



ค่าความแม่นยำของการใช้เครื่องสแกนในช่องปากเปรียบเทียบกับเทคนิคการพิมพ์ปากแบบดั้งเดิมบนรากฟันเทียมในสันเหงือกไร้ฟันทั้งปาก: การทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบและการวิเคราะห์อภิมาน

กรรณญารัตน์ สุขสำราญ น.บ., รัชมี เกศสุวรรณรักษ์ น.บ.

สถาบันทันตกรรม ตำบลตลาดขวัญ อำเภอเมือง จังหวัดนนทบุรี 11000

Accuracy of Intraoral Scanner Compare with Conventional Impression Technique on Dental Implant in Complete Edentulous Area: A Systematic Review and Meta-analysis

Kanyarat Suksamlan, D.D.S., Rassami Kessuwanrak, D.D.S.

Institute of Dentistry, Talat Kwan, Mueang Nonthaburi, Nonthaburi, 11000, Thailand

Corresponding Author: Kanyarat Suksamlan (E-mail: ks.aomzin@gmail.com)

(Received: 10 March, 2025; Revised: 3 May, 2025; Accepted: 15 October, 2025)

Abstract

Background: Intraoral scanner (IOS) provides digital impression offer advantages like reduced time, patient comfort, and improved communication but may be less accurate than conventional impression technique for multi-unit of fixed prosthesis, long-distance between dental implants on full-arch restorations or fully edentulous areas. Recent advancements aim to improve IOS accuracy. **Objective:** To synthesize research on the comparative accuracy of IOS versus conventional impression technique for dental implants in fully edentulous areas. **Methods:** Systematic search of PubMed, Google Scholar, and manual searches for English or Thai articles (2016-2023) using PICO methodology. **Results:** 8 meta-analyses were included. Overall, Conventional impression techniques demonstrated significantly better accuracy than IOS (SMD = 0.68; 95%CI: 0.33, 1.03; $p < .01$) with high heterogeneity ($I^2 = 88.9\%$). Subgroup analyses revealed: 1) Short-distance measurements: Conventional impression technique showed better accuracy than IOS but not statistically significant (SMD = 0.22; 95%CI: -0.32, 0.75; $p = .273$) with high heterogeneity ($I^2 = 84.1\%$) 2) Long-distance measurements: Conventional impression technique showed significantly better accuracy than IOS (SMD = 1.46; 95%CI: 0.86, 2.06; $p < .01$) with high heterogeneity ($I^2 = 88.2\%$) 3) 3D measurements: Conventional impression technique showed better accuracy than IOS but not statistically significant accuracy (SMD = 0.35; 95%CI: -0.28, 0.98; $p = .273$) with high heterogeneity ($I^2 = 90.4\%$) **Conclusion:** While conventional impression technique demonstrated significantly better overall accuracy than IOS for dental implants in fully edentulous areas, the differences were not statistically significant for short-distance and 3D measurements. This suggests Intraoral scanner can be clinically viable despite slightly lower accuracy. However, the high heterogeneity indicates limited evidence, necessitating further high-quality research.

Keywords: Accuracy, Intraoral scanner, Conventional impression technique, Dental implant, Complete edentulous area

บทคัดย่อ

ภูมิหลัง: ปัจจุบันนอกจากการพิมพ์ปากแบบดั้งเดิมยังมีการใช้เครื่องสแกนในช่องปากเพื่อสร้างภาพพิมพ์ปากแบบดิจิทัลบนรากฟันเทียมในสันเหงือกไร้ฟันทั้งปากที่ใช้ในงานทันตกรรม ซึ่งมีความแม่นยำ (accuracy) เป็นที่ยอมรับในระดับหนึ่ง โดยประโยชน์คือลดระยะเวลา ลดความรำคาญของผู้ป่วย รวมถึงสามารถใช้ภาพสื่อสารระหว่างทันตแพทย์กับผู้ป่วยได้ทันที แต่อาจมีความแม่นยำน้อยลงเมื่อเทียบกับการพิมพ์ปากแบบดั้งเดิมในกรณีงานบูรณะฟันที่มีช่วงยาว ระยะทางระหว่างรากฟันเทียมยาวและงานฟันเทียมทั้งปากสำหรับฟันธรรมชาติหรือรากฟันเทียม อย่างไรก็ตามมีการศึกษาวิจัยที่ก้าวหน้ามากขึ้นทำให้เครื่องสแกนในช่องปากมีข้อผิดพลาดที่ต่ำลง รวมทั้งมีความแม่นยำมากขึ้นสำหรับใช้งานในกรณีดังกล่าว จึงเป็นความท้าทายในงานวิจัยเกี่ยวกับเครื่องสแกนในช่องปากเพื่อลดข้อเสียและสามารถทำงานได้แม่นยำเมื่อเทียบกับการพิมพ์ปากแบบดั้งเดิม **วัตถุประสงค์:** ทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบ เพื่อรวบรวมหลักฐานทางวิชาการและการวิเคราะห์ห่อภิณกรรมเปรียบเทียบค่าความแม่นยำของการใช้เครื่องสแกนในช่องปากกับการพิมพ์ปากแบบดั้งเดิมบนรากฟันเทียมในสันเหงือกไร้ฟันทั้งปาก **วิธีการ:** สืบค้นงานวิจัยที่เกี่ยวข้องอย่างเป็นระบบจากฐานข้อมูล PubMed และ Google scholar ร่วมกับการค้นหาดด้วยมือ โดยนำมาเฉพาะบทความภาษาอังกฤษตั้งแต่ปี ค.ศ. 2016 ถึงปี ค.ศ. 2023 ศึกษาตามแนวทาง PICO **ผล:** บทความได้รับการยอมรับเพื่อทบทวนวรรณกรรมและการวิเคราะห์ห่อภิณกรรมทั้งหมด 8 บทความ โดยภาพรวมค่าความแม่นยำการพิมพ์ปากแบบดั้งเดิมดีกว่าเครื่องสแกนในช่องปากโดยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($SMD = 0.68$; $95\%CI: 0.33, 1.03$; $p < .01$) ผลของข้อมูลขาดความเป็นเนื้อเดียวกันสูง ($I^2 = 88.9\%$) วิเคราะห์แบ่งกลุ่มย่อยเพื่อเปรียบเทียบระยะทางระหว่างรากฟันเทียมในสันเหงือกไร้ฟันทั้งปาก 3 กลุ่ม ในกลุ่มที่ 1 ระยะทางแบบสั้น พบค่าความแม่นยำการพิมพ์ปากแบบดั้งเดิมดีกว่าเครื่องสแกนในช่องปากโดยแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($SMD = 0.22$; $95\%CI: -0.32, 0.75$; $p = .273$) ผลของข้อมูลขาดความเป็นเนื้อเดียวกันสูง ($I^2 = 84.1\%$) กลุ่มที่ 2 ระยะทางแบบยาว พบค่าความแม่นยำการพิมพ์ปากแบบดั้งเดิมดีกว่าเครื่องสแกนในช่องปากโดยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($SMD = 1.46$; $95\%CI: 0.86, 2.06$; $p < .01$) ผลของข้อมูลขาดความเป็นเนื้อเดียวกันสูง ($I^2 = 88.2\%$) และกลุ่มที่ 3 พื้นที่แบบสามมิติ พบค่าความแม่นยำการพิมพ์ปากแบบดั้งเดิมดีกว่าเครื่องสแกนในช่องปากโดยแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

($SMD = 0.35$; $95\% CI: -0.28, 0.98$; $p = .273$) ผลของข้อมูลขาดความเป็นเนื้อเดียวกันสูง ($I^2 = 90.4\%$) **สรุป:** ผลการทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบและการวิเคราะห์ห่อภิณกรรมบนรากฟันเทียมในสันเหงือกไร้ฟันทั้งปาก พบว่า การพิมพ์ปากแบบดั้งเดิมมีค่าความแม่นยำที่ดีกว่าเครื่องสแกนในช่องปากโดยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ผลการวิเคราะห์ห่อภิณกรรมแบบแบ่งกลุ่มในกลุ่มระยะทางแบบสั้นและกลุ่มพื้นที่แบบสามมิติพบว่าการพิมพ์ปากแบบดั้งเดิม มีค่าความแม่นยำที่ดีกว่าเครื่องสแกนในช่องปากโดยแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แปลผลว่า การใช้งานเครื่องสแกนในช่องปากมีความแม่นยำน้อยกว่าการพิมพ์ปากแบบดั้งเดิม แต่สามารถนำมาใช้ในงานทันตกรรมได้ผลไม่ต่างกัน แต่เนื่องจากหลักฐานที่ยังมีข้อจำกัดและมีจำนวนน้อยจึงมีความจำเป็นที่ควรมีการวิจัยที่มีคุณภาพสูงต่อไป

คำสำคัญ: ความแม่นยำ, เครื่องสแกนในช่องปาก, การพิมพ์ปากแบบดั้งเดิม, รากฟันเทียม, สันเหงือกไร้ฟันทั้งปาก

บทนำ

ปัจจุบันมีการนำเทคโนโลยีดิจิทัลมาใช้อย่างแพร่หลายในการรักษาทางทันตกรรม¹ นอกจากการพิมพ์ปากแบบดั้งเดิม ยังมีการพัฒนาการสร้างภาพพิมพ์ปากแบบดิจิทัลจากเครื่องสแกนในช่องปาก ซึ่งทำให้การพิมพ์ปากมีความแม่นยำอีกวิธีหนึ่งก่อนนำภาพพิมพ์ไปใช้ในขั้นตอนแลบทันตกรรมต่อไป ข้อดีของการพิมพ์ปากแบบดั้งเดิม คือ สามารถหาซื้อวัสดุได้ง่าย ราคาถูก ใช้กันโดยทั่วไป แต่พบข้อเสียและปัญหาได้ เช่น วัสดุพิมพ์ปากพบฟองอากาศ เกิดการฉีกขาด พบด้ายแยกเหงือกหรือเศษสิ่งสกปรก รวมถึงบางครั้งได้รายละเอียดงานไม่ครบถ้วน พบปัญหาเรื่องกลิ่นและวัสดุตกค้างในช่องปาก² ในปัจจุบันเครื่องสแกนภายในช่องปากมีประโยชน์และข้อดี คือ ใช้เวลาที่สั้นลงเมื่อเทียบกับแบบดั้งเดิม ลดความรำคาญของผู้ป่วยสามารถใช้ภาพสื่อสารระหว่างทันตแพทย์กับผู้ป่วย ทำให้การทำงานทางทันตกรรมมีความสะดวกและรวดเร็วขึ้น³

การทบทวนวรรณกรรมของ Mangano และคณะในปี ค.ศ. 2017⁴ พบว่าการสร้างภาพพิมพ์ปากแบบดิจิทัลจากเครื่องสแกนในช่องปากมีความแม่นยำใกล้เคียงกับการพิมพ์ปากแบบดั้งเดิม สำหรับงานบูรณะฟันแบบเดี่ยว ฟันเทียมชนิดติดแน่นและงานฟันเทียมรองรับแผงฟันเทียม แต่อาจมีความแม่นยำน้อยลงในกรณีของงานบูรณะฟันที่มีช่วงยาว เช่น งานฟันเทียมบางส่วนแบบติดแน่นมากกว่า 5 ซี่ หรืองานฟันเทียมทั้งปากสำหรับฟันธรรมชาติหรือรากฟันเทียม

ในปัจจุบัน การผลิตชิ้นงานจากเครื่องสแกนในช่องปาก สำหรับงานฟันเทียมบางส่วนถอดได้และฟันเทียมทั้งปากถอดได้ยังคงมีปัญหา เนื่องจากการขาดความแม่นยำเรื่องจุดอ้างอิงในช่องปากเช่น ระยะทางระหว่างฟันแท้หรือรากฟันเทียม รวมถึงจุดอ่อนในการบันทึกบริเวณส่วนเนื้อเยื่ออ่อน เช่น เหงือก หรือบริเวณเพดาน อย่างไรก็ตามเครื่องสแกนในช่องปากสามารถนำมาใช้งานทางทันตกรรมได้อย่างประสบความสำเร็จ สำหรับการออกแบบรอยยิ้ม ผลิตเดือยฟันและแกนฟัน การบูรณะอุดปิดช่องว่างฟัน รวมถึงมีการศึกษาและงานวิจัยที่ก้าวหน้า การแข่งขันจากแต่ละบริษัทผู้ผลิต ทำให้ลดข้อผิดพลาด จึงเป็นความท้าทายของทันตแพทย์ที่จะเรียนรู้วิจัยและต่อยอดพัฒนา เพื่อลดข้อเสียของการใช้งานจริง และสามารถทำงานได้อย่างมีความแม่นยำและมีประสิทธิภาพมากขึ้นในอนาคต

จากการทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบและอภิมานวิเคราะห์ของ Panos และคณะ ปี ค.ศ. 2020⁵ เพื่อเปรียบเทียบความแม่นยำในแบบสามมิติของการพิมพ์ปากบนรากฟันเทียมแบบดิจิทัลผ่านเครื่องสแกนเปรียบเทียบกับกรพิมพ์ปากแบบดั้งเดิมสำหรับผู้ป่วยที่สูญเสียฟันบางส่วน และสูญเสียฟันทั้งปาก พบว่า ได้ผลรอยพิมพ์แบบดิจิทัลจากเครื่องสแกนในช่องปาก แสดงความแม่นยำสามมิติที่ดีกว่าการพิมพ์ปากแบบดั้งเดิมเล็กน้อย โดยแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนผู้ป่วยที่สูญเสียฟันบางส่วนได้ผลคือการพิมพ์ปากแบบดั้งเดิมมีความแม่นยำสามมิติที่ดีกว่าการสร้างรอยพิมพ์แบบดิจิทัลผ่านเครื่องสแกน โดยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้เป็นงานวิจัยที่มีกลุ่มตัวอย่างน้อยและเป็นงานวิจัยในแลปทันตกรรมซึ่งจำเป็นต้องมีการศึกษาทางคลินิกเพิ่มเติม

ส่วนการทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบและอภิมานวิเคราะห์ ของ Ma J. และคณะ ปี ค.ศ. 2023⁶ เกี่ยวกับความแม่นยำของการพิมพ์ปากบนรากฟันเทียมด้วยเครื่องสแกนภายในช่องปากในการศึกษาทางคลินิก เพื่อดูผลกระทบต่อการสูญเสียกระดูกรอบรากฟันเทียมและเวลาในขั้นตอนการพิมพ์ปาก ผลสรุปได้ว่าความแม่นยำของการพิมพ์ปากบนรากฟันเทียมด้วยเครื่องสแกนในช่องปาก แตกต่างกันขึ้นอยู่กับกลยุทธ์การสแกน เนื่องจากการสแกนในช่องปากมีรายละเอียดของด้านฟันที่มีทั้งด้านบดเคี้ยว ด้านแก้ม ด้านลิ้น หรือด้านเพดาน รวมถึงเทคนิคการใช้เครื่องสแกนที่กำหนดมาแตกต่างกันของแต่ละบริษัทผู้ผลิต รวมถึงความชำนาญจากการใช้งานอุปกรณ์ของทันตแพทย์ ดังนั้นความถูกต้องแท้จริงและความแม่นยำ จึงยังไม่ชัดเจนและต้องมีการประเมินเพิ่มเติม อย่างไรก็ตามจากการศึกษาติดตามผลทางคลินิกพบว่า ผลของเครื่องสแกนในช่องปากมีความแม่นยำในทางปฏิบัติ แต่ควรตีความด้วยความระมัดระวังเนื่องจากบางส่วนของหลักฐานได้มาจากกลุ่มวิจัยเดียวกัน

จากที่กล่าวมาจึงยังไม่มีข้อสรุปอภิมานวิเคราะห์ที่แน่ชัดระหว่าง ค่าความแม่นยำของเครื่องสแกนในช่องปากเปรียบเทียบกับค่าความแม่นยำในการพิมพ์ปากแบบดั้งเดิมบนรากฟันเทียมในสันเหงือกไร้ฟันทั้งปาก เกิดเป็นวัตถุประสงค์และความสำคัญที่นำมาสู่การศึกษาวิจัยในครั้งนี้ เพื่อนำไปสู่การต่อยอดความรู้การเลือกใช้งานในขั้นตอนการพิมพ์ปากทางทันตกรรมให้มีความเหมาะสม ให้มีความแม่นยำและประสิทธิภาพสูง เพื่อประโยชน์แก่ผู้ป่วยต่อไปในอนาคต

คำถามงานวิจัย ค่าความแม่นยำของการพิมพ์ปากบนรากฟันเทียมในสันเหงือกไร้ฟันทั้งปากระหว่างการใช้อุปกรณ์ในช่องปากแตกต่างกับการพิมพ์ปากแบบดั้งเดิมหรือไม่

P (Population)	รากฟันเทียมในสันเหงือกไร้ฟันทั้งปาก (Dental implant, Complete edentulous area)
I (Intervention)	เครื่องสแกนในช่องปาก (Intraoral Scanner)
C (Control)	การพิมพ์ปากแบบดั้งเดิม (Conventional impression technique)
O (Outcomes)	ความแม่นยำ* (Accuracy or Trueness or Precision)

ความแม่นยำ (accuracy) ตามมาตรฐานองค์การนานาชาติว่าด้วยมาตรฐานสากล (international organization for standardization: ISO) กำหนดให้ ISO 5725 เป็นห้มาตรฐานสากลในเรื่องความถูกต้องในการวัด โดยค่าความจริง (trueness) คือมาตรฐานของความแม่นยำในการวัดส่วน ค่าความเที่ยงตรง (precision) เป็นการอธิบายค่าจากการวัดซ้ำหลายครั้งเป็นค่าที่ใกล้เคียงกันหรือพ้องกันเพียงใด

วัตถุประสงค์และวิธีการ

1. การรวบรวมข้อมูล ทั้งหมด 3 แหล่งที่มา ได้แก่ เก็บรวบรวมบทความจากฐานข้อมูล PubMed ร่วมกับการสืบค้นจากฐานข้อมูล Google scholar ร่วมกับการค้นหา

ด้วยมือ (manual search) การอ้างอิงที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยที่สามารถสืบค้นได้จากห้องสมุดสถาบันทันตกรรมกรมการแพทย์ ซึ่งนำมาเฉพาะบทความภาษาอังกฤษตั้งแต่ปี ค.ศ. 2016 ถึง ปี ค.ศ. 2023

PubMed	((“dental implants”[MeSH Terms] OR (“dental”[All Fields] AND “implants”[All Fields]) OR “dental implants”[All Fields] OR (“dental”[All Fields] AND “implant”[All Fields]) OR “dental implant”[All Fields]) AND (“edentulate”[All Fields] OR “edentulation”[All Fields] OR “edentulism”[All Fields] OR “edentulousness”[All Fields] OR “mouth, edentulous”[MeSH Terms] OR (“mouth”[All Fields] AND “edentulous”[All Fields]) OR “edentulous mouth”[All Fields] OR “edentulous”[All Fields]) AND (“intraoral”[All Fields] OR “intraorally”[All Fields]) AND (“scanner”[All Fields] OR “scanner s”[All Fields] OR “scanners”[All Fields]) AND (“conventional”[All Fields] OR “conventionals”[All Fields]) AND (“impress”[All Fields] OR “impressed”[All Fields] OR “impresses”[All Fields] OR “impressing”[All Fields] OR “impression”[All Fields] OR “impression s”[All Fields] OR “impressioning”[All Fields] OR “impressions”[All Fields])) AND (2016:2023[pdat])
Google scholar	implant edentulous intraoral scanner conventional impression accuracy

* เนื่องจากคำว่าความแม่นยำในภาษาไทย มีการแปลความหมายเป็นภาษาอังกฤษได้หลากหลาย จึงนำมาซึ่งการค้นหาคำภาษาอังกฤษที่อาจแปลผลมาจาก ความเที่ยง ความถูกต้องแท้จริง จึงได้คำแปลมาเป็นคำดังกล่าว

เกณฑ์คัดเข้า (inclusion criteria)

- เป็นบทความที่มีการเก็บข้อมูลค่าความแม่นยำ รายงานการพิมพ์ปาก บนรากฟันเทียมในสันเหงือกไร้ฟันทั้งปาก เปรียบเทียบระหว่างเครื่องสแกนภายในช่องปากและการพิมพ์ปากแบบดั้งเดิม

(กรณีที่บทความมีค่าซ้ำกัน Accuracy/Trueness/Precision จะพิจารณาเลือกจากผลการวัดค่าเป็นตัวเลขที่สามารถแปลผลทางสถิติได้)

- รายงานวิจัยในห้องปฏิบัติการ (in vitro) รายงานวิจัยในสิ่งมีชีวิต (in vivo) หรือรายงานวิจัยในทางคลินิก (clinical research)

เกณฑ์คัดออก (exclusion criteria)

- คือ รายงานวิจัยที่ไม่สามารถหาเอกสารฉบับเต็มได้, รายงานวิจัยประเภท case report, review literature, guideline, รายงานวิจัยที่ระบุข้อมูลไม่ชัดเจน, รายงานที่มีการสนับสนุนการวิจัย

2. การคัดเลือกบทความ ผู้ทบทวน (reviewer) 2 คน อ่านบทความอย่างเป็นอิสระต่อกัน ตามขั้นตอนแบบ PRISMA Guideline โดยคัดเข้าบทความ (identification) การตรวจสอบเบื้องต้น (screening) จากชื่อเรื่อง นำมาคัดเลือกอย่างเหมาะสม (eligibility) ได้มาซึ่งบทความที่ผ่านเกณฑ์ (included) โดยบทความฉบับเต็มถูกนำมาประเมินตามขั้นตอนการทบทวนวิจารณ์ (critical appraisal) และการประเมินคุณภาพของบทความโดยความคิดเห็นที่ขัดแย้งระหว่างผู้ทบทวน 2 คน ถูกแก้ไขได้โดยการอภิปรายและตกลงกันเป็นเอกฉันท์ ตามขั้นตอนวิธีการทบทวนอย่างเป็นระบบในตามผลการศึกษาดำเนินการที่ 1

3. การดึงข้อมูลจากบทความ

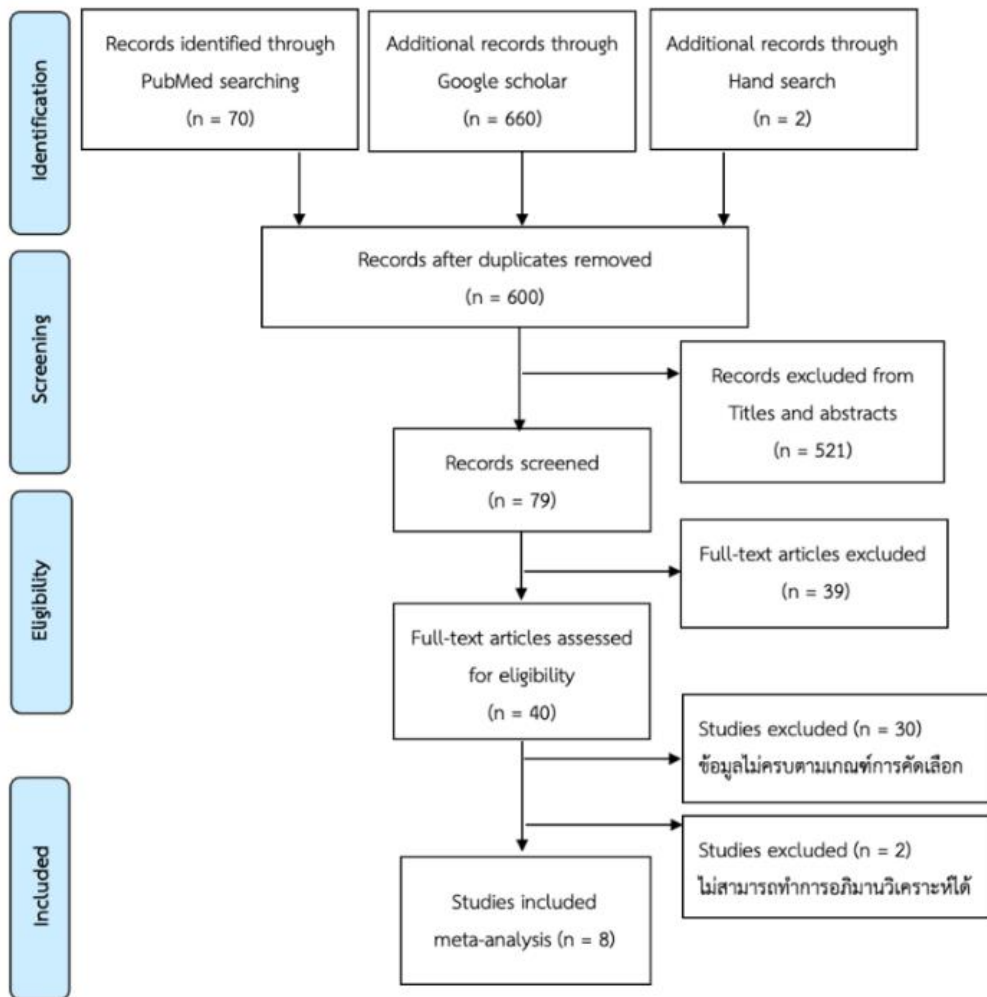
ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ใช้ในการวิเคราะห์ห่อหุ้ม ใช้ค่า accuracy ที่ปรากฏในบทความ คำนวณหา pooled estimate ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานแสดงผลเป็นมิลลิเมตรจะถูกแปลงให้เป็นไมโครเมตรเพื่อนำเสนอข้อมูลผลลัพธ์ที่มีมาตรวัดเป็นหน่วยเดียวกันในการวิเคราะห์ข้อมูล

4. คุณภาพของบทความ ดำเนินการอย่างเป็นอิสระโดยผู้ทบทวนทั้งสองคน และประเมินคุณภาพของงานวิจัยตามแนวทางของ Cochrane risk of bias โดยใช้แบบตาราง ROBIN-1 ตามชนิดของงานวิจัย non randomized controlled trial การยอมรับคุณภาพบทความใช้ฉันทามติของผู้ทบทวนทั้งสองคน แสดงผลโดยตารางจากการใช้โปรแกรม ROVIS (visualization tool) ของ Cochrane collaboration⁷

5. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ข้อมูลการศึกษานี้ อยู่ในรูปของตัวแปรต่อเนื่อง (continuous) เป็นการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าความแม่นยำของการพิมพ์ปากแบบดั้งเดิมเปรียบเทียบกับเครื่องสแกนในช่องปาก คำนวณ standard mean difference (SMD) ที่ระดับความเชื่อมั่น (confidence interval) ร้อยละ 95 ใช้ random effects models (Cohen method) นำเสนอผลการรวมข้อมูล (pooled estimate) ในรูปกราฟ forest plot การศึกษานี้ใช้ค่า Cochrane statistic (Q-statistic) และค่า percentage of inconsistency index (I^2) เพื่อวัดความไม่เป็นเนื้อเดียว (heterogeneity) โดยการวิเคราะห์ครั้งนี้ใช้โปรแกรม STATA 11.2

ผล

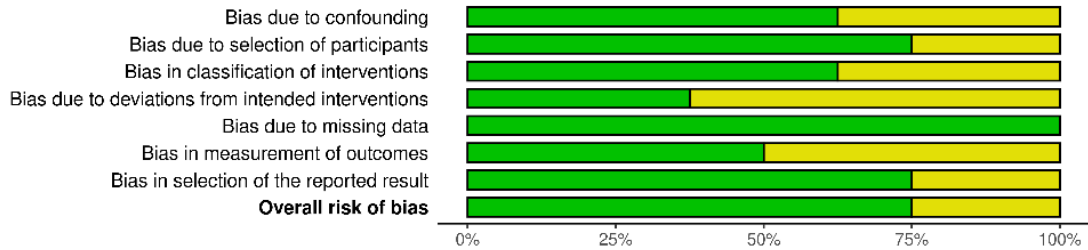
ผลการประเมินคัดงานวิจัย แสดงผลในตารางที่ 1 และภาพที่ 2



ภาพที่ 1 ขั้นตอนวิธีการทบทวนอย่างเป็นระบบ PRISMA Guideline (Update: 5/3/2025)

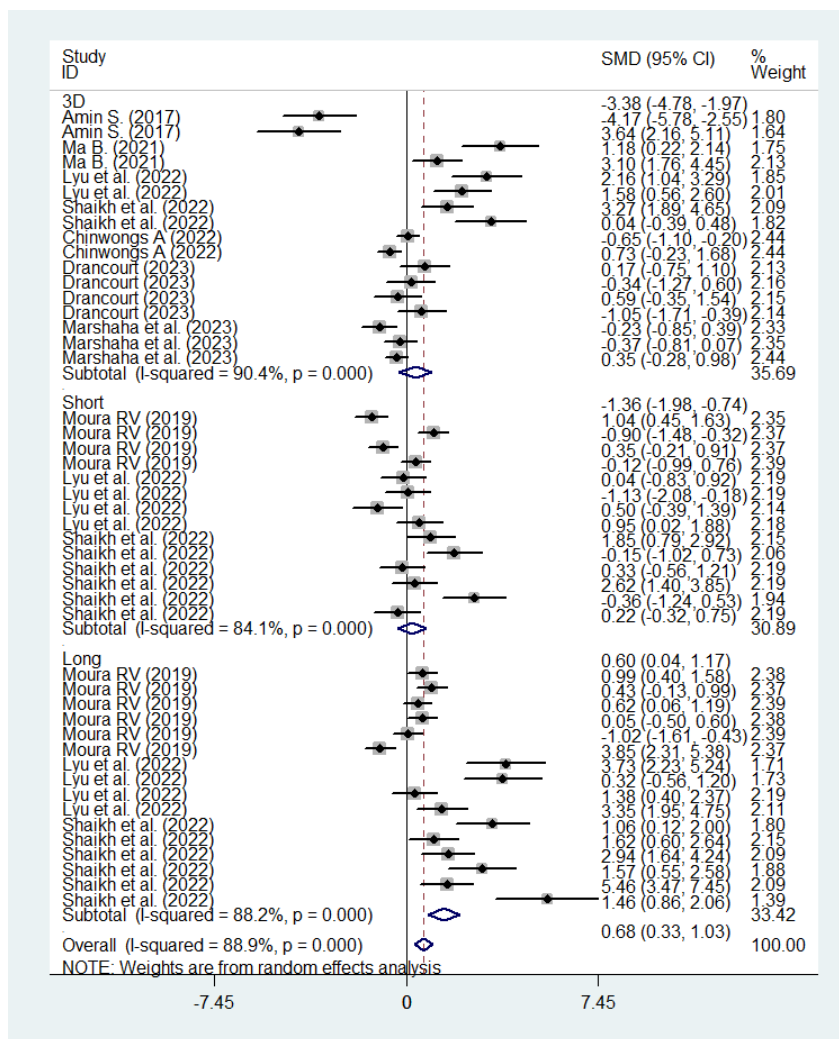
ตารางที่ 1 ผลการประเมินคัดงานวิจัย (Cochrane Risk Bias tool-ROBIN-I)

		Risk of Bias Domains							Overall	Judgment
		D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7		
Study	Amin S. 2017 ⁸	+	+	+	-	+	-	+	+	+ Low - Moderate
	Moura RV. 2019 ⁹	-	-	+	+	+	+	+	+	
	Ma B. 2021 ¹⁰	+	+	-	-	+	+	+	+	
	Lyu M. 2022 ¹¹	+	+	+	-	+	+	+	+	
	Chinwongs A. 2022 ¹²	-	+	+	-	+	-	-	-	
	Shaikh M. 2022 ¹³	+	+	-	-	+	-	+	+	
	Drancourt N. 2023 ¹⁴	-	+	-	+	+	+	+	+	
	Marshaha NJ. 2023 ¹⁵	+	-	+	+	+	-	-	-	



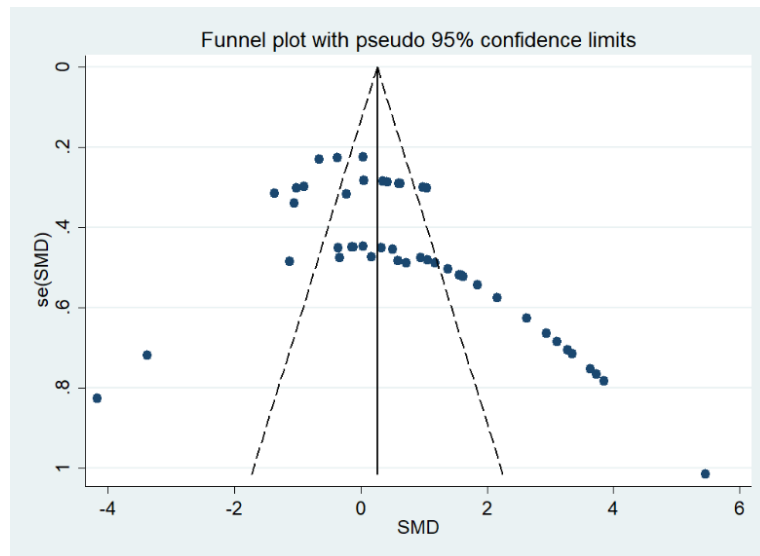
ภาพที่ 2 ผลการประเมินอคติงานวิจัย (Cochrane Risk Bias tool-ROBIN-I)

ผลการแสดงข้อมูลกราฟ forest plot เมื่อทำ subgroup analysis เปรียบเทียบค่าความแม่นยำเมื่อทำการวัดค่าการพิมพ์ปากบนรากฟันเทียมในสันเหงือกไร้ฟันทั้งปาก ระหว่างระยะทางแบบสั้น (short) ระยะทางแบบยาว (long) ฟันที่แบบสามมิติ (3D) ของการพิมพ์ปากแบบดั้งเดิมเปรียบเทียบกับเครื่องสแกนในช่องปาก ผลการวิเคราะห์แสดงผลในภาพที่ 3 และสรุปในตารางที่ 2



ภาพที่ 3 พลา Forest plot: sub-group analysis แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ ระยะทางแบบสั้น ระยะทางแบบยาว ฟันที่แบบสามมิติ ของการพิมพ์ปากแบบดั้งเดิมเปรียบเทียบกับเครื่องสแกนในช่องปาก

การวิเคราะห์หอคติจากการใช้ funnel plot พบว่า การกระจายของจุดบนกราฟไม่สมมาตร แสดงการมีอคติจากการตีพิมพ์



ภาพที่ 4 พล Funnel plot ค่าความแม่นยำของการพิมพ์ปากแบบดั้งเดิมเปรียบเทียบกับเครื่องสแกนในช่องปากบนรากฟันเทียมในสันเหงือกไร้ฟันทั้งปาก

ตารางที่ 2 Summary of Findings (SoF)¹⁶

SoF Table: Accuracy of Intraoral Scanner Compare with Conventional Impression Technique				
Population: Dental implant and Complete edentulous area				
Intervention: Intraoral digital scanning				
Comparison: Conventional impression				
Outcomes	Impact	Pooled SMD (95% CI)	Number of participants (Studies)	Quality of the evidence (GRADE)*
	Sub-group	Sub-group		
Accuracy	Short-distance, conventional impressions showed better accuracy than intraoral scanners, but the difference was not statistically significant	SMD = 0.22; 95%CI: -0.32, 0.75; p = .273	3 ^{9, 11, 13}	⊕⊕⊖⊖ Low
	Long-distance, conventional impressions showed significantly better accuracy than intraoral scanners	SMD = 1.46; 95%CI: 0.86, 2.06; p < .01	3 ^{9, 11, 13}	⊕⊕⊕⊖ Moderate
	Three-dimensional, conventional impressions showed better accuracy than intraoral scanners, but the difference was not statistically significant	SMD = 0.35; 95%CI: -0.28, 0.98; p = .273	7 ^{8, 10-15}	⊕⊕⊕⊖ Moderate
Overall	The accuracy of conventional impressions was significantly better than intraoral scanners	SMD = 0.68; 95%CI: 0.33, 1.03; p < .01	8	⊕⊕⊕⊖ Moderate
*GRADE Working Group grades of evidence				
⊕⊕⊕⊕ High: We are confident that the true effect lies close to what was found in the research				
⊕⊕⊕⊖ Moderate: The true effect is likely to be close to what was found, but there is a possibility that it is substantially different				
⊕⊕⊖⊖ Low: The true effect may be substantially different from what was found				
⊕⊖⊖⊖ Very low: We are very uncertain about the effect				

วิจารณ์

การทบทวนวรรณกรรมและการวิเคราะห์ห่อภิมาณเรื่องค่าความแม่นยำของการใช้เครื่องสแกนในช่องปากเปรียบเทียบกับ การพิมพ์ปากแบบดั้งเดิมบนรากฟันเทียมในสันเหงือกไรฟันทั้งปาก แตกต่างจากที่มีมาก่อนคือ งานวิจัยส่วนใหญ่แยกศึกษาระหว่างกลุ่มรากฟันเทียมและกลุ่มสันเหงือกไรฟันทั้งปาก แต่ในครั้งนี้นำทั้งสองกลุ่มมาอยู่ในประชากรเดียวกัน แต่อย่างไรก็ตามไม่พบหลักฐานที่ถือว่ามีความน่าเชื่อถือสูง เช่น RCT ส่วนใหญ่เป็นการศึกษาแบบตัดขวางที่มีจำนวนตัวอย่างโดยทั่วไปน้อยกว่า 30 ตัวอย่าง ทำให้มีข้อจำกัดของข้อมูลเพื่อวิเคราะห์โดยเฉพาะในการประเมินอคติงานวิจัย ดังนั้นผู้วิจัยจึงใช้รูปแบบของ non randomized ในการประเมินอคติตาม Cochrane collaboration ซึ่งเมื่อประเมินแล้วพบว่า มีอคติวิจัยอยู่ทั้งอคติต่ำ และอคติปานกลางแต่พอยอมรับได้ ส่วนการวิเคราะห์อคติจากการตีพิมพ์โดย funnel plot มีลักษณะไม่สมมาตร ซึ่งแสดงผลมีอคติจากการตีพิมพ์ (publication bias) ซึ่งอาจเกิดได้จากจำนวนงานวิจัยไม่มากพอ ทำให้อาจยังไม่มีกำลังเพียงพอในการทดสอบทางสถิติ

การทบทวนวรรณกรรมจากคำถามวิจัยพบว่า ยังไม่มีข้อสรุปของค่าความแม่นยำเนื่องจากผลการศึกษามีความหลากหลาย สอดคล้องกันกับผลการทบทวนวรรณกรรมของ Albanchez-Gonzalez และคณะในปี ค.ศ. 2022¹⁷ ที่กล่าวว่า การพิมพ์ปากแบบดิจิทัลผ่านเครื่องสแกนในช่องปากเป็นทางเลือกที่มีความถูกต้องเพียงพอเมื่อเทียบกับการพิมพ์ปากแบบดั้งเดิม สำหรับรากฟันเทียมในงานฟันเทียมบางส่วนถอดได้ และงานฟันเทียมชนิดติดแน่นเดี่ยว แม้ว่าการพิมพ์ปากแบบดั้งเดิมมีความแม่นยำมากกว่าสำหรับกรณีของครอบฟันที่รองรับด้วยรากฟันเทียม แต่ผลการศึกษายังไม่มีข้อสรุปที่ชัดเจน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการศึกษาเพิ่มเติม ผู้เขียนแนะนำว่าจำเป็นต้องมีการศึกษาจากประชากรที่เฉพาะมากขึ้น จำนวนกลุ่มตัวอย่างมากขึ้น รวมถึงศึกษาถึงแนวทางการใช้งานและความหลากหลายของเครื่องสแกนในช่องปากของแต่ละบริษัทผู้ผลิต

การวิเคราะห์ห่อภิมาณจากภาพรวมกราฟ forest plot สอดคล้องกับการศึกษาก่อนหน้า⁶ ที่สรุปได้ว่าความแม่นยำของเครื่องสแกนในช่องปากแตกต่างกับการพิมพ์ปากแบบดั้งเดิม ส่วนความถูกต้องแท้จริงและความแม่นยำยังไม่ชัดเจน ทั้งนี้ผลการวิเคราะห์ห่อภิมาณภาพรวมได้ความไม่แน่นอนเดียวกันสูง ผู้วิจัยจึงทำการวิเคราะห์ห่อภิมาณในกลุ่มย่อย จากระยะทางระหว่างรากฟันเทียมที่ต่างกัน เนื่องจากค่าความแม่นยำที่วัด

ได้จากแต่ละบทความที่นำมาวิเคราะห์มีความหลากหลาย แยกกลุ่มเพื่อหาความสัมพันธ์ของแต่ละกลุ่มย่อย โดยแบ่งค่าความแม่นยำออกเป็น 3 กลุ่ม

การวิเคราะห์ห่อภิมาณแบ่งกลุ่มการวัดระยะทางแบบสั้น ไม่สอดคล้องกับการทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบและการวิเคราะห์ห่อภิมาณของสุมนานา¹⁸ ที่กล่าวว่า การวัดระยะสั้นพบการใช้เครื่องสแกนในช่องปากดีกว่าการพิมพ์ปาก ซึ่งเป็นการรวบรวมงานวิจัยทางคลินิก ผู้เขียนคิดว่าเหตุปัจจัยในการทดลองในห้องปฏิบัติการต่างจากปัจจัยในช่องปากที่อาจมีการกระเจิงแสงของวัตถุรวมถึงสิ่งแวดล้อมคือมีน้ำลายที่อาจเป็นปัจจัยกวนได้ ผู้เขียนแนะนำว่าต้องออกแบบงานวิจัยที่ควบคุมปัจจัยเฉพาะ รวมถึงกำหนดระยะทางแบบสั้นที่แน่ชัดหรือให้เป็นไปแนวทางเดียวกัน หากกลุ่มตัวอย่างเพิ่มเติมเพื่อนำมาวิเคราะห์ต่อไป

การวิเคราะห์ห่อภิมาณแบ่งกลุ่มการวัดระยะทางแบบยาว สอดคล้องกับการทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบของ Manganio ในปี ค.ศ. 2017⁴ ที่สรุปผลว่าเครื่องสแกนมีความแม่นยำไม่เท่ากับการพิมพ์ปากแบบดั้งเดิม รวมถึงสอดคล้องการทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบของ Abduo ในปี ค.ศ. 2018¹⁹ ที่สรุปผลว่ากรณีการใช้เครื่องสแกนในช่องปากเพื่อจำลองทั้งขากรรไกรซึ่งมีขนาดใหญ่นั้นจะมีการเบี่ยงเบนได้มากกว่า ผู้เขียนแนะนำว่า การใช้เครื่องสแกนในช่องปากควรคำนึงถึงค่าความแม่นยำหากต้องสแกนในระยะทางยาวที่อาจแตกต่างจากการพิมพ์ปากแบบดั้งเดิม ดังนั้นทันตแพทย์ควรเลือกใช้งานการพิมพ์ปากอย่างเหมาะสม

การวิเคราะห์ห่อภิมาณแบ่งกลุ่มการวัดพื้นที่แบบสามมิติ โดยพื้นที่สามมิติเป็นการวัดผลของระยะทางแบบสองมิติแล้วเอามาคำนวณพื้นที่ผ่านโปรแกรมซึ่งควรมีความคาดเคลื่อนของสามมิติมากกว่าแนวสองมิติ แต่ในบทความที่คัดเข้ามาอาจเป็นผลการทดลองในห้องปฏิบัติการที่สามารถควบคุมปัจจัยรบกวนได้ รวมถึงโปรแกรมที่ใช้คำนวณและวิเคราะห์ข้อมูลในสามมิติได้โดยไม่ต้องใช้การคำนวณผ่านระยะทางสองมิติ ทำให้คลาดเคลื่อนน้อยลง ส่งผลให้ได้ค่าความแม่นยำของสองกลุ่มไม่แตกต่างกันในห้องปฏิบัติการ ซึ่งไม่สอดคล้องกับการวิเคราะห์ห่อภิมาณของ Papaspyridakos ในปี ค.ศ. 2020⁵ ว่าการสแกนภาพดิจิทัลผ่านเครื่องสแกนแสดงความแม่นยำสามมิติดีกว่าการพิมพ์รอยแบบดั้งเดิม แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่การวิเคราะห์ครั้งนี้ยังขาดข้อมูลจากงานวิจัยทางคลินิก ผู้เขียนแนะนำว่าในอนาคตอาจมีบทความที่ควบคุมปัจจัยกวนและนำมาวิเคราะห์เฉพาะข้อมูลของพื้นที่แบบสามมิติ

รวมถึงทันตแพทย์สามารถศึกษาโปรแกรมทางคอมพิวเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับพื้นที่สามมิติเพื่อให้เห็นภาพรวมของการพิมพ์ปากจากเครื่องสแกนในช่องปากมากขึ้น

การอภิปรายผลตาราง Summary of Findings (SoF)¹⁶ กล่าวได้ว่า ภาพรวมของค่าความแม่นยำ การพิมพ์ปากแบบดั้งเดิมมากกว่าเครื่องสแกนในช่องปาก แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คุณภาพหลักฐานระดับปานกลางคือ น่าเชื่อถือในระดับหนึ่งแต่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ ส่วนการแบ่งกลุ่มข้อมูลระยะทางแบบยาวสอดคล้องกับภาพรวม แต่การแบ่งกลุ่มข้อมูลระยะทางแบบสั้นและพื้นที่แบบสามมิติ การพิมพ์ปากแบบดั้งเดิมมีค่าความแม่นยำมากกว่าเครื่องสแกนในช่องปากโดยแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ระยะทางแบบสั้นคุณภาพหลักฐานต่ำ พื้นที่แบบสามมิติ คุณภาพหลักฐานปานกลาง อย่างไรก็ตามการวิเคราะห์ห่อหุ้ม ในครั้งนี้พบว่าจำนวนตัวอย่างและจำนวนการศึกษาที่อาจยังมีไม่มากพอ ร่วมกับข้อมูลยังขาดความเป็นเนื้อเดียวกันสูง จึงยังไม่สามารถหาข้อสรุปที่แน่นอนได้

เนื่องจากที่กล่าวไปข้างต้นว่าการศึกษาวิจัยรากฟันเทียม ทั้งรากฟันเทียมเดี่ยวหรือรากฟันเทียมหลายตำแหน่ง และสันเหงือกไร้ฟันทั้งปากยังไม่ได้มีการรวบรวมและนำมาวิเคราะห์ห่อหุ้มรวมกันอย่างแพร่หลาย แต่มีการศึกษาแยกกลุ่มกัน ซึ่งในปัจจุบันมีโครงการฟันเทียมรากฟันเทียมเฉลิมพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว เนื่องในโอกาสพระราชพิธีมหามงคลเฉลิมพระชนมพรรษา 72 พรรษา 28 กรกฎาคม 2567²⁰ ที่มีวัตถุประสงค์เพื่อแก้ปัญหาการสูญเสียฟันด้วยการใส่ฟันเทียมทดแทนในสันเหงือกไร้ฟันทั้งปากและรากฟันเทียมเพื่อรองรับ ผู้เขียนมีความเชื่อมั่นเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้นำความรู้จากการทบทวนวรรณกรรมและการวิเคราะห์ห่อหุ้ม ในครั้งนี้ไปใช้ประโยชน์ทางทันตกรรม รวมถึงการนำเทคโนโลยี

ในขั้นตอนการพิมพ์ปากอย่างเครื่องสแกนในช่องปากมาใช้ เพื่อส่งเสริมประสิทธิภาพ ถือเป็นจุดเริ่มต้นในการริเริ่มเพื่อต่อยอดการรักษาวิจัยต่อไป

สรุป

จากการทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบและการวิเคราะห์ห่อหุ้มครั้งนี้สรุปได้ว่าบนรากฟันเทียมในสันเหงือกไร้ฟันทั้งปากพบค่าความแม่นยำของการพิมพ์ปากแบบดั้งเดิมดีกว่าเครื่องสแกนในช่องปาก แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนการวิเคราะห์แบ่งกลุ่มความแม่นยำในกลุ่มระยะทางแบบสั้นและการวัดพื้นที่แบบสามมิติ พบว่าความแม่นยำของการพิมพ์ปากแบบดั้งเดิมดีกว่าเครื่องสแกนในช่องปาก แตกต่างแต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ อาจจะมีข้อโต้แย้งได้เนื่องจากข้อมูลขาดความเป็นเนื้อเดียวกันสูง รวมถึงหลักฐานที่มีอยู่ในปัจจุบันถือว่าไม่มากนักพอควรมีการวิจัยที่มีคุณภาพสูงต่อไป ทั้งนี้ในการทำงานทางทันตกรรมจำเป็นต้องใช้ความรู้จากขั้นตอนการพิมพ์ปาก เพื่อให้การทำงานมีประสิทธิภาพที่ดี ดังนั้นทันตแพทย์จึงจำเป็นต้องตั้งคำถามเพื่อเรียนรู้ต่อยอดการรักษาเพื่อประโยชน์สูงสุดของผู้ป่วยสืบไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ อ.พญ.ทพญ.กรรณิกา ชูเกียรติมน สำหรับคำแนะนำเรื่องการวิเคราะห์ผลทางสถิติและให้การปรึกษาเป็นอย่างดี รวมถึงขอขอบคุณสถาบันทันตกรรมกรมการแพทย์ ที่ให้การสนับสนุนสถานที่และทุนในการทำวิจัย ที่ทำให้งานวิจัยในครั้งนี้สามารถลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง (References)

1. Haidar ZS. Digital dentistry: past, present, and future. Digital Medicine and Healthcare Technology 2023;2:1-16.
2. Poopuangpairon Y, Chaoklaiwong B, Jia-mahasap W. The role of CaD-CaM Systems in oral rehabilitation: literature review and Case report. CM Dent J 2020;41(1):117-35.
3. Abigail Coutinho C, Hegde D, Shetty S, Iyer R, Priya A. Intraoral Scanners: A Narrative Review. Journal of Research in Dentistry 2020;8(1):1.
4. Mangano F, Gandolfi A, Luongo G, Logozzo S. Intraoral scanners in dentistry: a review of the current literature. BMC Oral Health 2017;17(1):149.

เอกสารอ้างอิง (References)

5. Papaspyridakos P, Vazouras K, Chen YW, Kotina E, Natto Z, Kang K, et al. Digital vs Conventional Implant Impressions: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Prosthodont* 2020;29(8):660-78.
6. Ma J, Zhang B, Song H, Wu D, Song T. Accuracy of digital implant impressions obtained using intraoral scanners: a systematic review and meta-analysis of in vivo studies. *Int J Implant Dent* 2023;9(1):48.
7. McGuinness LA, Higgins JPT. Risk-of-bias VISualization (robvis): An R package and Shiny web app for visualizing risk-of-bias assessments. *Res Synth Methods* 2021;12(1):55-61.
8. Moura RV, Kojima AN, Saraceni CHC, Bassolli L, Balducci I, Ozcan M, et al. Evaluation of the accuracy of conventional and digital impression techniques for implant restorations. *J Prosthodont* 2019;28(2):e530-e5.
9. Lyu M, Di P, Lin Y, Jiang X. Accuracy of impressions for multiple implants: A comparative study of digital and conventional techniques. *J Prosthet Dent* 2022;128(5):1017-23.
10. Shaikh M, Lakha T, Kheur S, Qamri B, Kheur M. Do digital impressions have a greater accuracy for full-arch implant-supported reconstructions compared to conventional impressions? An in vitro study. *J Indian Prosthodont Soc* 2022;22(4):398-404.
11. Amin S, Weber HP, Finkelman M, El Rafie K, Kudara Y, Papaspyridakos P. Digital vs. conventional full-arch implant impressions: a comparative study. *Clin Oral Implants Res* 2017;28(11):1360-7.
12. Ma B, Yue X, Sun Y, Peng L, Geng W. Accuracy of photogrammetry, intraoral scanning, and conventional impression techniques for complete-arch implant rehabilitation: an in vitro comparative study. *BMC Oral Health* 2021;21(1):636.
13. Chinwongs A, Serichetapongse P. Comparison of the 3D accuracy between digital and conventional impressions in full arch multi-unit implants at implant and abutment levels: An in-vitro Study. *J Dent Assoc Thai* 2022;72(3):467-77.
14. Drancourt N, Auduc C, Mouget A, Mouminoux J, Auroy P, Veyrune JL, et al. Accuracy of conventional and digital impressions for full-arch implant-supported prostheses: an in vitro study. *J Pers Med* 2023;13(5):832.
15. Marshaha NJ, Azhari AA, Assery MK, Ahmed WM. Evaluation of the trueness and precision of conventional impressions versus digital scans for the all-on-four treatment in the maxillary arch: an in vitro study. *J Prosthodont* 2024;33(2):171-9.
16. Collaboration. TS. SURE Guides for Preparing and Using Evidence-Based Policy Briefs. Version 2.1. 2011 [cited 2024 Jul]. Available from: www.evipnet.org/sure.
17. Albanchez-Gonzalez MI, Brinkmann JC, Pelaez-Rico J, Lopez-Suarez C, Rodriguez-Alonso V, Suarez-Garcia MJ. Accuracy of digital dental implants impression taking with intraoral scanners compared with conventional impression techniques: a systematic review of in vitro studies. *Int J Environ Res Public Health* 2022;19(4):2026.
18. Posritong S, Chukiatmun K. Accuracy of intraoral scanners compare with conventional impression techniques in vivo study: a systematic review and meta-analysis. *J DMS* 2020;46(2):121-31.
19. Abduo J, Elseyoufi M. Accuracy of intraoral scanners: a systematic review of influencing factors. *Eur J Prosthodont Restor Dent* 2018;26(3):101-21.
20. Department of Health, Ministry of Public Health. Denture and Dental implant project commemorate His Majesty the King's 6th Cycle, 72nd Birthday Anniversary on 28 July 2024. [Internet]. [cited 2025 April]. Available from: <https://doc.anamai.moph.go.th/index.php?r=str-project/view&id=6419#>.