

EFFICACY OF NON-RESORBABLE MEMBRANE IN ALVEOLAR RIDGE AUGMENTATION FOR IMPLANT PLACEMENT: A SYSTEMATIC REVIEW AND META-ANALYSIS

Nudvadee SITTHIKUN¹, Chinnachote KHEMLA¹ and Chanchai WONGCHUENSOONTORN^{1*}

1 Faculty of Dentistry, Srinakharinwirot University, Thailand; chanchai@g.swu.ac.th (Corresponding Author)

ARTICLE HISTORY

Received: 10 April 2026

Revised: 24 April 2026

Published: 16 May 2026

ABSTRACT

This study aimed to conduct a systematic review and meta-analysis on the outcomes of vertical and horizontal bone gain in alveolar ridge augmentation for dental implant placement, using different types of non-resorbable membranes. A comparison was made between titanium membranes and polytetrafluoroethylene (PTFE) membranes. Data were collected from several databases, including CENTRAL, MEDLINE, SCOPUS, and EMBASE. Only randomized controlled trials (RCTs) were included. The quality of the included studies was assessed using the Cochrane Collaboration's Risk of Bias 2 (RoB2) tool. Four articles were included in the systematic review and meta-analysis. Although the PTFE group demonstrated greater vertical bone gain, the difference between the titanium and PTFE membrane groups was not statistically significant.

Keywords: Bone Gain, Vertical Bone Gain, Horizontal Bone Gain, Non Resorbable Membrane, PTFE Membrane, Titanium Membrane, Systematic Review, Meta-Analysis

CITATION INFORMATION: Sitthikun, N., Khemla, C., & Wongchuensoontorn, C. (2026). Efficacy of Non-Resorbable Membrane in Alveolar Ridge Augmentation for Implant Placement: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Procedia of Multidisciplinary Research*, 4(5), 39

ประสิทธิภาพของแผ่นเยื่อกันชนิดไม่สลายตัว ต่อการปลูกสันกระดูกเพื่อ รองรับรากฟันเทียม: การทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบ และการ วิเคราะห์อภิมาน

ณัฐวดี สิทธิคุณ¹, ชินโชติ เข้มลา¹ และ ชาญชาย วงศ์ชื่นสุนทร^{1*}

1 คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ chanchai@g.swu.ac.th (ผู้ประพันธ์บรรณกิจ)

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อดำเนินการทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบ (Systematic review) และวิเคราะห์อภิมาน (Meta-analysis) โดยเป็นการศึกษาการสร้างกระดูก (Bone gain) ซึ่งเปรียบเทียบระหว่างการใช้แผ่นเยื่อกันชนิดไม่สลายตัว ได้แก่ แผ่นเยื่อกันไทเทเนียม (Titanium membrane) และแผ่นเยื่อกันพอลิเตตราฟลูออโรเอทิลีน (Polytetrafluoroethylene membranes: PTFE) ในผู้ป่วยที่มีความพิการของกระดูกเบ้าฟันในแนวราบหรือแนวตั้ง ร่วมกับการรักษาด้วยรากฟันเทียม ข้อมูลถูกรวบรวมจากฐานข้อมูล CENTRAL, MEDLINE, SCOPUS และ EMBASE โดยรวมเฉพาะงานวิจัยทดลองแบบสุ่มและมีกลุ่มควบคุม (Randomized Controlled Trials) เท่านั้น คุณภาพของงานวิจัยที่คัดเข้ามาทำการศึกษานี้ได้รับการประเมินโดยใช้เครื่องมือ Risk of Bias 2 (RoB2) ของ Cochrane Collaboration ซึ่งงานวิจัยที่มีคุณสมบัติเข้าเกณฑ์และถูกคัดเข้ามาเพื่อทำการศึกษามีทั้งหมด 4 ฉบับ โดยผลของการศึกษาพบว่า กลุ่มที่ใช้แผ่นเยื่อกันพอลิเตตราฟลูออโรเอทิลีน มีปริมาณการสร้างกระดูกมากกว่าในกลุ่มที่ใช้แผ่นเยื่อกันไทเทเนียม แต่อย่างไรก็ตาม พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างทั้ง 2 กลุ่ม

คำสำคัญ:

ข้อมูลการอ้างอิง: ณัฐวดี สิทธิคุณ, ชินโชติ เข้มลา และ ชาญชาย วงศ์ชื่นสุนทร. (2569). ประสิทธิภาพของแผ่นเยื่อกันชนิดไม่สลายตัว ต่อการปลูกสันกระดูกเพื่อรองรับรากฟันเทียม: การทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบ และการวิเคราะห์อภิมาน. *Procedia of Multidisciplinary Research*, 4(5), 39

บทนำ

การสูญเสียฟันธรรมชาติเป็นหนึ่งในปัญหาที่พบได้ในทุกช่วงอายุ การใช้รากฟันเทียม (Dental Implant) เป็นวิธีทดแทนฟันที่มีประสิทธิภาพ และเป็นที่ยอมรับอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน โดยพบว่าเป็นวิธีที่ให้ความสำเร็จภายหลังจากการรักษาสูง (Howe et al., 2019) จากการศึกษาพบว่า อัตราการรอดชีวิต (Survival rate) ของรากฟันเทียม ที่ระยะเวลา 10 ปี อยู่ที่ร้อยละ 96.4 และมีการศึกษาอัตราการรอดชีวิตที่ระยะเวลา 5 ปี อยู่ที่ร้อยละ 95.6 (Aglietta et al., 2009) นอกจากนี้ รากฟันเทียมมีข้อดี คือ มีการยึดติดกับกระดูก ทำให้ไม่มีการหลวมหรือหลุดขณะใช้งาน ไม่เกิดการกดเจ็บของฟันเทียม และประสิทธิภาพการใช้งานบดเคี้ยวใกล้เคียงกับฟันธรรมชาติ (Aglietta et al., 2009) โดยทั่วไปแล้วบริเวณที่ต้องการรักษาทดแทนฟันที่สูญเสียไปด้วยรากฟันเทียมจำเป็นต้องมีปริมาณของกระดูกที่เพียงพอเพื่อรองรับรากฟันเทียม ซึ่งความหนาของกระดูกโดยรอบรากฟันเทียมควรมีไม่น้อยกว่า 1 มิลลิเมตร เพื่อให้ได้ผลของการรักษาที่ดี (Howe et al., 2019) แต่อย่างไรก็ตาม ปัญหาที่มักพบในการรักษาด้วยรากฟันเทียม คือ ความวิการของสันกระดูก (Alveolar bone defect) คือ การขาดกระดูกรองรับโดยรอบรากฟันเทียมในแนวราบ (Horizontal bone defect) และแนวตั้ง (Vertical bone defect) เมื่อมีการสูญเสียฟันไปเป็นระยะเวลานานก็ยิ่งส่งผลให้ปริมาณกระดูกที่เหลืออยู่น้อยลงไปด้วย ซึ่งส่งผลต่อการรักษาด้วยรากฟันเทียมในอนาคต นอกจากนี้ จากการศึกษาที่ผ่านมาของ Bornstein et al. (2008) พบว่า ในผู้ป่วยที่ได้รับการรักษาด้วยรากฟันเทียม เมื่อนับจำนวนรากฟันเทียมที่ฝังไปในกระดูกขากรรไกร ผู้ป่วยมีความจำเป็นต้องปลูกกระดูกเพิ่มเติมถึงร้อยละ 40 ของจำนวนรากฟันเทียมที่ทำการรักษาทั้งหมด ถึงแม้ว่ามีการปลูกกระดูกเกิดขึ้น แต่อย่างไรก็ตาม อัตราการรอดชีวิต (Survival rate) ของรากฟันเทียมบริเวณที่ทำการปลูกกระดูก มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ จากการบักรากฟันเทียมในบริเวณที่ไม่ได้รับการปลูกกระดูก จึงสามารถสรุปได้ว่าการรักษาด้วยรากฟันเทียมรวมกับการปลูกกระดูก ให้ผลการรักษาที่ประสบความสำเร็จและเป็นที่น่าพอใจ

การปลูกกระดูกจะใช้หลักการชักนำให้เกิดการสร้างเนื้อเยื่อกระดูก (Guided bone regeneration; GBR) ซึ่งประกอบไปด้วย วัสดุที่สามารถนำมาใช้ในการปลูกถ่ายกระดูก (Grafting material) และแผ่นเยื่อกัน (Membrane) ซึ่งหากมีการสูญเสียตามแนวตั้ง (Vertical bone loss) หรือมีการสูญเสียกระดูกในปริมาณกว้าง การปลูกกระดูกทดแทนโดยใช้หลักการชักนำให้เกิดการสร้างเนื้อเยื่อกระดูก มักมีความจำเป็นต้องเลือกใช้ชนิดของแผ่นเยื่อกันที่มีความคงตัว และมีอัตราการสลายตัวช้าหรืออาจเลือกใช้ชนิดที่ไม่สลายตัวทั้งนี้เพื่อสร้างสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสมสำหรับการสร้างกระดูกของเซลล์สร้างกระดูก โดยชนิดของแผ่นเยื่อกัน ที่นิยมใช้ คือแผ่นเยื่อกันชนิดไม่สลายตัว (Non-resorbable membrane) เช่น แผ่นเยื่อกันไทเทเนียม (Titanium membrane) (Rakhmatia et al., 2013) แผ่นเยื่อกันเอกซ์แพนด พอลิเตตราฟลูออโรเอทิลีน (Expanded polytetrafluoroethylene membrane; e-PTFE) แผ่นเยื่อกันเดนสพอลิเตตราฟลูออโรเอทิลีน (Dense polytetrafluoroethylene membrane; d-PTFE) (Qasim et al., 2023; Soldatos et al., 2017) โดยแต่ละชนิดมีโครงสร้าง และคุณสมบัติที่แตกต่างกัน

ปัจจุบันมีการใช้วัสดุแผ่นเยื่อกันหลากหลายชนิดสำหรับการชักนำให้เกิดการสร้างเนื้อเยื่อกระดูก โดยทันตแพทย์มักเลือกใช้แผ่นเยื่อกันชนิดไม่สลายตัวในกรณีที่มีความวิการของกระดูกปริมาณมาก สำหรับชนิดของแผ่นเยื่อกันชนิดไม่สลายตัวที่ให้ประสิทธิภาพสูงสุด ยังเป็นที่ถกเถียงกันอยู่ นอกจากประสบการณ์ในการรักษาแล้ว ทันตแพทย์ส่วนใหญ่จะเลือกชนิดของแผ่นเยื่อกันโดยอาศัยข้อมูลจากงานวิจัยชนิดปฐมภูมิ หรือ บทความที่มีผู้รวบรวมผลของการจัดการแต่ละแบบ แต่บทความดังกล่าวเป็นเพียงการรวบรวมผล การศึกษาจากงานวิจัยหลายๆ ฉบับ ยังขาดการประเมินคุณภาพงานวิจัย และการรวบรวมข้อมูลที่เป็นปัจจุบัน ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ศึกษาการจัดการผู้ป่วยในรูปแบบการทดลองในมนุษย์ และเป็นการทดลองแบบสุ่มและมีกลุ่มควบคุม (Randomized controlled trial) โดยรวบรวมจากฐานข้อมูลต่างๆ เป็นระยะเวลาย้อนหลังตั้งแต่มีฐานข้อมูลไปจนถึงวันที่ 31 มกราคม พ.ศ.2568 และนำข้อมูลที่ได้มาทำการทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบ และการวิเคราะห์หือภิมาน โดยมุ่งหวังว่าผลการศึกษาที่ได้จะสามารถนำไปประกอบการตัดสินใจ และการใช้งานในผู้ป่วยได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

การทบทวนวรรณกรรม

รากฟันเทียมถือว่าการรักษาเพื่อทดแทนฟันที่สูญเสียไปที่ได้รับการนิยมน้อยกว่าแพร่หลายเป็นอย่างมากในปัจจุบัน โดยปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อความสำเร็จในการรักษา คือ กระดูกเบ้าฟัน (Alveolar bone) หากมีปริมาณกระดูกเบ้าฟันไม่เพียงพอ ก็ไม่สามารถทำการรักษาด้วยรากฟันเทียมได้ ดังนั้นจึงมีวิธีการเพิ่มปริมาณกระดูกรองรับรากฟันเทียมทั้งในแนวราบ (Horizontal ridge augmentation) และแนวตั้ง (Vertical ridge augmentation) โดยใช้หลักการชักนำให้เกิดการสร้างเนื้อเยื่อกระดูก (Guided bone regeneration; GBR) (Elgali et al., 2017) ซึ่งอาศัยหลักการแยกเนื้อเยื่ออ่อน (Soft tissue) ออกจากกระดูก โดยใช้แผ่นเยื่อกั้น (Barrier membrane)

ชนิดของแผ่นเยื่อกั้นแบ่งตามลักษณะของการสลายตัว แบ่งได้ 2 ชนิด คือ แผ่นเยื่อกั้นชนิดสลายตัว (Resorbable membrane) และแผ่นเยื่อกั้นชนิดไม่สลายตัว (Non-resorbable membrane)

1) แผ่นเยื่อกั้นชนิดสลายตัว ผลิตจากธรรมชาติ และเป็นที่นิยมใช้มากที่สุด คือ แผ่นเยื่อกั้นคอลลาเจน (Collagen membrane)

2) แผ่นเยื่อกั้นชนิดไม่สลายตัว เช่น แผ่นเยื่อกั้นไทเทเนียม (Rakhmatia et al., 2013) แผ่นเยื่อกั้นเอกซ์แพนดโพลิเตตราฟลูออโรเอทีลีน แผ่นเยื่อกั้นเดนส์โพลิเตตราฟลูออโรเอทีลีน (Qasim et al., 2023; Soldatos et al., 2017)

2.1) แผ่นเยื่อกั้นไทเทเนียม

มีคุณสมบัติที่เด่นในด้านความแข็งแรง (High strength) ความแข็งตัว (Rigidity) ความหนาแน่นต่ำ (Low density) น้ำหนักเบา ความสามารถในการทนทานต่ออนุมูลอิสระ และทนทานต่อการสึกกร่อน (Corrosion) (Rakhmatia et al., 2013) สามารถคงพื้นที่ และเค้ารูป (Contour) ในการสร้างกระดูกได้เป็นอย่างดี (Linde et al., 1993; Bartee & Carr, 1995) แต่อย่างไรก็ตาม การมีรูพรุนขนาดใหญ่ ทำให้เนื้อเยื่อสามารถเข้ามายึดเกาะกับบริเวณกระดูกที่มีการสร้างขึ้นใหม่ได้ เป็นสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดการเผยผิของแผ่นเยื่อกั้นได้อีกด้วย (Membrane exposure) (Rakhmatia et al., 2013; Bartee & Carr, 1995) ดังนั้น เพื่อลดการเผยผิของแผ่นเยื่อกั้นไทเทเนียม จึงมีการใช้แผ่นเยื่อกั้นชนิดสลาย เช่น แผ่นเยื่อกั้นคอลลาเจนมาปิดทับด้านบน (Cucchi et al., 2019)

2.2) แผ่นเยื่อกั้นโพลิเตตราฟลูออโรเอทีลีน

แผ่นเยื่อกั้นโพลิเตตราฟลูออโรเอทีลีน (Qasim et al., 2023; Soldatos et al., 2017) แบ่งออกเป็น 2 ชนิดตามโครงสร้าง ได้แก่ แผ่นเยื่อกั้นเอกซ์แพนดโพลิเตตราฟลูออโรเอทีลีน และแผ่นเยื่อกั้นเดนส์โพลิเตตราฟลูออโรเอทีลีน

2.2.1) แผ่นเยื่อกั้นเอกซ์แพนดโพลิเตตราฟลูออโรเอทีลีน (e-PTFE) ประกอบด้วย ชั้นของเอกซ์แพนดโพลิเตตราฟลูออโรเอทีลีน ซ้อนกัน 2 ชั้น ข้อด้อยที่สำคัญของแผ่นเยื่อกั้นชนิดนี้ คือ การเคลื่อนที่เข้ามาของเชื้อแบคทีเรีย (Bacterial ingrowth) เมื่อมีการเผยผิของแผ่นเยื่อกั้นภายในช่องปาก (Rakhmatia et al., 2013; Carbonell et al., 2014) ทำให้มีการติดเชื้อตามมาได้ในภายหลัง

จากการศึกษาของ Lekovic et al. (1997) พบผลข้างเคียงที่เกิดจากการใช้แผ่นเยื่อกั้นชนิดไม่สลายตัว คือ การเผยผิของแผ่นเยื่อกั้น (Membrane exposure) ซึ่งพบเป็นจำนวนร้อยละ 30 ของผู้ป่วยทั้งหมด โดยผลข้างเคียงนี้สามารถส่งผลต่อความสำเร็จของการปลูกกระดูกได้

2.2.2) แผ่นเยื่อกั้นเดนส์โพลิเตตราฟลูออโรเอทีลีน (d-PTFE) ประกอบด้วยกันทั้งหมด 3 ชั้น สามารถให้โมเลกุลของสารต่างๆ ผ่านเข้าออกได้ ทำให้ลดการปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียลงได้ ทำให้ถึงแม้จะมีการเผยผิของแผ่นเยื่อกั้น เชื้อแบคทีเรียภายในช่องปากก็ไม่สามารถเข้ามายังบริเวณที่ทำการปลูกกระดูกได้ (Bartee & Carr, 1995; Bartee, 1998; Bartee, 1995; Barber et al., 2007)

จากการศึกษาที่ผ่านมาได้มีการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติต่างๆ ของแผ่นเยื่อกั้นชนิดไม่สลายตัวกันอย่างต่อเนื่อง เช่น การศึกษาของ Lee et al. (2010) ซึ่งเป็นการศึกษาเปรียบเทียบการใช้แผ่นเยื่อกั้นชนิดไม่สลายตัว 2 ชนิด ได้แก่ แผ่นเยื่อกั้นเดนส์โพลิเตตราฟลูออโรเอทีลีน และแผ่นเยื่อกั้นเอกซ์แพนดโพลิเตตราฟลูออโรเอทีลีน สำหรับการชักนำให้เกิดการสร้างกระดูกบริเวณที่มีความพิการของกระดูกรองรับรากฟันเทียม โดยมีระยะเวลาติดตามผลการรักษาเป็น

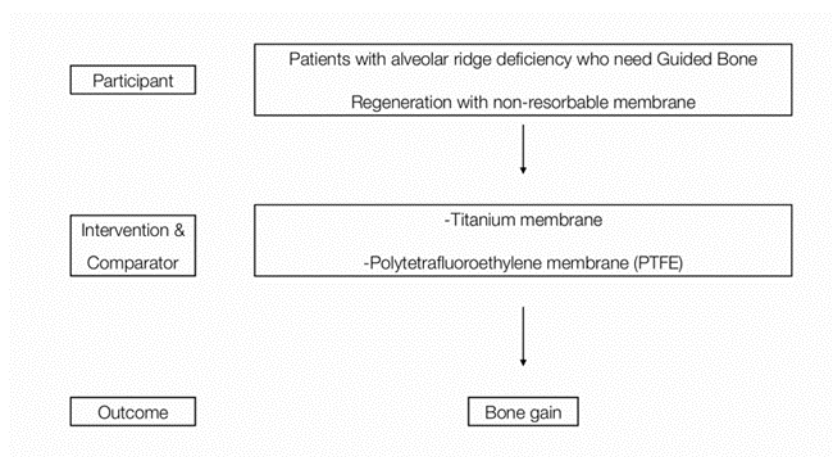
ระยะเวลาเฉลี่ยที่ 13 เดือนนับจากการใส่สิ่งประดิษฐ์จริง (Definitive prosthesis) ซึ่งพบว่า มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ในด้านปริมาณการสร้างกระดูก (Bone regeneration) และปริมาณการสลายตัวของขอบกระดูก (Marginal bone loss) ภายหลังจากการใส่สิ่งประดิษฐ์จริง ระหว่างการใช้แผ่นเยื่อชั้น 2 ชนิด ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Ronda et al. (2014) ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบการสร้างกระดูกแนวตั้ง (Vertical bone regeneration) ในบริเวณขากรรไกรล่างด้านท้าย (Posterior mandible) ที่มีความสูงของกระดูกน้อยกว่า 7 มิลลิเมตร ร่วมกับการรักษาด้วยรากฟันเทียม โดยเปรียบเทียบระหว่างแผ่นเยื่อชั้น 2 ชนิด ได้แก่ แผ่นเยื่อชั้น เดนส์โพสเทรราฟลูออโรเอทีลีน และแผ่นเยื่อชั้นเอกซ์แพนดโพสเทรราฟลูออโรเอทีลีน ผลการศึกษาพบว่า มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ระหว่างทั้ง 2 กลุ่ม ในด้านการสร้างกระดูกแนวตั้ง

อย่างไรก็ตาม การใช้แผ่นเยื่อชั้น 2 ชนิดไม่สลายตัวในผู้ป่วยที่มีความพิการของกระดูกขาพื้นร่วมกับการรักษาด้วยรากฟันเทียม ยังไม่พบการศึกษาที่เปรียบเทียบการใช้แผ่นเยื่อชั้น 2 ชนิด ได้แก่ แผ่นเยื่อชั้น เดนส์โพสเทรราฟลูออโรเอทีลีน แผ่นเยื่อชั้นไทเทเนียม และแผ่นเยื่อชั้นเอกซ์แพนดโพสเทรราฟลูออโรเอทีลีน และยังไม่มีการรวบรวมข้อมูลอย่างเป็นระบบ ผู้วิจัยจึงเห็นความสำคัญในแง่นี้ได้รวบรวมผลของการใช้แผ่นเยื่อชั้น 2 ชนิดไม่สลายตัว ทั้ง 3 ชนิด สำหรับการรักษาผู้ป่วยที่มีความพิการของกระดูกขาพื้นร่วมกับการรักษาด้วยรากฟันเทียม และนอกจากนี้ การศึกษาที่ผ่านมาเป็นการศึกษาโดยใช้การทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบเพียงเท่านั้น ยังไม่มีการวิเคราะห์หอคิมาณ ซึ่งเป็นการศึกษาค้นคว้าที่มีความน่าเชื่อถือสูงกว่า โดยผู้วิจัยเลือกรวบรวมจากการศึกษาชนิดการทดลองแบบสุ่มและมีกลุ่มควบคุม (Randomized controlled trial) ซึ่งมีความน่าเชื่อถือสูง เพื่อการนำไปประยุกต์ใช้กับผู้ป่วยได้อย่างเหมาะสมต่อไป

สมมติฐานการวิจัย

การใช้แผ่นเยื่อชั้นเอกซ์แพนดโพสเทรราฟลูออโรเอทีลีนในการชักนำให้เกิดการสร้างเนื้อเยื่อกระดูกในผู้ป่วยที่มีความพิการของสันกระดูกรองรับรากฟันเทียม ให้ปริมาณการสร้างกระดูก (Bone gain) แตกต่างจากการใช้แผ่นเยื่อชั้นไทเทเนียม

กรอบแนวคิดการวิจัย



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิด

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเป็นงานวิจัยชนิดการทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบ (Systematic review) และการวิเคราะห์หอคิมาณ (Meta-analysis) โดยรวบรวมการศึกษาประเภทการทดลองแบบสุ่มและมีกลุ่มควบคุม (Randomized controlled trial) ที่ศึกษาประสิทธิภาพของการใช้แผ่นเยื่อชั้น 2 ชนิดไม่สลายตัว เพื่อใช้ในการชักนำให้เกิดการสร้างเนื้อเยื่อกระดูกในผู้ป่วยที่ได้รับการรักษาด้วยรากฟันเทียม ที่มีการรายงานผลการศึกษาตั้งแต่เริ่มมีฐานข้อมูลไปจนถึงวันที่ 31 มกราคม พ.ศ.

2568 ผู้วิจัยดำเนินการและลงทะเบียนงานวิจัยที่ PROSPERO International prospective register of systematic reviews โดยมีกรอบแนวคิดงานวิจัย (PICO) ดังนี้ ประชากร คือผู้ป่วยที่มีภาวะวิการของกระดูกเบ้าฟันรองรับรากฟันเทียม กลุ่มศึกษาและกลุ่มควบคุม คือ วิธีการชักนำให้เกิดการสร้างเนื้อเยื่อกระดูกโดยใช้เยื่อกระดูกไม่สูญเสียชนิดใดชนิดหนึ่ง ผลลัพธ์ คือ ปริมาณการสร้างกระดูก โดยสืบค้นผลงานวิจัยจากฐานข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์ ได้แก่ CENTRAL(Cochrane) MEDLINE(Pubmed) SCOPUS และ EMBASE โดยมีคำค้นดังนี้

ตารางที่ 1 แสดงคำสืบค้นและตัวกรองที่ใช้ในฐานข้อมูลต่างๆ

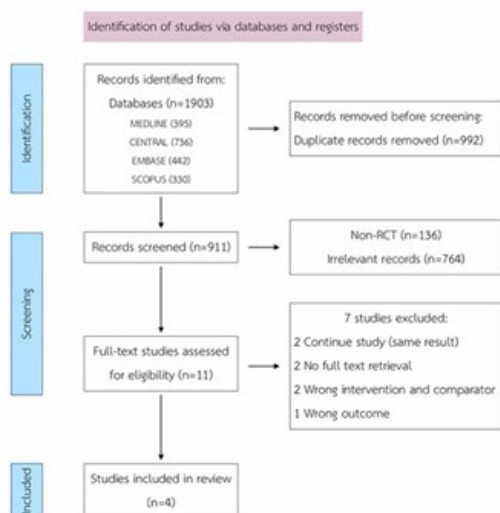
Participant	Intervention and comparator	Outcome	Study type
((“alveolar bone loss”[Mesh]) OR (“alveolar ridge” OR “alveolar bone” OR “alveolar crest”) AND (“defect*” OR “loss” OR “deficien*” OR “atroph*”) OR (“guided tissue regeneration”[Mesh]) OR (“guided bone regeneration” OR “GBR” OR “bone graft*” OR “bone augment*”))	(“membrane*” OR “non-resorbable” OR “nonresorbable” OR “Titanium”OR “Titanium mesh” OR “Titanium membrane” OR “dPTFE” OR “ePTFE” OR “Expand* Polytetrafluoroethylene membrane”OR “Dens* Polytetrafluoroethylene membrane”)	((“bone” OR “alveolar” OR “alveolar bone”) AND (“gain*” OR “height*” OR “width*”))	(“Randomized Controlled Trial” [Publication Type] OR “RCT” R “Randomized Controlled Trial”)

จากงานวิจัยทั้งหมดที่สืบค้นได้ นักงานวิจัยมาคัดเลือกโดยใช้โปรแกรม Covidence (www.covidence.org) โดยผู้วิจัยที่ 1 และ 2 ทำการคัดเลือกงานวิจัยโดยไม่ปรึกษากัน และเมื่อเกิดข้อขัดแย้ง ก็จะมีการวิเคราะห์เพื่อให้ข้อตกลงที่เหมาะสมร่วมกัน และหากไม่สามารถหาข้อตกลงร่วมกันได้ ก็ทำการปรึกษาคณะที่ 3 เพื่อให้เป็นคนที่ตัดสินให้ได้ข้อสรุปร่วมกัน โดยเกณฑ์การคัดเลือกของงานวิจัย ได้แก่ 1) เป็นงานวิจัยรูปแบบสุ่มและมีกลุ่มควบคุม (Randomized controlled trial) 2) ผู้ป่วยที่ได้รับการรักษามีลักษณะความวิการของกระดูกเบ้าฟันในแนวราบ หรือแนวตั้ง ทุกเพศ ทุกเชื้อชาติ และอายุ 3) เป็นการศึกษาเปรียบเทียบการใช้แผ่นเยื่อกระดูกไม่ละลายตัว ในผู้ป่วยที่มีความวิการของกระดูกเบ้าฟันร่วมกับการรักษาด้วยรากฟันเทียม 4) มีงานวิจัยฉบับเต็มเป็นภาษาอังกฤษหรือภาษาไทย 5) งานวิจัยตีพิมพ์ตั้งแต่มีฐานข้อมูลไปจนถึงวันที่ 31 มกราคม พ.ศ.2568 และเกณฑ์การคัดออกของงานวิจัย ได้แก่ 1) ไม่สามารถเข้าถึงบทความวิจัยฉบับเต็มได้ 2) การศึกษาในสัตว์ทดลอง (In vivo study) 3) การศึกษาในห้องปฏิบัติการ (In vitro study) 4) Clinical controlled study, Cohort study มีการประเมินคุณภาพงานวิจัยที่ผ่านตามเกณฑ์การคัดเข้า และเกณฑ์การคัดออก โดยในการศึกษานี้จะอาศัยแนวทางของ The Cochrane Collaboration's tool for assessing risk for bias (RoB 2: A Revised tool to assess risk of bias) (Sterne et al., 2019) หลังจากได้ข้อมูลมาแล้วผู้วิจัยทั้งสองกรอกข้อมูลลงในแบบบันทึกจัดเก็บข้อมูล รายละเอียดดังภาคผนวก 1 จากนั้นนำมาเปรียบเทียบและทบทวนผลร่วมกัน หากพบว่ามีความไม่ชัดเจน หรือมีข้อโต้แย้งเกิดขึ้น จะทำการปรึกษาคณะที่ 3 เพื่อให้ได้ข้อตกลงที่เหมาะสมร่วมกัน และนำข้อมูลที่ได้นั้นที่ลงในฐานข้อมูล และนำข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์แยกเป็นรายกลุ่ม (Subgroup analysis) และการรายงานผลการศึกษา

ผลการวิจัย

การศึกษาที่ได้รับการคัดเลือกเข้าสู่การทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบ และการวิเคราะห์หือภิมาน มีทั้งหมด 4 การศึกษา โดยได้รับการตีพิมพ์ระหว่างปี พ.ศ.2560-2567 แบ่งเป็นตีพิมพ์ในปี พ.ศ.2560 จำนวน 1 ฉบับ และตีพิมพ์ในปี พ.ศ.

2567 จำนวน 3 ฉบับ ซึ่งรูปแบบของการศึกษาทั้งหมดเป็นการทดลองแบบสุ่มและมีกลุ่มควบคุม โดยเป็นการศึกษาแบบคู่ขนาน (parallel) ทั้งหมด ดังภาพที่ 2 ด้านล่าง



ภาพที่ 2 THE PRISMA 2020 Statement

การประเมินคุณภาพงานวิจัยอ้างอิงจาก Cochrane risk-of-bias tool for randomized trials (RoB 2: A Revised tool to assess risk of bias) (Sterne et al., 2019) สามารถนำมาสรุปได้เป็นตารางประเมินคุณภาพงานวิจัย ตามแสดงดังภาพที่ 3

		Risk of bias domains					
		D1	D2	D3	D4	D5	Overall
Study	Alessandro Cucchi et al., 2017	+	+	+	+	-	+
	Pietro Felice et al., 2024	-	+	+	+	-	-
	Alessandro Cucchi et al., 2024	+	+	+	+	-	-
	Krikor Giragosyan et al., 2024	-	+	+	+	-	-

Domains:
D1: Bias arising from the randomization process.
D2: Bias due to deviations from intended intervention.
D3: Bias due to missing outcome data.
D4: Bias in measurement of the outcome.
D5: Bias in selection of the reported result.

Judgement
High
Some concerns
Low

ภาพที่ 3 ผลการประเมินอคติของการศึกษา

จากตารางแสดงอคติของการศึกษาพบว่าจากการศึกษาทั้งหมด 4 งานวิจัย การศึกษาของ Alessandro Cucchi (2017) พบว่ามีผลรวมของการประเมินความเสี่ยงต่อการมีอคติอยู่ในระดับสูง (High risk of bias) โดยพบว่ามีการมีอคติอยู่ในระดับสูงจากความไม่ครบถ้วนของข้อมูล ทำให้เมื่อสรุปผลออกมาแล้ว การศึกษานี้จึงจัดอยู่ในกลุ่ม High risk of bias ในขณะที่การศึกษานี้ๆ อีก 3 งานวิจัย พบว่า มีผลรวมของการประเมินความเสี่ยงต่อการมีอคติอยู่ในระดับกลาง (Some concerns)

จากการศึกษาทั้งหมด 4 งานวิจัย สามารถนำข้อมูลมาสรุปได้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงสรุปผลการศึกษาที่รายงานในการทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบ

Study ID	author	year	age mean (Year)	Type of RCT	n all (Participants)	defect type	PTFE details	types of bone in PTFE	n PTFE	vertical bone gain in PTFE (mm±SD)	horizontal bone gain in PTFE (mm±SD)	bone volume in PTFE (mm³±SD)	titanium mesh details	types of bone in titanium mesh	n titanium mesh	vertical bone gain in titanium mesh (mm±SD)	horizontal bone gain in titanium mesh (mm±SD)	bone volume in titanium mesh (mm³±SD)	implant placement simultaneous	duration (month)	result measurement
Ti-reinforced d-																					
1	Cucchi (24)	2017	56	Parallel	36	Vertical	PTFE (Cyt oplast Ti-250XL, Osteogenic Biomedical)	Autograft: Allograft (Encore, Osteogenics Biomedical) (1:1)	19	4.2±1.0	n/a	n/a	Titanium mesh (Tricon, titanium), cross-linked collagen membrane	Autograft: Allograft (Encore, Osteogenics Biomedical) (1:1)	17	4.1±1.0	n/a	n/a	yes	9	clinical
Ti-reinforced d-																					
2	Cucchi (25)	2024	50	Parallel	50	Vertical	PTFE (RPM, Osteogenic), pericardium collagen membrane (Vitula, Osteogenics)	Autograft: Xenograft (Bio-Oss) (1:1) +peripheral venous blood (3ml)	24	5.79±1.71	n/a	1460±480	Titanium mesh(custom made), native collagen membrane (Bio Guide)	Autograft: Xenograft (Bio-Oss) (1:1) +peripheral venous blood (3ml)	24	5.18±1.61	n/a	1260 ± 550	no	maxilla- 9 mandible- 6	CBCT
Ti-reinforced d-																					
3	Grigo syan (26)	2024	n/a	Parallel	40	Vertical, Horizontal	PTFE (Open Tox-TR, Purgio)	Autograft: Xenograft (1:1)	20	4.24±2.19	2.60±0.82	n/a	Titanium mesh (custom made)	Autograft: Xenograft (1:1)	20	3.65±1.73	2.48±1.03	n/a	no	at least 6	CBCT
Ti-reinforced d-																					
4	Felice (27)	2024	n/a	Parallel	18	Vertical, Horizontal	PTFE (Neoss, Zurich, Switzerland)	Autograft: Xenograft (porcine, GenOs, OsteoBio) (80:20)	9	6.53±0.73	7.66±2.03	1175.63±	Titanium mesh (custom made by CAD/CAM), resorbable membrane (Evolution, OsteoBio)	Autograft: Xenograft (porcine, GenOs, OsteoBio) (80:20)	9	6.86±0.94	7.71±2.28	1291.29 ± 378.56	no	8	CBCT

จากการศึกษาของ Cucchi et al. (2017) โดยระดับของการสร้างกระดูกในแนวตั้ง (Vertical bone gain) ภายหลังจากการชักนำให้เกิดการสร้างเนื้อเยื่อกระดูก โดยแบ่งกลุ่มการศึกษาออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่ม A คือกลุ่มที่ใช้แผ่นเยื่อชั้นเดนส์โพลีเตตราฟลูออโรเอทีลีน (Dense polytetrafluoroethylene membrane; d-PTFE, Cytoplast Ti-250XL; Osteogenics Biomedical) และกลุ่ม B คือ กลุ่มที่ใช้แผ่นเยื่อชั้นไทเทเนียม (Titanium mesh, Trilon Titanium; Karlsruhe, Germany) ร่วมกับแผ่นเยื่อชั้นคอลลาเจนชนิด Cross-linked (Osseoguard, Zimmer Biomet, Warsaw, Indiana) โดยมีกลุ่มประชากรศึกษาทั้งหมด 40 คน แต่ภายหลังพบว่า มีการ drop-out ของกลุ่มประชากรศึกษาจำนวน 4 คน ทำให้เหลือกลุ่มประชากรศึกษาทั้งหมด 36 คน (จำนวนรากเทียมทั้งหมด 99 ราก) โดยเหลือกลุ่มประชากรศึกษาในกลุ่มที่ใช้แผ่นเยื่อชั้นเดนส์โพลีเตตราฟลูออโรเอทีลีน จำนวน 19 คน และเหลือกลุ่มประชากรศึกษาในกลุ่มที่ใช้แผ่นเยื่อชั้นไทเทเนียมจำนวน 17 คน การศึกษาเป็นแบบ parallel-group, double-blind ผู้เข้าร่วมวิจัยจะเป็นผู้ป่วยที่มีการสูญเสียของกระดูกรองรับฟันที่บริเวณฟันหลังล่าง ซึ่งจำเป็นต้องได้รับการปลูกกระดูกเพื่อรองรับรากฟันเทียม โดยลักษณะของการสูญเสียกระดูกในมิติแนวตั้งมากกว่าหรือเท่ากับ 2 มิลลิเมตร ซึ่งจะทำให้การปลูกกระดูกโดยใช้เนื้อเยื่อปลูกถ่ายอาจมันร่วมกับเนื้อเยื่อปลูกถ่ายเอกพันธ์ โดยมีการฝังรากฟันเทียมพร้อมกับการปลูกกระดูก ซึ่งจะฝังรากฟันเทียมโดยให้ระดับบ่าของรากฟันเทียม (Implant shoulder) อยู่ห่างในอัตราส่วน 1:1 และมีการติดตามผลที่ระยะเวลา 9 เดือนภายหลังจากการปลูกกระดูก ซึ่งที่ระยะเวลา 9 เดือนจะทำการเปิดเข้าไปเพื่อนำแผ่นเยื่อชั้นชนิดไม่ละลายตัวออก และทำการวัดระดับความสูงของกระดูกในแนวตั้งโดยใช้ periodontal probe โดยจะวัดทั้งหมด 4 ตำแหน่ง ได้แก่ ด้านไกลกลาง (Distal) ด้านใกล้กลาง (Mesial) ด้านกระพุ้งแก้ม (Buccal) และด้านลิ้น (Lingual) ระดับการเปลี่ยนแปลงของความสูงกระดูกในแนวตั้ง (Vertical bone gain) คำนวณได้จากนำความสูงของกระดูกที่ระยะเวลา 9 เดือน (T1)-ความสูงของกระดูกที่ระดับเริ่มต้น (T0) ซึ่งจะได้ค่าเป็นหน่วยมิลลิเมตร

ผลการศึกษาระดับของการสร้างกระดูกในแนวตั้ง พบว่า ในกลุ่ม A คือ กลุ่มที่ใช้แผ่นเยื่อชั้นเดนส์โพลีเตตราฟลูออโรเอทีลีน (d-PTFE) 4.2 ± 1.0 (โดยมีค่าระหว่าง 2.7-5.8) มิลลิเมตร และในกลุ่ม B คือ กลุ่มที่ใช้แผ่นเยื่อชั้นไทเทเนียม มีระดับของการสร้างกระดูกในแนวตั้งอยู่ที่ 4.1 ± 1.0 (โดยมีค่าระหว่าง 2.6-6.3) มิลลิเมตร ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบระดับของการสร้างกระดูกในแนวตั้งของทั้ง 2 กลุ่ม พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P = 0.58$)

อย่างไรก็ตามการศึกษานี้มีข้อจำกัดจากข้อมูลไม่ครบถ้วนของข้อมูล อยู่ในเกณฑ์ High risk เนื่องจากมีการ drop-out ของกลุ่มประชากรออกไปเป็นจำนวน 4 คน ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 90 ของจำนวนประชากรทั้งหมดที่ทำการศึกษา ซึ่งอาจส่งผลต่อการวิเคราะห์และการประเมินผลของการศึกษาได้

จากการศึกษาของ Cucchi et al. (2024) ศึกษาเปรียบเทียบระดับการสร้างของกระดูกในแนวตั้ง (Vertical bone gain) และปริมาตรของกระดูกที่มีการเปลี่ยนแปลง (Volumetric bone change) ภายหลังจากการปลูกกระดูกในแนวตั้งโดยใช้วัสดุ 2 ชนิด ได้แก่ กลุ่มควบคุม คือกลุ่มที่ใช้แผ่นเยื่อชั้นเดนส์โพลีเตตราฟลูออโรเอทีลีน (d-PTFE, RPM, Osteogenics) ร่วมกับแผ่นเยื่อชั้นคอลลาเจนจากผนังหัวใจหมู (Vitala, Osteogenics) และกลุ่มทดลอง คือกลุ่มที่ใช้แผ่นเยื่อชั้นไทเทเนียมชนิดกลึงเฉพาะตัว (CAD-CAM Titanium mesh, Yxoss CBR, Reoss) ร่วมกับแผ่นเยื่อชั้นคอลลาเจน (Biogide, Geistlich) โดยมีกลุ่มประชากรศึกษาเริ่มต้นทั้งหมด 50 คน แบ่งเป็นกลุ่มละ 25 คน โดยในจำนวนของผู้ที่เข้าร่วมการศึกษา แบ่งเป็นเพศชายในกลุ่มที่ใช้แผ่นเยื่อชั้นเดนส์โพลีเตตราฟลูออโรเอทีลีน จำนวน 9 คน ในกลุ่มที่ใช้แผ่นเยื่อชั้นไทเทเนียมชนิดกลึงเฉพาะตัว จำนวน 5 คน แบ่งเป็นเพศหญิงในกลุ่มที่ใช้แผ่นเยื่อชั้นเดนส์โพลีเตตราฟลูออโรเอทีลีนจำนวน 16 คน และในกลุ่มที่ใช้แผ่นเยื่อชั้นไทเทเนียมชนิดกลึงเฉพาะตัว จำนวน 20 คน แต่ได้เข้าร่วมการทดลองเป็นจำนวน 48 คน เนื่องจากมี 2 คน ที่พบว่า มีการฉีกขาดของเนื้อเยื่อระหว่างทำการรักษา (Flap perforation) ทำให้มีการคัดออกไป ทำให้เหลือประชากรในกลุ่มศึกษาทั้ง 2 กลุ่ม กลุ่มละ 24 คน โดยแบ่งเป็นแผ่นเยื่อชั้นเดนส์โพลีเตตราฟลูออโรเอทีลีนในกระดูกขากรรไกรล่าง 14 คน ในกระดูกขากรรไกรบน 10 คน กลุ่มที่ใช้แผ่นเยื่อชั้นไทเทเนียมชนิดกลึงเฉพาะตัว ในกระดูกขากรรไกรล่าง 12 คน และในกระดูกขากรรไกรบน 12 คน การศึกษาเป็นแบบการทดสอบที่แสดงความไม่ด้อยกว่า (Non-inferiority), double-blind, parallel group โดยผู้เข้าร่วมวิจัยจะเป็นผู้ป่วยที่มีการสูญเสียของ

กระดูกรองรับฟันในมิติแนวตั้งมากกว่า 3 มิลลิเมตร ซึ่งต้องได้รับการปลูกถ่ายเนื้อเยื่อกระดูก โดยใช้เนื้อเยื่อปลูกถ่ายจากไขมัน และเนื้อเยื่อปลูกถ่ายชีววิพันธ์ (Bio-oss, Geistlich) ในอัตราส่วน 1:1 ร่วมกับการใช้เลือดปริมาตร 3 มิลลิเมตร ที่เจาะมาจากเส้นเลือดดำบริเวณข้อพับแขนของผู้ป่วย (Median cubital vein) โดยการแบ่งกลุ่มการรักษา ได้รับการปกปิดจากผู้ป่วย ผู้ทำการรักษา และนักสถิติ โดยการรักษาจะเป็นการปลูกถ่ายเนื้อเยื่อกระดูกก่อน แล้วจึงฝังรากฟันเทียมครั้งหลัง การวัดผลทำโดยใช้ภาพถ่ายเอกซเรย์ 3 มิติ (CBCT Scan) และมีทันตแพทย์ที่มีประสบการณ์เพียง 1 คน ที่ทำการรักษาผู้ป่วยทุกราย โดยระยะเวลาติดตามผลของการรักษาในขากรรไกรล่าง คือ 6 เดือน และในขากรรไกรบน คือ 9 เดือน

ผลการศึกษาระดับของการสร้างกระดูกในแนวตั้ง พบว่า กลุ่มที่ใช้แผ่นเยื่อกระดูกเดนส์โพสทีเตตราฟลูออโรเอทีลีน มีค่าเฉลี่ยของระดับความสูงแนวตั้งของกระดูกเริ่มต้นอยู่ที่ 6.08 ± 1.77 (โดยมีค่าระหว่าง 3.7-9.10) มิลลิเมตร และในกลุ่มที่ใช้แผ่นเยื่อกระดูกไทเทเนียมชนิดกึ่งเฉพาะตัว มีค่าเฉลี่ยของระดับความสูงแนวตั้งของกระดูกเริ่มต้นอยู่ที่ 5.59 ± 1.68 (โดยมีค่าระหว่าง 3.10-9.40) มิลลิเมตร และที่ระยะเวลาหลังจากการรักษาโดยการปลูกกระดูกที่ระยะเวลา 6 เดือนในขากรรไกรล่าง และ 9 เดือนในขากรรไกรบน พบว่า กลุ่มที่ใช้แผ่นเยื่อกระดูกเดนส์โพสทีเตตราฟลูออโรเอทีลีน มีระดับการสร้างของกระดูกในแนวตั้งอยู่ที่ 5.79 ± 1.71 (โดยมีค่าระหว่าง 3.2-8.8) มิลลิเมตร และกลุ่มที่ใช้แผ่นเยื่อกระดูกไทเทเนียมชนิดกึ่งเฉพาะตัว มีระดับการสร้างของกระดูกในแนวตั้งอยู่ที่ 5.18 ± 1.61 (โดยมีค่าระหว่าง 3.1-8.0) มิลลิเมตร สามารถนำมาคำนวณได้ อัตราการสร้างกระดูกในแนวเส้นตรง (Linear regeneration rate) ของกลุ่มที่ใช้แผ่นเยื่อกระดูกเดนส์โพสทีเตตราฟลูออโรเอทีลีน อยู่ที่ร้อยละ 95.4 ± 7.6 และในกลุ่มที่ใช้แผ่นเยื่อกระดูกไทเทเนียมชนิดกึ่งเฉพาะตัว อยู่ที่ร้อยละ 92.6 ± 6.4 พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P = 0.134$)

ผลการศึกษาปริมาตรของกระดูก พบว่า กลุ่มที่ใช้แผ่นเยื่อกระดูกเดนส์โพสทีเตตราฟลูออโรเอทีลีน มีค่าเฉลี่ยของปริมาตรของกระดูกที่มีการเปลี่ยนแปลงเริ่มต้นอยู่ที่ 1.49 ± 0.51 (โดยมีค่าระหว่าง 0.54-2.59) ลูกบาศก์เซนติเมตร และในกลุ่มที่ใช้แผ่นเยื่อกระดูกไทเทเนียมชนิดกึ่งเฉพาะตัว มีค่าเฉลี่ยของปริมาตรของกระดูกที่มีการเปลี่ยนแปลงเริ่มต้นอยู่ที่ 1.42 ± 0.59 (โดยมีค่าระหว่าง 0.33-3.20) ลูกบาศก์เซนติเมตร และที่ระยะเวลาหลังจากการรักษาโดยการปลูกกระดูกที่เวลา 6 เดือน ในขากรรไกรล่าง และ 9 เดือน ในขากรรไกรบน ในกลุ่มที่ใช้แผ่นเยื่อกระดูกเดนส์โพสทีเตตราฟลูออโรเอทีลีน มีปริมาตรของกระดูกที่มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ที่ 1.46 ± 0.48 (โดยมีค่าระหว่าง 0.52-2.25) ลูกบาศก์เซนติเมตร และในกลุ่มที่ใช้แผ่นเยื่อกระดูกไทเทเนียมชนิดกึ่งเฉพาะตัว มีค่าเฉลี่ยของปริมาตรของกระดูกที่มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ที่ 1.26 ± 0.55 (โดยมีค่าระหว่าง 0.25-2.71) ลูกบาศก์เซนติเมตร พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P = 0.223$)

จากการศึกษาของ Giragosyan et al. (2024) ซึ่งเป็นการศึกษาระดับของการสร้างกระดูกที่เพิ่มขึ้นในแนวตั้ง (Bone gain) โดยเปรียบเทียบระหว่าง 2 กลุ่มได้แก่ กลุ่มทดลอง คือ กลุ่มที่ใช้แผ่นเยื่อกระดูกไทเทเนียมชนิดกึ่งเฉพาะตัว (Custom made Titanium mesh) และกลุ่มควบคุม คือ กลุ่มที่ใช้แผ่นเยื่อกระดูกเดนส์โพสทีเตตราฟลูออโรเอทีลีน (Open Tex-TR, Purgo) โดยมีกลุ่มประชากรศึกษาเริ่มต้นทั้งหมด 40 คน แบ่งเป็นกลุ่มละ 20 คน โดยผู้เข้าร่วมวิจัยจะเป็นผู้ป่วยที่มีการสูญเสียกระดูกในมิติแนวตั้งซึ่งจะทำให้อัตราส่วนของรากฟันเทียมและครอบฟันบนรากฟันเทียมไม่เหมาะสม และบริเวณที่มีการสูญเสียกระดูกไป มีความหนาแน่นน้อยกว่าหรือเท่ากับ 7 มิลลิเมตร และมีความกว้างน้อยกว่าหรือเท่ากับ 4 มิลลิเมตร นอกจากนี้ลักษณะของความสามารถเป็นร่วมกันทั้งแนวตั้ง และแนวนอนก็ได้ การศึกษาเป็นแบบ parallel-group และผู้ป่วยทั้ง 2 กลุ่ม จะได้รับการรักษาปลูกเนื้อเยื่อกระดูกโดยใช้เนื้อเยื่อปลูกถ่ายจากไขมัน และเนื้อเยื่อปลูกถ่ายชีววิพันธ์ ในอัตราส่วน 1:1 โดยมีระยะเวลาในการติดตามผลด้วยเอกซเรย์ 3 มิติ ที่ระยะเวลาอย่างน้อย 6 เดือนภายหลังจากทำการรักษา เพื่อเปิดเข้าไปนำแผ่นเยื่อกระดูกออก และทำการฝังรากฟันเทียมในเวลาต่อมา

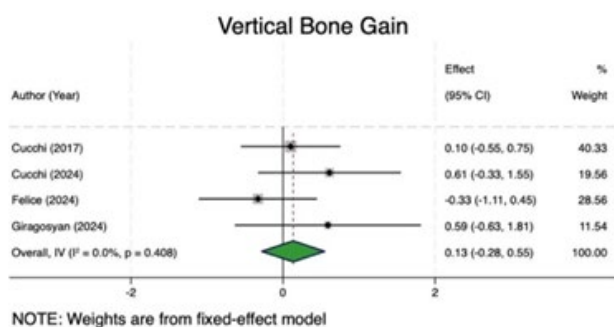
ผลการศึกษาระดับของการสร้างกระดูกในแนวตั้งพบว่า กลุ่มที่ใช้แผ่นเยื่อกระดูกเดนส์โพสทีเตตราฟลูออโรเอทีลีน มีค่าเฉลี่ยของระดับความสูงแนวตั้งอยู่ที่ 4.24 ± 2.19 มิลลิเมตร และกลุ่มที่ใช้แผ่นเยื่อกระดูกไทเทเนียมชนิดกึ่งเฉพาะตัว ค่าเฉลี่ย

ของระดับความสูงแนวตั้งอยู่ที่ 3.65 ± 1.73 มิลลิเมตร พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P = 0.719$)

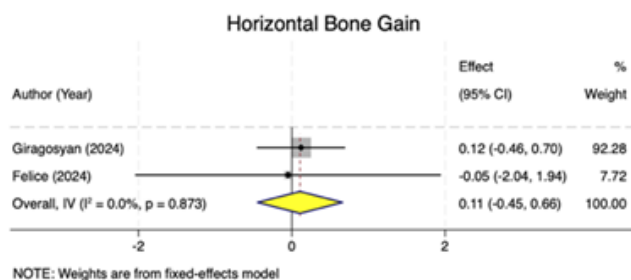
จากการศึกษาของ Felice et al. (2024) เป็นการศึกษาเปรียบเทียบปริมาณความสูงของกระดูก รวมถึงปริมาตรของกระดูกที่เพิ่มขึ้นมาภายหลังจากการปลูกกระดูกด้วยแผ่นเยื่อกระดูกชนิดไม่สลายตัวทั้งหมด 3 ชนิด ได้แก่ กลุ่มที่ใช้แผ่นเยื่อกระดูกโพลีเตตราฟลูออโรเอทิลีน (Neoss, Zurich, Switzerland) กลุ่มที่ใช้แผ่นเยื่อกระดูกไทเทเนียมชนิดกึ่งเฉพาะตัวร่วมกับแผ่นเยื่อกระดูกคอลลาเจน (Evolution, OsteoBiol) และกลุ่มที่ใช้ Titanium foil โดยมีกลุ่มประชากรศึกษาเริ่มต้นทั้งหมด 27 คน แบ่งเป็นกลุ่มละ 9 คน โดยผู้เข้าร่วมวิจัยจะเป็นผู้ป่วยที่มีการสูญเสียของกระดูกรองรับพื้นที่ต้องได้รับการรักษาด้วยรากฟันเทียมเป็นจำนวน 1-5 ซี่ ได้ การศึกษาเป็นแบบ parallel-group โดยชนิดของกระดูกที่ใช้ เป็นเนื้อเยื่อปลูกถ่ายไขมัน และเนื้อเยื่อปลูกถ่ายกระดูก (Gen-Os, OsteoBiol, TecnoSS, Givento, Italy) ในอัตราส่วนร้อยละ 80:20 โดยมีระยะเวลาในการติดตามผลด้วยเอกซเรย์ 3 มิติ ที่ระยะเวลา 8 เดือนภายหลังจากการรักษา เพื่อเปิดเข้าไปนำแผ่นเยื่อกระดูกออกและทำการฝังรากฟันเทียมในเวลาต่อมา ผลการศึกษาระดับของการสร้างกระดูกในแนวตั้งพบว่า กลุ่มที่ใช้แผ่นเยื่อกระดูกโพลีเตตราฟลูออโรเอทิลีน มีค่าเฉลี่ยของระดับความสูงแนวตั้งอยู่ที่ 6.53 ± 0.73 (โดยมีค่าระหว่าง 5.87-8.02) มิลลิเมตร กลุ่มที่ใช้แผ่นเยื่อกระดูกไทเทเนียมชนิดกึ่งเฉพาะตัว มีค่าเฉลี่ยของระดับความสูงแนวตั้งอยู่ที่ 6.86 ± 0.94 (โดยมีค่าระหว่าง 5.87-8.50) มิลลิเมตร และกลุ่มที่ใช้ Titanium foil มีค่าเฉลี่ยของระดับความสูงแนวตั้งอยู่ที่ 6.81 ± 2.13 (โดยมีค่าระหว่าง 4.61-11.05) มิลลิเมตร พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P = 0.867$)

ผลการศึกษปริมาตรของกระดูกที่มีการสร้างขึ้นพบว่า กลุ่มที่ใช้แผ่นเยื่อกระดูกโพลีเตตราฟลูออโรเอทิลีนมีปริมาตรของกระดูกอยู่ที่ 1.17563 ± 0.43508 ลูกบาศก์เซนติเมตร กลุ่มที่ใช้แผ่นเยื่อกระดูกไทเทเนียมชนิดกึ่งเฉพาะตัวมีปริมาตรของกระดูกอยู่ที่ 1.29129 ± 0.37856 ลูกบาศก์เซนติเมตร และกลุ่มที่ใช้ Titanium foil ปริมาตรของกระดูกอยู่ที่ 1.35346 ± 0.83654 ลูกบาศก์เซนติเมตร พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P = 0.815$)

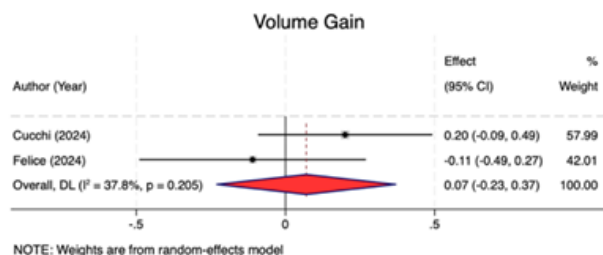
เมื่อนำข้อมูลที่รวบรวมได้จากการทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบ มาวิเคราะห์ห่อภิมาณของผลการศึกษาที่ได้จากงานวิจัยจำนวน 4 งานวิจัย จะได้ออกมาเป็นกราฟ Forest plot ดังนี้



ภาพที่ 4 Forest plot แสดงผลการศึกษาระดับของการสร้างกระดูกในแนวตั้ง



ภาพที่ 5 Forest plot แสดงผลการศึกษาระดับของการสร้างกระดูกในแนวนอน



ภาพที่ 6 Forest plot แสดงผลการศึกษาศรีมาตรของกระดูก

จากกราฟ Forest plot ดังภาพที่ 4 แสดงผลการศึกษาระดับของการสร้างกระดูกในแนวตั้ง พบว่า ข้อมูลมีลักษณะเป็นภาวะเอกพันธ์ (Homogeneity) จึงใช้ Fixed-effects model ในการวิเคราะห์ห่อภิมาณ โดยพบว่าการใช้แผ่นเยื่อกระดูกเดนส์โพลีเตตราฟลูออไรด์ที่ลิ้น ได้ระดับกระดูกในแนวตั้งมากกว่ากลุ่มของแผ่นเยื่อกระดูกไทเทเนียม 0.13 มิลลิเมตร อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.529$)

จากกราฟ Forest plot ดังภาพที่ 5 แสดงผลการวิเคราะห์ห่อภิมาณ (Meta-analysis) ในหัวข้อการสร้างกระดูกในแนวราบ (Horizontal bone gain) พบว่า ข้อมูลมีลักษณะเป็นภาวะเอกพันธ์ (Homogeneity) จึงใช้ Fixed-effects model ในการวิเคราะห์ห่อภิมาณ พบว่า การใช้แผ่นเยื่อกระดูกเดนส์โพลีเตตราฟลูออไรด์ที่ลิ้น ได้ปริมาณกระดูกในแนวราบ มากกว่าแผ่นเยื่อกระดูกไทเทเนียม 0.11 มิลลิเมตร อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.705$)

จากกราฟ Forest plot ดังภาพที่ 6 แสดงผลการศึกษาศรีมาตรของกระดูก พบว่า ข้อมูลมีลักษณะไม่เป็นภาวะเอกพันธ์ (Heterogeneity) จึงใช้ Random-effects model ในการวิเคราะห์ห่อภิมาณ พบว่า การใช้แผ่นเยื่อกระดูกเดนส์โพลีเตตราฟลูออไรด์ที่ลิ้น ได้ปริมาตรของกระดูกมากกว่ากลุ่มของแผ่นเยื่อกระดูกไทเทเนียม 0.07 ตารางเซนติเมตร อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.648$)

สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

จากการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลของการศึกษาต่างๆ โดยนำมาวิเคราะห์ผลเป็นการทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบ (Systematic review) และการวิเคราะห์ห่อภิมาณ (Meta-analysis) พบว่า ปริมาณการสร้างกระดูก (Bone gain) ในกลุ่มที่ใช้แผ่นเยื่อกระดูกไทเทเนียม และในกลุ่มที่ใช้แผ่นเยื่อกระดูกเดนส์โพลีเตตราฟลูออไรด์ที่ลิ้น มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาที่ผ่านมา โดยจากการศึกษาของ Rocchietta et al. (2008) และ Fontana et al. (2011) พบว่า ค่าเฉลี่ยของการสร้างกระดูกในกลุ่มของแผ่นเยื่อกระดูกไทเทเนียมอยู่ที่ 4.1 มิลลิเมตร และค่าเฉลี่ยของการสร้างกระดูกในกลุ่มที่ใช้แผ่นเยื่อกระดูกเดนส์โพลีเตตราฟลูออไรด์ที่ลิ้นอยู่ที่ 4.2 มิลลิเมตร ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับการศึกษาของ Urban et al. (2021) เป็นการศึกษาเชิงพรรณนารายการต่อเนื่อง (Case series) ในผู้ป่วยจำนวน 57 ราย คิดเป็นความวิการ 65 ตำแหน่ง โดยใช้แผ่นเยื่อกระดูกเดนส์โพลีเตตราฟลูออไรด์ที่ลิ้น ในการปลูกกระดูกบริเวณที่มีความวิการของกระดูกในแนวตั้ง โดยใช้เนื้อเยื่อปลูกถ่ายไขมัน ร่วมกับเนื้อเยื่อปลูกถ่ายกระดูกในอัตราส่วน 1:1 ผลของการศึกษาพบว่า ค่าเฉลี่ยการสร้างกระดูกในแนวตั้งอยู่ที่ 5.2 ± 2.4 มิลลิเมตร ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Cucchi et al. (2017) ที่พบว่า ค่าเฉลี่ยของการสร้างกระดูกในกลุ่มของแผ่นเยื่อกระดูกไทเทเนียมอยู่ที่ 4.1 ± 1.0 มิลลิเมตร และค่าเฉลี่ยของการสร้างกระดูกในกลุ่มที่ใช้แผ่นเยื่อกระดูกเดนส์โพลีเตตราฟลูออไรด์ที่ลิ้นอยู่ที่ 4.2 ± 1.0 มิลลิเมตร และยังเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับการศึกษาของ Giragosyan et al. (2024) ที่พบว่า ค่าเฉลี่ยของการสร้างกระดูกในกลุ่มของแผ่นเยื่อกระดูกไทเทเนียมอยู่ที่ 3.65 ± 1.73 มิลลิเมตร และค่าเฉลี่ยของการสร้างกระดูกในกลุ่มที่ใช้แผ่นเยื่อกระดูกเดนส์โพลีเตตราฟลูออไรด์ที่ลิ้นอยู่ที่ 4.24 ± 1.19 มิลลิเมตร ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Cucchi et al. (2024) ที่พบว่า ค่าเฉลี่ยของการสร้างกระดูกในกลุ่มของแผ่นเยื่อกระดูกไทเทเนียมอยู่ที่ 5.18 ± 1.61 มิลลิเมตร และค่าเฉลี่ยของการสร้างกระดูกในกลุ่มที่ใช้แผ่น

เยื่อกระดูกเดนส์โพสทีเตตราฟลูออโรเอทีลีนอยู่ที่ 5.79 ± 1.71 มิลลิเมตร ในทุกการศึกษาที่ผ่านมา ค่าเฉลี่ยของการสร้างกระดูกในทั้ง 2 กลุ่มจะมีค่าแตกต่างกัน แต่ก็พบว่ามีค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

จากการศึกษาของ Felice et al. (2024) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับระดับของการสร้างกระดูกในแนวราบ พบว่า ค่าเฉลี่ยของการสร้างกระดูกในกลุ่มที่ใช้แผ่นเยื่อกระดูกเดนส์โพสทีเตตราฟลูออโรเอทีลีนอยู่ที่ 7.66 ± 2.03 มิลลิเมตร และค่าเฉลี่ยของการสร้างกระดูกในกลุ่มที่ใช้แผ่นเยื่อกระดูกไทเทเนียมอยู่ที่ 7.71 ± 2.28 มิลลิเมตร โดยพบว่ามีค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.815$) ซึ่งผลที่ได้สอดคล้องกับการศึกษาของ Giragosyan et al. (2024) โดยพบว่า ค่าเฉลี่ยของการสร้างกระดูกในกลุ่มที่ใช้แผ่นเยื่อกระดูกเดนส์โพสทีเตตราฟลูออโรเอทีลีนอยู่ที่ 2.60 ± 0.82 มิลลิเมตร และค่าเฉลี่ยของการสร้างกระดูกในกลุ่มที่ใช้แผ่นเยื่อกระดูกไทเทเนียมอยู่ที่ 2.48 ± 1.03 มิลลิเมตร โดยพบว่ามีค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.719$)

จากการศึกษาของ Cucchi et al. (2024) ได้มีการเปรียบเทียบปริมาตรของการสร้างกระดูกโดยใช้แผ่นเยื่อกระดูกไทเทเนียม และการใช้แผ่นเยื่อกระดูกเดนส์โพสทีเตตราฟลูออโรเอทีลีน ซึ่งพบว่า ค่าเฉลี่ยของปริมาตรการสร้างกระดูกในกลุ่มแผ่นเยื่อกระดูกเดนส์โพสทีเตตราฟลูออโรเอทีลีนอยู่ที่ 1420 ± 480 ตารางมิลลิเมตร และค่าเฉลี่ยของปริมาตรการสร้างกระดูกในกลุ่มแผ่นเยื่อกระดูกไทเทเนียมอยู่ที่ 1260 ± 550 ตารางมิลลิเมตร ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Lizio et al. (2022) โดยศึกษาในผู้ป่วยที่มีความพิการของสันกระดูกในแนวตั้งเป็นจำนวนทั้งหมด 17 ราย ได้รับการปลูกเนื้อเยื่อปลูกถ่ายไขมัน ร่วมกับเนื้อเยื่อปลูกถ่ายอวัยวะ (Bio-Oss, Geistlich) เป็นอัตราส่วน 60:40 โดยทำการศึกษาปริมาตรของการสร้างกระดูกโดยใช้แผ่นเยื่อกระดูกไทเทเนียม พบว่า มีค่าเฉลี่ยของปริมาตรของการสร้างกระดูกอยู่ที่ 1003.92 ± 465.79 ตารางมิลลิเมตร และนอกจากนี้ จากการศึกษานี้ของ Felice et al. (2024) พบว่า ค่าเฉลี่ยของปริมาตรการสร้างกระดูกในกลุ่มแผ่นเยื่อกระดูกเดนส์โพสทีเตตราฟลูออโรเอทีลีนอยู่ที่ 1175.63 ± 435.08 ตารางมิลลิเมตร และค่าเฉลี่ยของปริมาตรการสร้างกระดูกในกลุ่มแผ่นเยื่อกระดูกไทเทเนียมอยู่ที่ 1291.29 ± 378.56 ตารางมิลลิเมตร แม้ว่าการศึกษาที่กล่าวข้างต้นจะให้ปริมาตรของการสร้างกระดูกที่แตกต่างกันระหว่าง 2 กลุ่ม แต่มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

มีการใช้ชนิดของกระดูกทดแทนชนิดเดียวกัน และในอัตราส่วนที่เท่ากันทั้งหมด 2 การศึกษาได้แก่ Cucchi et al. ในปี ค.ศ. 2024 Giragosyan et al. (2024) ซึ่งใช้เนื้อเยื่อปลูกถ่ายไขมัน ร่วมกับเนื้อเยื่อปลูกถ่ายอวัยวะ ที่อัตราส่วน 1:1 และจากการศึกษาของ Felice et al. (2024) ได้มีการใช้เนื้อเยื่อปลูกถ่ายไขมัน ร่วมกับเนื้อเยื่อปลูกถ่ายอวัยวะ เช่นเดียวกับ 2 การศึกษาข้างต้น แต่ในอัตราส่วน 80:20 ทั้งนี้อาจทำให้ผลของการสร้างกระดูกในกลุ่มนี้ มีค่าสูงกว่ากลุ่มอื่นๆ และมีค่า SD ที่แคบกว่าเมื่อเทียบกับกลุ่มอื่นๆ นอกจากนี้จากการศึกษาของ Cucchi et al. (2017) ซึ่งเป็นการศึกษาเดียวที่มีการใช้เนื้อเยื่อปลูกถ่ายไขมัน ร่วมกับเนื้อเยื่อปลูกถ่ายเอกพันธ์ ในอัตราส่วน 1:1 ก็ให้ผลลัพธ์ในการสร้างกระดูกที่ใกล้เคียงกับการศึกษาอื่นๆ

เมื่อเปรียบเทียบการใช้งานของแผ่นเยื่อกระดูกชนิดไม่ละลายตัวทั้ง 2 ชนิด ได้แก่ กลุ่มของแผ่นเยื่อกระดูกไทเทเนียม และกลุ่มที่ใช้แผ่นเยื่อกระดูกโพสทีเตตราฟลูออโรเอทีลีน จะพบว่า ทุกการศึกษา (Cucchi et al., 2017; Cucchi et al., 2024; Giragosyan et al., 2024; Felice et al., 2024) ใช้แผ่นเยื่อกระดูกเดนส์โพสทีเตตราฟลูออโรเอทีลีนทั้งหมด ทั้งนี้เนื่องจากแผ่นเยื่อกระดูกเดนส์โพสทีเตตราฟลูออโรเอทีลีน มีคุณสมบัติด้านต่อเชื้อแบคทีเรีย เพราะมีขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางที่แผ่นเยื่อกระดูกอยู่ที่ 0.3 ไมโครเมตร ทำให้เชื้อแบคทีเรียไม่สามารถผ่านเข้ามายังบริเวณที่ทำการปลูกกระดูกข้างใต้ได้ และในกลุ่มการศึกษาที่ใช้แผ่นเยื่อกระดูกไทเทเนียม พบว่า มีการใช้ร่วมกับแผ่นเยื่อกระดูกคอลลาเจน ทั้งหมด 3 การศึกษา (Cucchi et al., 2017; Cucchi et al., 2024; Giragosyan et al., 2024) และมีเพียง 1 การศึกษาเท่านั้นที่ใช้แผ่นเยื่อกระดูกไทเทเนียมเพียงอย่างเดียว ซึ่งผลการทดลองพบว่าในกลุ่มที่ใช้แผ่นเยื่อกระดูกไทเทเนียมเพียงอย่างเดียว มีค่าเพิ่มขึ้นของการสร้างกระดูกที่น้อยกว่ากลุ่มที่เหลือ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการที่ไม่ได้มีการใช้แผ่นเยื่อกระดูกคอลลาเจนมาปิดคลุมด้านบนของแผ่นเยื่อกระดูกไทเทเนียมซึ่งลักษณะแผ่นเยื่อกระดูกไทเทเนียมมีความเป็นรูพรุนขนาดใหญ่ ทำให้เซลล์ที่เราไม่ต้องการ เช่น เซลล์เนื้อเยื่ออ่อน หรือเซลล์สร้างเส้นใย สามารถเข้ามายังบริเวณที่ทำการปลูกกระดูกได้ ทำให้ไม่มี

คุณสมบัติในการเป็นแผ่นเยื่อกันเพื่อไม่ให้เซลล์ต่างๆ ที่ไม่ต้องการเข้ามาในช่วงระยะเวลาที่มีการสร้างกระดูก ซึ่งอาจส่งผลต่อความสำเร็จในการปลูกกระดูกได้

จากการศึกษาของ Zhang et al. (2022) ซึ่งได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบแผ่นเยื่อกันชนิดต่างๆ ทั้งชนิดที่ไม่สลายตัว แผ่นเยื่อกันคอลลาเจน แผ่นเยื่อกันไทเทเนียมร่วมกับแผ่นเยื่อกันคอลลาเจน รวมถึงแผ่นเยื่อกันชนิดสังเคราะห์ที่มีการผลิตขึ้นมา ได้แก่ พอลิแลคติกแอซิด (Polylactic acid) และพอลิเอทิลีนไกลคอล (Polyethylene glycol) พบว่า แผ่นเยื่อกันเดนสไฟต์เตตราฟลูโอโรเอทิลีน เป็นแผ่นเยื่อกันที่ดีที่สุดในการทำให้เกิดการสร้างกระดูกในแนวตั้งเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มอื่นๆ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาทั้ง 3 การศึกษา ได้แก่ Cucchi et al. (2017) Cucchi et al. (2024) Giragosyan et al. (2024)

จากการศึกษาของ Cucchi et al. (2017) มีอคติจากความไม่ครบถ้วนของข้อมูล อยู่ในเกณฑ์ High risk เนื่องจากมีการ drop-out ของกลุ่มประชากรออกไป ซึ่งอาจส่งผลต่อการวิเคราะห์และการประเมินผลของการศึกษา โดยการที่มีความเสี่ยงต่ออคติสูงในการศึกษาต้นฉบับ ส่งผลให้การวิเคราะห์หรือประมาณลดความน่าเชื่อถือลง และทำให้ค่าประสิทธิผลการรักษาคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริง อาจส่งผลทำให้การสรุปผลมีการคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริง และส่งผลต่อความน่าเชื่อถือของการศึกษาได้ แต่อย่างไรก็ตาม เมื่อลองทำ Sensitivity Analysis แล้วพบว่า ผลของการศึกษาไม่ได้มีความแตกต่างจากเดิม โดยการสรุปผลยังได้ผลสรุปตามเดิม

อย่างไรก็ตามจากการรวบรวมข้อมูลนี้ ทางผู้วิจัยได้พิจารณาแค่ปัจจัยของปริมาณการสร้างกระดูกเท่านั้น โดยไม่ได้พิจารณาปัจจัยการเกิดภาวะแทรกซ้อน (Complication) ภายหลังจากการรักษา จึงอาจส่งผลต่อการเกิดอคติจากการเลือกรายงานผลได้ ถึงแม้ว่าการศึกษานี้จะมีการรายงานผลการศึกษตรงตามข้อกำหนดและจุดประสงค์แรกของการศึกษาดังต้น แต่อย่างไรก็ตามการเลือกรายงานผลเพียงแค่ปริมาณการสร้างกระดูกเพียงอย่างเดียว ส่งผลทำให้เกิดอคติจากการเลือกรายงานผลอยู่ในเกณฑ์ความเสี่ยงสูง

ข้อเสนอแนะที่ได้รับจากการวิจัย

จากการรวบรวมข้อมูลนี้ ทางผู้วิจัยได้พิจารณาแค่ปัจจัยของปริมาณการสร้างกระดูกเท่านั้น โดยไม่ได้พิจารณาปัจจัยอื่นๆ เช่น การเกิดภาวะแทรกซ้อน (Complication) ภายหลังจากการรักษา จึงทำให้เป็นข้อจำกัดของการศึกษานี้ และผลลัพธ์ของการรักษา ไม่ได้ขึ้นอยู่กับชนิดของแผ่นเยื่อกันเพียงอย่างเดียว แต่ขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น ชนิดของกระดูก อัตราส่วนของกระดูกที่ใช้ ประสิทธิภาพและความสามารถของทันตแพทย์ผู้ให้การรักษา เทคนิคที่ใช้ในการรักษา รวมถึงปัจจัยในตัวของผู้ป่วยอีกด้วย ไม่ว่าจะเป็นโรคประจำตัวของผู้ป่วย ยาที่รับประทาน การสูบบุหรี่ หรือการดูแลสุขภาพช่องปาก ดังนั้นการเลือกใช้ชนิดของแผ่นเยื่อกัน ต้องมีการประเมินในหลายๆ ปัจจัยด้วยกัน เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ดีและเหมาะสมกับผู้ป่วยในแต่ละราย ซึ่งในปัจจุบันมีการพัฒนาและผลิตชนิดของแผ่นเยื่อกัน กระดูก และวัสดุต่างๆ ที่ทันสมัยมากยิ่งขึ้น ซึ่งจะทำให้การเลือกวัสดุและอุปกรณ์สามารถทำให้หลากหลายมากยิ่งขึ้น ซึ่งส่งผลดีต่อผู้ป่วย ทำให้ได้รับทางเลือกของการรักษาที่เหมาะสมในผู้ป่วยแต่ละราย

เอกสารอ้างอิง

- Aglietta, M., Siciliano, V. I., Zwahlen, M., Brägger, U., Pjetursson, B. E., Lang, N. P., et al. (2009). A systematic review of the survival and complication rates of implant supported fixed dental prostheses with cantilever extensions after an observation period of at least 5 years. *Clinical Oral Implants Research*, 20(5), 441-451.
- Barber, H. D., Lignelli, J., Smith, B. M., & Bartee, B. K. (2007). Using a dense PTFE membrane without primary closure to achieve bone and tissue regeneration. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 65(4), 748-752.

- Bartee, B. K. (1995). The use of high-density polytetrafluoroethylene membrane to treat osseous defects: Clinical reports. *Implant Dentistry*, 4(1), 21-31.
- Bartee B. K. (1998). Evaluation of a new polytetrafluoroethylene guided tissue regeneration membrane in healing extraction sites. *Compendium of continuing education in dentistry*, 19(12), 1256-1264.
- Bartee, B. K., & Carr, J. (1995). Evaluation of a high-density polytetrafluoroethylene (n-PTFE) membrane as a barrier material to facilitate guided bone regeneration in the rat mandible. *The Journal of Oral Implantology*, 21(2), 88-95.
- Bornstein, M. M., Halbritter, S., Harnisch, H., Weber, H.-P., & Buser, D. (2008). A retrospective analysis of patients referred for implant placement to a specialty clinic: Indications, surgical procedures, and early failures. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 23(6).
- Boyne, P. J., Cole, M. D., Stringer, D., & Shafqat, J. P. (1985). A technique for osseous restoration of deficient edentulous maxillary ridges. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 43(2), 87-91.
- Carbonell, J., Martín, I. S., Santos, A., Pujol, A., Sanz Moliner, J., & Nart, J. (2014). High-density polytetrafluoroethylene membranes in guided bone and tissue regeneration procedures: A literature review. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 43(1), 75-84.
- Cucchi, A., Bettini, S., Tedeschi, L., Urban, I., Franceschi, D., Fiorino, A., & Corinaldesi, G. (2024). Complication, vertical bone gain, volumetric changes after vertical ridge augmentation using customized reinforced PTFE mesh or Ti-mesh. A non-inferiority randomized clinical trial. *Clinical Oral Implants Research*, 35(12), 1616-1639.
- Cucchi, A., Sartori, M., Parrilli, A., Aldini, N. N., Vignudelli, E., & Corinaldesi, G. (2019). Histological and histomorphometric analysis of bone tissue after guided bone regeneration with non resorbable membranes vs resorbable membranes and titanium mesh. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, 21(4), 693-701.
- Cucchi, A., Vignudelli, E., Napolitano, A., Marchetti, C., & Corinaldesi, G. (2017). Evaluation of complication rates and vertical bone gain after guided bone regeneration with non-resorbable membranes versus titanium meshes and resorbable membranes: A randomized clinical trial. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, 19(5), 821-832.
- Elgali, I., Omar, O., Dahlin, C., & Thomsen, P. (2017). Guided bone regeneration: Materials and biological mechanisms revisited. *European Journal of Oral Sciences*, 125(5), 315-337.
- Felice, P., Pistilli, R., Pellegrino, G., Bonifazi, L., Tayeb, S., Simion, M., & Barausse, C. (2024). A randomised controlled trial comparing the effectiveness of guided bone regeneration with polytetrafluoroethylene titanium-reinforced membranes, CAD/CAM semi-occlusive titanium meshes and CAD/CAM occlusive titanium foils in partially atrophic arches. *International Journal of Oral Implantology*, 17(3), 285-296.
- Fontana, F., Maschera, E., Rocchietta, I., & Simion, M. (2011). Clinical classification of complications in guided bone regeneration procedures by means of a nonresorbable membrane. *International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry*, 31(3), 265-273.
- Giragosyan, K., Chenchav, I., & Ivanova, V. (2024). Linear bone gain and healing complication rate comparative outcomes following ridge augmentation with custom 3D printed titanium mesh vs Ti reinforced dPTFE: A randomized clinical trial. *Folia Medica (Plovdiv)*, 66(4), 505-514.

- Howe, M. S., Keys, W., & Richards, D. (2019). Long-term (10-year) dental implant survival: A systematic review and sensitivity meta-analysis. *Journal of dentistry*, 84, 9-21.
- Kostopoulos, L., Karring, T., & Uraguchi, R. (1994). Formation of jawbone tuberosities by guided tissue regeneration: An experimental study in the rat. *Clinical Oral Implants Research*, 5(4), 245-253.
- Lee, J. Y., Kim, Y. K., Yun, P. Y., Oh, J. S., & Kim, S. G. (2010). Guided bone regeneration using two types of non-resorbable barrier membranes. *Journal of the Korean Association of Oral and Maxillofacial Surgeons*, 36(4), 275-279.
- Lekovic, V., Kenney, E. B., Weinlaender, M., Han, T., Klokkevold, P., Nedic, M., & Orsini, M. (1997). A bone regenerative approach to alveolar ridge maintenance following tooth extraction. Report of 10 cases. *Journal of periodontology*, 68(6), 563-570.
- Linde, A., Thorén, C., Dahlin, C., & Sandberg, E. (1993). Creation of new bone by an osteopromotive membrane technique: An experimental study in rats. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 51(8), 892-897.
- Lizio, G., Pellegrino, G., Corinaldesi, G., Ferri, A., Marchetti, C., & Felice, P. (2022). Guided bone regeneration using titanium mesh to augment 3 dimensional alveolar defects prior to implant placement: A pilot study. *Clinical Oral Implants Research*, 33(6), 607-621.
- Qasim, S. S. B., Al-Asfour, A. A., Abuzayeda, M., Mohamed, A. M., Trajkovski, B., Murray, C. A., & Zafiropoulos, G. G. (2023). Differences in mechanical and physicochemical properties of several PTFE membranes used in guided bone regeneration. *Materials*, 16(3), 904.
- Rakhmatia, Y. D., Ayukawa, Y., Furuhashi, A., & Koyano, K. (2013). Current barrier membranes: Titanium mesh and other membranes for guided bone regeneration in dental applications. *Journal of Prosthodontic Research*, 57(1), 3-14.
- Rocchietta, I., Fontana, F., & Simion, M. (2008). Clinical outcomes of vertical bone augmentation to enable dental implant placement: A systematic review. *Journal of Clinical Periodontology*, 35(Suppl 8), 203-215.
- Ronda, M., Rebaudi, A., Torelli, L., & Stacchi, C. (2014). Expanded vs. dense polytetrafluoroethylene membranes in vertical ridge augmentation around dental implants: A prospective randomized controlled clinical trial. *Clinical Oral Implants Research*, 25(7), 859-866.
- Soldatos, N. K., Stylianou, P., Koidou, V. P., Angelov, N., Yukna, R., & Romanos, G. E. (2017). Limitations and options using resorbable versus nonresorbable membranes for successful guided bone regeneration. *Quintessence International*, 48(2), 131-147.
- Schopper, C., Goriwoda, W., Moser, D., Spassova, E., Watzinger, F., & Ewers, R. (2001). Long-term results after guided bone regeneration with resorbable and microporous titanium membranes. *Oral and Maxillofacial Surgery Clinics of North America*, 13(3), 449-458.
- Sterne, J. A., Savović, J., Page, M. J., Elbers, R. G., Blencowe, N. S., Boutron, I., ... & Higgins, J. P. (2019). RoB 2: a revised tool for assessing risk of bias in randomised trials. *BMJ*, 366.
- Urban, I. A., Saleh, M. H. A., Ravidà, A., Forster, A., Wang, H.-L., & Barath, Z. (2021). Vertical bone augmentation utilizing a titanium reinforced PTFE mesh: A multivariate analysis of influencing factors. *Clinical Oral Implants Research*, 32(7), 828-839.

Zhang, M., Zhou, Z., Yun, J., Liu, R., Li, J., Chen, Y., ... & Sun, Y. (2022). Effect of different membranes on vertical bone regeneration: a systematic review and network meta-analysis. *BioMed research international*, 2022(1), 7742687.

ภาคผนวก

ภาคผนวก 1 แบบฟอร์มจัดเก็บข้อมูล

ชื่อผู้วิจัย	ปีการศึกษา (ค.ศ.)	อายุ (ปี)	ชนิดการศึกษา	กลุ่มทดลองทั้งหมด	ชนิดของความวิกาล

รายละเอียดของ PTFE	ชนิดของกระดูกที่ใช้ใน PTFE	จำนวนกลุ่มทดลองใน PTFE	ระดับของการสร้างกระดูกในแนวตั้งของ PTFE	ระดับของการสร้างกระดูกในแนวราบของ PTFE	ปริมาตรการสร้างกระดูกของ PTFE (mm ³)

รายละเอียดของ Titanium mesh	ชนิดของกระดูกที่ใช้ใน Titanium mesh	จำนวนกลุ่มทดลองใน Titanium mesh	ระดับของการสร้างกระดูกในแนวตั้งของ Titanium mesh	ระดับของการสร้างกระดูกในแนวราบของ Titanium mesh	ปริมาตรการสร้างกระดูกของ Titanium mesh (mm ³)

มีการฝังรากฟันเทียมเลยหรือไม่	ระยะเวลาติดตามผลการรักษา

Data Availability Statement: The raw data supporting the conclusions of this article will be made available by the authors, without undue reservation.

Conflicts of Interest: The authors declare that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.

Publisher's Note: All claims expressed in this article are solely those of the authors and do not necessarily represent those of their affiliated organizations, or those of the publisher, the editors and the reviewers. Any product that may be evaluated in this article, or claim that may be made by its manufacturer, is not guaranteed or endorsed by the publisher.



Copyright: © 2026 by the authors. This is a fully open-access article distributed under the terms of the Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0).