสีที่ถูกสแกนจากเครื่องสตริม 8100 เอสซี 3ดี[®] และภาพรังสีที่ถูกสแกนจากเครื่องแพลนเมก้า วิสโซ่ จี 7[®] กับเครื่องสตริม 8100 เอสซี 3ดี[®] มีค่า 5.50 ± 2.30 มิลลิเมตร 5.47 ± 2.28 มิลลิเมตร และ 5.41 ± 2.34 มิลลิเมตร ตามลำดับ เมื่อพิจารณาความแตกต่างของความยาวเชิงเส้นจากภาพรังสีกับแบบจำลองของภาพรังสีที่ถูกสแกนจากเครื่องแพลนเมก้า วิสโซ่ จี 7[®] และเครื่องสตริม 8100

เอสซี 3ดี[®] และร้อยละความผิดพลาดเมื่อเทียบกับแบบจำลอง มีค่าเป็น 0.03 ± 0.08 มิลลิเมตร (ร้อยละ 0.51) และ 0.09 ± 0.10 มิลลิเมตร (ร้อยละ 2.59) ตามลำดับ ซึ่งค่าเฉลี่ยของทั้งสองคู่ล้วนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$) เมื่อใช้สถิติการเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มด้วยวิธีของ Bonferroni

โดยความแตกต่างของความยาวเชิงเส้นระหว่างแบบจำลองกับภาพรังสีที่ถูกสแกนจาก เครื่องแพลนเมก้า วิสโซ่ จี 7[®] ที่ระยะ 2, 3, 4, 5 และ 6 มิลลิเมตร แบบจำลองกับภาพรังสีที่ถูกสแกนจากเครื่องสตริม 8100 เอสซี 3ดี[®] ที่ระยะ 6 และ 8 มิลลิเมตร มีค่าเฉลี่ย 0.02 ± 0.05 มิลลิเมตร 0.01 ± 0.06 มิลลิเมตร 0.00 ± 0.06 มิลลิเมตร -0.01 ± 0.06

มิลลิเมตร 0.01 ± 0.10 มิลลิเมตร 0.10 ± 0.15 มิลลิเมตร และ 0.05 ± 0.08 มิลลิเมตร ตามลำดับ ซึ่งค่าเฉลี่ยความยาวเชิงเส้นของทั้งเจ็ดกลุ่มย่อยนี้ มีความแตกต่างจากแบบจำลองอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ความแตกต่างระหว่างแบบจำลองกับภาพรังสีซึ่งถูกสแกนจาก เครื่องแพลนเมก้า วิสโซ่ จี 7[®] ที่ระยะ 7, 8 และ 9 มิลลิเมตร แบบจำลองกับภาพรังสีที่ถูกสแกนจากเครื่องแครสตรัม 8100 เอสซี 3ดี[®] ที่ระยะ 2, 3, 4, 5, 7 และ 9 มิลลิเมตร มีค่าเฉลี่ย 0.06 ± 0.09 มิลลิเมตร

0.06 ± 0.09 มิลลิเมตร 0.07 ± 0.07 มิลลิเมตร 0.07 ± 0.08 มิลลิเมตร 0.16 ± 0.09 มิลลิเมตร 0.15 ± 0.09 มิลลิเมตร 0.10 ± 0.09 มิลลิเมตร 0.08 ± 0.09 มิลลิเมตร 0.06 ± 0.09 มิลลิเมตร และ 0.06 ± 0.08 มิลลิเมตร ตามลำดับ ซึ่งค่าเฉลี่ยความยาวเชิงเส้นของทั้งเก้ากลุ่มย่อยนี้มีความแตกต่างจากแบบจำลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อใช้สถิติการเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มด้วยวิธีของ Bonferroni (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบค่าทางสถิติระหว่าง 3 กลุ่มการทดลอง ที่ระยะ A และ B เมื่อจำแนกตามความยาว

Table 3 Statistical analysis between 3 pairs of experimental groups in distance A and B grouped by length.

ระยะ	N		ความยาวเชิงเส้น (mm.)				ผลต่างของความยาวเชิงเส้นเปรียบเทียบระหว่างเครื่อง			
			Mean (SD) and Min, Max				Mean (SD) and 95% Confidence Interval			
			Model	Planmeca [®]	Carestream [®]	p-value ^a		Model-Planmeca [®]	Model-Carestream [®]	Planmeca [®] -Carestream [®]
2 mm.	16	Mean (SD) Min, Max	2.00 (0.00) 2.00, 2.00	1.98 (0.05) 1.89, 2.05	1.84 (0.09) 1.68, 2.01	<0.001*	Mean (SD) 95% CI % error p-value ^b	0.02 (0.05) -0.01-0.06 1.17 0.19	0.16 (0.09) 0.10-0.22 7.86 <0.001*	0.13 (0.08) 0.08-0.19 <0.001*
3 mm.	16	Mean (SD) Min, Max	3.00 (0.00) 3.00, 3.00	2.99 (0.06) 2.80, 3.08	2.85 (0.09) 2.66, 2.99	<0.001*	Mean (SD) 95% CI % error p-value ^b	0.01 (0.06) -0.03-0.06 0.45 1.00	0.15 (0.09) 0.09-0.21 4.92 <0.001*	0.13 (0.07) 0.09-0.18 <0.001*
4 mm.	16	Mean (SD) Min, Max	4.00 (0.00) 4.00, 4.00	4.00 (0.06) 3.92, 4.11	3.90 (0.09) 3.71, 4.04	<0.001*	Mean (SD) 95% CI % error p-value ^b	0.00 (0.06) -0.04-0.03 -0.10 1.00	0.10 (0.09) 0.04-0.16 2.48 0.002*	0.10 (0.08) 0.05-0.16 <0.001*
5 mm.	16	Mean (SD) Min, Max	5.00 (0.00) 5.00, 5.00	5.01 (0.06) 4.88, 5.12	4.92 (0.09) 4.78, 5.07	<0.001*	Mean (SD) 95% CI % error p-value ^b	-0.01 (0.06) -0.05-0.04 -0.14 1.00	0.08 (0.09) 0.02-0.14 1.64 0.006*	0.09 (0.07) 0.04-0.14 <0.001*
6 mm.	16	Mean (SD) Min, Max	6.00 (0.00) 6.00, 6.00	5.99 (0.10) 5.74, 6.11	5.90 (0.15) 5.50, 6.05	0.007*	Mean (SD) 95% CI % error p-value ^b	0.01 (0.10) -0.06-0.08 0.10 1.00	0.10 (0.15) -0.01-0.20 1.65 0.06	0.09 (0.13) 0.01-0.18 0.02*
7 mm.	16	Mean (SD) Min, Max	7.00 (0.00) 7.00, 7.00	6.94 (0.09) 6.76, 7.09	6.94 (0.09) 6.78, 7.05	0.004*	Mean (SD) 95% CI % error p-value ^b	0.06 (0.09) 0.01-0.12 0.91 0.02*	0.06 (0.09) 0.00-0.12 0.92 0.04*	0.00 (0.06) -0.04-0.04 1.00
8 mm.	16	Mean (SD) Min, Max	8.00 (0.00) 8.00, 8.00	7.93 (0.07) 7.78, 8.03	7.95 (0.08) 7.68, 8.06	0.003*	Mean (SD) 95% CI % error p-value ^b	0.07 (0.07) 0.03 - 0.12 0.89 0.002*	0.05 (0.08) -0.01 - 0.10 0.57 0.14	-0.03 (0.08) -0.08 - 0.03 0.58
9 mm.	16	Mean (SD) Min, Max	9.00 (0.00) 9.00, 9.00	8.93 (0.08) 8.80, 9.04	8.94 (0.08) 8.79, 9.08	0.002*	Mean (SD) 95% CI % error p-value ^b	0.07 (0.08) 0.02-0.12 0.78 0.007*	0.06 (0.08) 0.01-0.12 0.72 0.01*	-0.01 (0.08) -0.06 - 0.05 1.00
Total	128	Mean (SD) Min, Max	5.50 (2.30) 2.00, 9.00	5.47 (2.28) 1.89, 9.04	5.41 (2.34) 1.68, 9.08	<0.001*	Mean (SD) 95% CI % error p-value ^b	0.03 (0.08) 0.01-0.05 0.51 <0.001*	0.09 (0.10) 0.07-0.12 2.59 <0.001*	0.07 (0.10) 0.04 - 0.09 <0.001*

หมายเหตุ 95% Confidence Interval (95% CI) จะแสดงค่า lower bound-upper bound, * คือ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$),

^a คือ Test of within-subjects effect (p-value), ^b คือ Pairwise comparison (p-value)

บทวิจารณ์

ค่าเฉลี่ยความยาวเชิงเส้นของภาพรังสีซึ่งถูกสแกนจากเครื่องโคนบีมคอมพิวเตอร์โทโมกราฟีแพลนเมก้า วิสโซ จี 7[®] และแคร์สตริม 8100 เอสซี 3ดี[®] มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับระยะจริงจากแบบจำลอง แม้จะควบคุมปัจจัยที่ส่งผลต่อการสร้างภาพรังสีให้เท่ากันทั้งสองเครื่อง ได้แก่ พื้นที่รับภาพ ขนาดวอกเซล แรงดันไฟฟ้า และปริมาณกระแสไฟฟ้า แต่ปัจจัยที่ไม่สามารถกำหนดให้เหมือนกันได้ คือ ชนิด ขนาดของตัวตรวจหา เวลาในการสแกนภาพรังสีซึ่งเป็นระบบอัตโนมัติของเครื่องตามขนาดพื้นที่รับภาพ และจุดโฟกัส โดยแพลนเมก้า วิสโซ จี 7[®] เป็นตัวตรวจหาชนิดแอมอร์ฟัส ซิลิกอน แพลตแพนแนล (Amorphous silicon flat panel) ขนาด 250x300 มิลลิเมตร ใช้เวลาในการสแกนภาพรังสี 19.3 วินาที และจุดโฟกัส 0.5 มิลลิเมตร แต่แคร์สตริม 8100 เอสซี 3ดี[®] เป็นตัวตรวจหาชนิดคอมพลีเมนทารี เมทัล-ออกไซด์ เซมิคอนดักเตอร์ (Complementary metal-oxide semiconductor; CMOS) ขนาด 6.4x263.3 มิลลิเมตรใช้เวลาในการสแกนภาพรังสี 15 วินาที และจุดโฟกัส 0.7 มิลลิเมตร ซึ่งการศึกษาของ Zentai และคณะ⁸ ได้เปรียบเทียบคุณสมบัติของชนิดตัวตรวจหา ระหว่างแอมอร์ฟัส ซิลิกอน แพลตแพนแนล และคอมพลีเมนทารี เมทัล-ออกไซด์ เซมิคอนดักเตอร์ พบว่าแอมอร์ฟัส ซิลิกอน แพลตแพนแนล มีพื้นที่ตรวจหาขนาดใหญ่กว่า สามารถรับภาพได้บริเวณกว้าง และรับรังสีปริมาณสูงได้ดีกว่า แม้ว่าคอมพลีเมนทารี เมทัล-ออกไซด์ เซมิคอนดักเตอร์ จะมีความไวต่อรังสีมากกว่า ทำให้สแกนได้รวดเร็วใช้เวลาน้อย และมีสัญญาณรบกวนน้อยกว่า แต่การมีพื้นที่ขนาดเล็กและจำกัด ทำให้ไม่สามารถรองรับปริมาณรังสีจำนวนมากได้⁴ การสแกนภาพคอมพิวเตอร์โทโมกราฟีต้องใช้รังสีเป็นปริมาณมาก เพื่อหมุนรอบวัตถุ 180-360 องศา ตัวตรวจหาชนิด อมอร์ฟัส ซิลิกอน แพลตแพนแนล จึงสร้างภาพได้ดีกว่าเมื่อรวมกับระยะเวลาสแกนที่มากกว่า ซึ่งจะทำให้ได้รายละเอียด (Resolution) ของภาพดีขึ้น⁹⁻¹¹ และจุดโฟกัสขนาดเล็กกว่า ทำให้ภาพมีความคมชัดมากขึ้น จึงแสดงรายละเอียดได้ดีกว่า^{3,12} ส่งผลให้แพลนเมก้า วิสโซ จี 7[®] ซึ่งมีเวลาสแกนมากกว่าและมีจุดโฟกัสขนาดเล็กกว่า สามารถสร้างภาพที่มีรายละเอียดและความคมชัดของภาพได้ดีกว่า ทั้งนี้แม้คุณภาพของภาพจะดีขึ้นจากการเพิ่มเวลาสแกน แต่ปริมาณรังสีที่ได้รับก็มากขึ้นเช่นกัน การคำนึงถึงคุณภาพของภาพ ร่วมกับการใช้ปริมาณรังสีให้เหมาะสมจึงเป็นสิ่งที่ควรคำนึงถึงเสมอ การศึกษาเรื่องปริมาณรังสี และเวลาที่ใช้สแกน ของ Spin-Neto และคณะ⁹ พบว่า

ระยะเวลากการสแกนที่น้อยลง สามารถช่วยลดการได้รับรังสี (Radiation exposure) และการยับยั้งของผู้ป่วย แต่อาจส่งผลให้ความละเอียดของภาพลดลงด้วย สอดคล้องกับการศึกษาของ Dach และคณะ¹⁰ ซึ่งพบเพิ่มเติมว่า การสแกนด้วยวอกเซลขนาดใหญ่มากกว่า 0.2 มิลลิเมตร หากใช้เวลาน้อยจะทำให้ได้ภาพที่มีรายละเอียดต่ำ และคุณภาพไม่ถูกต้อง การเพิ่มเวลาสแกนจะทำให้ได้ภาพที่มีรายละเอียดสูงขึ้น และคุณภาพดีกว่า แต่หากใช้วอกเซลขนาดเล็กกว่า 0.2 มิลลิเมตร เวลาที่ใช้สแกนจะไม่ส่งผลกับความละเอียดของภาพเลย ซึ่งการศึกษานี้ใช้วอกเซล 0.15 มิลลิเมตร เท่ากันทั้งสองเครื่อง ซึ่งมีขนาดเล็กกว่า 0.2 มิลลิเมตร เวลาที่ใช้สแกนอาจไม่ส่งผลต่อความละเอียดของภาพ

หากพิจารณาความยาวเชิงเส้นโดยเฉลี่ยที่วัดจากภาพรังสีซึ่งถูกสแกนจากเครื่องโคนบีมคอมพิวเตอร์-โทโมกราฟีแพลนเมก้า วิสโซ จี 7[®] พบว่าค่าที่วัดได้จะน้อยกว่าความยาวจริงของแบบจำลองเล็กน้อยเพียง 0.04 มิลลิเมตร ซึ่งสอดคล้องกับหลายการศึกษาที่พบว่าการวัดความยาวจากภาพรังสีโคนบีมคอมพิวเตอร์-โทโมกราฟีมีความถูกต้องแม่นยำสูงใกล้เคียงความยาวจริง โดยมีความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.02-0.30 มิลลิเมตร¹³⁻¹⁶ แต่บางการศึกษาดังเช่น Lascala และคณะ¹⁷ พบว่าการวัดความยาวเชิงเส้นจากภาพรังสีโคนบีม-คอมพิวเตอร์โทโมกราฟีบริเวณกะโหลกศีรษะ มีค่ามากกว่าความยาวจริง 2-6 มิลลิเมตร แต่อาจเนื่องจาก เครื่องสแกนภาพรังสีโคนบีมคอมพิวเตอร์โทโมกราฟีที่ใช้ในการศึกษานั้นเป็นชนิดสำหรับสแกนบริเวณกระดูกขากรรไกรและฟัน ซึ่งอาจไม่เหมาะสมสำหรับการสแกนกะโหลกศีรษะที่มีความหนาแน่นมากกว่าทำให้ได้ภาพรังสีที่มีคุณภาพต่ำ จึงวัดความยาวเชิงเส้นได้มากกว่าความจริงมากสำหรับความยาวเชิงเส้นโดยเฉลี่ย ที่วัดจากภาพรังสีซึ่งถูกสแกนจากเครื่องโคนบีมคอมพิวเตอร์โทโมกราฟี แคร์สตริม 8100 เอสซี 3ดี[®] มีค่า มากกว่าความยาวจริง 0.15 มิลลิเมตร ซึ่งมากกว่าความยาวเชิงเส้นที่วัดจากภาพรังสีแพลนเมก้า วิสโซ จี 7[®]

การศึกษาของ Mortazavi และคณะ Moshfeghi และคณะ Nikneshan และคณะ และ Tomasi และคณะ พบว่าความยาวเชิงเส้นที่แตกต่างกันมากกว่าหรือเท่ากับ 0.50 มิลลิเมตร จึงจะพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางคลินิก ซึ่งจากการวิจัยครั้งนี้มีความคลาดเคลื่อนของความยาวเชิงเส้นที่วัดจากภาพที่ถูกสแกนจากทั้งสองเครื่องมีค่าน้อยกว่า 0.50 มิลลิเมตร ซึ่งไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางคลินิก¹⁸⁻²¹

การศึกษาของ Ludlow และคณะ¹⁵ ซึ่งศึกษาร้อยละ ความคลาดเคลื่อนของการวัดความยาวเชิงเส้นระหว่างภาพรังสี สองมิติ และภาพรังสีโคนบีมคอมพิวเตอร์โทโมกราฟี พบว่า ภาพรังสีสองมิติมีร้อยละความคลาดเคลื่อน (ร้อยละ 12) สูง กว่าภาพรังสีโคนบีมคอมพิวเตอร์โทโมกราฟี (ร้อยละ 6) ในขณะที่การศึกษาของ Rohn และคณะ¹⁶ พบว่าร้อยละความ คลาดเคลื่อนจากการวัดความยาวเชิงเส้นของโมเดลปูนจัดฟัน กับภาพรังสีโคนบีมคอมพิวเตอร์โทโมกราฟีอยู่ที่ร้อยละ 1 ซึ่ง จากการวิจัยครั้งนี้ทั้งภาพรังสีโคนบีมคอมพิวเตอร์โทโมกราฟี ซึ่งถูกสแกนจากเครื่องแพลนเมก้า วิสโซ่ จี 7[®] และเครื่องเคร์ สตรีม 8100 เอสซี 3ดี[®] มีความคลาดเคลื่อนเพียงร้อยละ 0.37 และ 1.14 ตามลำดับ ซึ่งมีค่าน้อยสอดคล้องกับการศึกษา ของ Rohn และคณะ แต่มีค่าน้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับ การศึกษาของ Ludlow และคณะ

บทสรุป

ค่าเฉลี่ยความยาวเชิงเส้นของภาพรังสีซึ่งถูกสแกน จากเครื่องโคนบีมคอมพิวเตอร์โทโมกราฟี แพลนเมก้า วิสโซ่ จี 7[®] และเคร์สตรีม 8100 เอสซี 3ดี[®] มีความแตกต่างอย่างมี นัยสำคัญกับระยะจริงจากแบบจำลอง โดยภาพที่ถูกสแกนจาก เครื่องแพลนเมก้า วิสโซ่ จี 7[®] มีความแตกต่างกับระยะจริงจาก แบบจำลองน้อยกว่าเคร์สตรีม 8100 เอสซี 3ดี[®] แม้ทั้งสอง เครื่องมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่เป็นค่าที่ น้อยมาก และไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางคลินิก ทั้งสอง เครื่องนี้จึงมีความแม่นยำสูง

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ คลินิกทันตรังสี โรงพยาบาลทันตกรรม คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่ได้อนุเคราะห์ ให้ใช้เครื่องโคนบีมคอมพิวเตอร์โทโมกราฟีในการศึกษาวิจัย ครั้งนี้ จนสำเร็จลุล่วงด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- Boontawee P, Panyarak W, Srisuwan T. Advanced medical imaging technique in endodontics: a literature review. J Thai Endo Assoc. 2022;1(1): 17–32.
- Srimawong P. Cone beam computed tomography in Dentistry. J Dent Assoc Thai. 2008;58(1):26–38.
- Pauwels R, Araki K, Siewerdsen JH, Thongvigitmanee SS. Technical aspects of dental CBCT: state of the art. Dentomaxillofac Radiol. 2015;44(1):20140224.
- Stratemann SA, Huang JC, Maki K, Miller AJ, Hatcher DC. Comparison of cone beam computed tomography imaging with physical measures. Dentomaxillofac Radiol. 2008;37(2): 80–93.
- Loubele M, Jacobs R, Maes F, Denis K, White S, Coudyzer W, et al. Image quality vs radiation dose of four cone beam computed tomography scanners. Dentomaxillofac Radiol. 2008;37(6):309–19.
- Razavi SH, Poormohammadi M, Ansarilari A. Temporal bone image quality in CBCT: Device and protocol variations. Cochlear Implants Int. 2025:1–6
- Adarsh K, Sharma P, Juneja A. Accuracy and reliability of tooth length measurements on conventional and CBCT images: An *in vitro* comparative study. J Orthod Sci. 2018;7(3):1–7.
- Zentai G. Comparison of CMOS and a-Si flat panel imagers for X-ray imaging. Proceedings of the 2011 IEEE International Conference on Imaging Systems and Techniques, IST 2011
- Spin-Neto R, Gotfredsen E, Wenzel A. Variation in voxel value distribution and effect of time between exposures in six CBCT units. Dentomaxillofac Radiol. 2014;43(4):20130376.
- Dach E, Bergauer B, Seidel A, Von Wilmowsky C, Adler W, Lell M, et al. Impact of voxel size and scan time on the accuracy of three-dimensional radiological imaging data from cone-beam computed tomography. J Craniomaxillofac Surg. 2018;46(12):2190–6.
- da Silva Moura W, Chiqueto K, Pithon GM, Neves LS, Castro R, Henriques JF. Factors influencing the effective dose associated with CBCT: a systematic review. Clin Oral Investig. 2019;23(1):1319–30.

12. Allen CM. Digital Radiographic Exposure: Principles & Practice. In: Digital Radiographic Exposure: Principles & Practice. Columbia: University of Missouri; 2022.
13. Tofangchiha M, Porsamimi J, Kafizadeh S, Mobini M. The accuracy of cone-beam computerized tomography linear measurements in human dry mandible. J Kerman Univ Med Sci. 2014;20(1):61-8.
14. Bohner LO, Tortamano P, Marotti J. Accuracy of linear measurements around dental implants by means of cone beam computed tomography with different exposure parameters. Dentomaxillofac Radiol. 2017;46(5):20160377.
15. Ludlow JB, Laster WS, See M, Bailey LJ, Hershey HG. Accuracy of measurements of mandibular anatomy in cone beam computed tomography images. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2007;103(4):534-42.
16. Rokn AR, Hashemi K, Akbari S, Kharazifard MJ, Barikani H, Panjinoosh M. Accuracy of linear measurements using cone beam computed tomography in comparison with clinical measurements. J Dent (Tehran). 2016;13(5):333.
17. Lascale CA, Panella J, Marques MM. Analysis of the accuracy of linear measurements obtained by cone beam computed tomography (CBCT-NewTom). Dentomaxillofac Radiol. 2004;33(5):291-4.
18. Mortazavi S, Soheyli M, Afshari S, Ghasemi MS, Safaei A. Evaluating the accuracy of linear measurements in CBCT: The role of slice thickness. Inter J Med Investig. 2024;12(1):21-32.
19. Moshfeghi M, Tavakoli MA, Hosseini ET, Hosseini AT, Hosseini IT. Analysis of linear measurement accuracy obtained by cone beam computed tomography (CBCT-NewTom VG). Dent Res J. 2012;9(1):57-62.
20. Nikneshan S, Aval SH, Bakhshalian N, Shahab S, Mohammadpour M, Sarikhani S. Accuracy of linear measurement using cone-beam computed tomography at different reconstruction angles. Imaging Sci Dent. 2014;44(4):257-62.
21. Tomasi C, Bressan E, Corazza B, Mazzoleni S, Stellini E, Lith A. Reliability and reproducibility of linear mandible measurements with the use of a cone-beam computed tomography and two object inclinations. Dentomaxillofac Radiol. 2011;40(4):244-50.

ผู้ประพันธ์บทความ

วริยา พันธุ์ประสิทธิ์

สาขาวิชาชีวเวชศาสตร์ช่องปาก

แขนงวิชาวินิจฉัยโรคช่องปาก

คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40002

โทรศัพท์ : 088 202 3162

จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ : wariya@kku.ac.th



Accuracy of Linear Measurements with Different Cone Beam Computed Tomography

Karnda Mungcharoenporn ¹ Nipawaruch Koypokaisawan ¹ Phetchompu Srisangnil ¹ Araya Pisek ² Wariya Panprasit ^{3,*}

Research Article

Abstract

Objective: Dental radiography, both 2D and 3D, plays a significant role for dental examinations. Recently, 3D images (Cone-Beam Computed Tomography; CBCT) have been widespread used in dentistry. Various machines with different productions and vendors may affect the qualities and outcome of CBCT images. To study the qualities of CBCT images from different machines by using the accuracy of linear measurement method is set up for this study's objective.

Materials and Methods: This is an in-vitro experimental study comparing the accuracy of linear measurements from two CBCT scanning machines. The 64 printing models made of polylactic acid (PLA) material were built up with actual width, length, and height as the control group. The models were scanned by two CBCT machines with same parameters and stored in medical PACS; Infinitt®. The width (A) and length (B) were measured from an axial plane and the height (H) was measured from a sagittal plane.

Results: Statistical analysis with the repeated ANOVA showed the mean differences between the actual model and CBCT images from Planmeca Viso G7® and Carestream 8100SC 3D® were 0.04 ± 0.08 mm ($p < 0.001$) and -0.15 ± 0.40 mm. ($p < 0.001$) respectively. The linear lengths measured on the two CBCT machines were significantly different.

Conclusion: The linear lengths measured on CBCT images of the Planmeca Viso G7® showed less difference from the model than those of the Carestream 8100 SC 3D.

Keywords: Cone-Beam Computed Tomography (CBCT)/ Image analysis/ Measurement accuracy/ 3D printing

Corresponding Author

Wariya Pantarasit
Department of Oral Biomedical Sciences,
Division of Oral Diagnosis, Faculty of Dentistry,
Khon Kaen University.
Amphur Muang, Khon Kaen, 40002.
Tel. : +66 88 202 3162
Email : tewtatsinchai@gmail.com

¹ Sixth-year Dental Student, Faculty of Dentistry, Khon Kaen University.

² Department of Preventive Dentistry, Division of Dental Public Health, Faculty of Dentistry, Khon Kaen University.

³ Department of Oral Biomedical Sciences, Division of Oral Diagnosis, Faculty of Dentistry, Khon Kaen University.

* Corresponding Author



Mandibular Anatomical Risk Factors for Bad Split During Sagittal Split Ramus Osteotomy

Weerayut Suwantaweekul¹ Warangkana Weerawanich² Tanutchaporn Thongngam³ Kanin Arunakul^{4,*}

Research Article

Abstract

Objective: This study aimed to assess the correlation between mandibular anatomy and the occurrence of bad splits in Sagittal split osteotomy (SSO).

Materials and Methods: Pre-surgical CBCT images of 10 patients with bad split (bad split group) and 40 patients without bad split (normal group) were evaluated. Anatomical parameters of the mandible related to the osteotomy line were measured. Conditional logistic regression and receiver operating characteristic (ROC) curve analyses were performed.

Results: Results showed that a shorter height from the lingula to the fusion of buccal and lingual cortices (HLBC; $p=0.009$) and thicker distance between outer surfaces of buccal and lingual cortical plates of ramus at the level of the lingula (BTRL; $p=0.028$) were significantly associated with the occurrence of a bad split. ROC analysis revealed an HLBC cut-off of 7.5 mm.

Conclusion: This study suggests that patients with a shorter height from the lingula to the fusion of buccal and lingual cortices less than 7.5 mm are at higher risk of bad splits during SSO. Surgeons should exercise caution in such cases to minimize complications.

Keywords: CBCT/ Bad split/ Mandibular anatomy/ Sagittal split ramus osteotomy

Received: Apr 14, 2025

Revised: Aug 16, 2025

Accepted: Aug 31, 2025

Introduction

Sagittal split osteotomy (SSO) is one of the most commonly performed procedures in orthognathic surgery, used to correct dentofacial deformities, skeletal Class II and III discrepancies, mandibular asymmetries, and maxillofacial imbalances¹⁻³. The technique has undergone several modifications to enhance condylar positioning and optimize bone segment contact in order to minimize postoperative complications⁴⁻⁸. Despite these advancements, complications following

SSO continue to be reported⁹⁻¹¹, among the most notable being unfavorable fractures, often referred to as “bad splits”.

The term “bad split” refers to an unintended or irregular fracture occurring in either the proximal or distal segment of the mandible during SSO¹². The reported prevalence ranges from 0.9% to 20%, affecting the buccal or lingual cortical plates of the mandible, or even the condylar neck¹³. A rare variant of this complication is an isolated coronoid process

¹ Resident of residency Training Program in Oral and Maxillofacial Surgery, Department of Oral and Maxillofacial Surgery, Faculty of Dentistry, Mahidol University.

² Department of Oral and Maxillofacial Radiology, Faculty of Dentistry, Mahidol University.

³ Dental Department, Samut Sakorn Hospital, Samut Sakorn.

⁴ Department of Oral and Maxillofacial Surgery, Faculty of Dentistry, Mahidol University.

* Corresponding author

fracture while the ramus remains intact¹⁴. This may result in serious postoperative issues, such as infection, sequestration of bone fragments, delayed healing, malunion or fibrous union at the osteotomy site, potentially leading to instability and mandibular dysfunction^{10,11}.

Previous studies have identified several potential contributors to bad splits during SSO, including patient age, the presence of impacted third molars, and surgeon experience^{12,15,16}. Kriwalsky et al. and Veras et al. reported that older patients are more likely to experience bad splits, while Falter et al. noted that no such fractures occurred in individuals under 20 years old^{12,13,17}. The role of impacted third molars remains debated. Posnick et al. found no increased risk when these teeth were removed at the time of surgery¹⁸, whereas Reyneke et al. observed a higher incidence of bad splits in younger patients with impacted molars and recommended their extraction at least 6-9 months prior to SSO¹⁹. Surgeon experience has also been implicated. While Friscia et al. linked complications to surgeon expertise, Falter et al. found no significant reduction in bad splits over a 20-year period^{17,20}, suggesting that osteotomy design and surgical technique may play a more decisive role.

In addition to these factors, mandibular anatomy also appears to influence the risk of bad splits and should be considered in surgical planning, particularly with respect to the thickness and structural characteristics of the osteotomy site. Aarabi et al. reported that patients with shorter rami and a thinner buccolingual mandibular structure were more susceptible to bad splits during SSO²¹. Similarly, Wang et al. found that a short ramus and limited buccolingual thickness in the alveolar region distal to the second molar increased the risk of unfavorable fractures²².

Previous studies have also indicated that medial osteotomies performed predominantly within cortical bone may contribute to bad splits²³⁻²⁶.

Consequently, identifying the precise location of the fusion between the buccal and lingual cortical plates is essential for determining the safest osteotomy site and selecting the most appropriate surgical technique. However, few studies have systematically evaluated the relationship between anatomical parameters and the incidence of bad splits. Therefore, this study aimed to investigate the association between mandibular anatomical characteristics and the occurrence of bad splits in SSO using cone-beam computed tomography (CBCT) imaging.

Materials and Methods

Study Population

The authors designed a retrospective case-control study. The study was approved by the Ethics Committee of the Faculty of Dentistry and Faculty of Pharmacy, Mahidol University (CoA No.MU-DT/PY-IRB 2021/074.2308). The study population comprised Thai patients with skeletal deformities who underwent the modified Hunsuck and Epker technique for either SSO alone or in combination with maxillary osteotomy at the Oral and Maxillofacial Surgery Clinic, Faculty of Dentistry, Mahidol University, Bangkok, Thailand between January 2017 and November 2020.

Case selection

Inclusion criteria required patients to have pre-surgical CBCT images. Exclusion criteria included severe facial asymmetry, a history of trauma or pathological conditions, and any previous treatments that could affect the assessment of mandibular anatomy. Patients with CBCT images of poor quality were also excluded. Patients were categorized as “cases” if operative records documented the occurrence of a bad split during SSO, and as “controls” if no such complication was noted. Each case was individually matched to four control patients based on age at the time of surgery, sex, and surgeon experience. A total of 50 patients were included in the analysis, consisting of 10 cases and 40 matched controls.

Radiographic assessment

CBCT images were acquired using two systems: the KODAK 9500 3D CBCT system (Carestream Health, Rochester, New York, USA) with a field of view of 20.6 cm in diameter and 18 cm in height, and a voxel size of 0.3 mm; and the Veraview X800 (J. Morita Corp., Kyoto, Japan) with a field of view of 15 cm in diameter and 14 cm in height, and a voxel size of 0.32 mm. All CBCT images were exported as Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM) files for analysis using Dolphin Imaging software (Dolphin Imaging, Canoga Park, CA). CBCT images were evaluated by a single examiner who was calibrated through training on a set of 10 CBCT datasets. Notably, excellent inter- and intra-rater reliability was established for all parameter measurements prior to the study, with intraclass correlation coefficients (ICCs) exceeding 0.90. The imported datasets were then oriented to align the Frankfurt plane parallel to the horizontal plane. Three anatomical landmarks were identified as reference points for subsequent analysis: the most posterosuperior point of the lingula (L point), the most inferior point of the sigmoid notch (S point), and the most posterior extent of the contour of the mandibular second molar (M point) (Figure 1).

Assessment of anatomical parameters

To identify anatomical risk factors associated with bad splits, mandibular parameters related to the osteotomy line were systematically measured using CBCT images (Figure 2). At the L point, five parameters were assessed: in the coronal plane, the height from the lingula to the fusion of the buccal

and lingual cortices (HLBC), the height from the lingula to the sigmoid notch (HLS), the cancellous bone thickness at the lingula level (CBTL), and the buccolingual thickness of the ramus, defined as the distance between the outer surfaces of the buccal and lingual cortical plates (BTRL); and in the axial plane, the anteroposterior width of the ramus (APWR). The distance from the sigmoid notch to the inferior border of the mandible (SIBM) was measured in the coronal plane at the S point. At the M point, also in the coronal plane, the mandibular height from the alveolar crest to the inferior border (ACIB) and the buccolingual thickness of the retromandibular area (BLR) were evaluated. Throughout the analysis, observers were permitted to adjust magnification, brightness, and contrast to optimize image visualization.

Statistical Analysis

Descriptive statistics were used to summarize demographic characteristics and anatomical parameters for each group. Multivariable conditional logistic regression analysis was performed to identify significant predictors of bad split occurrence, using a significance level of 5%. Receiver operating characteristic (ROC) curve analysis was subsequently conducted to determine optimal cut-off values for anatomical parameters associated with bad splits. Inter- and intra-rater reliability for each parameter measurement was assessed using an ICC. All statistical analyses were carried out using SPSS software (version 26.0; IBM Corp., Armonk, New York, USA).

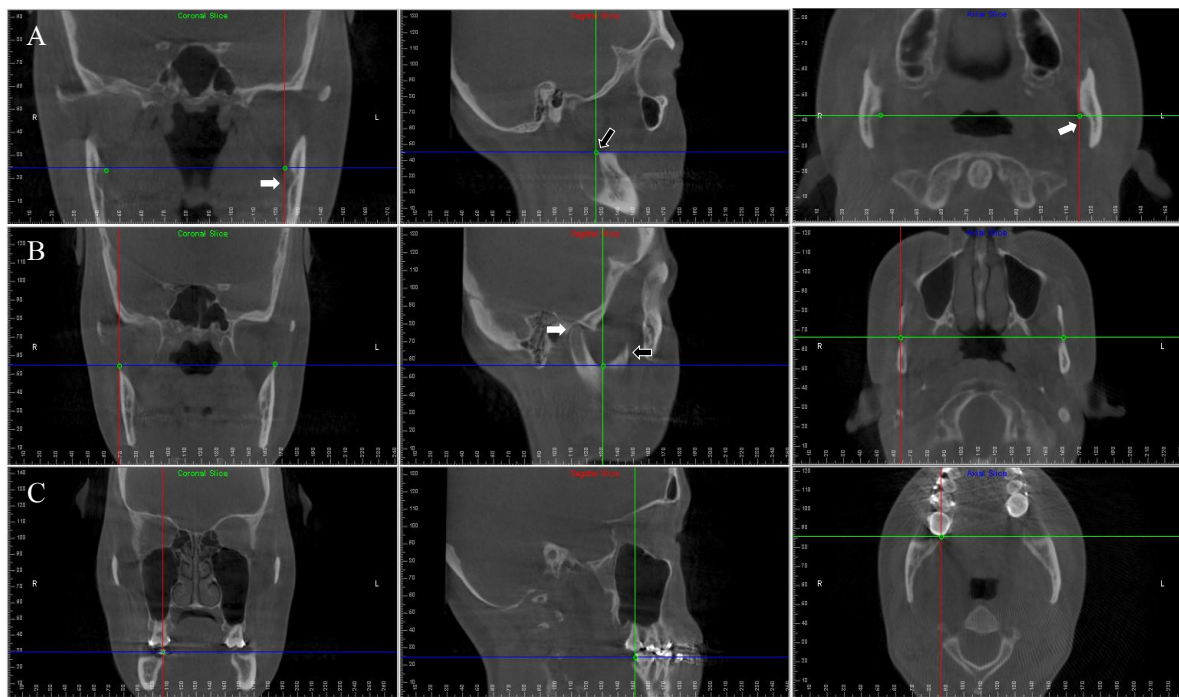


Figure 1 Anatomical reference points used for measurement: (A) The lingula (black arrow) is a small bony prominence on the medial surface of the mandibular ramus, located anterosuperior to the mandibular foramen (white arrow). The intersection of the reference lines marks the most posterosuperior point of the lingula (L point); (B) the sigmoid notch is a concavity on the superior border of the mandibular ramus, situated between the coronoid process (black arrow) and the condylar process (white arrow). The intersection of the lines identifies the most inferior point of the sigmoid notch (S point); (C) the intersection of the lines indicates the most posterior height of contour of the mandibular second molar (M point).

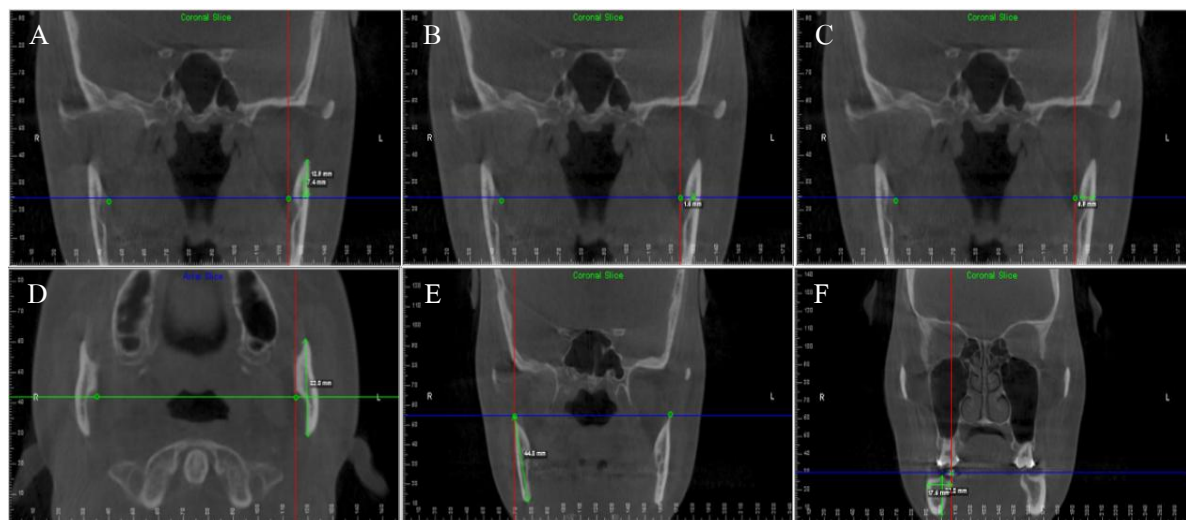


Figure 2 Mandibular anatomical parameters related to the osteotomy line were assessed at three reference points (L, S, and M). At the L point, four measurements were taken in the coronal plane: (A) the height from the lingula to the fusion of the buccal and lingual cortices (HLBC) and the height from the lingula to the sigmoid notch (HLS); (B) the cancellous bone thickness at the level of the lingula (CBTL); and (C) the buccolingual thickness at the same level (BTRL). One axial measurement was also recorded at the L point: (D) the anteroposterior width of the ramus (APWR), assessed in an axial slice at the most posterosuperior point of the lingula. At the S point, one parameter was measured in the coronal plane: (E) the distance from the sigmoid notch to the inferior border of the mandible (SIBM). Finally, at the M point, two parameters were evaluated in the coronal plane: (F) the vertical height of the mandible from the alveolar crest to the inferior border (ACIB) and the buccolingual thickness of the retromandibular area (BLR), measured at the most posterior height of contour of the mandibular second molar.

Results

A total of 50 patients (15 males and 35 females) who met the inclusion and exclusion criteria were included in the study. The study population comprised two groups: Group 1 (bad split group), consisting of 10 patients who experienced a bad split, and Group 2 (normal group), consisting of 40 matched patients without a bad split. The demographic characteristics and anatomical parameters of each group are summarized (Table 1). Notably, the intraclass correlation coefficient for inter- and intra-examiner reliability in the analyses of anatomic parameters were 0.967-0.994 and 0.950-0.996, respectively (Table 2).

Multivariable conditional logistic regression analysis identified HLBC and BTRL as the only significant predictors of bad split occurrence during SSO (Table 3). Each 1 mm increase in HLBC was associated with a 64.1% reduction in the odds of a bad split (odds ratio [OR] = 0.359; $p = 0.009$), indicating that shorter HLBC values were significantly associated with increased risk of bad split. In contrast, greater BTRL thickness significantly increased the risk of bad splits by a factor of 5.93 ($p = 0.028$).

Receiver operating characteristic (ROC) curve analyses were subsequently performed for HLBC and BTRL to evaluate their discriminatory capacity. For HLBC, an optimal cut-off value of 7.5 mm yielded a sensitivity of 70.0%, specificity of 72.5%, and an area under the curve (AUC) of 0.77 (Figure 3). In contrast, no optimal cut-off value could be determined for BTRL, as its ROC curve closely approximated the diagonal reference line, suggesting poor discrimination between the bad split and normal groups (Figure 4).

Table 1 Demographic data of the subjects in the bad split group and normal group

Parameter	Bad split group (n=10)	Normal group (n=40)
Age (years)		
Mean $\pm$ SD	32.5 $\pm$ 9.42	28.5 $\pm$ 6.66
Range	21 – 47	19 – 46
Gender		
Male	3 (30%)	12 (30%)
Female	7 (70%)	28 (70%)
Surgeon experience		
0-5 years	4	16
More than 5 years	6	24
Pattern of bad split		
Fracture of the buccal plate	6	-
Fracture of the lingual plate	1 (bilateral)	-
Fracture of the condyle neck	3	-

SD, standard deviation

Table 2 Measurement of anatomic parameters of the mandible in the bad split and normal groups (n=50 sides from 50 patients)

Anatomic parameter	Mean $\pm$ SD (mm) in bad split group (n=10)	Mean $\pm$ SD (mm) in normal group (n=40)
HLBC	5.99 $\pm$ 3.20	9.21 $\pm$ 3.20
HLS	16.53 $\pm$ 3.81	17.50 $\pm$ 2.59
CBTL	1.93 $\pm$ 1.22	2.37 $\pm$ 1.10
BTRL	6.07 $\pm$ 1.28	6.16 $\pm$ 1.37
APWR	32.80 $\pm$ 3.11	31.41 $\pm$ 3.32
SIMB	50.37 $\pm$ 4.31	49.45 $\pm$ 6.55
ACIB	27.01 $\pm$ 2.62	27.00 $\pm$ 5.07
BLR	19.00 $\pm$ 2.18	19.73 $\pm$ 2.59

HLBC, height from lingula to fusion of buccal and lingual cortices; HLS, height from lingula to sigmoid notch; CBTL, cancellous bone thickness of ramus at the level of the lingula; BTRL, buccolingual thickness of ramus at the level of the lingula; APWR, anteroposterior width of ramus at the level of the lingula; SIMB, distance from sigmoid notch to inferior border of mandible; ACIB, height of mandible from alveolar crest to inferior border of mandible; BLR, buccolingual thickness of retromandibular area

SD, standard deviation

Table 3 Significant predictors of bad split occurrence identified by multivariable conditional logistic regression

	Adjusted odds ratio for bad split occurrence (95% CI)	p
HLBC	0.359 (0.167-0.774)	0.009*
BTRL	5.930 (1.209-29.097)	0.028*

HLBC, height from lingula to fusion of buccal and lingual cortices

BTRL, buccolingual thickness of ramus at the level of the lingula

*Significant difference at $p < 0.05$

Receiver operating characteristic (ROC) curve

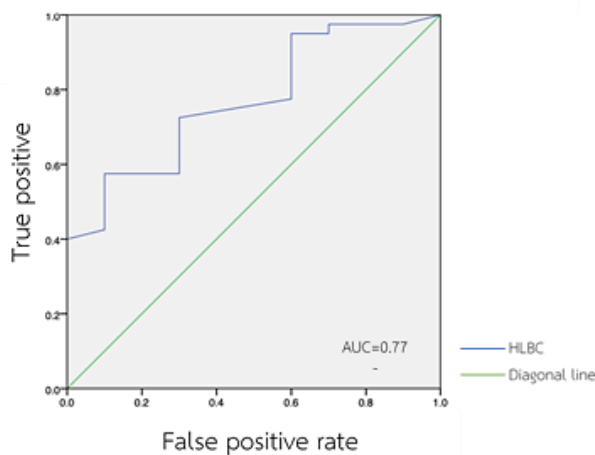


Figure 3 ROC curve of HLBC (height from lingula to the fusion of buccal and lingual cortices) for predicting bad split. The optimal cut-off point was 7.5 mm, corresponding to a sensitivity of 70.0% and a specificity of 72.5% and an area under the curve (AUC) of 0.77

Receiver operating characteristic (ROC) curve

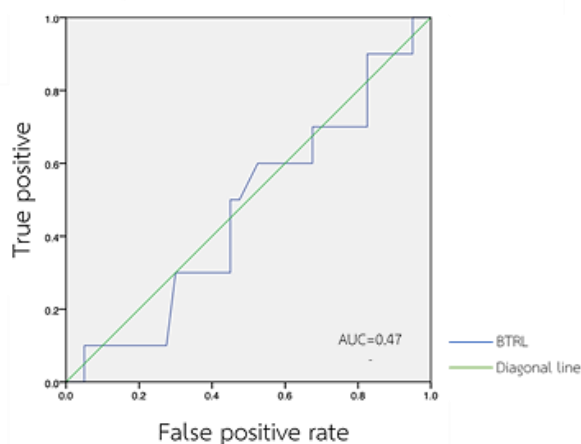


Figure 4 The ROC curve of BTRL (the buccolingual thickness of the ramus at the level of the lingula) for predicting bad split. The curve was close to the diagonal line.

Discussion

While SSO remains a reliable and effective surgical technique for correcting dentofacial deformities, it carries the risk of complications. Among these, bad splits are a common intraoperative challenge. Although often manageable, inadequate handling of bad splits can lead to long-term consequences, such as skeletal instability and relapse 14. Knowledge of anatomical risk factors allows

surgeons to better estimate the likelihood, facilitating informed patient communication, preventive planning, and appropriate intraoperative responses.

Our study found that a shorter HLBC was associated with an increased likelihood of bad split occurrence. Multivariable conditional logistic regression indicated that each 1 mm increase in HLBC corresponded to a 64.1% decrease in the odds of a bad split. Previous studies have recommended placing the horizontal osteotomy near the tip of the lingula, as this region provides adequate bone width and a sufficient cancellous layer. Such positioning reduces the likelihood of splits occurring solely within the cortical bone, which is more difficult to separate and more prone to bad splits 26. Therefore, a decreased HLBC may increase the risk of placing the osteotomy in an area lacking medullary bone, thereby elevating the risk of a bad split.

Additionally, ROC curve analysis identified an HLBC value below 7.5 mm as being associated with an increased risk of bad splits. With an acceptable discriminative performance (AUC=0.77), this threshold may hold clinical relevance. Values below this cut-off could signal a heightened risk and should be considered during preoperative planning. In such cases, surgeons may consider modifying the osteotomy technique to mitigate this risk. For example, a lingual short split, in which the medial horizontal osteotomy is positioned inferior to the lingula, may help prevent fractures occurring exclusively within the cortical bone 27.

Regarding HLS and SIBM, which also represent the vertical dimension of the mandible similar to HLBC, our findings align with those of Telha et al., indicating that neither parameter was a significant predictor of bad split occurrence 28. While previous studies have reported a higher incidence of bad splits in populations with lower SIBM values 21, 22, those investigations did not include measurements of HLS or HLBC. It is hypothesized that HLBC correlates more

directly with the horizontal osteotomy site and may serve as a more reliable indicator of cancellous bone presence in that region. Furthermore, given the comparable mean values of HLS and SIBM across both groups, their predictive value may be limited.

Previous studies have linked thinner BTRL to a higher risk of bad splits due to reduced structural integrity and increased susceptibility to fracture 21, 22. In contrast, our findings showed a significant association between thicker BTRL and bad split occurrence. This may be attributed to thicker cortical bone 13, as suggested by the larger difference between BTRL and CBTL values in the bad split group, or to unmeasured factors such as the proximity of the mandibular nerve 28, 29. However, its clinical reliability appeared limited due to the poor discriminative capacity of BTRL (AUC=0.470), which may have resulted from the small sample size and variability in BTRL values.

Among the remaining anatomical parameters, BLR, ACIB, and APWR were not identified as significant predictors of bad split occurrence in this study. Although previous research has suggested a link between reduced BLR values and increased risk of bad splits, this may reflect a biomechanical vulnerability similar to that associated with decreased BTRL 21, 22. However, the absence of data on key variables, such as cancellous bone thickness and mandibular nerve position, may have limited the ability to fully assess the predictive value of BLR. Further research that incorporates these factors is recommended to better understand their potential roles, especially for ACIB and APWR, which have been relatively understudied.

Patient age, the presence of third molars, and surgeon experience are commonly cited contributors to bad split occurrence 17, 21, 22, 30. To specifically identify anatomical risk factors, efforts were made to minimize confounding variables. By conducting the study within the Faculty of Dentistry, all treatments adhered to a standardized protocol, thereby reducing

variability in surgical technique. Third molars were removed at least six months prior to SSO, ensuring no impacted mandibular third molars were present during surgery. Additionally, comprehensive patient records facilitated precise case selection. Each case with a bad split was matched to controls based on age at surgery, sex, and surgeon experience, effectively minimizing most potential confounding factors. However, the retrospective design limited access to certain potentially influential variables, such as mandibular morphology, bone density, and skeletal classification 31, 32. Moreover, the relatively low incidence of bad splits led to a small sample size and a limited number of matched pairs. Future research with larger cohorts is warranted to enhance statistical power and further explore additional predictors that remain inconclusive in the current literature.

Conclusion

This study demonstrates that a shorter height from the lingula to the fusion of the buccal and lingual cortices (HLBC) of less than 7.5 mm significantly increases the risk of bad splits during SSO. A comprehensive understanding of mandibular anatomy is crucial for surgeons to optimize treatment planning and execute the procedure with greater precision, thereby reducing the occurrence of this complication.

References

1. Ruiz LP, Lara JC. Facial nerve palsy following bilateral sagittal split ramus osteotomy for setback of the mandible. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2011;40(8):884-6.
2. Ow A, Cheung LK. Skeletal stability and complications of bilateral sagittal split osteotomies and mandibular distraction osteogenesis: an evidence-based review. *J Oral Maxillofac Surg.* 2009;67(11):2344-53.

3. Rai KK, Shivakumar HR, Sonar MD. Transient facial nerve palsy following bilateral sagittal split ramus osteotomy for setback of the mandible: a review of incidence and management. *J Oral Maxillofac Surg.* 2008;66(2):373-8.
4. Trauner R, Obwegeser H. The surgical correction of mandibular prognathism and retrognathia with consideration of genioplasty. I. Surgical procedures to correct mandibular prognathism and reshaping of the chin. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1957;10(7):677-89;contd.
5. Trauner R, Obwegeser H. The surgical correction of mandibular prognathism and retrognathia with consideration of genioplasty. II. Operating methods for microgenia and distocclusion. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1957;10(8):787-92; contd.
6. Dal Pont G. Retromolar osteotomy for the correction of prognathism. *J Oral Surg Anesth Hosp Dent Serv.* 1961;19:42-7.
7. Hunsuck EE. A modified intraoral sagittal splitting technic for correction of mandibular prognathism. *J Oral Surg.* 1968;26(4):250-3.
8. Bloomquist DS, Lee JJ. Mandibular orthognathic surgery. In: Miloro M, Ghali GE, Larsen PE, Waite PD, editors. *Peterson's principles of oral and maxillofacial surgery.* 3rd ed. Shelton, CT: PMPH-USA; 2011. p. 1317-64.
9. Sousa CS, Turrini RNT. Complications in orthognathic surgery: a comprehensive review. *J Oral Maxillofac Surg Med Pathol.* 2012; 24(2):67-74.
10. Mehra P, Castro V, Freitas RZ, Wolford LM. Complications of the mandibular sagittal split ramus osteotomy associated with the presence or absence of third molars. *J Oral Maxillofac Surg.* 2001;59(8):854-8.
11. O'Ryan F. Complications of orthognathic surgery. *Oral Maxillofac Surg Clin North Am.* 1990;2:593-613.
12. Veras RB, Kriwalsky MS, Hoffmann S, Maurer P, Schubert J. Functional and radiographic long-term results after bad split in orthognathic surgery. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2008; 37(7):606-11.
13. Kriwalsky MS, Maurer P, Veras RB, Eckert AW, Schubert J. Risk factors for a bad split during sagittal split osteotomy. *Br J Oral Maxillofac Surg.* 2008;46(3):177-9.
14. Teltzrow T, Kramer FJ, Schulze A, Baethge C, Brachvogel P. Perioperative complications following sagittal split osteotomy of the mandible. *J Craniomaxillofac Surg.* 2005; 33(5):307-13.
15. Jędrzejewski M, Smektała T, Sporniak-Tutak K, Olszewski R. Preoperative, intraoperative, and postoperative complications in orthognathic surgery: a systematic review. *Clin Oral Investig.* 2015;19(5):969-77.
16. Simpson W. Problems encountered in the sagittal split operation. *Int J Oral Surg.* 1981;10(2):81-6.
17. Falter B, Schepers S, Vrielinck L, Lambrichts I, Thijs H, Politis C. Occurrence of bad splits during sagittal split osteotomy. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2010;110(4):430-5.
18. Posnick JC, Choi E, Liu S. Occurrence of a 'bad' split and success of initial mandibular healing: a review of 524 sagittal ramus osteotomies in 262 patients. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2016; 45(10):1187-94.
19. Reyneke JP, Tsakiris P, Becker P. Age as a factor in the complication rate after removal of unerupted/impacted third molars at the time of mandibular sagittal split osteotomy. *J Oral Maxillofac Surg.* 2002;60(6):654-9.
20. Friscia M, Sbordone C, Petrocelli M, Vaira LA, Attanasi F, Cassandro FM, et al. Complications after orthognathic surgery: our experience on 423 cases. *Oral Maxillofac Surg.* 2017;21(2):171-7.

21. Aarabi M, Tabrizi R, Hekmat M, Shahidi S, Puzesh A. Relationship between mandibular anatomy and the occurrence of a bad split upon sagittal split osteotomy. *J Oral Maxillofac Surg.* 2014; 72(12):2508-13.
22. Wang T, Han JJ, Oh HK, Park HJ, Jung S, Park YJ, Kook MS. Evaluation of mandibular anatomy associated with bad splits in sagittal split ramus osteotomy of mandible. *J Craniofac Surg.* 2016;27(5):e500-4.
23. Guernsey LH, DeChamplain RW. Sequelae and complications of the intraoral sagittal osteotomy in the mandibular rami. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1971;32(2):176-92.
24. Tom WK, Martone CH, Mintz SM. A study of mandibular ramus anatomy and its significance to sagittal split osteotomy. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 1997;26(3):176-8.
25. Wolford LM, Bennett MA, Rafferty CG. Modification of the mandibular ramus sagittal split osteotomy. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1987;64(2):146-55.
26. Scomparin L, Soares MQ, Rubira CM, Yaedu RY, Imada TS, Centurion BS, et al. CBCT location of the fusion between the buccal and lingual cortical in the mandibular ramus: importance to sagittal split osteotomy. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal.* 2017;22(4):e500-e5.
27. Sant'Ana E, Souza DPE, Temprano AB, Shinohara EH, Faria PEP. Lingual Short Split: A Bilateral Sagittal Split Osteotomy Technique Modification. *J Craniofac Surg.* 2017;28(7):1852-4.
28. Telha W, Abotaleb B, Zhang J, Bi R, Zhu S, Jiang N. Correlation between mandibular anatomy and bad split occurrence during bilateral sagittal split osteotomy: a three-dimensional study. *Clin Oral Investig.* 2023;27(3):1035-42.
29. Jiang N, Wang M, Bi R, Wu G, Zhu S, Liu Y. Risk factors for bad splits during sagittal split ramus osteotomy: a retrospective study of 964 cases. *Br J Oral Maxillofac Surg.* 2021;59(6):678-82.
30. Mensink G, Verweij JP, Frank MD, Eelco Bergsma J, Richard van Merkesteyn JP. Bad split during bilateral sagittal split osteotomy of the mandible with separators: a retrospective study of 427 patients. *Br J Oral Maxillofac Surg.* 2013; 51(6):525-9.
31. Fujii Y, Hatori A, Horiuchi M, Sugiyama-Tamura T, Hamada H, Sugisaki R, et al. Computed tomography evaluation of risk factors for an undesirable buccal split during sagittal split ramus osteotomy. *PLoS One.* 2023;18(3):e0279850.
32. Noleto JW, Marchiori E, Da Silveira HM. Evaluation of mandibular ramus morphology using computed tomography in patients with mandibular prognathism and retrognathia: relevance to the sagittal split ramus osteotomy. *J Oral Maxillofac Surg.* 2010;68(8):1788-94.

Corresponding author

Kanin Arunakul

*Department of Oral and Maxillofacial Surgery,
Faculty of Dentistry, Mahidol University,
Bangkok, 10400.*

Tel. : +66 2200 7845-6

Email : Kanin.aru@mahidol.ac.th



ลักษณะสำคัญของกายวิภาคขากรรไกรล่าง ที่สัมพันธ์กับการแยกผิวดนในการผ่าตัดขากรรไกร ชนิดแซจิตัลสปลิทเรมัสออสทีโอโตมี้

วิรัช สุวรรณทวิกุล¹ วรางคณา วีระวานิช² ธนัษพร ทองงาม³ คณิน อรุณากร^{4,*}

บทความวิจัย

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์: เพื่อศึกษาผลของลักษณะทางกายวิภาคของขากรรไกรล่างที่มีต่ออุบัติการณ์ของการแยกผิวดนในการผ่าตัดขากรรไกรชนิดแซจิตัลสปลิทเรมัสออสทีโอโตมี้

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ: เก็บข้อมูลลักษณะทางกายวิภาคต่างๆ ของขากรรไกรล่างจากภาพรังสีส่วนตัดอาศัยคอมพิวเตอร์สร้างสรีรภาพก่อนการรักษาก่อนการผ่าตัดขากรรไกรชนิดแซจิตัลสปลิทเรมัสออสทีโอโตมี้ ประกอบด้วยผู้ป่วย 10 รายที่พบว่าเกิดการแยกผิวดน และผู้ป่วย 40 รายที่ไม่พบว่าการแยกผิวดน วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติการถดถอยโลจิสติกแบบมีเงื่อนไข

ผล: พบว่าค่าความสูงจากลิ้นกลาถึงจุดที่เชื่อมกันของกระดูกที่ด้านใกล้แก้มและด้านใกล้ลิ้นที่น้อยลงและความหนาของกระดูกเรมัสที่ตำแหน่งลิ้นกลาที่หนามากขึ้นมีความสัมพันธ์กับอุบัติการณ์ของการแยกผิวดน และผลการวิเคราะห์เส้นโค้งพบว่าความสูงจากลิ้นกลาถึงจุดที่เชื่อมกันของกระดูกที่ด้านใกล้แก้มและด้านใกล้ลิ้นที่น้อยกว่า 7.5 มิลลิเมตรมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญต่อการเกิดการแยกผิวดน

บทสรุป: ลักษณะทางกายวิภาคของขากรรไกรล่างข้างต้นมีความสัมพันธ์กับอุบัติการณ์ของการแยกผิวดนในการผ่าตัดขากรรไกรชนิดแซจิตัลสปลิทเรมัสออสทีโอโตมี้ ทันตแพทย์จึงควรตระหนักถึงความเสี่ยงที่จะเกิดการแยกผิวดนและให้การผ่าตัดอย่างระมัดระวังในผู้ป่วยที่มีลักษณะดังกล่าว

คำใช้รหัส: ภาพรังสีส่วนตัดอาศัยคอมพิวเตอร์สร้างสรีรภาพ/ การแยกผิวดน/ ลักษณะทางกายวิภาคของขากรรไกรล่าง/ การผ่าตัดขากรรไกรชนิดแซจิตัลสปลิทเรมัสออสทีโอโตมี้

ผู้ประพันธ์บทความ

คณิน อรุณากร

ภาควิชาศัลยศาสตร์ช่องปากและแม็กซิลโลเฟเชียล

คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

เขตราชเทวี กรุงเทพฯ 10400

โทรศัพท์ : 02 200 7845-6

จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ : Kanin.aru@mahidol.ac.th

¹ ทันตแพทย์ประจำบ้านหลักสูตรการฝึกอบรมทันตแพทย์ประจำบ้าน สาขาวิชาศัลยศาสตร์ช่องปากและแม็กซิลโลเฟเชียล คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

² ภาควิชารังสีวิทยาช่องปากและแม็กซิลโลเฟเชียล คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

³ กลุ่มงานทันตกรรม โรงพยาบาลสมุทรสาคร จังหวัดสมุทรสาคร

⁴ ภาควิชาศัลยศาสตร์ช่องปากและแม็กซิลโลเฟเชียล คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

* ผู้ประพันธ์บทความ



Quality of Root Canals Filled with a Calcium Silicate-Based Sealer using Different Placement Methods: A Micro-CT Study

Nattakorn Kunthonthien¹ Chitpol Chaimanakarn^{2,*}

Research Article

Abstract

Objective : This study aimed to compare the volumes of voids and gaps in root canals fillings obtained with the single-cone technique using a calcium silicate-based sealer placed by different methods, as assessed by micro-computed tomography (micro-CT).

Materials and Methods : Sixty extracted mandibular premolars with oval-shaped canals were prepared using nickel-titanium rotary instruments to an apical size of 40/.04 and randomly assigned to three groups according to the sealer placement methods: ST, single-cone technique with a disposable tip; STU, single-cone technique with a disposable tip and ultrasonic activation; and STL, single-cone technique with a disposable tip and a lentulo spiral (n= 20 per group). Each obturated tooth was scanned with micro-computed tomography to evaluate the presence of voids and gaps. The percentage volume of voids and gaps was calculated at the coronal, middle and apical levels. Data were statistically analyzed using the Kruskal-Wallis test and linear mixed model with Bonferroni adjustment at a 5% significance level.

Results : The STL group had the highest total percentage volume of voids (3.971%), whereas the ST group had the highest total percentage volume of gaps (1.428%). Across the entire canal, no significant between-group differences were observed for the percentage volume of either voids or gaps ($p>0.05$). At the coronal level, the STL group exhibited a significantly greater percentage volume of voids than the other groups ($p<0.05$), and within the STL group the coronal was significantly higher than the middle and apical levels ($p<0.05$). No significant differences in percentage volume of gaps were detected between groups or among canal levels ($p>0.05$).

Conclusion : Within the limitation of this study, no significant differences were found in overall void and gap formation among the three sealer placement methods. However, the use of a lentulo spiral in oval-shaped canals was associated with the highest void volume at the coronal level.

Keywords: Calcium silicate/ Filling quality/ Micro-computed tomography/ Root canal obturation

Received: Feb 21, 2025

Revised: Sep 27, 2025

Accepted: Oct 03, 2025

¹ Resident of Residency Training Program in Endodontics, Department of Operative Dentistry and Endodontics, Faculty of Dentistry, Mahidol University.

² Department of Operative Dentistry and Endodontics, Faculty of Dentistry, Mahidol University.

* Corresponding author

Introduction

The primary objective of root canal treatment is to prevent and manage apical periodontitis caused by bacterial infection of the root canal system, as chemomechanical debridement alone cannot completely eradicate microorganisms from the root canal^{1,2}. Root canal obturation aims to entomb residual microorganisms and provide a hermetic seal, thereby preventing reinfection due to fluid leakage into the root canal system^{3,4}.

During obturation, an endodontic sealer is used in conjunction with gutta-percha to fill the root canal system. The main functions of sealers are to seal the root canal, entomb remaining bacteria, and fill anatomical irregularities within the root canal⁵. However, the amount of sealer should be minimized as many endodontic sealers exhibit high solubility and shrinkage, which may compromise their sealing ability⁶⁻¹¹.

Currently, calcium silicate-based sealers are widely used for root canal obturation, with iRoot SP (Innovative BioCeramix Inc, Vancouver, Canada) regarded as the main representative of this group because it has been extensively studied and is frequently employed as a reference material in research. This sealer exhibits several advantageous properties, including slight expansion upon setting rather than shrinkage¹², antimicrobial activity^{13,14}, high flow¹⁵⁻¹⁷, and excellent biocompatibility and bioactivity^{16,18,19}. According to the manufacturer's instructions, calcium silicate-based sealers are placed into the root canal using a disposable tip or hand file and obturated with single-cone technique. In this technique, the sealer serves as the primary filling material, while the gutta-percha cone acts as a carrier to facilitate sealer placement throughout the canal. Consequently, this approach may increase the likelihood of void and gap formation. Various sealer placement methods have been proposed to minimize these defects, as voids and gaps in the root

canal fillings can lead to porosity, compromise filling quality, provide niches for microbial habitation, and allow the bacterial toxin through the filled root canal²⁰.

However, studies evaluating the quality of root canal fillings using calcium silicate-based sealers with different placement techniques remain limited. In a previous study, Kim et al.²¹ reported no significant differences in filling quality when Endoseal MTA was placed using an intracanal tip with or without ultrasonic activation, based on both the proportion of void-containing sections and the void volume percentage assessed by micro-CT. Nevertheless, few investigations have provided detailed analysis of whether different sealer placement techniques influence the occurrence and distribution of voids and gaps at various levels within the root canal.

Microcomputed tomography (micro-CT) is widely used to evaluate sealing ability and obturation quality, as it provides a highly accurate and nondestructive assessment²². This method allows precise detection of voids within fillings and quantification of void and gap volumes²³. Therefore, the aim of this study was to compare the volume of voids and gaps in root canal fillings obtained with a calcium silicate-based sealer using three different placement techniques, and to evaluate differences in void and gap formation among placement methods and canal levels, as assessed by micro-CT.

Materials and Methods

Sample preparation

The study protocol was approved by the Ethics Committee of the Faculty of Dentistry/Faculty of Pharmacy, Mahidol University (reference no. MU-DT/PY-IRB 2020/DT168), Bangkok, Thailand.

The sample size was determined using *nQuery Advance* version 8.5.2 (Statistical Solutions Ltd., Boston, MA, USA), based on the F-test family for

one-way ANOVA. The calculation was performed with an assumed effect size of 0.194²¹, a power ($1-\beta$) of 80%, and a significance level (α) of 0.05. This analysis indicated that a minimum of 20 specimens per group was required. Accordingly, a total of 60 specimens ($n=20$ per group, 3 groups) was included in this study.

Sixty single-rooted mandibular premolars without caries, root resorption, or fractures were collected and stored in 0.1% thymol solution. Each tooth was examined for variations in root canal anatomy, and the canal width was measured in both the buccolingual and mesiodistal directions at 5 mm from the apex. Only teeth with straight single canals (Vertucci's type I [1-1] configuration) and oval-shaped canals, defined as having a buccolingual-to-mesiodistal ratio greater than or equal to 2:1, were included.

All teeth were decoronated and standardized to a length of approximately 12 mm from the root tip using a high-speed fissure diamond bur. A size 10 K-file (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) was inserted into the root canal until reaching the apical foramen, and the working length was determined by subtracting 1mm from this length. A glide path was established using a size 15 K-file (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) at the working length. Root canals were prepared with Race Ni-Ti rotary instruments (FKG Dentaire SA, La Chaux-de-Fonds, Switzerland) to an apical size 40/.04. Irrigation was performed with 2.5% sodium hypochlorite (NaOCl) after each file, and rotary instruments were replaced after every 10 uses. Following canal enlargement, irrigation was performed with 3 ml of 17% ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA) (Endo Clean, M Dent, Bangkok, Thailand) for 1 minute, followed by a final rinse with 5 ml of 2.5% sodium hypochlorite. Apical patency was confirmed with a size 10 K-file, and canals were dried with paper points.

Subsequently, all specimens underwent micro-CT imaging to obtain the baseline root-canal volume. Stratified randomization was then performed on the basis of these measurements: teeth were

ranked by canal volume and divided into three strata (low, medium, high). Within each stratum, a computer-generated sequence allocated specimens in a 1:1:1 ratio to the ST, STU, or STL groups. In total, 60 teeth were assigned ($n=20$ per group) according to the designated sealer placement technique.

Sealer placement

Single-cone technique with disposable canal tip (ST group): The sealer iRoot SP, Innovative BioCeramix, Vancouver, Canada) was delivered into the canal using a premixed syringe with a disposable tip, approximately 8 mm short of the working length, as recommended by the manufacturer. A size 40/.04 gutta-percha cone (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) was coated with sealer 4 mm from the tip and gently inserted into the canal to the working length.

Single-cone technique with disposable canal tip and ultrasonic activation (STU group): The sealer was delivered into the canal approximately 4 mm short of the working length using a premixed syringe with a disposable tip. An ultrasonic tip (Tip #1, Satelec, Mount Laurel, NJ, USA) connected to an ultrasonic device (P-5 Newtron XS; Satelec, Mount Laurel, NJ, USA) was set at "8" in the yellow code. The gutta-percha cone (size 40/.04) was coated with sealer 4 mm from the tip. The ultrasonic tip was then applied to a cotton plier holding the gutta-percha cone 20 mm from its tip, and the cone was gently inserted to the working length under continuous ultrasonic activation for 2–3 seconds.

Single-cone technique with disposable canal tip and lentulo spiral (STL group): The sealer was delivered into the canal approximately 4 mm short of the working length using a premixed syringe with a disposable tip. A lentulo spiral (size 35) was then inserted into the root canal 1 mm short of the working length, gradually withdrawn while rotating at 900 rpm with 1 N-cm torque. Subsequently, a size 40/.04 gutta-percha cone was coated with sealer 4 mm from the tip and gently inserted into the canal to the working length.

The coronal end of the gutta-percha cone was cut at the canal orifice using an electrical heat carrier (System B Heat Source, SybronEndo, Orange, CA, USA). Excess sealer was removed with a moist cotton pellet. All specimens were stored in a container at 37 °C and 100% humidity for 7 days to allow complete setting of the sealer.

Micro-computed tomography evaluation

A micro-CT scanner (Skyscan 1173, Bruker MicroCT, Kontich, Belgium) was used to scan the specimens. The micro-CT system had an isotropic pixel size of 8 µm. The X-ray source voltage was set at 80 kV, with a beam current of 100 µA, and aluminum filter thickness of 1 mm. The rotation increment was 0.4° per step, with an exposure time of 600 ms. To minimize ring artifacts, detector air calibration was performed before each scan. Additional settings included beam-hardening correction and adjustment of contrast limits according to the manufacturer's instructions.

Reconstructed images were obtained using the NRecon software (SkyScan), and void and gap volumes were analyzed with CTAn software (v1.16. Bruker Micro CT). In this study, a void was defined as a pore completely enclosed within the filling material (within the sealer or between the sealer and gutta-percha) without communication with dentin, whereas a gap was defined as a pore directly communicating with the dentin–sealer interface (Figure 1).

For the calculation of void and gap volumes, the original grayscale images were processed with a Gaussian low-pass filter to reduce noise. Automatic segmentation thresholds were applied to differentiate dentin, gutta-percha, voids, gaps, and sealer. Binarization was performed to generate black/white images, and a region of interest was selected for each slice to calculate void and gap volumes. Each specimen was divided into three

regions: apical (0-4 mm from the root apex), middle (4-8 mm), and coronal (8-12 mm). The percentages of voids (%V) and gaps (%G) were calculated using the following formulas: $\%V = V_v / (V_v + V_g + V_f) \times 100$ and $\%G = V_g / (V_v + V_g + V_f) \times 100$. V_f is the volume of the filling material, V_g is the gap volume and V_v is the void volume. Three-dimensional reconstruction of the filling was generated using CTVol software (SkyScan) to visualize overall obturation quality (Figure 2).

Statistical analysis

Statistical analysis was performed using STATA¹⁷ (StataCorp LLC, Texas, USA). A p -value < 0.05 was considered statistically significant. The Shapiro-Wilk test was used to assess data distribution, which indicated non-normality; therefore, the Kruskal-Wallis test was applied to evaluate differences in percentage volumes of $Voids_{(total)}$ and $Gaps_{(total)}$ among the groups. The effects of placement methods and the levels were analyzed using a linear mixed model with Bonferroni adjustment.

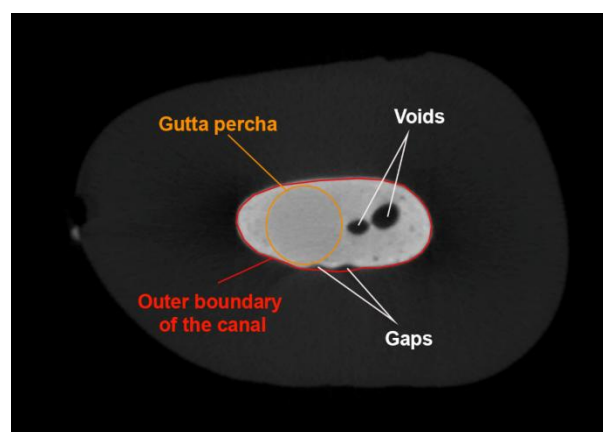


Figure 1 Representative micro-computed tomography (micro-CT) cross-section of an obturated canal. The outer canal boundary is delineated in red. The gutta-percha core is indicated, with voids (closed pores) and gaps (open pores at the dentin–sealer interface) labeled.

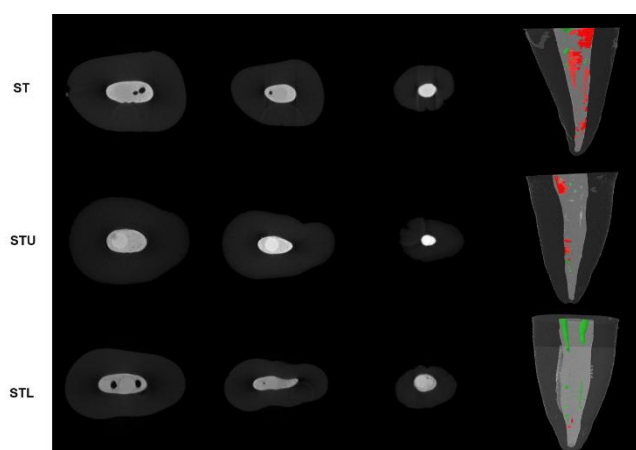


Figure 2 Two-dimensional axial slices (coronal to apical, left to right) and three-dimensional reconstructions of obturated roots for each group. In the 3D renderings, gutta-percha and sealer are shown in white, gaps in red, and voids in green. Abbreviations: ST; Single-cone technique with disposable canal tip, STU; Single-cone technique with disposable canal tip and ultrasonic activation, STL; Single-cone technique with disposable canal tip and lentulo spiral.

Results

The median percentage volumes of root canal voids and gaps in the total root canal are presented in Table 1. The highest percentage of voids was observed in the STL group (3.971%), while the highest percentage of gaps was observed in the ST group (1.428%). However, no significant differences were found in the percentage volumes of voids or gaps in the total root canal (%Void_(total) and %Gap_(total)) among the three placement methods ($p > 0.05$).

The percentage volumes of voids at the coronal, middle, and apical levels are shown in Table 2. The STL group demonstrated a significantly higher percentage volume of voids at the coronal levels (4.702%, $p < 0.05$) compared with the other groups. In

contrast, no significant differences were observed among the groups at the middle or apical level ($P > 0.05$). Within the STL group, significant differences were observed between the coronal level and the other levels ($p < 0.05$), whereas no significant differences were found among the levels in the ST and STU groups ($p > 0.05$).

The percentage volumes of gaps at the coronal, middle and apical levels are presented in Table 3. The ST group exhibited the highest percentage volume of gaps at the middle level (2.26%). Nonetheless, no significant differences were observed in percentage volumes of gaps among the groups or levels ($p > 0.05$).

Table 1 Percentage volume of total root canal voids and gaps in the ST, STU, and STL.

Variables	Group ST Median (Q1-Q3), (Min-Max)	Group STU Median (Q1-Q3), (Min-Max)	Group STL Median (Q1-Q3), (Min-Max)	p-value*
%Void _(total)	1.902 (1.121-4.549), (0.261-8.221)	2.128 (0.277-3.331), (0.0490-8.196)	3.971 (1.877-6.311), (0.054-16.673)	0.086
%Gap _(total)	1.428 (0.290-2.290), (0.011-13.361)	0.394 (0.128-0.978), (0.001-3.102)	0.791 (0.279-1.985), (0.001-8.125)	0.181

Values are presented as median (Q1-Q3), with minimum and maximum in parentheses.

*Statistical evaluation was performed using a Kruskal-Wallis test.

Abbreviations: ST; Single-cone technique with disposable canal tip, STU; Single-cone technique with disposable canal tip and ultrasonic activation, STL; Single-cone technique with disposable canal tip and lentulo spiral.

Table 2 Percentage volume of voids at coronal, middle, and apical levels in ST, STU, and STL.

	Group ST Median (Q1-Q3) (Min-Max)	Group STU Median (Q1-Q3) (Min-Max)	Group STL Median (Q1-Q3) (Min-Max)
Coronal	2.134 ^{aA} (1.433-4.768), (0.301-11.923)	2.622 ^{aA} (0.327-4.257), (0.055-11.430)	4.702 ^{b,B} (2.133-9.346), (0.059-26.932)
Middle	1.074 ^{aA} (0.147-2.538), (0.001-7.425)	0.465 ^{aA} (0.175-1.372), (0.001-4.720)	1.006 ^{aA} (0.189-3.312), (0.015-6.495)
Apical	0.225 ^{aA} (0.042-1.207), (0.001-10.659)	0.084 ^{aA} (0.002-0.876), (0.001-8.769)	0.566 ^{aA} (0.148-1.630), (0.001-3.519)

Values are presented as median (Q1–Q3), with minimum and maximum in parentheses. Different uppercase letters within the same column indicate statistically significant differences among root levels ($p < 0.05$). Different lowercase letters within the same row indicate statistically significant differences among groups ($p < 0.05$). Statistical evaluation was performed using a linear mixed model with Bonferroni adjustment. Abbreviations: ST; Single-cone technique with disposable canal tip, STU; Single-cone technique with disposable canal tip and ultrasonic activation, STL; Single-cone technique with disposable canal tip and lentulo spiral.

Table 3 Percentage volume of gaps at coronal, middle, and apical levels in ST, STU, and STL.

	Group ST Median (Q1-Q3) (Min-Max)	Group STU Median (Q1-Q3) (Min-Max)	Group STL Median (Q1-Q3) (Min-Max)
Coronal	0.574 ^{aA} (0.012-2.158), (0.001-12.514)	0.355 ^{aA} (0.028-0.822), (0.001-5.045)	0.317 ^{aA} (0.052-1.309), (0.001-10.587)
Middle	2.260 ^{aA} (0.003-3.522), (0.001-19.471)	0.011 ^{aA} (0.002-0.403), (0.001-8.724)	0.593 ^{aA} (0.002-2.519), (0.001-10.544)
Apical	0.123 ^{aA} (0.005-1.813), (0.001-6.517)	0.003 ^{aA} (0.001-0.063), (0.001-7.965)	0.340 ^{aA} (0.004-2.256), (0.001-7.603)

Values are presented as median (Q1–Q3), with minimum and maximum in parentheses. Different uppercase letters within the same column indicate statistically significant differences among root levels ($p < 0.05$). Different lowercase letters within the same row indicate statistically significant differences among groups ($p < 0.05$). Statistical evaluation was performed using a linear mixed model with Bonferroni adjustment. Abbreviations: ST; Single-cone technique with disposable canal tip, STU; Single-cone technique with disposable canal tip and ultrasonic activation, STL; Single-cone technique with disposable canal tip and lentulo spiral.

Discussion

In endodontics, there is a general consensus that the quality of each treatment step is closely associated with the likelihood of apical healing. Among these steps, root canal obturation plays a particularly critical role, as it seals the canal walls and entombs any remaining bacteria within the root canal system. Voids (closed pores), which are internal air pockets capable of entrapping bacteria, and gaps (open pores), which create pathways for microbial and toxin penetration into the root canal system^{12, 24} are considered one of the methods for evaluating obturation quality. Some studies have reported that poor root canal filling quality (defined as root fillings terminating more than 2 mm short of the

radiographic apex, or being grossly overfilled, unfilled, or containing voids with inadequate density) may act as a prognostic determinant of endodontic treatment failure.²⁵ Root canal obturation using the single-cone technique with a sealer-based approach often results in a substantial amount of sealer, thereby increasing the likelihood of voids and gaps. This observation formed the basis of the present study, which aimed to investigate whether different sealer placement methods affect the occurrence of these defects. Voids and gaps were analyzed separately because they may have distinct impacts on treatment outcomes.

The results of this study showed no significant differences in the total percentage volume of voids or gaps among the different sealer placement methods. These findings are consistent with those of Kim et al.²¹, who reported no significant differences in void formation (referring to both voids and gaps) when using a disposable canal tip with or without ultrasonic activation, as assessed by micro-CT. This outcome may be explained by the favorable physicochemical properties of calcium silicate-based sealers, particularly their excellent flowability and adaptation to the root canal walls, which could minimize discrepancies in void and gap formation when evaluated across the entire root canal system.

However, when analyzing void formation at different root canal levels, the group that using a lentulo spiral exhibited a significantly higher percentage of voids at the coronal level compared with other techniques. This may be attributed to the rotation speed of the lentulo spiral (900 rpm) combined with the liquid consistency of the sealer, which could have entrapped air during placement. However, previous studies have reported mixed results regarding the effectiveness of the lentulo spiral. Guinesi et al.²⁶ reported that using a lentulo spiral to place AH Plus sealer with the single-cone technique produced fewer voids than placement using a file or gutta-percha. On the other hand, Nabavizadeh et al.²⁷ reported no significant difference in void percentage when placing AH26 sealer was placed a lentulo spiral compared with other methods (file, gutta-percha, and ultrasonic file) in root canals filled using lateral condensation technique. Therefore, the increased coronal voids in our study may not be solely attributable to the lentulo spiral but may also relate to the oval shape of the root canal in this region. Several studies have highlighted the influence of canal shape on void formation. Celikten et al.²⁸ reported that voids were

significantly more common at the coronal level than at the apical level due to canal morphology, regardless of sealer used. Similarly, Huang et al.²⁹ found that the volume of close pores was highest at the coronal level when using either AH Plus or EndoSequence BC sealer, as assessed by micro-CT. Collectively, the potential for air entrapment associated with lentulo spiral-assisted sealer placement, combined with the larger volume of the oval-shaped coronal canal, may synergistically account for the higher incidence of voids observed at this level compared with other techniques and canal levels.

Regarding gap formation, this study reported total gaps percentage ranging from 0.39% to 1.428%, consistent with previous findings. Milanovic et al.²⁴ observed approximately 4% open porosity in root canals filled with EndoSequence BC sealer. In this study, no significant differences in total gap volume were detected among placement techniques, including in oval-shaped canal filled with iRoot SP. Likewise, no significant differences were observed between groups at the same canal level, or across different levels within group. The high flowability of calcium silicate-based sealers likely facilitated close adaptation to the root canal walls. Although all three placement methods resulted in comparable gap formation, ultrasonic activation tended to produce fewer gaps, particularly at the middle and apical levels, possibly due to enhanced sealer distribution and adaptation.

Based on these findings, the manufacturer-recommended single-cone technique using a disposable tip appears to be a simple and effective method for sealer placement, minimizing the number of instruments required and reducing operator variability, while yielding void and gap formation comparable to other adjunctive loading approaches. However, in oval-shaped root canals,

where interfacial gap formation may be of particular concern, ultrasonic activation may be a preferable adjunct, as it has been shown to reduce the occurrence of voids and gaps.

Although micro-CT is a non-destructive method that enables repeated analysis of the same sample, its ability to detect voids and gaps is limited by the scanner's resolution. Voids and gaps smaller than 10–20 µm may remain undetected²⁴, indicating that some voids and gaps might not have been identified. In addition, the present study used teeth with straight and oval-shaped root canals. In other root canal morphologies, such as teeth with curvatures or isthmuses, the outcomes may differ from those observed in this study.

Conclusion

Within the limitations of this study, no significant differences were observed in the formation of voids and gaps among the three sealer placement techniques in root canals filled with a calcium silicate-based sealer. However, the use of a lentulo spiral for placing the sealer in oval-shaped root canals resulted in the highest percentage of void volume at the coronal level of the root canal filling.

Acknowledgement

This study was supported by Mahidol University Faculty of Dentistry 2021 research grant.

References

1. Byström A, Sundqvist G. Bacteriologic evaluation of the efficacy of mechanical root canal instrumentation in endodontic therapy. *Scand J Dent Res*. 1981;89(4):321–8.
2. Byström A, Sundqvist G. The antibacterial action of sodium hypochlorite and EDTA in 60 cases of endodontic therapy. *Int Endod J*. 1985;18(1):35–40.
3. Sundqvist G, Figdor D, Persson S, Sjogren U. Microbiologic analysis of teeth with failed endodontic treatment and the outcome of conservative re-treatment. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 1998;85(1):86–93.
4. Siqueira JF Jr, Rocas IN, Alves FR, Campos LC. Periradicular status related to the quality of coronal restorations and root canal fillings in a Brazilian population. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2005;100(3):369–74.
5. Ørstavik D. Materials used for root canal obturation: technical, biological and clinical testing. *Endod Topics*. 2005;12(1):25–38.
6. Kazemi RB, Safavi KE, Spangberg LS. Dimensional changes of endodontic sealers. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. 1993;76(6):766–71.
7. Versiani MA, Carvalho-Junior JR, Padilha MI, Lacey S, Pascon EA, Sousa-Neto MD. A comparative study of physicochemical properties of AH Plus and Epiphany root canal sealants. *Int Endod J*. 2006;39(6):464–71.
8. Resende LM, Rached-Junior FJ, Versiani MA, Souza-Gabriel AE, Miranda CE, Silva-Sousa YT, et al. A comparative study of physicochemical properties of AH Plus, Epiphany, and Epiphany SE root canal sealers. *Int Endod J*. 2009;42(9):785–93.
9. Marin-Bauza GA, Rached-Junior FJ, Souza-Gabriel AE, Sousa-Neto MD, Miranda CE, Silva-Sousa YT. Physicochemical properties of methacrylate resin-based root canal sealers. *J Endod*. 2010;36(9):1531–6.
10. Flores DS, Rached FJ Jr, Versiani MA, Guedes DF, Sousa-Neto MD, Pecora JD. Evaluation of physicochemical properties of four root canal sealers. *Int Endod J*. 2011;44(2):126–35.
11. Kontakiotis EG, Wu MK, Wesselink PR. Effect of sealer thickness on long-term sealing ability: a 2-year follow-up study. *Int Endod J*. 1997;30(5):307–12.

12. Trope M, Bunes A, Debelian G. Root filling materials and techniques: bioceramics a new hope? *Endod Topics*. 2015;32(1):86–96.
13. Zhang H, Shen Y, Ruse ND, Haapasalo M. Antibacterial activity of endodontic sealers by modified direct contact test against *Enterococcus faecalis*. *J Endod*. 2009;35(7): 1051–5.
14. Colombo M, Poggio C, Dagna A, Meravini MV, Riva P, Trovati F, et al. Biological and physico-chemical properties of new root canal sealers. *J Clin Exp Dent*. 2018;10(2):e120–e6.
15. Candeiro GT, Correia FC, Duarte MA, Ribeiro-Siqueira DC, Gavini G. Evaluation of radiopacity, pH, release of calcium ions, and flow of a bioceramic root canal sealer. *J Endod*. 2012; 38(6):842–5.
16. Zhou HM, Shen Y, Zheng W, Li L, Zheng YF, Haapasalo M. Physical properties of 5 root canal sealers. *J Endod*. 2013;39(10):1281–6.
17. Tanomaru-Filho M, Torres FFE, Chavez-Andrade GM, de Almeida M, Navarro LG, Steier L, et al. Physicochemical properties and volumetric change of silicone/bioactive glass and calcium silicate-based endodontic sealers. *J Endod*. 2017;43(12):2097–101.
18. Zhu X, Yuan Z, Yan P, Li Y, Jiang H, Huang S. Effect of iRoot SP and mineral trioxide aggregate (MTA) on the viability and polarization of macrophages. *Arch Oral Biol*. 2017;80:27–33.
19. Guven EP, Tasli PN, Yalvac ME, Sofiev N, Kayahan MB, Sahin F. In vitro comparison of induction capacity and biomineralization ability of mineral trioxide aggregate and a bioceramic root canal sealer. *Int Endod J*. 2013; 46(12):1173–82.
20. Moinzadeh AT, Zerbst W, Boutsoukis C, Shemesh H, Zaslansky P. Porosity distribution in root canals filled with gutta percha and calcium silicate cement. *Dent Mater*. 2015;31(9):1100–8.
21. Kim JA, Hwang YC, Rosa V, Yu MK, Lee KW, Min KS. Root canal filling quality of a premixed calcium silicate endodontic sealer applied using gutta-percha cone-mediated ultrasonic activation. *J Endod*. 2018;44(1):133–8.
22. Jung M, Lommel D, Klimek J. The imaging of root canal obturation using micro-CT. *Int Endod J*. 2005;38(9):617–26.
23. Hammad M, Qualtrough A, Silikas N. Evaluation of root canal obturation: a three-dimensional in vitro study. *J Endod*. 2009;35(4):541–4.
24. Milanovic I, Milovanovic P, Antonijevic D, Dzeletovic B, Djuric M, Miletic V. Immediate and Long-Term Porosity of Calcium Silicate-Based Sealers. *J Endod*. 2020;46(4):515–23.
25. Craveiro MA, Fontana CE, de Martin AS, Bueno CE. Influence of coronal restoration and root canal filling quality on periapical status: clinical and radiographic evaluation. *J Endod*. 2015;41(6):836–40.
26. Guinesi AS, Faria G, Tanomaru-Filho M, Bonetti-Filho I. Influence of sealer placement technique on the quality of root canal filling by lateral compaction or single cone. *Braz Dent J*. 2014;25(2):117–22.
27. Nabavizadeh M, Moazami F, Shamsi MS, Emami Z. Comparison of the percentage of voids following root canal obturation with gutta percha and AH26 sealer using four different sealer placement techniques. *JIDA*. 2013; 25(4):255–59.

28. Celikten B, Uzuntas CF, Orhan AI, Orhan K, Tufenkci P, Kursun S, et al. Evaluation of root canal sealer filling quality using a single-cone technique in oval shaped canals: An *In vitro* Micro-CT study. *Scanning*. 2016;38(2):133–40.
29. Huang Y, Orhan K, Celikten B, Orhan AI, Tufenkci P, Sevimay S. Evaluation of the sealing ability of different root canal sealers: a combined SEM and micro-CT study. *J Appl Oral Sci*. 2018; 26:e20160584.

Corresponding author

*Chitpol Chaimanakarn
Department of Operative Dentistry and
Endodontics, Faculty of Dentistry,
Mahidol University, Ratchathewi,
Bangkok, 10400
Tel. : +66 2200 7825 #14
Email : chitpol.cha@mahidol.ac.th*



Antibacterial Activity of *Mitragyna Speciosa* Korth. Extract on *Streptococcus mutans*

Thippayaphan Sathitthammaphon¹ Mahatana Poolgesorn¹ Puritat Kanokkangsadal² Nichamon Mukkasombut²
Kanta Pranweerapaiboon³ Intad Sriprasert^{1,*}

Research Article

Abstract

Objective: The purpose of this study aimed to evaluate the antibacterial effect of *Mitragyna speciosa* Korth. (Kratom) extract on *Streptococcus mutans*.

Materials and Methods: Crude extracts of kratom leaves were prepared using four extraction methods: maceration with 95% ethanol, maceration with 50% ethanol, decoction, and squeezing. *S. mutans* cultured in Mueller Hinton Broth was plated on Mitis Salivarius Agar. Paper discs containing kratom extracts from the four different extraction methods, and 0.12% chlorhexidine (as a positive control) were placed on agar plates. The inhibition zones were measured in millimeters, with clear zones indicating bacterial growth inhibition. The experiments were performed in triplicate. Data were recorded numerically and supplemented with images for analysis.

Results: The experiments indicated a similar clear zone area in shape and size. A clear inhibition zone was seen around the filter disc soaked in 0.12% chlorhexidine, indicating its antibacterial activity against *S. mutans*, while discs soaked in other extracts allowed normal bacterial growth. Red and white kratom extracts were unable to inhibit bacterial growth regardless of the extraction method used (maceration with 95% or 50% ethanol, decoction, or squeezing). However, reduced clear zones were observed around paper discs soaked with extracts from white kratom (squeezing method) and red kratom (maceration with 95% ethanol), which exhibited a slight tendency to inhibit bacterial growth.

Conclusion: Despite previous reports of antibacterial properties, kratom extracts obtained by the extraction methods in this study probably had a slight or no effect on *S. mutans*. Further investigation will provide more information on the effect of kratom on *S. mutans*.

Keywords: *Mitragyna speciose*/ Anti-bacterial agents/ Kratom leaves/ Mitragynine/ *Streptococcus mutans*

Received: Mar 14, 2025

Revised: Sep 26, 2025

Accepted: Oct 02, 2025

Introduction

Kratom or thom, scientifically known as *Mitragyna speciosa* Korth., is a tropical herbal plant native to Southeast Asia, especially in Malaysia and Thailand.^{1,2} It belongs to the Rubiaceae plant family (coffee). It has been used for at least a century as traditional medicine for pain and fatigue relief among agricultural workers and laborers.³ Thai folk healers use its pharmacologic properties to relieve

pain, alleviate diarrhea, regulate blood sugar levels, and treat coughing.^{2,4,5} It has been reported to be used as an opioid substitute for opioid withdrawal treatment.^{2,3}

Moreover, it also provides analgesic effects, opioid agonist activity, and CNS depressant from the primary active compound, mitragynine. Known as 9-methoxy-corynantheidine (Figure 1), which is a

¹ Department of Periodontology, Faculty of Dentistry, Thammasat University.

² Department of Applied Thai Traditional Medicine, Faculty of Medicine, Thammasat University.

³ Chulabhorn International College of Medicine, Thammasat University.

* Corresponding author

dominant indole alkaloid among over 25 alkaloids extracted from kratom leaves, constitutes approximately two-thirds of its alkaloid content.^{3,6,7} Kratom has distinct strains, characterized by green, red, or white leaf veins. The red vein strain, or red kratom, (Figure 2a) requires the shortest period for cultivation and has the most potent effect.^{7,8} Conversely, the green vein strain, or green kratom, needs an extended period for growing and exhibits lower potency than red kratom. The white vein strain, or white kratom (Figure 2b), falls between the two, requiring an intermediate growth duration.

Initially sorted as a Category 5 on the Table of controlled narcotic drugs according to Thailand's Narcotics Act B.E. 2522 (1979), it faced stringent regulations, including a prohibition on consumption, cultivation, trade, and distribution. However, the Narcotics Act No.8 B.E. 2564 (2021) led to its removal from Category 5 on the Table. Subsequently, the Narcotics Act B. E. 2565 (2022) legalized its

cultivation, possession, and sale with the required authorization from the Office of the Narcotics Control Board (ONCB) if it is used as a composition in foods, medicines, cosmetics, and herbs.

Fresh *M. speciosa* leaves can be directly chewed to extract the juice. The leftover fiber is indigestible and must be discarded. The leaves can also be consumed after being removed from the stem, midrib, and veins, or chewed with betel nut (*Areca catechu*).¹ Dried kratom leaves can be blended and used as cigarette filler for smoking or brewed as tea for consumption.^{1,6} Sweeteners and lime juice are added to reduce the bitterness of kratom tea and enhance its opioid effects by facilitating opioid extraction through acidity. Kratom cocktail (4x100), kratom mixed with Coca-Cola and cough syrup, is a popular alternative way for consumption.⁶ This recipe provides the active ingredients, including mitragynine, codeine, caffeine, chlorpheniramine, or phenylephrine.⁷

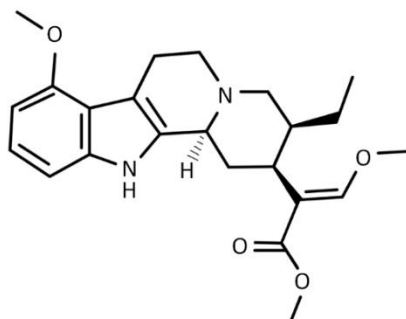


Figure 1 Chemical structure of mitragynine



Figure 2 (a) Red vein kratom leaf (b) White vein kratom leaf

Kratom has diverse pharmacological effects, including antinociceptive, psychostimulant, antidepressant, anti-inflammatory, antioxidant, and antibacterial properties.^{2,9,10} Mitragynine inhibits mechanical and thermal noxious stimuli by engaging supraspinal μ - and δ - opioid receptor subtypes to provide an antinociceptive effect.^{3,11} As an antidepressant property, mitragynine stimulates serotonin production and secretion and affects the neuroendocrine HPA axis system.¹² Mitragynine inhibits the inflammatory pathway by affecting the COX-2 mRNA expression and prostaglandin E₂ production.¹³ Methanolic and alkaloid extracts of *Mitragyna speciosa* Korth. leaf showed a zone of inhibition against *Salmonella typhi* and *Bacillus subtilis* in the preliminary antibacterial screening assay.¹⁴ The extracts were analyzed by high performance thin layer chromatography (HPTLC) method, and mitragynine bands were visually detected in all extracts with varying intensity. Mitragynine was believed to be an active compound against specific bacteria. Another study investigating the antimicrobial activity of kratom leaf 50% acetic acid extracts reported that mitragynine could inhibit *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli*.¹⁵ Quercetin, the secondary metabolite of *Mitragyna speciosa*, was found in the in silico study. The interaction between the ATP1 protein and quercetin was predicted to be an antibacterial mechanism of kratom leaf methanolic extract on *Streptococcus pneumoniae* and *E. coli*.¹⁶ Since *S. mutans* belongs to the same genus as *S. pneumoniae*, the expected antibacterial mechanism should be the same.

Streptococcus mutans has been known as a key pathogen of dental caries since it was isolated from carious lesions by J. Clarke in 1924. It was named under *Streptococcus mutans* due to the belief that the oval-shaped cells observed were mutant forms of Streptococci.¹⁷ The strong association between caries experience and *S. mutans* has been suggested and confirmed in a systematic review and

meta-analysis.¹⁸ *S. mutans*, a Gram-positive, facultatively anaerobic cocci bacteria, belonging to the *Streptococcus* genus, plays a crucial role in dental plaque formation as a primary colonizer, and is notably implicated in the pathogenesis of dental caries or cavities.¹⁹ This bacterium thrives in the oral cavity, particularly in biofilms on tooth surfaces, where it evades host defence mechanisms and utilizes nutrition, such as sucrose, as a substrate for fermentation. Through this process, *S. mutans* produces acids, mainly lactic, as metabolic by-products and lowers the pH of the surrounding environment, leading to the demineralization of tooth enamel, ultimately resulting in the development of cavities.¹⁹

S. mutans conversion to a harmful pathogen is enabled by several virulence factors. Attachment to tooth surfaces to initiate biofilm formation and generating acidity are important examples of its abilities to cause dental caries.²⁰ One such factor is the binding ability of bacterial surface proteins, such as glucosyltransferases and adhesins, to the host-derived molecules like salivary glycoproteins and extracellular matrix proteins. This adhesion allows *S. mutans* to colonize and form biofilms.¹⁹ Moreover, *S. mutans* can metabolize various carbohydrates, including sucrose, glucose, and fructose through enzymatic pathways that generate energy and acidic by-products. These acids damage tooth enamel and create an environment conducive to the growth of acidogenic and acid-tolerant microorganisms, further exacerbating dental caries.¹⁹ Research on *S. mutans* opens pathways to review its effect on dental health, oral disease, and its role in potential strategies for prevention and dental caries management. Understanding the mechanisms of *S. mutans* pathogenicity is crucial for developing effective interventions to maintain oral health and prevent tooth decay.

Due to its prior categorization as a Controlled Narcotic in Thailand, research on kratom's antibacterial properties has been limited. Kratom is usually consumed via chewing, the effect of kratom on the oral cavity is interesting, especially the effect on oral bacteria. *S. mutans* is a major cariogenic bacterium and is also in the same genus as *S. pneumoniae*, on which kratom presented antibacterial interaction. Therefore, this study aims to investigate whether kratom exhibits antibacterial effects on *S. mutans*.

In traditional Thai medicine, kratom is used to relieve many symptoms, including diarrhea, cough, and fatigue. Contemporarily, it is used as an energy booster and an oral wound healing promoter since its removal from Category 5 status.

As an antibacterial screening test, four different extraction methods for *Mitragyna speciosa* (kratom) had been selected, including maceration with 95% ethanol, maceration with 50% ethanol, decoction, and squeezing. The believed bioactive compound in antibacterial activity represented in the kratom leaf is mitragynine, which is a lipophilic alkaloid. The extract from maceration using the 95% ethanol method was expected to show the highest

antibacterial activity among all methods, as this is suitable for extracting lipophilic alkaloids.²¹ While the extract obtained by the decoction method was predicted to have no clear zone around the disc. Mitragynine should have been degraded during boiling in water in a decoction process, as the previous study reported that it is stable at the temperature range of 4-40 °C.²²

Materials and Methods

Kratom Extract Preparation

Samples of red kratom 1,765 grams were collected from the Chumphon province of Thailand, while white-veined samples 1,729 grams were collected from the Pattani province. All samples were processed to obtain the crude extract at the Department of Thai Traditional Medicine, Faculty of Medicine, Thammasat University. The kratom leaves were cleaned and extracted using four methods: maceration with 95% ethanol, maceration with 50% ethanol, decoction, and squeezing, as shown in Figure 3. The extraction methods were applied from basic plant extraction methods and the previous studies.^{21,23,24}

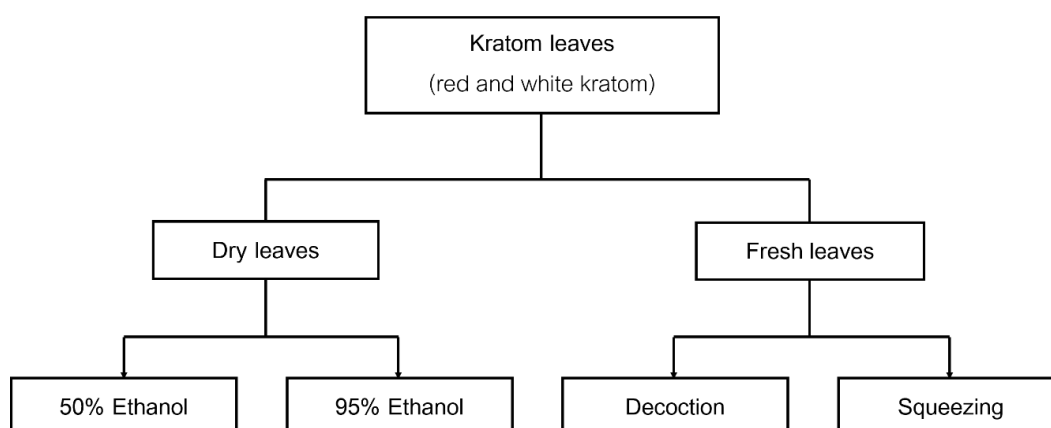


Figure 3 Methods for kratom extract preparation

Maceration: The dry red and white vein kratom leaves were macerated with a solid-solvent ratio (1:3) in either 95% (137 g and 198.81 g, respectively) or 50% ethanol (142 g and 181.53 g, respectively), each for three days, then filtered. These processes were repeated three times. The extracts were pooled and concentrated using a rotary evaporator under reduced pressure at 45 °C. The yields of red and white vein kratom extracts obtained using 95% ethanol were 14.7% and 12.5%, respectively. When using 50% ethanol, the yields were 22.4% for the red vein kratom extract and 18.6% for the white vein kratom extract.

Decoction: The fresh red and white vein kratom leaves (724 g and 324 g, respectively) were boiled in water with a solid-solvent ratio (1:3) for 15 minutes and then filtered to obtain the extract. The extracts were filtered, combined, and concentrated with a freeze-dryer (LyoFreeze, New York, US). The yields of red and white vein kratom extracts were 6.45% and 8.75% respectively.

Squeezing: Fresh red and white vein kratom leaves (42 g and 80.65 g, respectively) were mixed with water in a solid-solvent ratio (1:3), then blended. The extracts were filtered, combined, and concentrated with a freeze-dryer (LyoFreeze, New York, US). The yields of red and white vein kratom extracts were 10.68% and 15.48%, respectively.

Paper Disc Preparation

The crude extracts obtained from all extraction methods were prepared for paper disc soaking. The maceration with 95% and 50% ethanol extracts were prepared at 500 mg/mL concentration in absolute DMSO. In contrast, the decoction and squeezing extracts were dissolved at a concentration of 100 mg/mL in sterile water. 10 microliters of each extract solution and 0.12% chlorhexidine were placed at the center of 6 mm paper discs.

Bacterial Culture Preparation

S. mutans, a common dental caries pathogen, was chosen for testing the inhibitory growth effect of *M. speciosa* in this study. Initially, *S. mutans* Clake (ATCC 25175) was plated on Mitis Salivarius Agar (M-S agar) and then incubated, aerobically, at a temperature of 37 °C with 5% CO₂ for 24 hours. A single bacterial colony was inoculated into Mueller Hinton Broth (MHB) and incubated aerobically at a temperature of 37 °C for 4 hours. The culture density was measured and adjusted to 0.5 McFarland.

Antibacterial Testing

The bacterial culture in MHB was plated on M-S agar, and then 6 mm paper discs with 0.12% chlorhexidine as a positive control. Paper discs with kratom extracts from the four different extraction methods were put on the agar plate. After aerobically incubating at a temperature of 37 °C with 5% CO₂ for 48 hours, the clear zone diameter was measured from one edge to another and recorded in millimeters. The experiments were performed in triplicate. The result was interpreted from a clear zone around the paper disc.

Statistical Analysis

This research collected data on a numerical scale and recorded images.

Results

The results from triplicated experiments shown in Figure 4a-c indicate a similar clear zone area in shape and size. A clear zone of approximately 16.2 mm was observed around paper discs soaked in 0.12% chlorhexidine, as shown in Table 1. In contrast, paper discs soaked with all kratom extracts allowed bacterial growth. This indicates that only 0.12% chlorhexidine could inhibit the growth of *S. mutans*. Red and white kratom extracts were likely to inhibit bacterial growth as reduced clear zones (positions 2 and 3 in Figure 4a-c)

were observed around paper discs soaked with extracts from white kratom (squeezing method), and red kratom (maceration with 95% ethanol). The growth in these areas was less robust when compared to other areas on the culture media without the extract-soaked paper discs.

Apart from the 0.12% chlorhexidine, which inhibited the growth of *S. mutans*, and the extracts from white kratom by squeezing and red kratom by maceration with 95% ethanol, which showed potential to inhibit *S. mutans* growth. The extracts from both types of kratom obtained by other extraction methods could not inhibit the growth of *S. mutans* at all.

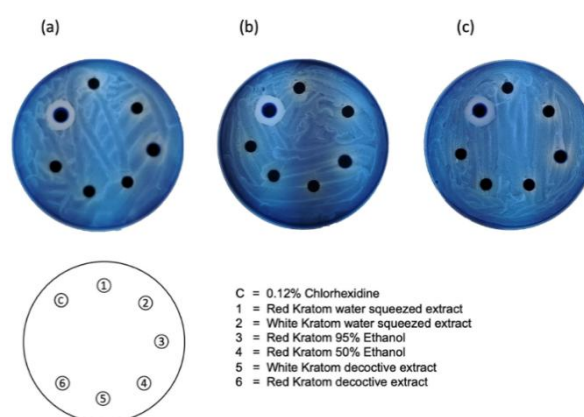


Figure 4 Zone of inhibition of kratom extract compared with 0.12% chlorhexidine on *S. mutans*

Table 1 Antibacterial activity (zone of inhibition) of kratom extract compared with 0.12% chlorhexidine on *S. mutans*

Microorganism	Zone of Inhibition (mm)						
	Control	Water extracts		EtOH Extracts		Decoctive extracts	
	0.12% CHX	Red veins	White veins	95%	50%	Red veins	White veins
<i>S. mutans</i>	16.2	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

EtOH: Ethanol.

Discussion

Mitragyna speciosa, commonly known as kratom, has garnered significant interest following its removal from Category 5 of the controlled narcotic drugs in the Narcotics Act No. 8 2564 (2021). This interest is due to its various active compounds, particularly the dominant alkaloid mitragynine, which provides various pharmacological effects, including antinociceptive, psychostimulant, antidepressant, anti-inflammatory, antioxidant, antibacterial, and anticancer properties.²⁵ Compounds in kratom may also cause adverse health effects, such as constipation. Consequently, other herbs, such as *Ficus carica*, have often been integrated to mitigate these effects.⁵

Although kratom has been used for at least a century as a pain alleviator and fatigue reliever among agricultural workers and laborers by chewing

the leaves or through processing methods that make it suitable for oral ingestion, there were fewer studies of kratom in Thailand due to the Narcotics Act B.E. 2522 (1979). The oral health benefits of using kratom, including its effects on the oral tissues, have not been studied extensively.

Salim et al. reported the antibacterial effects of kratom methanol extract on *S. pneumoniae* and *E. coli* bacteria in vitro.¹⁶ The results indicated that the extract exhibited antibacterial activity against both pathogens at concentrations ranging from 25% to 100%. Notably, the secondary metabolite of mitragynine, quercetin, was found to interact with the ATP1 protein of the bacteria, suggesting that this interaction may be a key mechanism underlying the observed effects.

Additionally, Niyomdech et al. investigated the effects of kratom leaf extracts on the inhibition

of *S. aureus* and *E. coli*.¹⁵ Various solvents were used for extraction. Acetic acid yielded the highest percentage, followed by ethanol. Both solvent extracts exhibited positive antibacterial activity against *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli* at a 6 mg/ml concentration of mitragynine.

Mitragynine is considered a significant active compound that may have various effects, including antibacterial activity. However, the levels of mitragynine in the different extracts were not analyzed in this study, as the objective aimed for the preliminary antibacterial screen assay for further study. The results may lack a specific measurement of the mitragynine level, leading to a limited ability to explain how the levels of mitragynine could influence the capacity to inhibit or eliminate *S. mutans*.

The four extraction methods, including maceration with 95% ethanol, maceration with 50% ethanol, decoction, and squeezing, for *Mitragyna speciosa* (kratom) use different techniques, temperatures, durations, and solvent polarities. These differences affect the extraction efficiency, quality, and quantity of bioactive compounds, which can impact the antibacterial properties of kratom. Maceration with 95% ethanol is a highly effective extraction method for lipophilic alkaloids, such as mitragynine in kratom.²¹ It is suitable for pharmaceutical or research purposes requiring purified extracts. Maceration with 50% ethanol yields a broader range of both polar and non-polar substances, particularly more water-soluble compounds, as the solvent is an ethanol-water mixture. Decoction is primarily used for extracting water-soluble compounds; however, it may not be suitable for thermolabile alkaloids.²³ Squeezing is a simple, traditional extraction method, but it yields low extraction efficacy.

Although previous studies have indicated that using acetic acid as a solvent showed the highest yield of kratom extraction, ethanol and water

were chosen to be the primary solvents in this study as these solvents are more biocompatible when used in the oral cavity. This decision was made to prioritize the safety and edibility of the extracts.

The antibacterial mechanism of kratom extract on *S. pneumoniae* and *E. coli* was predicted in an in silico study as the interaction between the ATP1 protein and quercetin, which is the secondary metabolite of *Mitragyna speciosa*.¹⁶ Since *S. mutans* belongs to the same genus as *S. pneumoniae*, it was anticipated that they would share a similar antibacterial mechanism. However, differences in extraction methods, solvents, and extract concentrations may have influenced the results of this study.

According to this study's results, most kratom extracts do not affect the *S. mutans* growth, as the clear zones only appear around a paper disc soaked with 0.12% chlorhexidine, which is currently recommended as the best available in reducing *S. mutans* and oral biofilm *in vivo*. Taste alteration, mouth and tongue numbness/pain, xerostomia, and oral tissue discoloration have been reported with 0.12% chlorhexidine usage. The extracts from white kratom by squeezing and red kratom by maceration with 95% ethanol may slow the growth of *S. mutans*. This suggests that if the concentration of these two extracts (white kratom by squeezing and red kratom by 95% ethanol maceration) showed slight effects, and suggested mechanisms or concentrations for future investigation.

This study is highly relevant as it represents the first investigation into the effects of kratom on oral bacteria growth, specifically *S. mutans*, as there was no prior research focusing on oral pathogens. While kratom did not exhibit antibacterial activity against cariogenic pathogens, it may stimulate saliva flow rate and enhance mechanical plaque removal, potentially benefiting dental treatments.

As there has been no confirmed report that kratom can increase saliva flow rate yet, it may indirectly stimulate salivation through its effects on the autonomic nervous system. Kratom impacts the parasympathetic nervous system,²⁶ which regulates salivary gland activity. In 2023, Dodds et al. concluded that chewing gum results in a higher unstimulated salivary flow rate in the elderly and those with xerostomia.²⁷ This is related to the duration of chewing gum history. It may imply that chewing kratom leaves may increase the salivary flow rate and mechanical plaque removal as well.

The belief that chewing kratom prevents oral diseases, such as dental caries, may be unfounded. This study indicates that kratom consumers should be encouraged to recognize the importance of regular oral health maintenance. Therefore, this research advocates for a shift in perspective in oral hygiene care.

Further investigation into the effects of kratom extract on oral tissues as well as other pathogenic microorganisms in the oral cavity, will provide a clearer understanding of kratom's effects, which aims to provide a comprehensive understanding of kratom as more people in all age groups, particularly among adolescents and working adults, are likely to access it easily.

Conclusion

Kratom extracts obtained by the extraction methods in this study demonstrated minimal or no effects on the growth of *S. mutans*, which plays an important role in dental caries. Although prior studies demonstrated its antibacterial properties against other bacteria, the kratom extracts cannot be recommended as caries-preventive agents based on the findings of this study. Further investigation will provide more information on the effect of kratom on *S. mutans*.

References

1. Hassan R, Pike See C, Sreenivasan S, Mansor SM, Müller CP, Hassan Z. Mitragynine attenuates morphine withdrawal effects in rats—a comparison with methadone and buprenorphine. *Front Psychiatry*. 2020;11:411.
2. Fluyau D, Revadigar N. Biochemical benefits, diagnosis, and clinical risks evaluation of kratom. *Front Psychiatry*. 2017;8:62.
3. Kruegel AC, Uprety R, Grinnell SG, Langreck C, Pekarskaya EA, Le Rouzic V, et al. 7-Hydroxymitragynine is an active metabolite of mitragynine and a key mediator of its analgesic effects. *ACS Cent Sci*. 2019;5(6):992-1001.
4. Suwanlert S. A study of kratom eaters in Thailand. *Bull Narc*. 1975;27(3):21-7.
5. Nakaphan T, Teerachaisakul M, Puttum S, Sompimai K, Nootim P. Traditional uses of Kratom (*Mitragyna speciosa* Korth) among folk healers in southern Thailand. *J Thai Trad Alt Med* 2016;14(3):274-85.
6. Tanguay P. Kratom in Thailand: decriminalisation and community control? TNI/IDPC Series on Legislative Reform of Drug Policies No. 13. 2011 Apr [cited 2025 Feb 15]. Available from: <https://www.tni.org/files/download/kratom-briefing-dlr13.pdf>.
7. Chittrakarn S, Penjamras P, Keawpradub N. Quantitative analysis of mitragynine, codeine, caffeine, chlorpheniramine and phenylephrine in a kratom (*Mitragyna speciosa* Korth.) cocktail using high-performance liquid chromatography. *Forensic Sci Int*. 2012;217(1-3):81-6.
8. Braley C, Hondrogiannis EM. Differentiation of commercially available kratom by purported country of origin using inductively coupled plasma-mass spectrometry. *J Forensic Sci*. 2020;65(2):428-37.

9. Cheaha D, Reakkamnuan C, Nukitram J, Chittrakarn S, Phukpattaranont P, Keawpradub N, et al. Effects of alkaloid-rich extract from *Mitragyna speciosa* (Korth.) Havil. on naloxone-precipitated morphine withdrawal symptoms and local field potential in the nucleus accumbens of mice. *J Ethnopharmacol.* 2017; 208:129-37.
10. Garza-Garcia JJO, Qu Y. Chemical, pharmacological properties and biosynthesis of opioid mitragynine in *Mitragyna speciosa* (kratom). *Curr Opin Plant Biol.* 2024;81:102600.
11. Thongpradichote S, Matsumoto K, Tohda M, Takayama H, Aimi N, Sakai Si, et al. Identification of opioid receptor subtypes in antinociceptive actions of supraspinally-administered mitragynine in mice. *Life Sci.* 1998;62(16):1371-8.
12. Idayu NF, Hidayat MT, Moklas M, Sharida F, Raudzah AN, Shamima A, et al. Antidepressant-like effect of mitragynine isolated from *Mitragyna speciosa* Korth in mice model of depression. *Phytomedicine.* 2011;18(5):402-7.
13. Utar Z, Majid MIA, Adenan MI, Jamil MFA, Lan TM. Mitragynine inhibits the COX-2 mRNA expression and prostaglandin E₂ production induced by lipopolysaccharide in RAW264. 7 macrophage cells. *J Ethnopharmacol.* 2011; 136(1):75-82.
14. Parthasarathy S, Azizi JB, Ramanathan S, Ismail S, Sasidharan S, Said MIM, et al. Evaluation of antioxidant and antibacterial activities of aqueous, methanolic and alkaloid extracts from *Mitragyna speciosa* (Rubiaceae family) leaves. *Molecules.* 2009;14(10):3964-74.
15. Niyomdech M, Muandao K, Sanongkiet S, Jaramornburapong C. Antibacterial activity of *Mitragyna speciosa* Korth. leaves *Sci Eng Health Stud.* 2024:24030002-.
16. Salim HM, Puspitarini MD, Setiwati Y, Shimabukuro M. Antibacterial mechanism of Kratom (*Mitragyna speciosa*) methanol extract on *Streptococcus pneumoniae* and *Escherichia coli* bacteria. *BHSJ.* 2021;4(2):99-103.
17. Clarke JK. On the bacterial factor in the aetiology of dental caries. *J Exp Pathol (Oxford).* 1924;5(3):141.
18. Mazurel D, Brandt BW, Boomsma M, Crielard W, Lagerweij M, Exterkate RAM, et al. *Streptococcus mutans* and caries: a systematic review and meta-analysis. *J Dent Res.* 2025;104(6):594-603.
19. Lemos J, Palmer S, Zeng L, Wen Z, Kajfasz J, Freires I, et al. The biology of *Streptococcus mutans*. *Microbiol Spectr.* 2019;7(1):10.1128/microbiolspec.gpp3-0051-2018.
20. Krzyściak W, Jurczak A, Kościelniak D, Bystrowska B, Skalniak A. The virulence of *Streptococcus mutans* and the ability to form biofilms. *Eur J Clin.* 2014;33:499-515.
21. Tuntiyasawasdikul S, Junlatat J, Tabboon P, Limpongsa E, Jaipakdee N. *Mitragyna speciosa* ethanolic extract: Extraction, anti-inflammatory, cytotoxicity, and transdermal delivery assessments. *Ind Crops Prod.* 2023;208:117909.
22. Basiliere S, Kerrigan S. Temperature and pH-dependent stability of mitragyna alkaloids. *J Anal Toxicol.* 2020;44(4):314-324.
23. Zhang QW, Lin LG, Ye WC. Techniques for extraction and isolation of natural products: a comprehensive review. *Chin Med.* 2018;13:1-26.
24. Amrianto, Ishak SSO, Putra N, Salsabila S, Al Muqarrabun LMR. Mitragynine: a review of its extraction, identification, and purification methods. *Curr Res Biosci Biotechnol.* 2021; 3(1):165-171.

25. Bayu A, Rahmawati SI, Karim F, Panggabean JA, Nuswantari DP, Indriani DW, et al. An *In Vitro* examination of whether kratom extracts enhance the cytotoxicity of low-dose doxorubicin against A549 human lung cancer cells. *Molecules*. 2024;29(6):1404.
26. Michael WC. Pharmacologic and clinical assessment of kratom. *Bull Am Soc Hosp Pharm*. 2018;75(5): 261-267.
27. Dodds MW, Haddou MB, Day JE. The effect of gum chewing on xerostomia and salivary flow rate in elderly and medically compromised subjects: a systematic review and meta-analysis. *BMC oral health*. 2023;23(1):406.

Corresponding author

Intad Sriprasert
Department of Periodontic,
Faculty of Dentistry, Thammasat University,
Pathum Thani, 12120.
Tel. : +66 81 798 3160
Email : intads@tu.ac.th



ฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียของสารสกัดไมทราไจนา สเปซิโอซา ต่อเชื้อสเตรปโตค็อกคัส มิวแทนส์

ทิพย์พรรณ สาธิตธรรมพร¹ มัทธน พูลเกษร¹ ภูริทัต กนกกังสดาล² นิขมน มุขสมบัติ²
กันดา ปราณวีระไพบูลย์³ อินทัต ศรีประเสริฐ^{1,*}

บทความวิจัย

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์: เพื่อประเมินฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียของสารสกัดจากใบกระท่อมต่อเชื้อสเตรปโตค็อกคัส มิวแทนส์

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ: สารสกัดหยาบจากใบกระท่อมเตรียมด้วย 4 วิธี ได้แก่ การแช่ด้วยเอธานอลความเข้มข้นร้อยละ 95 การแช่ด้วยเอธานอลความเข้มข้นร้อยละ 50 การต้ม และการคั้น เชื้อสเตรปโตค็อกคัส มิวแทนส์ที่เพาะเลี้ยงในอาหารเหลวชนิดมูลเลอร์ อินตัน ถูกเพาะบนอาหารแข็งชนิดไมดิส ซาลิวาเรียส แล้ววางแผ่นกรองที่มีสารสกัดกระท่อมจากทั้ง 4 วิธี และคลอร์เฮกซิดีนความเข้มข้นร้อยละ 0.12 (เป็นตัวควบคุมเชิงบวก) บนอาหารแข็ง พื้นที่ที่ยับยั้งถูกวัดเป็นมิลลิเมตร โดยพื้นที่ใบบ่งชี้การยับยั้งการเติบโตของแบคทีเรีย การทดลองทำซ้ำสามครั้ง ข้อมูลถูกบันทึกเป็นตัวเลขและเสริมด้วยภาพถ่ายสำหรับการวิเคราะห์

ผล: การทดลองแสดงให้เห็นพื้นที่ใบบ่งชี้การยับยั้งการเติบโตของแบคทีเรียได้ ไม่ว่าจะใช้วิธีสกัดแบบใดก็ตาม (การแช่ด้วยเอธานอลความเข้มข้นร้อยละ 95 หรือ 50 การต้ม หรือการคั้น) อย่างไรก็ตามพบว่ามึบริเวณใสลดลงรอบๆ แผ่นกรองที่แช่ด้วยสารสกัดจากกระท่อมสีขาว (วิธีการคั้น) และกระท่อมสีแดง (การแช่ด้วยเอธานอลความเข้มข้นร้อยละ 95) มีแนวโน้มเล็กน้อยที่จะยับยั้งการเติบโตของแบคทีเรีย

บทสรุป: แม้ว่าจะมีรายงานก่อนหน้านี้เกี่ยวกับคุณสมบัติในการต่อต้านแบคทีเรีย แต่สารสกัดจากกระท่อมที่ได้จากวิธีสกัดในการศึกษานี้ อาจมีผลต่อเชื้อสเตรปโตค็อกคัส มิวแทนส์เพียงเล็กน้อย หรือไม่มีผลเลย การศึกษาเพิ่มเติมในอนาคตจะช่วยให้ข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับผลของกระท่อมต่อเชื้อสเตรปโตค็อกคัส มิวแทนส์

คำไชรหัส : ไมทราไจนา สเปซิโอซา/ สารต้านแบคทีเรีย/ ใบกระท่อม/ ไมทราจินิน/ สเตรปโตค็อกคัส มิวแทนส์

ผู้ประพันธ์บรรณกิจ

อินทัต ศรีประเสริฐ

สาขาวิชาปริทัศน์วิทยา คณะทันตแพทยศาสตร์

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ อำเภอลองหลวง

ปทุมธานี 12120

โทรศัพท์ : 081 798 3160

จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ : intads@tu.ac.th

¹ สาขาวิชาปริทัศน์วิทยา คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

² สถานการณ์แพทย์แผนไทยประยุกต์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

³ วิทยาลัยแพทยศาสตร์นานาชาติจุฬาภรณ์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

* ผู้ประพันธ์บรรณกิจ



Measurement of Distances between Anterior Mandibular Structures in Thai Patients and Osteotomy Recommendation: A Cone Beam Computed Tomography Analysis

Jatesarid Titthasiri^{1,*} Pariya Kaewpradub¹ Supak Ngamsom²

Research Article

Abstract

Objective: The primary objective is to measure distances between key anatomical landmarks in the anterior mandible of Thai adults and analyze variations based on sex and skeletal classification using Cone-Beam Computed Tomography (CBCT). The secondary objective is to establish normative data for this region among the Thai population.

Materials and Methods: An observational study was conducted using CBCT scans from Thai adults with all lower anterior teeth present. Measurements focused on the distances from the inferior mandibular border to the genial tubercles and the anterior loop among others.

Results: A total of 186 CBCT scans were analyzed. No significant differences were found between left and right sides. Males showed significantly greater measurements than females ($P \leq 0.021$), except at the central incisor apex to genial tubercle ($P = 0.073$, 0.192). No significant differences were observed among skeletal classes ($P = 0.099$ – 0.987).

Conclusion: This study identified significant gender-related anatomical differences in the anterior mandible, with consistently greater measurements in males, while no significant differences were observed among skeletal classes. Based on these findings, recommended osteotomy safety margins from the inferior border are 19 mm in men and 17–17.5 mm in women for the midline and lateral incisor regions, and 15 mm in men and 13.5 mm in women for the canine region. Fixed safety margins are not recommended in the anterior loop area due to anatomical variability; therefore, individualized CBCT assessment is strongly advised. These reference values may enhance surgical safety in anterior mandibular procedures.

Keywords: Mental foramen/ Cone-Beam Computed Tomography/ Genioplasty/ Mandibular osteotomy

Received: May 24, 2025

Revised: Oct 06, 2025

Accepted: Oct 06, 2025

Introduction

The anterior mandible, situated between the mental foramina, is also known as the interforaminal region. The chin represents the lower and most anterior portion of the mandible and is typically the most forward skeletal part of the head.¹

The genial tubercles are distributed as right and left protuberances and as superior and inferior tubercles located at the lower lingual aspect of the anterior mandible. They serve as attachment points for the genioglossus muscle at the superior

¹ Department of Oral and Maxillofacial Surgery, Faculty of Dentistry, Mahidol University.

² Department of Oral and Maxillofacial Radiology, Faculty of Dentistry, Mahidol University.

* Corresponding author

tubercles and the geniohyoid muscle at the inferior tubercles.² This region is often used for surgical procedures, such as treatment of the edentulous jaw with oral implants, as a donor site for grafting procedures, and for genioplasty.³

The anterior mandible is a frequent area for surgical interventions, such as implant placement, bone harvesting, or genioplasties. Consideration of and precise radiographic localization of vital anatomical structures are essential. Anatomical landmarks include the mental foramina, the mandibular incisive canal, and lingual foramina, along with their neurovascular contents. Potential risks of interference may result in neurosensory disturbances and/or hemorrhage.⁴ The anterior mandible is also a common site for mandibular bone fractures, mainly located in the parasymphyseal regions.⁵

Complications from anterior mandibular procedures can occur during the surgical procedure or after treatment, which may relate to injury to the inferior alveolar nerve, mental nerve, genioglossus muscle, and roots of anterior mandibular teeth. These complications can result in discomfort, numbness, tooth root damage, and infection.⁶

Most previous recommendations suggest placing the osteotomy line about 5 mm below the mental foramen.⁷⁻⁹ This guideline, however, is applied with some variation among surgeons and institutions. Lin et al.¹⁰ reported a three-dimensional vertical distance between the inferior margin of the mental foramen and the lowest point of the inferior alveolar nerve canal differed between groups and demonstrated that even when applying this 5 mm margin, the risk of nerve injury remained substantial, with reported incidences of 6.4%, 5.0%, 10.6%, 16.0% and 9.9% in skeletal Classes I, II, III, cleft lip/palate groups and overall cohorts, respectively. To mitigate this risk, they recommended safe distance zones for osteotomy at 7.06, 8.01, and

9.12 mm below the mental foramen, corresponding to risk probabilities of 2.5%, 0.5%, and 0.0005%, respectively.¹⁰ In contrast, Park et al. reported that, in the American population, the mean horizontal distances from midline and mean vertical distances from the inferior border of the mandible to the mental foramina was 22.11 ± 1.92 mm and 15.15 ± 1.77 mm, respectively.¹¹ Such findings highlight that a universal safety margin may not adequately account for anatomical diversity, and that risk can vary depending on skeletal type and patient population.

Building on this, previous studies have demonstrated that anterior mandibular anatomy varies across populations. Park et al., using CBCT in an American population, reported that the superior border of the genial tubercle was located 15.63 ± 2.75 mm and the inferior border 6.87 ± 3.29 mm from the inferior border of the mandible.¹¹ While Voon et al. examined a Chinese-Malaysian population and advised the mean safe zone measured at the crestal level from the genial tubercle site on the left side of the mandible was 21.12 mm and 21.67 mm on the right side with a statistically significant difference without sex-related differences.¹² Kolsuz et al. investigated the Turkish population and found mean values between inferior border of the mandible and inferior margin of the tubercle to be 8.3-10.1 mm and recommended the use of CBCT to avoid possible complications.¹³ Rai et al. reported midline anatomical variations in an Indian population¹⁴, further highlighting the need to account for ethnic and population differences. Wang et al. also noted variability in genial tubercle position and dimensions in a Taiwanese sample and reported inferior border of the mandible and inferior margin of the tubercle distance of 6.4-8.4 mm.¹⁵ Collectively, these findings emphasize that

mandibular anatomy differs among races and populations, underlining the importance of population-specific reference data.

Several of the above studies also highlight the value of CBCT in preoperative planning. Park et al., Voon et al., and Wang et al. demonstrated its utility in accurately assessing mandibular structures, while Rai et al. specifically recommended CBCT to identify potential risks of hemorrhagic or neurosensory complications.^{11,12,14,15} Thus, CBCT is strongly recommended before performing osteotomies in the anterior mandible to ensure individualized assessment and minimize surgical risks.

As mentioned above, the anatomical structures in the anterior mandibular region are complex and vary in their location, which may lead to surgical complications. However, to our knowledge, no similar studies have been conducted among the Thai population. This study aims to measure the distances between key anatomical structures in the anterior mandible, including the inferior border to root apices of lower anterior teeth, anterior loop, genial tubercle, anterior loop to the inner aspect of the buccal cortex at the mandibular midline, and root apices of the central incisor to the superior border of the genial tubercle. Additionally, we seek to analyze whether these distances vary based on patient factors such as sex and skeletal classification.

Materials and Methods

This retrospective study analyzed cone-beam computed tomography (CBCT) images to assess specific anatomical structures in the anterior mandible among Thai adults.

Inclusion Criteria

- Thai adults aged 18 years and older.
- Presence of all lower anterior teeth.

- Availability of CBCT images encompassing the inferior border of the mandible and interforaminal region, along with lateral cephalometric images.

Exclusion Criteria

- History of mandibular trauma or surgery.
- Presence of pathological lesions in the anterior mandible.
- Congenital craniofacial anomalies.
- CBCT or lateral cephalometric images of inadequate quality, such as those affected by blurring or severe artifacts.

Data Collection

The sample size was determined using purposive sampling via G*Power software¹⁶, referencing the study by Wang et al.¹⁵ The research protocol received approval from the Ethical Review Board of the Faculty of Dentistry and Faculty of Pharmacy, Mahidol University (Protocol No. MU-DT/PY-IRB 2022/010.2103).

CBCT data were sourced from Kodak 9500 Cone Beam 3D system (Carestream Health, Inc., USA) and Planmeca Promax 3D mid (Planmeca Group, Finland) at the Oral and Maxillofacial Radiology department of the Faculty of Dentistry, Mahidol University, covering January 2017 to June 2021. The field of view (FOV) for the Kodak system was 18.4 cmx20.6 cm with a voxel size of 0.3 mm, and for the Planmeca system, 17 cmx20 cm with a voxel size of 0.2 mm. Images were analyzed using CS 3D imaging software, allowing adjustments in contrast, brightness, and magnification. Skeletal classification was determined by cephalometric analysis. The FH-SN angle was assessed first; if within the gender-specific norm (2.73–7.99° males, 3.59–9.33° females), classification was based on the ANB angle (Class I: 1.64–5.74° males, 2.26–5.66° females; higher=Class II, lower=Class III), while cases outside the FH-SN norm were classified using Wits appraisal (–5.61 to –0.87

mm males, -5.72 to -0.92 mm females).¹⁷⁻¹⁹ Images were assessed in multiplanar views with a slice thickness of 0.3 mm. Patient information, including age and sex, was recorded. All measurements were initially performed by the main author (4th-year oral and maxillofacial surgery resident). To assess reliability, both intraobserver and interobserver evaluations were conducted. Intraobserver reliability was tested by re-evaluating 10% of the subjects after a two-week interval. For interobserver reliability, an oral and maxillofacial radiologist (with more than ten years of experience) independently assessed the same subset of cases. The intraclass correlation coefficient (ICC) was used to determine the level of agreement, and any discrepancies were

Measurement of Anterior Mandibular Structures

Measurements were conducted using CS 3D imaging software, with images oriented such that the Frankfort plane was horizontal and the midsagittal plane was perpendicular. The following distances were measured:

1. From the inferior border of the mandible to the superior border of the genial tubercle (IBM-SGT). (Figure 1A).

2. From the apex of the central incisor to the superior border of the genial tubercle (CIA-SGT). (Figure 1B).

3. From the inferior border of the mandible to the root apices of the lateral incisor and canine (IBM-LIA and IBM-CA). (Figure 1C, D).

4. From the inferior border of the mandible to the anterior aspect of the anterior loop (IBM-AL). (Figure 1E).

5. From the most mesial part of the anterior loop to the inner aspect of the buccal cortex at the mandibular midline (MAL-ML), with the midline defined by an imaginary line passing through the lingual foramen. (Figure 1F).

Data Analysis

Descriptive statistics summarized the distances of anterior mandibular structures. The Kolmogorov-Smirnov test assessed data normality. For normally distributed data, independent t-tests compared distances between sexes, and one-way ANOVA compared distances among skeletal classifications I, II, and III. For non-parametric data, the Mann-Whitney U test and Kruskal-Wallis test were utilized accordingly.

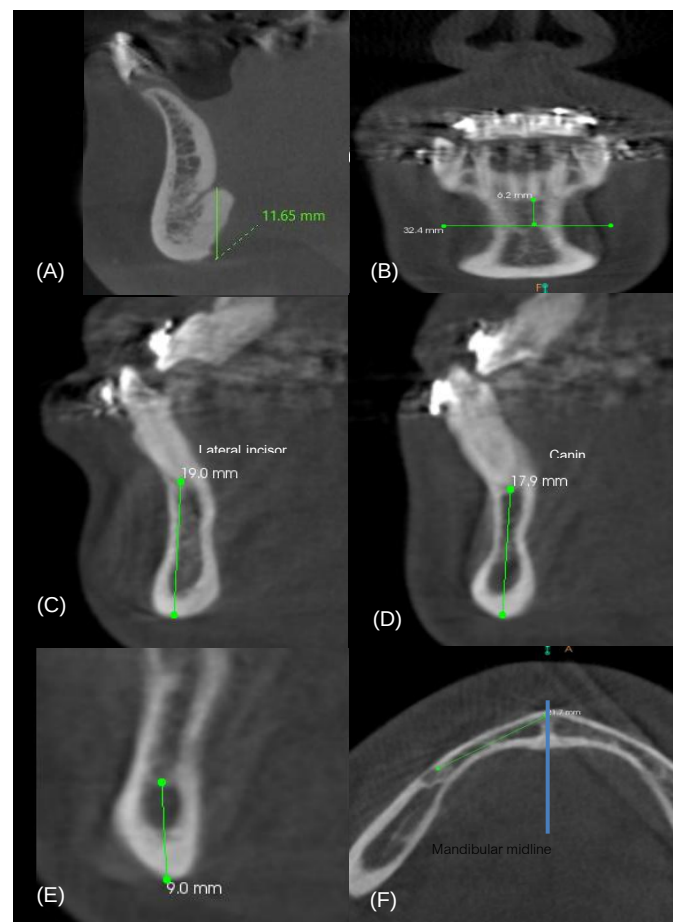


Figure 1 Distances measured in the study. (A) Sagittal oblique CBCT shows distance from IBM-SGT as inferior border of the mandible to superior border of genial tubercle, (B) Coronal CBCT shows CIA-SGT as distance from apex of central incisor to genial tubercle superior border, (C) Sagittal oblique CBCT shows IBM-LIA as distance from apex of lateral incisor to inferior border of the mandible, (D) Sagittal oblique CBCT shows IBM-CA as distance from apex of canine to inferior border of the mandible, (E) Sagittal oblique CBCT shows IBM-AL as distance from anterior aspect of anterior loop to inferior border of the mandible, (F) Axial CBCT shows MAL-ML as distance from the most mesial part of anterior loop to inner aspect of buccal cortex at mandibular midline.

Results

This retrospective study analyzed CBCT scans from 191 patients who were treated from January 2017 to June 2021 at the Oral and Maxillofacial Radiology Department of Mahidol University, Bangkok, Thailand. After exclusions for congenital anomalies and missing teeth (5 patients with cleft lip and palate, 4 with absent mandibular lateral incisor), 186 patients remained. The sample included 45 Skeletal Class I (24.2%), 35 Skeletal Class II (18.8%), and 106 Skeletal Class III (57%) patients, with a gender distribution of 70 males (37.6%) and 116 females (62.4%).

Statistical Analysis Intraclass Correlation Coefficient (ICC) for Reliability:

- Interobserver Reliability (JT and SN): ICC ranged from 0.994 to 0.999
- Intraobserver Reliability: ICC ranged from 0.999 to 1.000

These high ICC values indicate excellent reliability in the measurements obtained from the CBCT scans.

The mean distances of all measured parameters are presented in Table 1 and illustrated (Figure 2-4). When comparing right and left sides (Table 2), no significant differences were found across all parameters ($p > 0.05$).

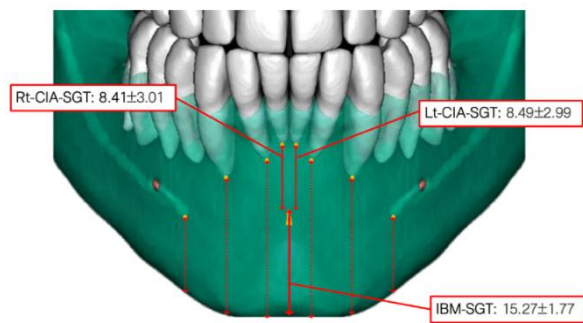


Figure 2 Measurement of IBM-SGT, Right-CIA-SGT and Left-CIA-SGT

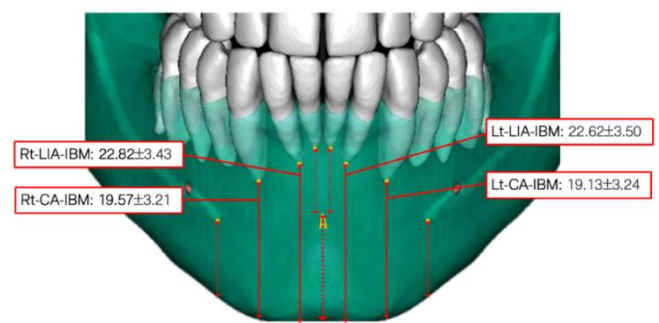


Figure 3 Measurement of Right and Left LIA-IBM and Right and Left CA-IBM

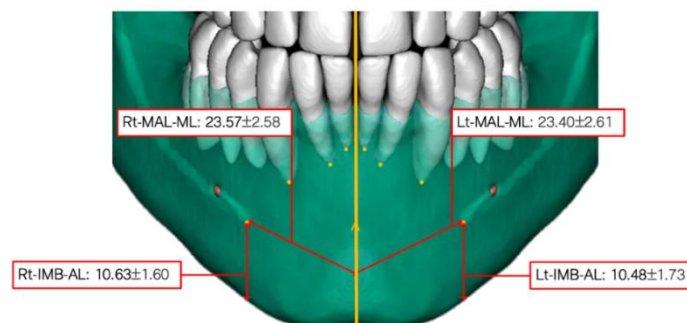


Figure 4 Measurement of Right and Left MAL-ML and Right and Left IMB-AL

Table 1 Mean distance of all parameters

Parameters	Mean (mm)		SD	Range (mm)
Inferior Border of the Mandible to Superior Border of Genial Tubercle (IBM-SGT)	15.27		1.77	6.30-19.60
Apex of Central Incisor to Superior Border of Genial Tubercle (CIA-SGT)	Rt	8.41	3.01	1.40-20.00
	Lt	8.49	2.99	1.70-20.30
Inferior Border of the Mandible to Lateral Incisor (LIA-IBM)	Rt	22.82	3.43	15.30-32.30
	Lt	22.62	3.50	14.60-32.40
Inferior Border of the Mandible to Canine (CA-IBM)	Rt	19.57	3.21	10.10-28.80
	Lt	19.13	3.24	11.40-28.70
Inferior Border of the Mandible to Anterior Aspect of Anterior Loop (IBM-AL)	Rt	10.63	1.60	6.80-15.00
	Lt	10.48	1.73	6.70-15.20
Mesial Part of Anterior Loop to Inner Aspect of Buccal Cortex at Mandibular Midline (MAL-ML)	Rt	23.57	2.58	16.40-30.20
	Lt	23.40	2.61	16.20-30.80

Table 2 Bilateral Comparison of research parameters between the left and right sides

Parameters	Mean (mm)		SD (mm)	P-value
CIA-SGT	Rt	8.50	3.90	0.094
	Lt	8.30	3.70	
LIA-IBM	Rt	22.82	3.43	0.176
	Lt	22.62	3.50	
CA-IBM	Rt	19.02	4.30	0.057
	Lt	19.00	4.10	
IBM-AL	Rt	10.63	1.60	0.068
	Lt	10.48	1.73	
MAF-ML	Rt	23.57	2.58	0.147
	Lt	23.40	2.61	

Note: P-value from Wilcoxon Signed Ranks Test for non-parametric data and Paired T-test for parametric data.

Gender comparisons (Table 3) demonstrated that males consistently exhibited greater mean distances than females. Significant differences were observed for IBM-SGT ($p < 0.001$), LIA-IBM (Rt and Lt, both $p < 0.001$), CA-IBM (Rt $p = 0.017$, Lt $p = 0.021$), IBM-AL (Rt and Lt, both $p < 0.001$), and MAL-ML (Rt

$p = 0.035$, Lt $p = 0.010$). However, CIA-SGT did not differ significantly between sexes (Rt $p = 0.073$, Lt $p = 0.192$). The results are also illustrated (Figure 5-7).

Comparison among skeletal classes (Table 4) showed no statistically significant differences for any parameter (all $p > 0.05$).

Table 3 Comparison of parameters between genders

Parameters	Side	Gender	Mean (mm)	SD (mm)	P-value
IBM-SGT	-	Male	15.75	2.43	<0.001
		Female	14.65	1.78	
CIA-SGT	Rt	Male	8.85	2.98	0.073
		Female	8.10	4.15	
	Lt	Male	8.86	2.97	0.192
		Female	8.27	2.99	
LIA-IBM	Rt	Male	24.32	3.13	<0.001
		Female	21.92	3.30	
	Lt	Male	24.01	3.34	<0.001
		Female	21.79	3.34	
CA-IBM	Rt	Male	20.29	3.24	0.017
		Female	19.13	3.12	
	Lt	Male	19.83	3.11	0.021
		Female	18.70	3.25	
IBM-AL	Rt	Male	11.38	1.62	<0.001
		Female	10.19	1.41	
	Lt	Male	11.29	1.79	<0.001
		Female	9.99	1.50	
MAL-ML	Rt	Male	24.08	2.45	0.035
		Female	23.26	2.62	
	Lt	Male	24.03	2.42	0.010
		Female	23.02	2.66	

Note: p-value from Mann-Whitney U test for non-parametric data and Independent T-test for parametric data.

Table 4 Comparison of parameters between skeletal class

Parameters	Side	Skeletal class	Mean (mm)	SD (mm)	P-value
IBM-SGT	-	1	15.10	2.15	0.987
		2	15.10	2.00	
		3	15.10	2.63	
CIA-SGT	Rt	1	8.09	3.49	0.323
		2	9.07	2.73	
		3	8.33	2.88	
	Lt	1	8.19	3.36	0.361
		2	9.11	2.89	
		3	8.41	2.85	
LIA-IBM	Rt	1	22.80	4.50	0.385
		2	22.80	5.20	
		3	22.20	5.08	
	Lt	1	22.40	5.40	0.533
		2	22.50	5.10	
		3	22.10	5.00	
CA-IBM	Rt	1	19.70	4.25	0.805
		2	18.80	5.30	
		3	19.15	4.03	
	Lt	1	19.40	4.70	0.713
		2	17.90	4.20	
		3	18.70	3.93	
IBM-AL	Rt	1	11.02	1.64	0.099
		2	10.77	1.38	
		3	10.43	1.62	
	Lt	1	10.94	1.90	0.117
		2	10.32	1.50	
		3	10.34	1.71	
MAL-ML	Rt	1	23.54	2.34	0.560
		2	23.17	2.96	
		3	23.71	2.56	
	Lt	1	23.18	2.65	0.496
		2	23.09	2.14	
		3	23.60	2.74	

Note: P-value from Kruskal-Wallis test for non-parametric data and ANOVA for parametric data.

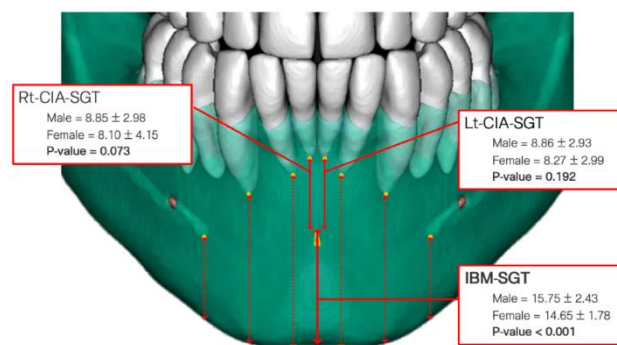


Figure 5 Measurement of IBM-SGT, Right and Left CIA-SGT and gender comparison

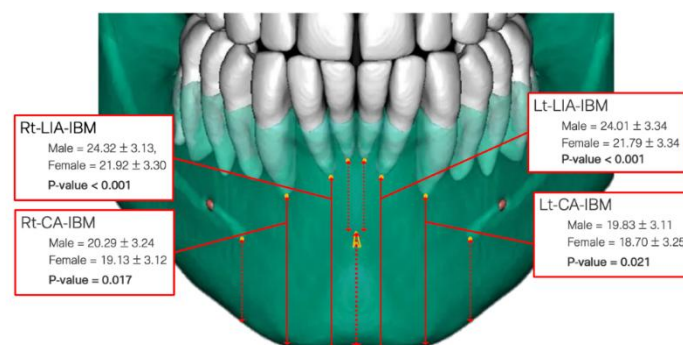


Figure 6 Measurement of Right and Left LIA-SGT, CA-IBM and gender comparison

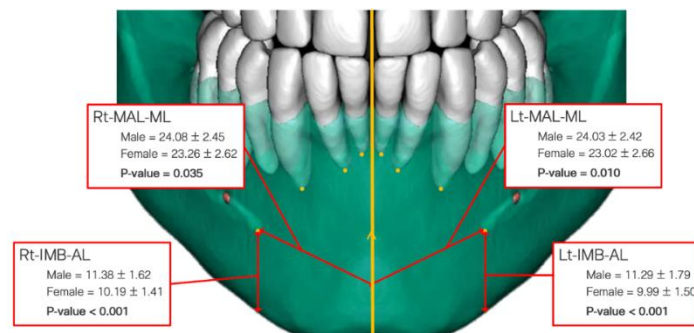


Figure 7 Measurement of Right and Left MAL-ML and gender comparison

Discussion

Complications associated with genioplasty, such as long-term neurosensory deficits, occur in up to 20% of isolated genioplasty cases and up to 70% when combined with bilateral sagittal split osteotomy.²⁰ A thorough understanding of the inferior alveolar nerve's trajectory and danger zones is crucial for safe osteotomy. However,

consensus on the safest osteotomy location in the anterior mandible remains lacking.

For IBM-SGT (the inferior border of the mandible to the superior border of the genial tubercle), Park et al. reported that, the superior border of the genial tubercle was located 15.63±2.75 mm and the inferior border 6.87±3.29 mm from the inferior border of the mandible.¹¹ Our

study found mean distances of IBM-SGT 15.27 ± 1.77 mm and supports osteotomy heights of 19 mm in males and 17.5 mm in females above the inferior mandibular border, providing a safe margin to minimize root injury and nerve damage in the genial region.

For CIA-SGT (Central incisor apex to genial tubercle), Silverstein et al. measured the distance between central incisor apices and the superior genial tubercle, reporting a mean of 11.8 mm.²¹ Mintz et al. also found a mean vertical distance of 6.45 mm from the incisor apex in dry skulls.²² In comparison, our study demonstrated shorter distances (8.41–8.49 mm), which may reflect anatomical variations in Thai patients or methodological differences. Yin et al. reported greater distances in males than females, consistent with our findings.²³ Since there is no universally accepted safety margin measured directly from the genial tubercle, the findings in this study highlight the need for population-specific guidelines in osteotomy planning.

For IBM-LIA (Lateral incisor apex to inferior mandibular border), Park et al. recommended a safety margin of 15.5 mm from the lateral incisor apex to avoid root damage.¹¹ Our findings suggest slightly greater values, with osteotomy heights of 19 mm for males and 17 mm for females. This provides additional support for individualized planning based on gender and population-specific anatomy.

For IBM-CA (Canine apex to inferior mandibular border), Previous research has been limited regarding the distance from the canine apex to the mandibular inferior border. Our results provide new reference values, recommending osteotomy heights of 15 mm for males and 13.5 mm for females. These guidelines highlight the importance of considering canine root proximity when planning osteotomies in the anterior mandible.

For IBM-AL (Anterior loop to inferior mandibular border), the anterior loop of the mental nerve shows considerable variability, with prevalence ranging from 13.3% to 100% and mean extensions up to 7 mm.^{10,24} Filo et al. reported loops in >75% of patients^{25,26}, while Apostolakis and Brown found them in 48%, with 95% measuring <3 mm.²⁵ Wei et al. reported a mean loop length of 3.3 mm in Southern Chinese patients, suggesting that the commonly cited 5 mm safety margin may be insufficient.²⁷ For the Thai population, Phraisukwisarn et al. reported an anterior loop prevalence of 64.4% in Thai patients, with mean vertical and horizontal extensions of 3.88 ± 1.52 mm and 2.16 ± 1.20 mm, respectively.²⁸ There was no statistically significant difference across groups, except for horizontal length, which differed between genders.²⁸ In our study, we recommend osteotomy distances >6 mm for males and >5 mm for females from the anterior loop's anterior edge to the inferior mandibular border, reducing the risk of nerve injury.

For MAL-ML (Mesial anterior loop to buccal cortex at midline), Lin et al. observed larger vertical distances in Class III and cleft lip/palate patients, emphasizing the variability in anterior mandibular anatomy.¹⁰ The results in this study differed slightly, showing significant differences depending on genders but not on skeletal classes, possibly due to different population (Figure 8).

This study has several limitations that should be considered. First, the reliance on CBCT for anatomical measurements introduces potential inaccuracies due to image resolution constraints and possible distortion artifacts, which may affect the precision of the data. Second, the sample size, while adequate, may not fully capture the variability within the broader Thai population. For example, there was an uneven distribution among skeletal classes, with Class III patients outnumbering Classes I and II. However, this imbalance did not

result in statistically significant differences across skeletal classes in our analysis. Third, while efforts were made to standardize measurement techniques, inherent methodological differences compared to previous studies could contribute to variations in reported distances, underscoring the need for standardized protocols in future research. Finally, our study focused on anatomical measurements without direct correlation to surgical outcomes. Clinical validation of the proposed safety margins in actual procedures will therefore be an important direction for future studies.

Despite these limitations, a major strength of this study is that it provides population-specific reference data for the Thai population using CBCT, which has not been previously reported. These findings offer clinically relevant guidelines that may help improve the safety of anterior mandibular osteotomies. Future research should aim to

validate these recommendations with prospective clinical data and larger, more diverse samples, as well as to explore the integration of advanced imaging and surgical navigation systems to further enhance precision and patient safety.

Overall, this study provides a comprehensive, evidence-based framework for genioplasty osteotomies, integrating gender, skeletal classification, and anatomical variations. By establishing precise safety margins and highlighting population-specific differences, our findings enable surgeons to plan procedures with greater accuracy, reducing the risk of complications such as neurosensory deficits. This is particularly critical in the anterior mandible, where functional and aesthetic outcomes are equally vital. Our research bridges gaps in existing literature, offering practical guidelines that enhance surgical safety and patient outcomes.

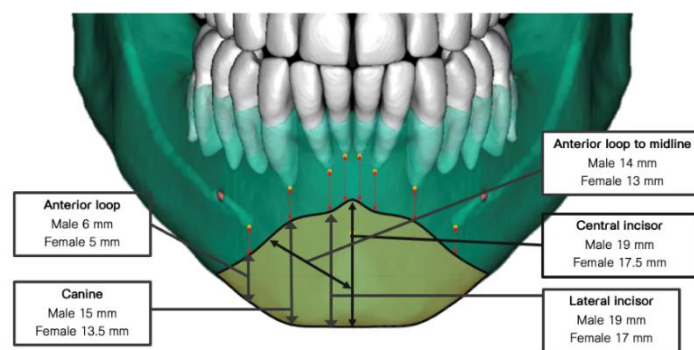


Figure 8 Recommended safety margins for osteotomies in the anterior mandible

Conclusion

This study demonstrated significant gender-related anatomical differences in the anterior mandible, with males exhibiting consistently greater measurements, while no significant variations were observed among skeletal classes. Consequently, recommended osteotomy safety margins from the inferior border are 19 mm in men and 17–17.5 mm in women for the midline and lateral incisor regions, and 15 mm in men and 13.5 mm in women for the canine region. Fixed safety margins are not advisable in the anterior loop area due to anatomical variability, and individualized CBCT assessment is strongly recommended. These guidelines provide practical reference values to enhance surgical safety in anterior mandibular procedures.

References

1. Von Arx T, Lozanoff S. *Clinical Oral Anatomy*: Springer; 2017.
2. Baldissera EZ, Silveira HD. Radiographic evaluation of the relationship between the projection of genial tubercles and the lingual foramen. *Dentomaxillofac Radiol*. 2002;31(6): 368-72.
3. Champagne R, Vutukuri R, Kim CY, Tubbs RS, Iwanaga J. A comprehensive review of the mental spine. *Anat Cell Biol*. 2024;57(1):1-6.
4. Cranin AN, Katzap M, Demirdjan E, Ley J. Autogenous bone ridge augmentation using the mandibular symphysis as a donor. *J Oral Implantol*. 2001;27(1):43-7.
5. Romanos G, Gupta B, Crespi R. Endosseous Arteries in the Anterior Mandible: Literature Review. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2012;27(1):90-4.
6. White JB, Dufresne CR. Management and Avoidance of Complications in Chin Augmentation. *Aesthet Surg J*. 2011;31(6):634-42.
7. Lee TS, Kim HY, Kim TH, Lee JH, Park S. Contouring of the Lower Face by a Novel Method of Narrowing and Lengthening Genioplasty. *Plastic and Reconstructive Surgery*. 2014;133(3):274e-82e.
8. Wang C, Gui L, Liu J. A Practical Surgical Technique to Expose the Mental Nerve in Narrowing Genioplasty. *Plastic and Reconstructive Surgery - Global Open*. 2015;3(11):e554.
9. Lee EI. Aesthetic alteration of the chin. *Semin Plast Surg*. 2013;27(3):155-60.
10. Lin HH, Denadai R, Sato N, Hung YT, Pai BCJ, Lo LJ. Avoiding Inferior Alveolar Nerve Injury during Osseous Genioplasty: A Guide for the Safe Zone by Three-Dimensional Virtual Imaging. *Plast Reconstr Surg*. 2020;146(4):847-58.
11. Park JS, Lee C, Rogers JM, Sun HH, Liu YF, Elo JA, et al. Where to position osteotomies in genioglossal advancement surgery based on locations of the mental foramen, canine, lateral incisor, central incisor, and genial tubercle. *Oral Maxillofac Surg*. 2017;21(3):301-6.
12. Voon YS, Patil PG. Safe zone in anterior mandible related to the genial tubercle for implant osteotomy in a Chinese-Malaysian population: A CBCT study. *J Prosthet Dent*. 2018;119(4):568-73.
13. Kolsuz ME, Orhan K, Bilecenoglu B, Sakul BU, Ozturk A. Evaluation of genial tubercle anatomy using cone beam computed tomography. *J Oral Sci*. 2015;57(2):151-6.
14. Rai S, Misra D, Misra A, Kidwai S, Bisla S, Jain A, et al. Evaluation of neurovascular anatomical variation in the anterior mandible in North Indian population: A CBCT assessment. *J Oral Biol Craniofac Res*. 2022;12(5):505-11.
15. Wang YC, Liao YF, Li HY, Chen YR. Genial tubercle position and dimensions by cone-beam computerized tomography in a Taiwanese sample. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol*. 2012;113(6):e46-50.

16. Faul F, Erdfelder E, Buchner A, Lang A-G. Statistical power analyses using G*Power 3.1: Tests for correlation and regression analyses. *Behav Res Methods*. 2009;41(4):1149-60.
17. McNamara JA, Jr. A method of cephalometric evaluation. *Am J Orthod*. 1984;86(6):449-69.
18. Bergman RT. Cephalometric soft tissue facial analysis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1999;116(4):373-89.
19. Steiner CC. Cephalometrics for you and me. *Am J Orthod*. 1953;39(10):729-55.
20. Monson LA. Bilateral sagittal split osteotomy. *Semin Plast Surg*. 2013;27(3):145-8.
21. Silverstein K, Costello BJ, Giannakopoulos H, Hendler B. Genioglossus muscle attachments: an anatomic analysis and the implications for genioglossus advancement. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2000;90(6):686-8.
22. Mintz SM, Ettinger AC, Geist JR, Geist RY. Anatomic relationship of the genial tubercles to the dentition as determined by cross-sectional tomography. *J Oral Maxillofac Surg*. 1995;53(11):1324-6.
23. Yin SK, Yi HL, Lu WY, Guan J, Wu HM, Cao ZY, et al. Anatomic and spiral computed tomographic study of the genial tubercles for genioglossus advancement. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 2007;136(4):632-7.
24. Barbosa DA, Kurita LM, Pimenta AV, Teixeira RC, Silva PG, Ribeiro TR, et al. Mandibular incisive canal-related prevalence, morphometric parameters, and implant placement implications: a multicenter study of 847 CBCT scans. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 2020;25(3):e337-e45.
25. Apostolakis D, Brown JE. The anterior loop of the inferior alveolar nerve: prevalence, measurement of its length and a recommendation for interforaminal implant installation based on cone beam CT imaging. *Clin Oral Implants Res*. 2012;23(9):1022-30.
26. Filo K, Schneider T, Locher MC, Kruse AL, Lübbers HT. The inferior alveolar nerve's loop at the mental foramen and its implications for surgery. *J Am Dent Assoc*. 2014;145(3):260-9.
27. Wei X, Gu P, Hao Y, Wang J. Detection and characterization of anterior loop, accessory mental foramen, and lateral lingual foramen by using cone beam computed tomography. *J Prosthet Dent*. 2020;124(3):365-71.
28. Phraisukwisarn P, Asvanund P, Kretapirom K. Measurement of Anterior Loop of Inferior Alveolar Nerve Using Cone Beam Computed Tomography (CBCT). *M Dent J*. 2016;37(1):81-7.

Corresponding author

Jatesarid Titthasiri

Department of Oral and Maxillofacial Surgery,

Faculty of Dentistry, Mahidol University,

Rachathewi, Bangkok 10400.

Tel. : +66 2200 7845-6

Email : jatesarid.ter@gmail.com



การวัดระยะทางระหว่างโครงสร้างกระดูกขากรรไกรล่างส่วนหน้า ของผู้ป่วยไทยและแนะนำตำแหน่งการตัดกระดูก: การศึกษาโดยใช้ภาพรังสีส่วนตัด อาศัยคอมพิวเตอร์ลำรังสีรูปกรวย

เจตนัสฤกษ์ ดิตถะสิริ^{1,*} ปริญ แก้วประดับ¹ สุภัค งามสม²

บทความวิจัย

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์: เป้าหมายหลักเพื่อเพื่อวัดระยะทางระหว่างจุดอ้างอิงทางกายวิภาคบริเวณหน้ากระดูกขากรรไกรล่างในผู้ใหญ่ไทย และวิเคราะห์ความแตกต่างตามเพศและโครงสร้างกระดูกขากรรไกร โดยใช้ภาพรังสีส่วนตัดอาศัยคอมพิวเตอร์ลำรังสีรูปกรวย เป้าหมายรอง เพื่อกำหนดค่ามาตรฐานของบริเวณนี้ในประชากรไทย

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ: ศึกษาเชิงสังเกตจากภาพรังสีส่วนตัดอาศัยคอมพิวเตอร์ลำรังสีรูปกรวย ของผู้ใหญ่ไทยที่มีฟันหน้าล่างครบ วัดระยะทางจากขอบล่าง

ของกระดูกขากรรไกรล่างไปยังจุดต่าง ๆ เช่น ปุ่มกระดูกแนวประสานคางและแอนทีเรียลูป

ผล: จากการวิเคราะห์ภาพรังสีส่วนตัดอาศัยคอมพิวเตอร์ลำรังสีรูปกรวย จำนวน 186 ราย ไม่พบความแตกต่างระหว่างด้านซ้ายและขวาอย่างมีนัยสำคัญ พบว่า ผู้ชายมีค่าการวัดสูงกว่าผู้หญิงอย่างมีนัยสำคัญ ยกเว้นบริเวณปลายรากฟันหน้ากลางล่างถึงปุ่มกระดูกแนวประสานคาง ไม่พบความแตกต่างตามโครงสร้างกระดูกขากรรไกร

บทสรุป: การศึกษานี้พบความแตกต่างทางกายวิภาคของขากรรไกรล่างส่วนหน้าอย่างมีนัยสำคัญระหว่างเพศ โดยเพศชายมีค่าการวัดมากกว่าเพศหญิงอย่างสม่ำเสมอ ขณะที่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างกลุ่มโครงสร้างขากรรไกร (Skeletal classes) จากผลการศึกษา สามารถแนะนำระยะความปลอดภัยของแนวตัดกระดูกจากขอบล่างของขากรรไกรล่างได้ดังนี้ ได้แก่ บริเวณกึ่งกลางและฟันตัดข้าง ควรมีระยะ 19 มม. ในเพศชาย และ 17-17.5 มม. ในเพศหญิง และบริเวณเขี้ยว ควรมีระยะ 15 มม. ในเพศชาย และ 13.5 มม. ในเพศหญิง สำหรับบริเวณ anterior loop ไม่แนะนำให้ใช้ระยะความปลอดภัยแบบคงที่ เนื่องจากความแปรผันทางกายวิภาค จึงควรประเมินเป็นรายบุคคลด้วยภาพถ่าย CBCT แนวทางดังกล่าวสามารถใช้เป็นค่าอ้างอิงเชิงปฏิบัติเพื่อเพิ่มความปลอดภัยในการผ่าตัดบริเวณขากรรไกรล่างส่วนหน้า

คำชี้แจง: รูเปิดข้างคาง/ ภาพรังสีส่วนตัดอาศัยคอมพิวเตอร์ลำรังสีรูปกรวย/ การผ่าตัดกระดูกบริเวณคาง/ การผ่าตัดกระดูกบริเวณขากรรไกรล่าง

ผู้ประพันธ์บทความ

เจตนัสฤกษ์ ดิตถะสิริ

ภาควิชาศัลยศาสตร์ช่องปากและแม็กซิลโลเฟเชียล

คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

เขตราชเทวี กรุงเทพฯ 10400

โทรศัพท์ : 02 200 7845-6

จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ : jatesarid.ter@gmail.com

¹ ภาควิชาศัลยศาสตร์ช่องปากและแม็กซิลโลเฟเชียล คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

² ภาควิชารังสีวิทยาช่องปากและแม็กซิลโลเฟเชียล คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

* ผู้ประพันธ์บทความ



การปลูกถ่ายฟันตนเองในผู้ป่วยปากแหว่งเพดานโหว่: รายงานผู้ป่วย

ณัฏฐา ประเสริฐเจริญสุข¹ ปานชนก ไกลสวน² ภิกขุ สุทธิประภาภรณ์³ เสาวลักษณ์ ลิ้มมณฑล^{4,*}

รายงานผู้ป่วย

บทคัดย่อ

การปลูกถ่ายฟันตนเองไปยังตำแหน่งรอยแยกในผู้ป่วยปากแหว่งเพดานโหว่ มีความท้าทายหลายประการ เนื่องจากบริเวณรอยแยกที่เคยได้รับการปลูกถ่ายกระดูกมาเป็นระยะเวลานานมักมีกระดูกงอกขึ้นที่เนื้อเยื่อรอบๆ การเสริมกระดูกเข้าเป็นไปได้อย่างยาก ในรายงานผู้ป่วยนี้ได้กล่าวถึงการปลูกถ่ายฟันตนเองในผู้ป่วยปากแหว่งเพดานโหว่ 1 ราย โดยผู้ป่วยมีฟันเขี้ยวบนขาขึ้นผิดตำแหน่ง และมีข้อจำกัดในด้านความกว้างของกระดูกขาที่รองรับฟันที่ปลูกถ่าย ให้การรักษาโดยถอนฟันเขี้ยวบนขาและนำไปปลูกถ่ายยังตำแหน่งของฟันคุดซี่ข้างขวาที่ไม่มีตั้งแต่กำเนิดและตรงกับบริเวณรอยแยกที่ได้ปลูกกระดูกเข้าเป็นมาแล้ว 4 ปีโดยใช้วิธีการขยายสันกระดูกขา รักษาคลองรากฟันหลังจากการปลูกถ่ายฟัน 3 สัปดาห์ ผลการรักษาพบการหายของฟันและอวัยวะปริทันต์ของฟันปลูก ไม่พบภาวะฟันยึดแข็ง ฟันปลูกสามารถใช้งานได้และผู้ป่วยอยู่ระหว่างการติดตาม ในบทความนี้จะได้ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับการปลูกถ่ายฟันตนเองในผู้ป่วยปากแหว่งเพดานโหว่ และอภิปรายผลการรักษาหลังปลูกถ่ายฟัน

คำไชรหัส: การปลูกถ่ายฟันตนเอง/ ปากแหว่งเพดานโหว่/ ฟันเขี้ยวสลับตำแหน่ง

Received: Sep 29, 2024

Revised: Aug 20, 2025

Accepted: Aug 20, 2025

บทนำ

ผู้ป่วยที่มีความพิการบนใบหน้าและกะโหลกศีรษะที่เป็นแต่กำเนิด (Congenital craniofacial anomalies) มักมีปัญหาคางและตำแหน่งการขึ้นของฟันผิดปกติ¹ ซึ่งปากแหว่งเพดานโหว่ (Cleft lip and cleft palate) จัดเป็นหนึ่งในความพิการบนใบหน้าและกะโหลกศีรษะที่เป็นแต่กำเนิดที่มีความชุก (Prevalence) สูงที่สุดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย² การรักษาผู้ป่วยปากแหว่งเพดานโหว่ต้องอาศัยความร่วมมือจากทันตแพทย์หลายสาขาในการป้องกัน

และรักษาความผิดปกติของฟันและขากรรไกรที่เกิดขึ้น ได้แก่ ทันตกรรมจัดฟัน ทันตกรรมประดิษฐ์ และศัลยกรรมช่องปากและแม็กซิลโลเฟเชียล³ ในผู้ป่วยกลุ่มนี้มักมีภาวะขากรรไกรบนเจริญพร่อง (Maxillary hypoplasia)⁴ และฟันหน้าบนหายตั้งแต่กำเนิด (Congenital missing) โดยเฉพาะฟันคุดซี่ข้างบน (Maxillary lateral incisor)⁵ ซึ่งหากจำเป็นต้องใส่ฟันทดแทนสามารถรักษาได้ด้วยการฝังรากเทียม (Dental implant) หรือการปลูกถ่ายฟันตนเอง

¹ แผนกทันตกรรม โรงพยาบาลแกด้า อำเภอแกด้า จังหวัดมหาสารคาม

² นักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาทันตกรรมจัดฟัน คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

³ สาขาวิชาทันตกรรมป้องกัน แขนงวิชาทันตกรรมจัดฟัน คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

⁴ สาขาวิชาศัลยกรรมช่องปากและแม็กซิลโลเฟเชียล คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

* ผู้ประพันธ์บทความ

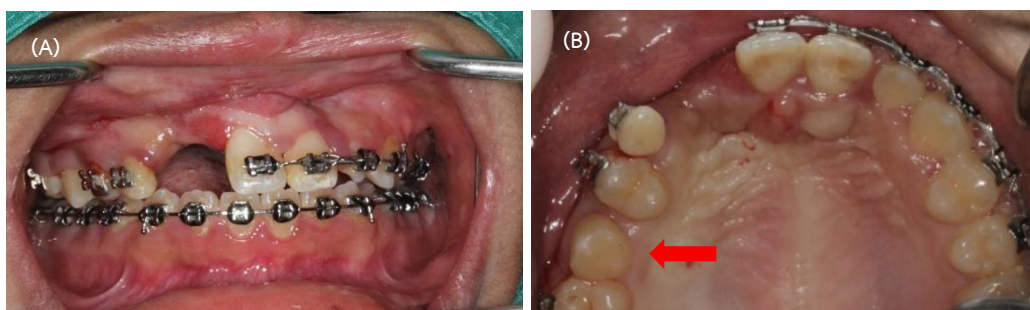
(Tooth autotransplantation)⁶ โดยการฝังรากเทียมยังมีข้อจำกัดในด้านค่าใช้จ่าย และในผู้ป่วยที่มีการเจริญเติบโตยังไม่เต็มที่ การปลูกถ่ายฟันตนเองจึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่สามารถช่วยทดแทนฟันได้ในผู้ป่วยกลุ่มนี้ เนื่องจากมีข้อดีทั้งค่าใช้จ่ายที่ไม่สูงนักและให้ความสวยงาม รวมถึงเหมาะสำหรับผู้ป่วยที่ยังเจริญเติบโตไม่เต็มที่⁷ นอกจากนี้ยังทำให้เอ็นยึดปริทันต์ (Periodontal ligament) คงอยู่ สามารถให้แรงจัดฟันเพื่อเคลื่อนตำแหน่งของฟันได้⁸ และทำให้มีการเจริญของกระดูกเบ้าฟัน (Alveolar bone) ต่อไปได้⁹ รวมถึงยังทำให้คงไว้ซึ่งกระดูกเบ้าฟันที่ผู้ป่วยปากแหว่งเพดานโหว่เคยได้รับการปลูกถ่ายกระดูก (Bone graft) มาก่อน นอกจากนี้การปลูกถ่ายฟันตนเองยังเหมาะสำหรับผู้ป่วยที่มีฟันขึ้นผิดที่ (Ectopic eruption) รุนแรง โดยพบว่ามีผู้ป่วยที่มีฟันเขี้ยว (Maxillary canine) ขึ้นผิดที่รุนแรงคิดเป็นร้อยละ 2 ของประชากร¹⁰ ซึ่งการรักษาโดยการจัดฟันเป็นไปได้อ่อนช้อยและใช้เวลานาน ดังนั้นการปลูกถ่ายฟันตนเองจึงเป็นวิธีที่ง่ายและรวดเร็วกว่า¹¹

นอกจากนี้ในผู้ป่วยปากแหว่งเพดานโหว่ยังมีปัญหาของปริมาณกระดูกเบ้าฟันบริเวณรอยแยก (Cleft site) ซึ่งตรงกับตำแหน่งฟันตัดซี่ข้าง ทำให้บริเวณนี้ต้องได้รับการปลูกถ่ายกระดูกเพื่อรองรับการขึ้นของฟันข้างรอยแยก รวมถึงรองรับการรักษาทางทันตกรรมจัดฟันและทันตกรรมประดิษฐ์ที่ตามมา¹² อย่างไรก็ตามหลังปลูกถ่ายกระดูกบริเวณรอยแยกแล้วเสร็จยังอาจพบปัญหากระดูกเบ้าฟันไม่เพียงพอจึงต้องอาศัยการเตรียมกระดูก ไม่ว่าจะเป็นการขยายสันกระดูกเบ้าฟัน (Ridge expansion) หรือการปลูกถ่ายกระดูกเพิ่มร่วมด้วยก่อนที่จะทำการปลูกถ่ายฟันตนเอง¹³

จากที่กล่าวมาทั้งหมดจะเห็นได้ว่าการปลูกถ่ายฟันตนเองในผู้ป่วยปากแหว่งเพดานโหว่ มีความยากและท้าทายมากกว่าในผู้ป่วยทั่วไป ทั้งในแง่ของการเตรียมกระดูกและโอกาสประสบผลสำเร็จ ดังนั้นในรายงานผู้ป่วยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอขั้นตอนการปลูกถ่ายฟันตนเองบริเวณรอยแยกในผู้ป่วยปากแหว่งเพดานโหว่ 1 รายและอภิปรายถึงผลการรักษาต่อไป

รายงานผู้ป่วย

ผู้ป่วยหญิงไทย อายุ 17 ปี ภูมิลำเนาจังหวัดหนองบัวลำภู ถูกส่งตัวมาที่คลินิกศัลยกรรมช่องปากและแม็กซิลโลเฟเชียล คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ในเดือนตุลาคม 2566 โดยทันตแพทย์จัดฟันเนื่องจากฟันเขี้ยวบนขวาหรือฟันซี่ 13 ขึ้นผิดที่ ผู้ป่วยมีประวัติปากแหว่งเพดานโหว่สองข้าง (Bilateral cleft lip and cleft palate) ร่วมกับฟันตัดซี่ข้างแท้บนทั้งสองข้างหายตั้งแต่กำเนิด ผู้ป่วยได้รับการปลูกถ่ายกระดูกในตำแหน่งรอยแยกทั้งสองข้างจากกระดูกสะโพกด้านซ้าย (Bilateral alveolar bone graft with left iliac crest bone graft) เมื่อตอนอายุ 13 ปี ติดตามผลการรักษา 2 ปี จากภาพรังสีแพโนรามา (Panoramic radiograph) พบฟันซี่ 13 เป็นฟันฝัง (Embedded tooth) อยู่ระหว่างฟันซี่ 14 และ 15 ทันตแพทย์จัดฟันจึงวางแผนนำฟันฝังซี่นี้ออกเนื่องจากอยู่ผิดตำแหน่งมาก แต่หลังจากเริ่มการรักษาจัดฟันไป 2 ปี ฟันซี่ 13 ขึ้นมาในช่องปากได้ (รูปที่ 1) ส่งผลให้แผนการรักษาเปลี่ยนเป็นการถอนฟันซี่ 13 ไปปลูกถ่ายในตำแหน่งฟันซี่ 12 หรือบริเวณรอยแยกที่ปลูกถ่ายกระดูกไปแล้วแทน



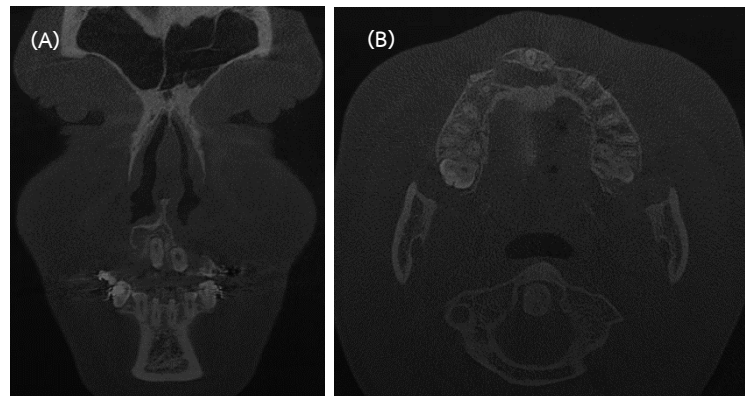
รูปที่ 1 ภาพในช่องปากของฟันซี่ 13 และตำแหน่งรอยแยกก่อนการปลูกถ่ายฟัน (A) ภาพด้านหน้าขณะสบฟัน (B) ภาพด้านบนเคี้ยว (สีแดงชี้ฟันซี่ 13)

Figure 1 Intraoral views of right maxillary canine and cleft site before tooth autotransplantation (A) Anterior view on occlusion (B) Occlusal view (red arrow: right maxillary canine)

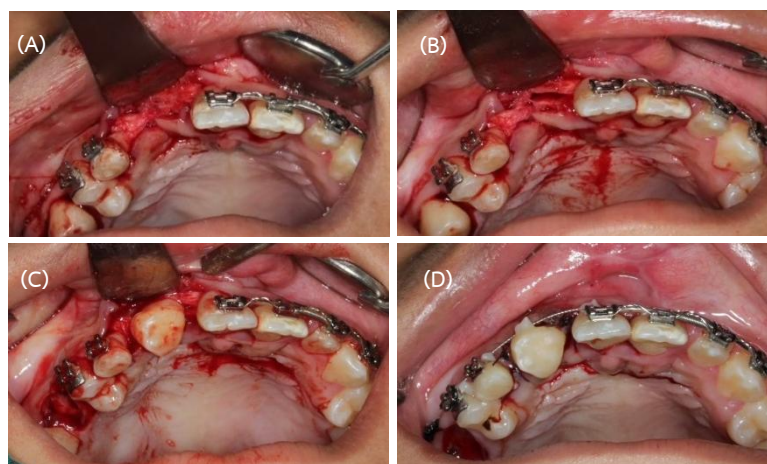
จากภาพรังสีส่วนตัดอาศัยคอมพิวเตอร์ (Computed Tomography) พบว่าฟันซี่ 13 มีการสร้างรากฟันสมบูรณ์ กระดูกเบ้าฟันบริเวณรอยแยกหรือตำแหน่งฟันซี่ 12 มีความกว้าง 4 มิลลิเมตรตามแนวด้านริมฝีปาก-เพดานปาก (Labio-palatal width) และมีความสูง 10 มิลลิเมตร ตามแนวปลายรากฟัน-ตัวฟัน (Apico-coronal height) (รูปที่ 2) ซึ่งไม่เพียงพอสำหรับการปลูกถ่ายฟันโดยวิธีมาตรฐาน รวมทั้งเมื่อวัดขนาดของฟันซี่ 13 ที่ตำแหน่งคอฟัน (Cervical) มีความกว้าง 6 มิลลิเมตร ตามแนวด้านริมฝีปาก-เพดานปาก และ 5 มิลลิเมตร ตามแนวใกล้กลาง-ไกลกลาง (Mesiodistal width) จึงวางแผนใช้วิธีการขยายสันกระดูกเบ้าฟัน เพื่อให้กระดูกเบ้าฟันมีความกว้างเพียงพอ สามารถรองรับฟันที่จะนำมาปลูกได้

ขั้นตอนการปลูกถ่ายฟันตนเอง (รูปที่ 3) เริ่มจากการถอนฟันซี่ 13 อย่างระมัดระวังตรวจสอบว่าไม่มีการแตกหักของรากฟันจึงทำการใส่กลับเข้าเบ้าฟัน (Tooth socket) เดิมเพื่อเป็นการเก็บรักษาฟันปลูก หลังจากนั้นจึง

เตรียมกระดูกบริเวณตำแหน่งรับสิ่งปลูกถ่าย (Recipient site) โดยการกรีดเปิดเหงือกตั้งแต่ฟันซี่ 11 จนถึงฟันซี่ 53 ให้เป็นแผ่นเนื้อเยื่อเต็มส่วน (Full thickness flap) เพื่อเผยให้เห็นกระดูกเบ้าฟันทั้งด้านริมฝีปากและเพดานปาก ใช้เครื่องมือโซนิคเล็กทรอนิกส์สำหรับงานศัลยกรรม (Piezoelectric surgery) ในการกรอแยกกระดูกตามความหนาแน่นด้านริมฝีปาก-เพดานปาก หลังจากนั้นจึงใช้สิ่วและค้อน (Chisel and Mallet) สำหรับแยกกระดูกเบ้าฟันให้ได้ความลึกใกล้เคียงความยาวรากฟันซี่ 13 ร่วมกับการใช้หัวเจาะสุดท้าย (Final drill) สำหรับรากเทียมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 มิลลิเมตรจากชุดเครื่องมือขยายกระดูกเบ้าฟันสำหรับรากเทียม (Implant surgical kit) เพื่อให้บริเวณรองรับฟันมีลักษณะคล้ายคลึงกับรากฟัน ถัดมานำฟันซี่ 13 มาปลูกในตำแหน่งที่เตรียมไว้และเย็บปิดแผลให้กลับสู่ตำแหน่งเดิม ในขั้นตอนสุดท้ายทำการยึดฟันด้วยฝือกฟันชนิดยืดหยุ่น (Flexible splint) โดยใช้ลวดและเรซินคอมโพสิต (Resin-composite)



รูปที่ 2 ภาพรังสีส่วนตัดอาศัยคอมพิวเตอร์บริเวณตำแหน่งรับสิ่งปลูกถ่ายก่อนการปลูกถ่ายฟัน (A) ภาพตามระนาบแบ่งหน้าหลัง (B) ภาพระนาบตามแกน
Figure 2 Preoperative cone beam computed tomography radiographs at recipient site (A) Coronal view (B) Axial view



รูปที่ 3 ภาพในช่องปากระหว่างการปลูกถ่ายฟันตนเอง (A) ผ่าตัดเปิดเหงือก (B) หลังการแยกสันกระดูกเบ้าฟัน (C) นำฟันเขี้ยวบนขวามาปลูกถ่าย (D) ใส่ฝือกฟันชนิดยืดหยุ่น

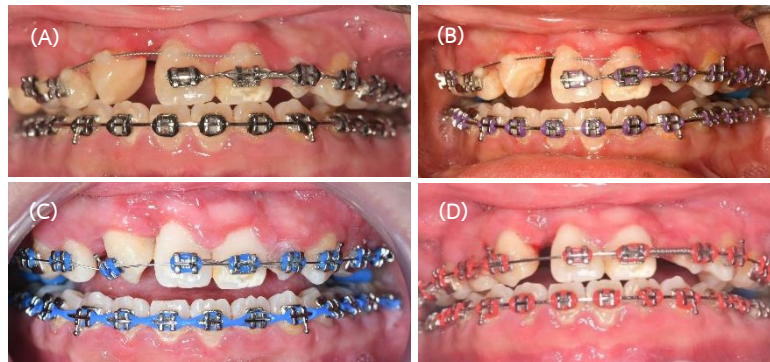
Figure 3 Intraoral views during tooth autotransplantation (A) Flap operation (B) After ridge expansion (C) Transplant with right maxillary canine (D) Fixation with flexible splint

จากการติดตามผลการรักษาหลังการผ่าตัด 2 สัปดาห์ ผู้ป่วยไม่มีอาการใด ๆ จากการตรวจในช่องปากพบบริเวณเหงือกของฟันปลูกมีการอักเสบแดงเล็กน้อย ฟันโยกระดับ 3 (Third degree tooth mobility) ไม่มีการหลุดหรือขยับของเฟือกฟัน (รูปที่ 4A) แต่พบว่าขณะกัดฟัน ฟันปลูกซี่ 13 สบชนกับฟันซี่ 43 จึงได้ทำการกรอลดความสูงของตัวฟันลง เพื่อไม่ให้มีแรงมากระทำต่อฟันปลูก และส่งต่อเพื่อรักษาลงรากฟัน (Root canal treatment) ในสัปดาห์ที่ 3 หลังจากปลูกถ่ายฟัน 2 เดือน (รูปที่ 4B) พบว่าฟันปลูกโยกน้อยลงจึงพิจารณาถอดเฟือกฟัน หลังจากนั้นทันตแพทย์จัดฟันพิจารณาเริ่มให้แรงจัดฟัน เพื่อเคลื่อนฟันดังกล่าวให้อยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสม โดยเริ่มให้แรงจัดฟันเมื่อ 2 เดือน 2 สัปดาห์หลังจากปลูกถ่ายฟัน

จากการติดตามผลการรักษาเมื่อผ่านไป 5 เดือน พบว่าตำแหน่งของฟันปลูกชิดกับฟันซี่ 11 มีการเรียงของฟัน

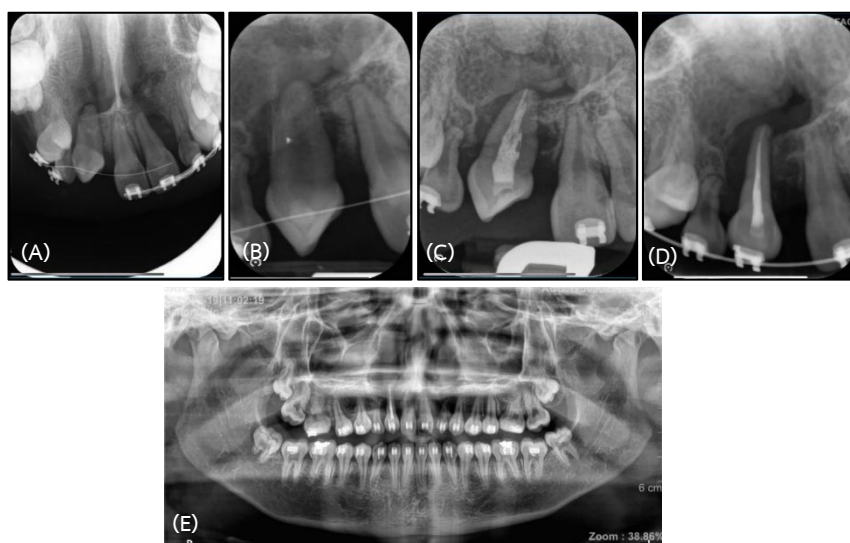
(Alignment) ที่ดีขึ้น (รูปที่ 4C) ผลหลังจากปลูกถ่ายฟัน 10 เดือน และ 1 ปี 8 เดือน พบว่าฟันปลูกไม่โยก ความลึกร่องปริทันต์โดยรอบไม่เกิน 4 มิลลิเมตร การเรียงของฟันดีขึ้น ไกล่เคียงปกติ และใช้งานได้ดี (รูปที่ 4D)

จากภาพรังสีรอบปลายราก (Periapical radiograph) ของฟันปลูกซี่ 13 หลังการปลูกถ่ายฟันที่ 2 สัปดาห์ 2 เดือน 10 เดือน และภาพรังสีแพโนรามาหลังปลูกถ่ายฟัน 1 ปี 8 เดือน ไม่พบการสูญสลายของรากฟัน (Root resorption) และรอยโรครอบปลายรากฟัน รวมถึงเมื่อเวลาผ่านไปพบความทึบรังสีที่บริเวณด้านใกล้กลางของฟันปลูกเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามยังพบความโปร่งรังสี (Radiolucency) บริเวณด้านไกลกลางของฟันปลูกซี่ 13 ตามแนวรอยแยกที่เคยได้รับการปลูกกระดูกไป (รูปที่ 5)



รูปที่ 4 ภาพในช่องปากหลังการปลูกถ่ายฟัน (A) หลังจากปลูกถ่ายฟัน 2 สัปดาห์ (B) หลังจากปลูกถ่ายฟัน 2 เดือน (C) หลังจากปลูกถ่ายฟัน 5 เดือน (D) หลังจากปลูกถ่ายฟัน 10 เดือน

Figure 4 Intraoral views after tooth autotransplantation (A) Follow up 2 weeks (B) Follow up 2 months (C) Follow up 5 months (D) Follow up 10 months



รูปที่ 5 ภาพรังสีหลังการปลูกถ่ายฟัน (A) ภาพรังสีเทคนิคกัดสบหลังการปลูกถ่ายฟันทันที (B) ภาพรังสีรอบปลายรากฟัน 2 สัปดาห์ (C) ภาพรังสี รอบปลายรากฟัน 2 เดือน (D) ภาพรังสีรอบปลายรากฟัน 10 เดือน (E) ภาพรังสีแพโนรามา 1 ปี 8 เดือน

Figure 5 Postoperative radiographs (A) Occlusal film immediately after tooth autotransplantation (B) Periapical film 2 weeks (C) Periapical film 2 months (D) Periapical film 10 months (E) Panoramic radiograph 1 year 8 months

บทวิจารณ์

การปลูกถ่ายฟันตนเองเป็นการรักษาทางทันตกรรมที่ย้ายฟันจากตำแหน่งหนึ่งไปยังอีกตำแหน่งหนึ่งในช่องปากของบุคคลเดียวกัน ซึ่งวิธีการนี้มักใช้รักษากรณีฟันขึ้นผิดที่หรือทดแทนฟันที่สูญเสียไป กรณีศึกษาที่น่าเสนอนี้แสดงให้เห็นถึงลักษณะฟันเขี้ยวสลับตำแหน่ง (Canine transposition) ที่มีการขึ้นผิดที่ของฟันเขี้ยว โดยมีการสลับลำดับการเรียงของฟันเขี้ยวกับฟันซี่อื่น จากหลายการศึกษาในหลายประเทศพบว่ามีความชุกประมาณร้อยละ 0.4 ถึง 1.4 ของประชากร¹⁴⁻¹⁷ พบในชากรไกรบนมากกว่าชากรไกรล่าง และเพศหญิงมากกว่าเพศชาย เนื่องจากมีกะโหลกศีรษะและชากรไกรที่เล็กกว่า โดยเฉพาะในผู้ป่วยที่มีปัจจัยที่สนับสนุน (Contributing factor) ให้เกิดฟันเขี้ยวสลับตำแหน่ง เช่น ความยาวส่วนโค้งชากรไกร (Arch length) ไม่เพียงพอ ฟันหน้าบนหายตั้งแต่กำเนิด ฟันเขี้ยวฝัง และผู้ป่วยปากแหว่งเพดานโหว่^{14,17,18} ซึ่งการรักษาความผิดปกตินี้ด้วยการจัดฟันเพียงอย่างเดียวเป็นไปได้ยาก ส่วนการรักษาด้วยรากเทียมมีข้อจำกัดด้านค่าใช้จ่ายสำหรับผู้ป่วยรายนี้ รวมถึงกระดูกเบ้าฟันของผู้ป่วยบริเวณรอยแยกยังคงมีการสูญเสียอย่างต่อเนื่อง ดังนั้นการปลูกถ่ายฟันตนเองจึงเป็นทางเลือกที่มีประสิทธิภาพในการช่วยให้ฟันกลับมาอยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้องได้ง่าย และรวดเร็วยิ่งขึ้น นอกจากนี้ยังช่วยคงไว้ซึ่งกระดูกเบ้าฟันเพื่อรองรับการรักษาในอนาคต อย่างไรก็ตามการปลูกถ่ายฟันตนเองในรอยแยกที่ได้รับการปลูกกระดูกไปแล้วในผู้ป่วยปากแหว่งเพดานโหว่ มีข้อควรคำนึงถึงเรื่องเวลาที่เหมาะสมในการทำหัตถการนี้ โดยการศึกษาของ Hamamoto ในปี ค.ศ. 1998 ได้ศึกษาถึงลักษณะทางมิวชีววิทยา (Histology) ของรอยแยกหลังจากการปลูกถ่ายกระดูก ผลการศึกษาให้ข้อมูลเกี่ยวกับกระบวนการปรับโครงสร้าง (Remodeling) ของกระดูกและส่งผลต่อช่วงเวลาที่เหมาะสมสำหรับการปลูกถ่ายฟัน โดยในผู้ป่วยที่ได้รับการปลูกถ่ายกระดูกไปเป็นระยะเวลา 6 เดือนพบว่า กระดูกยังอยู่ในระหว่างการปรับโครงสร้าง ส่วนผู้ป่วยที่ได้รับการปลูกถ่ายกระดูกไปเป็นระยะเวลา 12 เดือน พบว่ากระดูกมีการปรับโครงสร้างเสร็จสมบูรณ์ ซึ่ง Hamamoto ได้สรุปว่าควรทำการปลูกถ่ายฟันโดยเร็วที่สุดหลังจากสร้างสะพานกระดูก (Bone bridge) ในระหว่างที่กระดูกยังอยู่ในระหว่างการปรับโครงสร้าง นอกจากนี้ยังมีการศึกษาที่พบว่าหากไม่มีแรงมากระทำต่อบริเวณปลูกถ่ายกระดูกจะนำไปสู่การสูญเสียของกระดูกเบ้าฟัน¹⁹ อีกทั้งยัง

มีการศึกษาที่พบว่าการปลูกถ่ายฟันพร้อมกับการปลูกถ่ายกระดูกในรอยแยก อาจเพิ่มความเสี่ยงต่อการสูญเสียของรากฟัน ซึ่งอาจนำไปสู่การสูญเสียฟันปลูก และยังมีความเสี่ยงต่อการเกิดภาวะฟันยึดแข็ง (Ankylosis)^{6,20} ดังนั้นจึงแนะนำให้เว้นระยะเวลาระหว่างการปลูกถ่ายกระดูกและการปลูกถ่ายฟันอย่างน้อย 4 เดือน เพื่อให้กระดูกมีเวลาปรับโครงสร้างเต็มที่^{20,21} ในกรณีศึกษาผู้ป่วยได้รับการปลูกถ่ายกระดูกเมื่อ 4 ปีก่อน ซึ่งกระดูกมีการปรับโครงสร้างเสร็จสมบูรณ์แล้วและเริ่มมีการสูญเสียบางส่วน ส่งผลให้กระดูกเบ้าฟันไม่เพียงพอสำหรับการปลูกถ่ายฟันตามวิธีมาตรฐาน

จากที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นได้ว่าการปลูกถ่ายฟันตนเองบริเวณรอยแยกที่ได้รับการปลูกถ่ายกระดูกแล้วในผู้ป่วยปากแหว่งเพดานโหว่ มักประสบปัญหาเกี่ยวกับปริมาณกระดูกที่ไม่เพียงพอ วิธีการแก้ไขปัญหานี้มีสองวิธีหลัก คือ การปลูกถ่ายกระดูกเพิ่มเติมและการขยายสันกระดูกเบ้าฟัน อย่างไรก็ตามมีการศึกษาที่ชี้ให้เห็นว่าการปลูกถ่ายกระดูกไม่ได้ช่วยเร่งหรือกระตุ้นการเกิดใหม่ของกระดูก (Bone regeneration) ได้ดีไปกว่าการเตรียมกระดูก (Bone preparation) ด้วยการกรอเจาะกระดูกเพียงอย่างเดียว แต่การสร้างกระดูกใหม่ขึ้นอยู่กับความมีชีวิตของเอ็นยึดปริทันต์เป็นหลัก เซลล์เอ็นยึดปริทันต์จึงมีความสำคัญต่อการหายของอวัยวะปริทันต์ (Periodontal healing) ของฟันปลูก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในบริเวณที่มีกระดูกเบ้าฟันไม่เพียงพอ¹³

ปัจจัยที่มีผลต่อความสำเร็จของการปลูกถ่ายฟันตนเองในบริเวณที่มีกระดูกเบ้าฟันไม่เพียงพอ ได้แก่ อายุ และตำแหน่งของฟัน โดยการปลูกถ่ายฟันในผู้ป่วยอายุน้อยกว่า 18 ปีจะมีการเกิดใหม่ของกระดูกรอบฟันปลูกได้มากกว่าผู้ป่วยอายุมาก และฟันปลูกในชากรไกรบน (Maxilla) จะพบการหายของเนื้อเยื่อใน (Pulp healing) ที่ดีกว่าฟันปลูกในชากรไกรล่าง (Mandible) และปัจจัยที่สำคัญอย่างมากในการหายของอวัยวะปริทันต์ของฟันปลูก ได้แก่ ความมีชีวิตของเซลล์เอ็นยึดปริทันต์ ส่วนปริมาณของกระดูกด้านแก้ม (Buccal bone) และเหงือก (Gingiva) นั้นไม่ได้ส่งผลต่อความสำเร็จของการปลูกถ่ายฟัน เนื่องจากมีการศึกษาของ Suwanapong ในปี ค.ศ. 2021 ที่พบว่าทั้งผู้ป่วยที่ได้รับการปลูกถ่ายฟันในบริเวณที่ถูกเอากระดูกด้านแก้มออกมากเกินไป และผู้ป่วยที่มีกระดูกรองรับน้อยหรือไม่มีการรองรับเลยสามารถพบเส้นใยกระดูก (Trabeculae) ที่สมบูรณ์และมีผิวกระดูกเบ้าฟัน (Lamina dura) หลังการปลูกถ่ายฟัน 12 เดือน¹³

จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้นจึงทำให้เลือกแผนการรักษาเป็นการขยายสันกระดูกเบ้าฟันสำหรับการแก้ไขปัญหากระดูกไม่เพียงพอแทนการปลูกถ่ายกระดูกเพิ่มเติมในผู้ป่วยรายนี้ โดยการขยายสันกระดูกเบ้าฟันมักทำในขากรรไกรบนมากกว่าขากรรไกรล่าง และเหมาะสำหรับบริเวณสันกระดูกเบ้าฟัน (Alveolar crest) ที่มีความกว้างไม่เพียงพอที่จะเตรียมกระดูกโดยการกรอเจาะตามวิธีมาตรฐาน แต่อย่างไรก็ตามจะต้องมีความกว้างอย่างน้อย 3 มิลลิเมตร เนื่องจากหากมีความกว้างที่น้อยเกินไปจะมีโอกาสเกิดกระดูกแตกหรือการสูญเสียของกระดูกเบ้าฟันได้ นอกจากนี้ความสูงของสันกระดูกเบ้าฟันจะต้องมีอย่างน้อย 10 มิลลิเมตร รวมถึงจะต้องไม่มีความโค้งเว้าที่มากเกินไป สำหรับกรณีศึกษาที่มีขนาดความกว้างของสันกระดูกเบ้าฟัน 4 มิลลิเมตร ซึ่งเพียงพอสำหรับการขยายสันกระดูกเบ้าฟัน²² และขั้นตอนการใส่ฟันปลูกในผู้ป่วยรายนี้ จะไม่ตรงตามแนวการเรียงของฟัน เนื่องจากบริเวณคอฟันปลูกมีความกว้างตามแนวด้านริมฝีปาก-เพดานปากมากกว่าตามแนวใกล้กลาง-ไกลกลาง จึงใส่ฟันปลูกหมุนกลับแนวเพื่อลดโอกาสการเกิดกระดูกเบ้าฟันแตกจากการขยายสันกระดูกเบ้าฟันที่มากเกินไป ส่วนการยึดฟันปลูกพบว่า งานวิจัยส่วนใหญ่แนะนำให้ยึดฟันด้วยเฟือกฟันชนิดยึดหยุ่น หลังการปลูกถ่ายฟันเป็นเวลา 7-10 วัน เพื่อให้ฟันสามารถเคลื่อนที่ได้บ้าง²³ ซึ่งจะช่วยกระตุ้นการทำงานของเอ็นยึดปริทันต์และการเกิดใหม่ของกระดูก อย่างไรก็ตามการใส่เฟือกฟันไม่จำเป็นสำหรับการปลูกถ่ายฟันทุกกรณี²⁴ ในกรณีที่มีความเสถียร (Stability) ไม่เพียงพอ อาจจำเป็นต้องใส่เฟือกฟันเป็นเวลา 1-2 สัปดาห์²⁵ มีการศึกษาของ Tsukiboshi ในปี ค.ศ. 2022 ที่แนะนำให้ใส่เฟือกแบบลวด (Wire splint) และถอดออกหลังจากผ่านไป 1 เดือนในกรณีที่ฟันโยกมากหลังการปลูกถ่าย²⁶ นอกจากนี้บางงานวิจัยชี้ให้เห็นว่าการใส่เฟือกฟันชนิดแข็ง (Rigid splint) เป็นเวลานานอาจส่งผลเสียต่อการหายของทั้งเนื้อเยื่อในและอวัยวะปริทันต์ (Periodontium) และนำไปสู่ภาวะฟันยึดแข็งได้²⁷ โดยภาวะฟันยึดแข็งมีโอกาสเกิดมากขึ้นในกรณีที่มีความเสียหายของเอ็นยึดปริทันต์จากการถอนฟัน ระยะเวลาฟันแห้งนอกช่องปาก (Extraoral dry time) ที่มากเกินไป และการใส่เฟือกฟันแบบแข็งเป็นระยะเวลานาน²⁸ นอกจากนี้บางงานวิจัยชี้ให้เห็นว่าการใช้แรงจัดฟันที่ 4 สัปดาห์หลังการปลูกถ่ายฟัน จะช่วยเพิ่มอัตราการรอดชีวิต (Survival rate) ของฟันปลูก และป้องกันการเกิดภาวะฟันยึดแข็งได้²⁹ ซึ่งในกรณีศึกษาผู้ป่วยได้รับการใส่เฟือกฟัน

เป็นเวลา 2 เดือน เนื่องจากในช่วงแรกฟันปลูกโยกมาก และฟันเริ่มโยกน้อยลงอย่างชัดเจนหลังจาก 2 เดือน จึงมีความจำเป็นต้องติดตามผลเรื่องภาวะฟันยึดแข็งในระยะยาวเนื่องจากใส่เฟือกฟันเป็นระยะเวลานาน

American Association of Endodontists ได้แนะนำให้ตัดเนื้อเยื่อในออกหมด (Pulp extirpation) ในฟันที่มีการสร้างรากที่สมบูรณ์ระหว่างวันที่ 7-14 หลังการปลูกถ่ายฟัน^{30,31} เพื่อป้องกันความเสี่ยงการติดเชื้อของเนื้อเยื่อใน ซึ่งอาจส่งผลให้เกิดการสูญเสียของรากฟัน และส่งผลต่อความสำเร็จของการปลูกถ่ายฟัน ส่วนการรักษาคลองรากฟันเร็วเกินไปอาจส่งผลให้เกิดความเสียหายต่อเอ็นยึดปริทันต์³² นอกจากนี้มีการศึกษาของ Paulsen ในปี ค.ศ. 1990 พบว่าการรักษาคลองรากฟันในฟันที่มีการสร้างรากสมบูรณ์แล้วที่ 4 สัปดาห์หลังปลูกถ่ายฟัน มีอัตราการรอดชีวิตของฟันปลูกสูงถึงร้อยละ 98¹¹ ในกรณีศึกษาผู้ป่วยได้รับการรักษาคลองรากฟัน 3 สัปดาห์หลังการปลูกถ่ายฟัน จึงยังอยู่ในช่วงเวลาที่เหมาะสม

การศึกษาของ Andreasen ปี ค.ศ. 1992 พบว่าสามารถเริ่มใช้แรงจัดฟันแบบเบา (Light force) ได้หลังการปลูกถ่ายฟัน 3 เดือน³¹ ส่วนรายงานกรณีศึกษาอื่น ๆ แนะนำให้เว้นระยะห่างระหว่างการปลูกถ่ายฟันกับการให้แรงจัดฟันอย่างน้อย 6 เดือน^{6,19,33} และการศึกษาล่าสุดของ Emma ในปี ค.ศ. 2025 พบว่าการเว้นระยะการให้แรงจัดฟันแบบเบาด้วยลวดโลหะผสมนิกเกิลไทเทเนียม (NiTi wire) หลังการปลูกถ่ายฟันไม่ได้ส่งผลให้ความยาวรากฟันสุดท้ายแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ อีกทั้งการให้แรงจัดฟันที่เร็วขึ้นจะช่วยป้องกันการเกิดภาวะฟันยึดแข็งได้โดยไม่มีผลกับความยาวของรากฟัน³⁴ ในกรณีศึกษานี้ทันตแพทย์จัดฟันให้แรงจัดฟันหลังการปลูกถ่ายฟันไปประมาณ 2 เดือน 2 สัปดาห์ โดยคาดหวังผลลัพธ์ในการป้องกันการเกิดภาวะฟันยึดแข็งซึ่งจะต้องติดตามผลในระยะยาวต่อไป

สำหรับการบูรณะตัวฟันเพื่อเปลี่ยนแปลงรูปร่างฟันให้เหมาะสม มักทำหลังจากการจัดฟันเสร็จสิ้น โดยมีหลากหลายวิธี ได้แก่ การบูรณะด้วยวัสดุเรซินคอมโพสิต การบูรณะด้วยวีเนียร์พอร์ซเลน (Porcelain veneer) และครอบฟัน (Crown)²³ สำหรับกรณีศึกษาผู้ป่วยยังอยู่ในระหว่างการจัดฟันจึงต้องประเมินสภาพฟันอีกครั้งหลังจากจัดฟันเสร็จสิ้น เพื่อเลือกวิธีการบูรณะที่เหมาะสมกับความต้องการและสภาพฟันของผู้ป่วย

เมื่อประเมินผลลัพธ์การรักษาจากเกณฑ์ความสำเร็จ (Criteria of success) ของการปลูกถ่ายฟันของ Tan และคณะในปี ค.ศ. 2023 โดยพิจารณาจากทั้งการหายของเนื้อเยื่อในและอวัยวะปริทันต์ เช่น อาการทางคลินิก ผลลัพธ์ของการรักษาคอลงรากฟัน ความลึกร่องปริทันต์ (Probing depth) การสูญเสียระดับยึดของอวัยวะปริทันต์ทางคลินิก (Clinical attachment loss) และการโยกของฟัน ร่วมกับการพิจารณาลักษณะทางภาพรังสี ได้แก่ การสูญเสียของกระดูกเบ้าฟัน การสูญเสียของรากฟัน อัตราส่วนตัวฟันต่อรากฟัน (Crown-root ratio) และภาวะฟันโยกแข็ง เมื่อพิจารณาตามเกณฑ์ข้างต้นพบว่า ผลลัพธ์การรักษาของผู้ป่วยรายนี้จัดอยู่ในระดับ Partial success³⁵ เนื่องจากผลลัพธ์หลังจากรักษาคอลงรากฟันอยู่ในระดับที่ดี ความลึกร่องปริทันต์ไม่เกิน 4 มิลลิเมตร อย่างไรก็ตามเกณฑ์ความสำเร็จเหล่านี้ถูกออกแบบมาเพื่อความสะดวกในการวิเคราะห์ผลลัพธ์โดยเฉพาะในการทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบ (Systematic review) ที่จำเป็นต้องจัดกลุ่มผลลัพธ์ต่าง ๆ ทั้งนี้การประเมินผลลัพธ์ที่สมบูรณ์ควรพิจารณาพร้อมกับองค์ประกอบอื่น ๆ เช่น การใช้งาน และความพึงพอใจของผู้ป่วย ปัจจุบันผู้ป่วยรายนี้ยังสามารถใช้งานฟันปลูกได้ดี และยังอยู่ในระหว่างการรักษาทางทันตกรรมจัดฟัน ซึ่งทำให้ภาพรังสียังพบความโปร่งรังสีด้านไกลกลางของฟันปลูกตามรอยแยกที่เคยปลูกกระดูกไปซึ่งอาจแสดงถึงการสูญเสียของกระดูกเบ้าฟัน ดังนั้นจึงยังคงต้องมีการติดตามผลการรักษาในระยะยาวต่อไป

สรุป

การปลูกถ่ายฟันตนเองร่วมกับการจัดฟันถือเป็นหนึ่งในทางเลือกการรักษา เพื่อทดแทนฟันที่ไม่มีตั้งแต่กำเนิดในผู้ป่วยปากแหว่งเพดานโหว่ เนื่องจากมีอัตราความสำเร็จและอัตราการรอดชีวิตที่ค่อนข้างสูง และแม้ว่าการปลูกถ่ายฟันจะไม่สำเร็จในอนาคต การปลูกถ่ายฟันนี้ยังมีประโยชน์ในแง่ของการคงไว้ซึ่งกระดูกเบ้าฟันในผู้ป่วยปากแหว่งเพดานโหว่ เพื่อรองรับการรักษาด้วยรากเทียมในอนาคตได้ อย่างไรก็ตามในกรณีศึกษาของผู้ป่วยรายนี้แสดงถึงความสำเร็จในด้านของการทดแทนฟันที่สูญเสียไป ส่วนด้านการใช้งานและความสวยงามต้องมีการติดตามผลการรักษาในระยะยาวต่อไป

เอกสารอ้างอิง

1. Suzuki A, Nakano M, Yoshizaki K, Yasunaga A, Haruyama N, Takahashi I. A longitudinal study of the presence of dental anomalies in the primary and permanent dentitions of cleft lip and/or palate patients. *Cleft Palate Craniofac J.* 2017;54(3):309-20.
2. Chowchuen B, Surakunprapha P, Winaikosol K, Punyavong P, Kiatchoosakun P, Pradubwong S. Birth prevalence and risk factors associated with CL/P in Thailand. *Cleft Palate Craniofac J.* 2021;58(5):557-66.
3. Naros A, Schulz M, Finke H, Reinert S, Kimmel M. Autologous tooth transplantation in craniofacial malformations. *Cleft Palate Craniofac J.* 2024;61(9):1429-38.
4. Chacko T, Vinod S, Mani V, George A, Sivaprasad KK. Management of cleft maxillary hypoplasia with anterior maxillary distraction: Our experience. *J Oral Maxillofac Surg.* 2014; 13(4):550-5.
5. Aizenbud D, Coval M, Hazan-Molina H, Harari D. Isolated soft tissue cleft lip: Epidemiology and associated dental anomalies. *Oral Dis.* 2011; 17(2):221-31.
6. De Mynck S, Verdonck A, Schoenaers J, Carels C. Combined surgical/orthodontic treatment and autotransplantation of a premolar in a patient with unilateral cleft lip and palate. *Cleft Palate Craniofac J.* 2004;41(4):447-55.
7. Nimčenko T, Omerca G, Varinauskas V, Bramanti E, Signorino F, Cicciù M. Tooth autotransplantation as an alternative treatment option: A literature review. *Dent Res J (Isfahan).* 2013;10(1):1-6.
8. Denys D, Shahbazian M, Jacobs R, Laenen A, Wyatt J, Vinckier F, et al. Importance of root development in autotransplantations: A retrospective study of 137 teeth with a follow-up period varying from 1 week to 14 years. *Eur J Orthod.* 2013;35(5):680-8.

9. Michl I, Nolte D, Tschammler C, Kunkel M, Linsenmann R, Angermair J. Premolar autotransplantation in juvenile dentition: quantitative assessment of vertical bone and soft tissue growth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol.* 2017;124(1):1-12.
10. Bjerklin K, Bennett J. The long-term survival of lower second primary molars in subjects with agenesis of the premolars. *Eur J Orthod.* 2000;22(3):245-55.
11. Andreasen JO, Paulsen HU, Yu Z, Bayer T, Schwartz O. A long-term study of 370 autotransplanted premolars. Part II. Tooth survival and pulp healing subsequent to transplantation. *Eur J Orthod.* 1990;12(1):14-24.
12. Guo J, Li C, Zhang Q, Wu G, Deacon SA, Chen J, et al. Secondary bone grafting for alveolar cleft in children with cleft lip or cleft lip and palate. *Cochrane Database Syst Rev.* 2011;(6):1-24.
13. Suwanapong T, Waikakul A, Boonsirisetth K, Ruangsawasdi N. Pre- and peri-operative factors influence autogenous tooth transplantation healing in insufficient bone sites. *BMC Oral Health.* 2021;21(1):325.
14. Yilmaz HH, Turkkahraman H, Sayin MO. Prevalence of tooth transpositions and associated dental anomalies in a Turkish population. *Dentomaxillofacial Radiol.* 2005;34(1):32-35.
15. Chattopadhyay A, Srinivas K. Transposition of teeth and genetic etiology. *Angle Orthod.* 1996;66(2):147-52.
16. Finkelstein T, Shapira Y, Pavlidi AM, Davidovitch M, Blumer S, Schonberger S, et al. Canine Transposition - Prevalence, Distribution and Treatment Considerations among Orthodontic Patients. *J Clin Pediatr Dent.* 2020;44(4):268-73.
17. Onyeaso CO, Onyeaso AO. Occlusal/Dental anomalies found in a random sample of Nigerian schoolchildren. *Oral Health Prev Dent.* 2006;4(3):181-6.
18. Sidiropoulou SK, Kalamanos E, Chatzigianni A. Tooth transpositions associated with dental anomalies and treatment management in a sample of orthodontic patients. *J Clin Ped Dent.* 2003;28(1):19-25.
19. Hamamoto N, Hamamoto Y, Kobayashi T. Tooth autotransplantation into the bone-grafted alveolar cleft: report of two cases with histologic findings. *J Oral Maxillofac Surg.* 1998;56(12):1451-6.
20. Stenvik A, Semb G, Bergland O, Abyholm F, Beyer-Olsen ME, Gerner N, et al. Experimental transplantation of teeth to simulated maxillary alveolar clefts. *Scand J Plast Reconstr Surg Hand Surg.* 1989;23(2):105-8.
21. Hillerup S, Dahl E, Schwartz O, Hjørting-Hansen E. Tooth transplantation to bone graft in cleft alveolus. *Cleft Palate Craniofac J.* 1987; 24(2):137-41.
22. Misch CM. Implant site development using ridge splitting techniques. *Oral Maxillofac Surg Clin North Am.* 2004;16(1):65-74.
23. Hariri R, Alzoubi EE. Autotransplantation in combination with orthodontic treatment. *J Orthodont Sci.* 2019;8:11.
24. Tsukiboshi M. Autogenous tooth transplantation: a reevaluation. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 1993;13(2):120-49.
25. Lagerström L, Kristerson L. Influence of orthodontic treatment on root development of autotransplanted premolars. *Am J Orthod.* 1986;89(2):146-50.
26. Tsukiboshi M, Tsukiboshi C, Levin L. A step-by-step guide for autotransplantation of teeth. *Dent Traumatol.* 2023;39:70-80.

27. Pogrel MA. Evaluation of over 400 autogenous tooth transplants. J Oral Maxillofac Surg. 1987;45(3):205-11.
28. Tsukiboshi M, Yamauchi N, Tsukiboshi Y. Long-term outcomes of autotransplantation of teeth: A case series. Dent Traumatol. 2019;35(6):358-67.
29. Yang S, Jung BY, Pang NS. Outcomes of autotransplanted teeth and prognostic factors: a 10-year retrospective study. Clin Oral Investig. 2019;23(1):87-98.
30. Mejäre B, Wannfors K, Jansson L. A prospective study on transplantation of third molars with complete root formation. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol. 2004;97(2):231-8.
31. Aizenbud D, Zaks M, Abu-El-Naaj I, Rachmiel A, Hazan-Molina H. Mandibular premolar autotransplantation in cleft affected patients: The replacement of congenital missing teeth as part of the cleft patient's treatment protocol. J Craniomaxillofac Surg. 2013;41(5):371-81.
32. Tsukiboshi M. Autotransplantation of teeth: Requirements for predictable success. Dent Traumatol. 2002;18(4):157-80.
33. Czochrowska EM, Semb G, Stenvik A. Nonprosthodontic management of alveolar clefts with 2 incisors missing on the cleft side: A report of 5 patients. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2002;122(6):587-92.
34. Declerck E, EzEldeen M, Wyatt J, Begnoni G, Willems G, Jacobs R, et al. Application of orthodontic force in autotransplanted teeth: a longitudinal study. Clin Oral Investig. 2025; 29(1):69.
35. Tan BL, Tong HJ, Narashimhan S, Banihani A, Nazzal H, Duggal MS. Tooth autotransplantation: An umbrella review. Dent Traumatol. 2023;39 (suppl.1):2-29.

ผู้ประพันธ์บทความ

เสาวลักษณ์ ลีมนณฑล

สาขาวิชาศัลยศาสตร์ช่องปากและแม็กซิลโลเฟเชียล

คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น

โทรศัพท์ : 043 202 405 #45152

โทรสาร : 043 202 862

จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ : saolim@kku.ac.th



Treatment of Tooth Autotransplantation in a Cleft Lip and Cleft Palate Patient: A Case Report

Natcha Prasertcharoensuk¹ Panchanok Kaiyasuan² Pipop Sutthiprapaporn³ Saowaluck Limmonthol^{4,*}

Case Report

Abstract

Tooth autotransplantation into cleft site in the cleft lip and cleft palate patient presents numerous challenges, primarily due to insufficient alveolar bone in this area that has undergone bone grafting for a long period while bone augmentation is often difficult. This case report details the tooth autotransplantation procedure in a cleft lip and cleft palate patient who exhibited an ectopically erupted maxillary right canine. The patient also had limited alveolar bone width to support a transplanted tooth. Treatment involved the extraction of the maxillary right canine and its transplantation to the congenitally missing right lateral incisor area, corresponding to a cleft area that had undergone bone grafting four years ago. To support a transplanted tooth, alveolar ridge expansion was performed. Root canal treatment was initiated three weeks post-transplantation. The outcome demonstrated successful healing of the transplanted tooth and periodontium, with no signs of ankylosis. The transplanted tooth is functional and the patient is undergoing orthodontic treatment. This article reviews relevant literature on tooth autotransplantation in cleft lip and palate patient and discusses the outcome of this case.

Keywords: Tooth autotransplantation/ Cleft lip and palate/ Canine transposition

Corresponding Author

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

¹ Dental Department, Kaedam Hospital, Amphur Kae Dam, Maha Sarakham.

² Master's Degree Student, Master of Science Program in Orthodontics, Faculty of Dentistry, Khon Kaen University.

³ Department of Preventive Dentistry, Division of Orthodontics, Faculty of Dentistry, Khon Kaen University.

⁴ Department of Oral and Maxillofacial Surgery, Faculty of Dentistry, Khon Kaen University.

* Corresponding Author