

# อิทธิพลของวัสดุหลักยึดรากเทียมที่มีต่อสีของเซรามิก: การทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบและการสังเคราะห์เชิงพรรณนา

วิกิตา อัครเอกจิตต์<sup>1\*</sup> รัชภาส พาณิชชัตรา<sup>1</sup>

## บทคัดย่อ

**จุดประสงค์:** เพื่อทบทวนและสังเคราะห์หลักฐานจากงานวิจัยเกี่ยวกับอิทธิพลของวัสดุหลักยึดรากเทียมและชนิดของเซรามิกที่มีต่อผลลัพธ์สีของเซรามิก รวมถึงปัจจัยร่วมอื่นที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ความหนาของเซรามิกและชนิดของซีเมนต์ยึด

**วิธีการศึกษา:** การศึกษานี้เป็นการทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบ โดยสังเคราะห์หลักฐานเชิงพรรณนาจากงานวิจัยเชิงทดลองในห้องปฏิบัติการที่เกี่ยวข้อง ซึ่งสืบค้นจากฐานข้อมูลวิชาการโดยใช้คำสำคัญร่วมกับตัวดำเนินการเชิงตรรกะ คัดเลือกตามเกณฑ์การคัดเลือกที่กำหนด ประเมินคุณภาพงานวิจัย และนำข้อมูลมาวิเคราะห์เพื่อประเมินอิทธิพลของปัจจัยต่าง ๆ

**ผลการศึกษา:** จากงานวิจัยที่ผ่านเกณฑ์การคัดเลือกจำนวน 5 ฉบับ พบว่าวัสดุหลักยึดประเภทเซรามิก เช่น เซอร์โคเนีย มีแนวโน้มให้ค่าความแตกต่างของสีของเซรามิก ( $\Delta E$ ) น้อยกว่าโลหะ เช่น ไทเทเนียม โดยในวัสดุชนิดเดียวกันพบว่า เซอร์โคเนียสีเหลืองมีแนวโน้มให้ค่า  $\Delta E$  ต่ำกว่าเซอร์โคเนียสีขาว และอะโนโดซ์ไทเทเนียมสีเหลืองให้ค่า  $\Delta E$  ต่ำกว่าไทเทเนียมปกติ สำหรับชนิดของเซรามิกพบว่าเซรามิกประเภทที่มีความโปร่งแสงสูง เช่น ลิเทียมไดซิลิเกต มีแนวโน้มให้ค่า  $\Delta E$  สูงกว่าเซรามิกที่มีความทึบแสงสูงกว่า เช่น เซอร์โคเนียและระบบเซรามิกแบบสองชั้น นอกจากนี้ การเพิ่มความหนาของเซรามิกมีแนวโน้มลดค่า  $\Delta E$  ลงอย่างต่อเนื่อง ซึ่งสัมพันธ์กับความโปร่งแสงที่ลดลงของวัสดุ ในส่วนของซีเมนต์ยึด พบว่าซีเมนต์ยึดชนิดทึบแสงมีแนวโน้มช่วยลดค่า  $\Delta E$  บนพื้นผิวรองรับสีเข้ม ขณะที่ซีเมนต์ยึดชนิดโปร่งแสงให้ผลลัพธ์สีที่ดีกว่าบนพื้นผิวรองรับสีอ่อน

**สรุปผล:** ผลลัพธ์สีของเซรามิกได้รับอิทธิพลจากหลายปัจจัย ได้แก่ ชนิดของวัสดุหลักยึด ชนิดของเซรามิก รวมถึงความหนาของเซรามิกและชนิดของซีเมนต์ยึด ซึ่งปัจจัยเหล่านี้มีปฏิสัมพันธ์กันผ่านกลไกทางแสง ดังนั้น การเลือกใช้วัสดุสำหรับงานบูรณะควรพิจารณาปัจจัยดังกล่าวร่วมกันเพื่อให้ได้ผลลัพธ์สีที่เหมาะสมทางคลินิก

**คำสำคัญ:** วัสดุหลักยึด ลิเทียมไดซิลิเกต เซอร์โคเนีย ความแตกต่างของสี

วันที่รับ: 28 มกราคม 2569

วันที่แก้ไข: 27 กุมภาพันธ์ 2569

วันที่ตอบรับ: 17 มีนาคม 2569

<sup>1</sup>คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยกรุงเทพมหานคร กรุงเทพมหานคร 10170  
(\*ผู้ติดต่อบทความ)

# Influence of Implant Abutment Materials on the Color of Ceramic: A Systematic Review and Narrative Synthesis

Withita Acaraekjit<sup>1\*</sup> Rajapas Panichuttra<sup>2</sup>

## Abstract

**Objective:** To review and synthesize evidence from the literature regarding the influence of implant abutment materials and ceramic types on the color outcomes of dental ceramics, including associated factors such as ceramic thickness and luting cement type.

**Methods:** This study was conducted as a systematic review with narrative synthesis of relevant in vitro experimental studies. Academic databases were searched using predefined keywords and Boolean operators. Eligible studies were selected according to established inclusion criteria, their methodological quality was assessed, and the extracted data were analyzed to evaluate the influence of the investigated factors.

**Results:** Five studies met the inclusion criteria. Ceramic abutment materials, such as zirconia, generally exhibited lower color difference ( $\Delta E$ ) values than metallic abutments, such as titanium. Within the same material category, yellow-shaded zirconia tended to produce lower  $\Delta E$  values than white zirconia, and yellow-anodized titanium showed more favorable color outcomes than conventional titanium. Ceramic types classified as highly translucent, such as lithium disilicate, tended to show higher  $\Delta E$  values than more opaque ceramics, including zirconia and bilayered ceramic system. Increasing ceramic thickness was associated with a reduction in  $\Delta E$  values. Opaque luting cements tended to reduce  $\Delta E$  values on dark-colored substrates, whereas translucent luting cements produced more favorable color outcomes on light-colored substrates.

**Conclusion:** The color outcomes of dental ceramics are influenced by multiple interacting factors, including implant abutment material, ceramic type, ceramic thickness, and luting cement type. Therefore, material selection for prosthetic restorations should consider these factors collectively to achieve optimal clinical color outcomes.

**Keywords:** Abutment material, Lithium disilicate, Zirconia, Color difference

Received Date: Jan 28, 2026

Revised Date: Feb 27, 2026

Accepted Date: 17 Mar, 2026

<sup>1</sup>Faculty of Dentistry, Bangkok Thonburi University, Bangkok, 10170, Thailand.

(\* = corresponding author)

## บทนำ (Introduction)

รากเทียม (dental implant) เป็นวิธีการรักษาเพื่อทดแทนฟันที่สูญเสียไป ซึ่งสามารถฟื้นฟูประสิทธิภาพการบดเคี้ยวและความสวยงามได้ใกล้เคียงกับฟันธรรมชาติ อีกทั้งให้ผลสำเร็จที่ดีในระยะยาว (1) อย่างไรก็ตาม การบูรณะบริเวณฟันหน้าที่ต้องการความสวยงามสูง ยังคงเป็นเรื่องท้าทาย เนื่องจากโครงสร้างของรากเทียมประกอบด้วยหลักยึด (abutment) และครอบฟันเซรามิก ซึ่งคุณสมบัติการส่งผ่านแสงของเซรามิก อาจทำให้สีของโครงสร้างภายในส่งผลกระทบต่อสีที่ปรากฏของครอบฟันได้ (2)

โดยทั่วไป หลักยึดรากเทียมมักผลิตจากไทเทเนียม (titanium) ซึ่งมีความแข็งแรงและความเข้ากันได้ทางชีวภาพสูง แต่สีเทาเข้มของไทเทเนียมอาจส่งผลกระทบต่อความสวยงามของครอบฟันเซรามิกที่มีความโปร่งแสง เพื่อแก้ไขข้อจำกัดดังกล่าว จึงมีการพัฒนาหลักยึดจากวัสดุทางเลือก เช่น เซอร์โคเนีย (zirconia) ซึ่งนิยมใช้ในรูปแบบหลักยึดไฮบริด (hybrid abutment) ที่ประกอบด้วยฐานไทเทเนียมและโครงแกนเซรามิก เพื่อลดอิทธิพลจากสีของโครงสร้างภายใน (3,4)

นอกจากชนิดของวัสดุหลักยึดแล้ว ชนิดของเซรามิกที่ใช้ทำครอบฟันยังมีบทบาทสำคัญต่อผลลัพธ์ด้านสี เนื่องจากเซรามิกแต่ละชนิดมีคุณสมบัติทางแสงแตกต่างกัน โดยเซรามิกที่มีความโปร่งแสงสูง เช่น ลิเทียมไดซิลิเกต (lithium disilicate) อาจได้รับอิทธิพลจากสีของโครงสร้างภายในได้มากกว่าเซรามิกที่มีความทึบแสงสูง เช่น เซอร์โคเนีย (zirconia) (5,6) นอกจากนี้ ความหนาของเซรามิกและชนิดของซีเมนต์ยึด (luting cement) ยังได้รับรายงานว่ามีส่วนเกี่ยวข้องกับความสามารถในการปกปิดสีพื้นหลังของครอบฟัน (2,7)

ในการประเมินอิทธิพลของปัจจัยดังกล่าวต่อผลลัพธ์ด้านสีอย่างเป็นระบบ มักใช้ค่าความแตกต่างของสี ( $\Delta E$ ) ตามระบบ CIELAB ( $\Delta E^*ab$ ) หรือ CIEDE2000 ( $\Delta E_{00}$ ) เป็นตัวชี้วัดเชิงปริมาณ โดยมีการเสนอเกณฑ์การรับรู้สี (perceptibility threshold) และเกณฑ์การยอมรับสี (acceptability threshold) เพื่อใช้ตีความความแตกต่างที่วัดได้ในบริบททางคลินิก

แม้ว่าจะมีงานวิจัยหลายฉบับรายงานถึงอิทธิพลของวัสดุหลักยึดรากเทียมต่อสีที่ปรากฏของเซรามิก (2,7-10) แต่หลักฐานที่มีอยู่ยังมีความหลากหลายและกระจัดกระจาย ทำให้ยากต่อการสังเคราะห์เป็นแนวทางเชิงคลินิกที่ชัดเจน ดังนั้น การศึกษาที่จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินอิทธิพลของวัสดุหลักยึดรากเทียมและชนิดของเซรามิกต่อความแตกต่างของสีของเซรามิก โดยใช้ค่า  $\Delta E$  เป็นตัวชี้วัดผลลัพธ์ รวมถึงวิเคราะห์อิทธิพลของความหนาของเซรามิกและชนิดของซีเมนต์ยึดในฐานะปัจจัยร่วมเมื่อมีข้อมูลรายงาน เพื่อใช้เป็นแนวทางในการเลือกวัสดุสำหรับงานบูรณะบนรากเทียม โดยเฉพาะในบริเวณฟันหน้าที่สำคัญด้านความสวยงาม

## วิธีดำเนินการ (Methods)

การศึกษานี้เป็นการทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบและการสังเคราะห์เชิงพรรณนา (systematic review and narrative synthesis) ของงานวิจัยเชิงทดลองในห้องปฏิบัติการ (in vitro studies) โดยรายงานผลตามแนวทาง Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) ฉบับปี ค.ศ. 2020

### กลยุทธ์การสืบค้นวรรณกรรม

การสืบค้นวรรณกรรมดำเนินการจากฐานข้อมูล PubMed และ ScienceDirect เป็นหลัก และใช้ Google Scholar สำหรับการสืบค้นเพิ่มเติม โดยใช้คำสำคัญร่วมกับตัวดำเนินการเชิงตรรกะ (AND, OR) ครอบคลุมแนวคิดหลัก ได้แก่ วัสดุหลักยึดรากเทียม ชนิดของเซรามิก และการประเมินความแตกต่างของสี การสืบค้นจำกัดเฉพาะชื่อเรื่องและบทคัดย่อ และรวมเฉพาะบทความวิจัยต้นฉบับ

### เกณฑ์การคัดเลือก

งานวิจัยที่รวมต้องเป็นการศึกษาเชิงทดลองในห้องปฏิบัติการที่ประเมินอิทธิพลของวัสดุหลักยึดรากเทียมต่อความแตกต่างของสีของเซรามิก โดยใช้แบบจำลองแผ่นฟันผิวรองรับร่วมกับแผ่นเซรามิกที่สามารถควบคุมความหนาได้ มีการเปรียบเทียบวัสดุหลักยึดมากกว่าหนึ่งชนิด ใช้เซรามิกชนิดลิเทียมไดซิลิเกตและ/หรือ

เซอร์โคเนีย วัดค่าสีด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (spectrophotometer) รายงานผลเชิงปริมาณในรูปแบบค่าความแตกต่างของสี ( $\Delta E$ ) และตีพิมพ์เป็นภาษาอังกฤษในวารสารนานาชาติระหว่างปี ค.ศ. 2010–2025 โดยจำกัดเฉพาะวารสารระดับ Q1 ตามฐานข้อมูล Journal Citation Reports หรือ Scimago Journal Rank เพื่อกำหนดมาตรฐานขั้นต่ำด้านการรายงานและกระบวนการกลั่นกรองบทความ ทั้งนี้ ข้อกำหนดดังกล่าวมิได้ใช้เป็นเกณฑ์ประเมินคุณภาพงานวิจัยรายเรื่อง แต่เป็นเงื่อนไขการคัดเลือกเพื่อกำหนดขอบเขตของการสังเคราะห์งานวิจัยจะถูกคัดออกหากเป็นงานวิจัยประเภทอื่น ใช้แบบจำลองครอบฟันทั้งซี่ ใช้การเร่งอายุแบบเทียมของวัสดุ (artificial aging) ไม่สามารถเข้าถึงบทความฉบับเต็มได้หรือไม่เป็นไปตามเงื่อนไขที่กำหนด

#### **การคัดเลือกงานวิจัยและการดึงข้อมูล**

ดำเนินการโดยผู้วิจัยหนึ่งคน และตรวจทานความถูกต้องซ้ำโดยผู้วิจัยอีกรายหนึ่ง

#### **การประเมินคุณภาพและความเสี่ยงต่ออคติ**

การประเมินคุณภาพดำเนินการโดยใช้แบบตรวจสอบที่ดัดแปลงจาก QUIN tool (11) ซึ่งออกแบบสำหรับงานวิจัยเชิงทดลองในห้องปฏิบัติการทางทันตกรรม ร่วมกับเกณฑ์ที่กำหนดในตารางที่ 1 โดยรายงานผลในลักษณะเชิงพรรณนาโดยไม่สรุปเป็นคะแนนรวมหรือจัดระดับความเสี่ยง เนื่องจากเกณฑ์การประเมินประกอบด้วยหลายองค์ประกอบย่อยที่สะท้อนคุณภาพเชิงระเบียบวิธีในแต่ละด้าน (12) การประเมินคุณภาพมุ่งเน้นความเพียงพอขั้นต่ำของระเบียบวิธีต่อการตีความผลลัพธ์เพื่อสนับสนุนการประเมินความแข็งแกร่งของผลการสังเคราะห์โดยรวม (robustness of the synthesis) ตามแนวคิดของ Popay และคณะ (13)

#### **การวิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูล**

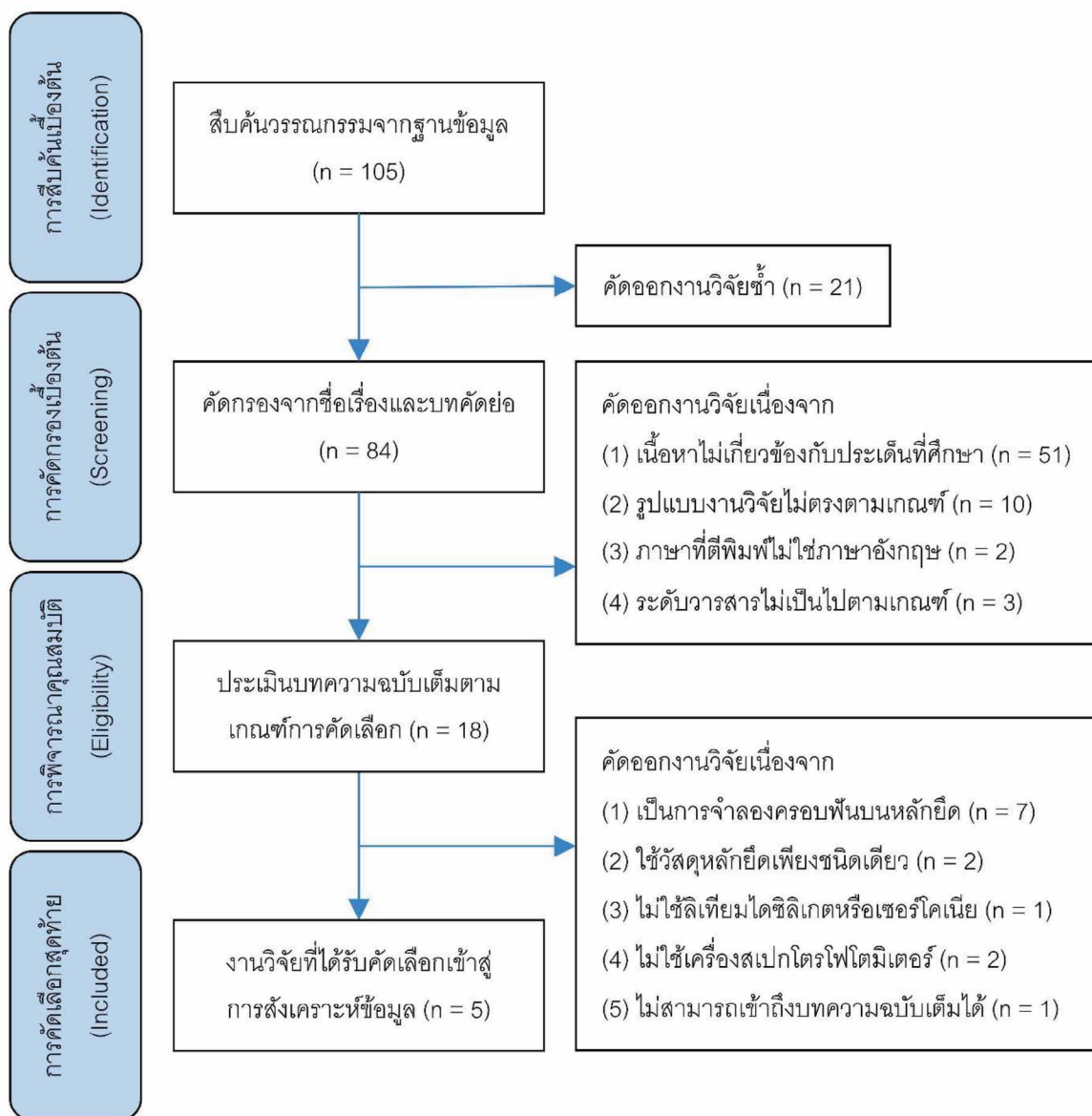
การวิเคราะห์ข้อมูลใช้การสังเคราะห์เชิงพรรณนา เนื่องจากข้อมูลไม่เหมาะสมต่อการวิเคราะห์เชิงปริมาณ โดยผลการศึกษาก็ถูกจัดกลุ่มตามประเด็นหลัก ได้แก่ อิทธิพลของวัสดุหลักยึดรากเทียม ชนิดของเซรามิก และปัจจัยร่วมที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ความหนาของเซรามิกและชนิดของซีเมนต์ยึด และนำเสนอในรูปแบบตารางสรุปประกอบการอภิปรายเชิงวิเคราะห์

ตารางที่ 1 แสดงเกณฑ์และคำอธิบายการพิจารณาคุณภาพงานวิจัย (ดัดแปลงจาก QUIN tool)

Table 1. Criteria and description for study quality assessment (adapted from the QUIN Tool).

ลำดับ	เกณฑ์การประเมินคุณภาพ	คำอธิบายการพิจารณา
1	การระบุวัตถุประสงค์ของการศึกษา	พิจารณาการระบุวัตถุประสงค์หรือสมมติฐานของการศึกษาอย่างชัดเจนและสอดคล้องกับการออกแบบการทดลอง
2	การคำนวณขนาดตัวอย่าง	พิจารณาการรายงานการคำนวณหรือเหตุผลในการกำหนดขนาดตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง
3	กระบวนการสุ่ม	พิจารณาการรายงานขั้นตอนการสุ่มหรือการจัดกลุ่มตัวอย่างอย่างเหมาะสม
4	การควบคุมความหนาและความเรียบของชิ้นงาน	พิจารณาการควบคุมและการรายงานความหนาและความเรียบของแผ่นเซรามิกและพื้นผิวรองรับที่ใช้ในการทดลอง
5	การควบคุมกระบวนการยึดติดและช่องว่างระหว่างชิ้นงาน	พิจารณาการควบคุมและรายงานกระบวนการยึดติด รวมถึงความหนาหรือช่องว่างของชั้นยึดติด
6	การรายงานรายละเอียดของวัสดุ	พิจารณาความครบถ้วนของการรายงานชนิดวัสดุ แหล่งผลิต และข้อมูลที่เป็นต่อการทำซ้ำการทดลอง
7	การรายงานเครื่องมือวัดค่าสีและการตั้งค่า	พิจารณาการรายงานรุ่นเครื่องมือวัดค่าสี การสอบเทียบ และการตั้งค่าพารามิเตอร์การวัดที่สำคัญ
8	การควบคุมสภาวะพื้นหลังในการวัดค่าสี	พิจารณาการควบคุมหรือรายงานลักษณะของพื้นหลังหรือวัสดุรองรับที่ใช้ในการวัดค่าสี
9	ความเหมาะสมของวิธีการวัดค่าสี	พิจารณาความเหมาะสมของวิธีการวัดค่าสี เช่น ตำแหน่งการวัด การวัดซ้ำ หรือการควบคุมผู้วัด
10	คุณภาพการรายงานค่า $\Delta E$ และเกณฑ์การประเมิน	พิจารณาการระบุชนิดของค่าความแตกต่างของสี ( $\Delta E^*ab$ หรือ $\Delta E_{00}$ ) และเกณฑ์การตีความผล
11	ความเหมาะสมของการวิเคราะห์ทางสถิติ	พิจารณาการเลือกใช้วิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่เหมาะสมกับรูปแบบข้อมูลและวัตถุประสงค์ของการศึกษา
12	ความครบถ้วนของการรายงานผล	พิจารณาการรายงานผลลัพธ์อย่างครบถ้วน ชัดเจน และสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการศึกษา

**ผลการศึกษา (Results)**



**รูปที่ 1 แสดงขั้นตอนการคัดเลือกบทความวิจัย**  
**Fig. 1 Flow diagram for the systematic review.**

จากการสืบค้นวรรณกรรมพบงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งหมด 105 ฉบับ หลังการคัดกรองตามขั้นตอนโดยใช้เกณฑ์ที่กำหนดดังแสดงในรูปที่ 1 พบว่า มีงานวิจัยจำนวน 5 ฉบับที่ผ่านเกณฑ์และถูกรวมในการวิเคราะห์

โดยลักษณะสำคัญและผลลัพธ์หลักของการศึกษาแต่ละฉบับแสดงไว้ในตารางที่ 2 และตารางที่ 3 ตามลำดับ

## ตารางที่ 2 แสดงลักษณะของงานวิจัยที่รวมในการศึกษา

Table 2 Characteristics of the included studies.

ผู้วิจัย	วัสดุหลักยึด	แบรนด์และชนิดเซรามิก	ความหนาเซรามิก	วัสดุคั่นกลาง	กลุ่มควบคุม	พารามิเตอร์
Dede et al. (2016) (8)	- Titanium - Gold-Pd - Zirconia, A2	- IPS e.max Press HT, MO (lithium disilicate) - VITA In-Ceram Alumina (glass-infiltrated alumina) - ICE Zirko (zirconia 3Y-TZP)	1.5 mm	Resin cement, A2	Ceramic on A2 resin composite	$\Delta E_{00}$ (1.30, 2.25)
Jirajariyavej et al. (2018) (10)	- Titanium - White zirconia - Yellow zirconia	- IPS e.max CAD HT (lithium disilicate) - IPS Empress CAD HT (leucite-reinforced) - VITA Suprinity PC HT (zirconia-reinforced lithium silicate)	- 1.5 mm - 2.0 mm - 2.5 mm	Glycerin	Ceramic blocks	$\Delta E^*_{ab}$ (3)
Tabatabaian et al. (2019) (7)	- Titanium - Zirconia, A3 - Ni-Cr	- Vita YZ T (zirconia 3Y-TZP) - Vita VM9 Base Dentine (felspathic)	- Coping 0.4 mm, 0.6 mm, 0.8 mm - Veneer 0.8 mm, 1.0 mm, 1.2 mm	No inter-mediate	A2 shade tab	$\Delta E^*_{ab}$ (2.6)
Farrag et al. (2022) (9)	- Titanium - Yellow anodized titanium	IPS e.max CAD HT	- 1.0 mm - 1.5 mm - 2.0 mm	Resin cement, translucent	Lithium disilicate block	$\Delta E_{00}$ (0.8, 1.8)
Soares et al. (2022) (2)	- Titanium - White zirconia - Lithium disilicate, A1 - PEEK	- IPS e.max CAD HT, MT, LT (lithium disilicate) - IPS e.max ZirCAD MO (zirconia 3Y-TZP) - IPS e.max Ceram (fluoroapatite-based) - Prettau Anterior (zirconia 5Y-TZP)	- 1.5 mm - 2.5 mm	- Evaluation paste, translucent - Evaluation paste, opaque	Ceramic on A1 zirconia with translucent paste	$-\Delta E_{00}$ (0.81, 1.77) TP00

ค่าที่แสดงในวงเล็บในคอลัมน์พารามิเตอร์หมายถึงเกณฑ์การรับรู้ความแตกต่างของสี (perceptibility threshold) และ/หรือเกณฑ์การยอมรับได้ (acceptability threshold) ในแต่ละการศึกษา ทั้งนี้ไม่ใช่ทุกการศึกษาที่รายงานเกณฑ์ทั้งสองค่า

ตารางที่ 3 แสดงผลลัพธ์สำคัญของงานวิจัยที่รวมในการศึกษา

Table 3 Key findings of the included studies.

ผู้วิจัย	ปัจจัยหลัก	ผลลัพธ์สำคัญ
Dede et al. (2016) (8)	- ชนิดวัสดุหลักยึด - ชนิดเซรามิก	- เซรามิกทุกชนิดบนพื้นผิวรองรับเซอร์โคเนียให้ค่าความแตกต่างของสีต่ำที่สุด - ลิเทียมโดซิลิเกตให้ค่า $\Delta E_{00}$ สูงกว่าเซอร์โคเนียอย่างชัดเจนบนพื้นผิวรองรับไทเทเนียมและโลหะผสมทอง-แพลเลเดียม (gold-palladium alloy)
Jirajariyavej et al. (2018) (10)	- ชนิดวัสดุหลักยึด - ชนิดเซรามิก - ความหนาเซรามิก	- พื้นผิวรองรับเซอร์โคเนียสีเหลืองอ่อนมีแนวโน้มให้ค่า $\Delta E^*ab$ ต่ำกว่าเซอร์โคเนียสีขาวและไทเทเนียม - ลิเทียมซิลิเกตเสริมด้วยเซอร์โคเนียมีแนวโน้มให้ค่า $\Delta E^*ab$ ต่ำกว่ากลาสเมทริกซ์เซรามิกชนิดอื่นบนพื้นผิวรองรับไทเทเนียม
Tabatabaian et al. (2019) (7)	- ชนิดวัสดุหลักยึด - ความหนาเซรามิก	- การเพิ่มความหนาของทั้งชั้นโครงแกนและชั้นเคลือบผิวของระบบเซรามิกแบบสองชั้นช่วยลดค่า $\Delta E^*ab$ บนพื้นผิวรองรับทั้งเซรามิกและโลหะ
Farrag et al. (2022) (9)	- ชนิดวัสดุหลักยึด - ความหนาเซรามิก	- ลิเทียมโดซิลิเกตบนพื้นผิวรองรับอะโนไดซ์ไทเทเนียมสีเหลืองให้ค่า $\Delta E_{00}$ ต่ำกว่าไทเทเนียมปกติ - การเพิ่มความหนาของเซรามิกสัมพันธ์กับการลดลงของค่า $\Delta E_{00}$ บนพื้นผิวรองรับโลหะ
Soares et al. (2022) (2)	- ชนิดวัสดุหลักยึด - ชนิดเซรามิก - ความหนาเซรามิก - ชนิดซีเมนต์ยึด	- เซรามิกแบบสองชั้นมีแนวโน้มให้ค่า $\Delta E_{00}$ ต่ำที่สุดบนทุกพื้นผิวรองรับ - เซอร์โคเนียชนิดโปร่งแสงสูง มีแนวโน้มให้ค่า $\Delta E_{00}$ ต่ำกว่าลิเทียมโดซิลิเกตเมื่อความหนาเพิ่มขึ้น - ซีเมนต์ยึดชนิดทึบแสงมีแนวโน้มช่วยลดค่า $\Delta E_{00}$ บนพื้นผิวไทเทเนียมและ PEEK แต่เพิ่มค่า $\Delta E_{00}$ บนพื้นผิวรองรับเซรามิก - การเปลี่ยนแปลงความโปร่งแสงสอดคล้องกับแนวโน้มค่า $\Delta E_{00}$

**อิทธิพลของวัสดุหลักยึดรากเทียม**

งานวิจัยที่ศึกษาเปรียบเทียบพื้นผิวรองรับโลหะและเซรามิกโดยตรงทั้งหมดรายงานผลสอดคล้องกันว่าพื้นผิวรองรับไทเทเนียมซึ่งมีสีเข้มมีแนวโน้มทำให้เซรามิกมีค่า  $\Delta E$  สูงกว่าพื้นผิวรองรับเซอร์โคเนียที่มีสีอ่อนกว่า (2,7,8,10) อย่างไรก็ตาม มีเพียงงานของ Dede และคณะ (8) ที่รายงานความแตกต่างดังกล่าวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้ Farrag และคณะ (9) แสดงให้เห็นว่าการปรับสภาพผิวของไทเทเนียมด้วยกระบวนการอะโนไดซ์ (anodization) ให้เป็นสีเหลืองซึ่งช่วยลดความเข้มของสีพื้นผิวสามารถลดค่าความแตกต่างของสีของลิเทียม

โดซิลิเกตลงได้อย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับไทเทเนียมปกติ

ในกลุ่มพื้นผิวรองรับชนิดเซรามิก Jirajariyavej และคณะ (10) รายงานว่า การใช้พื้นผิวรองรับเซอร์โคเนียสีเหลืองอ่อนมีแนวโน้มให้ค่า  $\Delta E$  ต่ำกว่าเซอร์โคเนียสีขาวขณะที่ Soares และคณะ (2) พบว่าพื้นผิวรองรับที่ทำจากลิเทียมโดซิลิเกตให้ผลลัพธ์สีในทิศทางใกล้เคียงกับเซอร์โคเนีย นอกจากนี้ยังรายงานที่พื้นผิวรองรับที่มีสีขาวทึบ เช่น โพลีเอเทอร์อีเทอร์คีโตน (polyetheretherketone: PEEK) สามารถส่งผลให้เซรามิกมีค่า  $\Delta E$  สูงในระดับใกล้เคียงกับไทเทเนียม

### อิทธิพลของชนิดเซรามิก

งานวิจัยที่เปรียบเทียบเซรามิกหลายชนิด รายงานสอดคล้องกันว่า ชนิดของเซรามิกมีอิทธิพลต่อผลลัพธ์ของเซรามิก (2,8,10) โดยรวมพบว่า เซรามิกหรือระบบเซรามิกที่ให้ค่า  $\Delta E$  ต่ำกว่าเมื่อเปรียบเทียบเชิงสัมพัทธ์ ได้แก่ เซอร์โคเนีย กลาสอินฟิวเตรทอะลูมินา (glass-infiltrated alumina) และระบบเซรามิกแบบสองชั้น (bilayered ceramic system) ในขณะที่ลิเทียมไดซิลิเกตมีแนวโน้มให้ค่า  $\Delta E$  สูงกว่า โดยเฉพาะเมื่อวางบนพื้นผิวรองรับที่ให้ค่า  $\Delta E$  สูง เช่น โทเทเนียมและ PEEK (2,8)

ในงานของ Soares และคณะ (2) รายงานว่า แม้เซอร์โคเนียชนิดโปร่งแสงสูง (high-translucency zirconia) จะให้ค่า  $\Delta E$  ใกล้เคียงกับลิเทียมไดซิลิเกต บางกลุ่มที่ความหนาแน่นน้อย แต่เมื่อความหนาแน่นเพิ่มขึ้น เซอร์โคเนียชนิดโปร่งแสงสูงกลับให้ค่า  $\Delta E$  ต่ำกว่าอย่างชัดเจนและสม่ำเสมอในทุกพื้นผิวรองรับที่ศึกษา

นอกจากนี้ ในกลุ่มกลาสเมทริกซ์เซรามิก (glass-matrix ceramic) Jirajariyavej และคณะ (10) รายงานว่า ลิเทียมซิลิเกตเสริมด้วยเซอร์โคเนีย (zirconia-reinforced lithium silicate) มีแนวโน้มให้ค่า  $\Delta E$  ต่ำกว่ากลาสเมทริกซ์เซรามิกชนิดอื่นอย่างสม่ำเสมอบนพื้นผิวรองรับโทเทเนียม

### อิทธิพลของปัจจัยร่วมที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสี

**ความหนาของเซรามิก:** งานวิจัยที่ใช้เซรามิกหลายระดับความหนารายงานสอดคล้องกันว่า ความหนาของเซรามิกมีอิทธิพลต่อค่าความแตกต่างของสี (2,7,9,10) โดยการเพิ่มความหนาของเซรามิกสัมพันธ์กับการลดลงของค่า  $\Delta E$  ซึ่งสะท้อนถึงความสามารถในการปกปิดสีพื้นผิวรองรับที่ดีขึ้น ทั้งในกลาสเมทริกซ์เซรามิก เซอร์โคเนีย รวมถึงระบบเซรามิกแบบสองชั้น

ค่าความโปร่งแสง (translucency Parameter: TP) เป็นตัวแปรที่สะท้อนความสามารถในการส่งผ่านแสงของเซรามิก โดยมีเพียงงานของ Soares และคณะ (2) เท่านั้นที่รายงานค่านี้ ซึ่งพบว่า การลดลงของค่า  $\Delta E$  มีความสัมพันธ์กับการลดลงของค่า TP เมื่อความหนาของเซรามิกเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะในเซอร์โคเนียชนิดโปร่งแสงสูงที่แสดงการลดลงของค่า TP และค่า  $\Delta E$  อย่างชัดเจน

ขณะที่ลิเทียมไดซิลิเกตชนิดโปร่งแสงสูงมีค่า TP และค่า  $\Delta E$  สูงกว่าวัสดุอื่นในทุกระดับความหนา

ทั้งนี้ สำหรับกลุ่มกลาสเมทริกซ์เซรามิก งานวิจัยส่วนใหญ่พบว่า แม้การเพิ่มความหนาของเซรามิกทำให้ค่า  $\Delta E$  มีแนวโน้มลดลง แต่ผลลัพธ์ที่อยู่ในระดับยอมรับได้ตามเกณฑ์ของการศึกษามักจำกัดอยู่เฉพาะบนพื้นผิวรองรับเซรามิกและโลหะที่มีโทนสีเหลือง (2,9,10)

### ชนิดซีเมนต์ยึด: งานของ Soares และคณะ (2)

เป็นการศึกษาเดี่ยวที่ประเมินอิทธิพลของชนิดซีเมนต์ยึดต่อผลลัพธ์ของเซรามิกและพบว่า มีอิทธิพลต่อค่าความแตกต่างของสีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยซีเมนต์ยึดชนิดทึบแสง (opaque) มีแนวโน้มช่วยลดค่า  $\Delta E$  ได้ดีกว่าซีเมนต์ยึดชนิดโปร่งแสง (translucent) เฉดสี A1 บนพื้นผิวรองรับที่ให้ค่า  $\Delta E$  สูง เช่น โทเทเนียมและ PEEK ในทางกลับกัน บนพื้นผิวรองรับสีอ่อน เช่น เซอร์โคเนียสีขาว การใช้ซีเมนต์ยึดชนิดโปร่งแสงเฉดสี A1 ให้ผลลัพธ์ที่ดีกว่า โดยเฉพาะในกรณีของเซรามิกที่มีความโปร่งแสงสูง ทั้งนี้ อิทธิพลของชนิดซีเมนต์ยึดต่อผลลัพธ์สีมีแนวโน้มลดลงเมื่อความหนาของเซรามิกเพิ่มขึ้น

### การประเมินคุณภาพและความเสี่ยงต่ออคติของงานวิจัยที่รวมอยู่ในการศึกษา

งานวิจัยที่รวมอยู่มีคุณภาพเชิงระเบียบวิธีในระดับที่เพียงพอต่อการตีความผลลัพธ์หลัก โดยทุกการศึกษามีการรายงานองค์ประกอบสำคัญที่จำเป็นต่อการสังเคราะห์เชิงพรรณนา ได้แก่ ชนิดวัสดุที่ศึกษา ความหนาของเซรามิก และค่าความแตกต่างของสีในรูปแบบเชิงปริมาณ ซึ่งเอื้อให้สามารถระบุแนวโน้มของผลลัพธ์ได้ แม้จะพบความไม่สม่ำเสมอในรายละเอียดของระเบียบวิธีบางประการ แต่ข้อจำกัดดังกล่าวไม่ถึงระดับที่ทำให้ไม่สามารถตีความผลลัพธ์หลักได้ เมื่อพิจารณาจากงานวิจัยทั้งหมดร่วมกัน แนวโน้มและข้อสรุปจากการสังเคราะห์ยังคงมีความสอดคล้องกัน โดยตารางที่ 4 จัดทำขึ้นเพื่อแสดงผลการประเมินงานวิจัยในแต่ละด้านอย่างโปร่งใส และใช้เป็นข้อมูลประกอบการพิจารณาข้อจำกัดเชิงระเบียบวิธีในการตีความผลการสังเคราะห์โดยรวม

**ข้อจำกัดของงานวิจัยที่รวมอยู่ในการศึกษา**

งานวิจัยที่รวมอยู่มีข้อจำกัดหลายประการ ได้แก่ ข้อมูลของวัสดุบางประเภทมีจำกัด โดยเฉพาะชนิดของซีเมนต์ยี่ห้อ ซึ่งอาจไม่เพียงพอต่อการสรุปแนวโน้มที่ชัดเจน รวมถึงความแตกต่างด้านการออกแบบการทดลองและตัวแปรที่ศึกษาซึ่งส่งผลต่อการเปรียบเทียบผลข้ามงาน

วิจัย นอกจากนี้ วัสดุและชนิดของวัสดุที่รายงานยังไม่ครอบคลุมความหลากหลายของวัสดุที่มีการใช้งานทางคลินิกในปัจจุบัน ดังนั้น การตีความผลการศึกษานี้จึงควรพิจารณาข้อจำกัดเหล่านี้ร่วมด้วยในการนำผลลัพธ์ไปประยุกต์ใช้ทางคลินิก

**ตารางที่ 4 แสดงผลการประเมินคุณภาพงานวิจัยที่รวมในการศึกษา (ดัดแปลงจาก QUIN tool)**

**Table 4. Quality assessment of the included studies (adapted from the QUIN Tool).**

หมวดหมู่ (Domain)	ลำดับ	เกณฑ์การประเมินคุณภาพ	Dede et al., 2016	Jirajariyavej et al., 2018	Tabatabaian et al., 2019	Farrag et al., 2022	Soares et al., 2022
การออกแบบ	1	การระบุวัตถุประสงค์ของการศึกษา	✓	✓	✓	✓	✓
	2	การคำนวณขนาดตัวอย่าง	✓	✓	✓	✓	✓
	3	กระบวนการสุ่ม	✓	✓	✓	✓	✓
การเตรียมชิ้นงาน	4	การควบคุมความหนาและความเรียบของชิ้นงาน	✓	✓	✓	✓	✓
	5	การควบคุมกระบวนการยัดตูดและช่องว่างระหว่างชิ้นงาน	?	?	✓	✓	✓
	6	การรายงานรายละเอียดของวัสดุ	✓	✓	✓	✓	✓
การวัดผล	7	การรายงานเครื่องมือวัดค่าสีและการตั้งค่า	?	?	?	✓	✓
	8	การควบคุมสภาวะพื้นหลังในการวัดค่าสี	✓	?	?	?	✓
	9	ความเหมาะสมของวิธีการวัดค่าสี	?	?	?	✓	?
	10	คุณภาพการรายงานค่า $\Delta E$ และเกณฑ์การประเมิน	✓	✓	✓	✓	✓
การวิเคราะห์ทางสถิติ	11	ความเหมาะสมของการวิเคราะห์ทางสถิติ	✓	✓	✓	✓	✓
การรายงานผล	12	ความครบถ้วนของการรายงานผล	✓	✓	?	✓	✓

## บทวิจารณ์ (Discussion)

ในการตีความผลลัพธ์ด้านสี การศึกษาทั้งหมด รายงานผลในรูปแบบค่า  $\Delta E$  ตามระบบสี CIELAB หรือ CIEDE2000 ซึ่งคำนวณจากพิกัด  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  และสะท้อนการเปลี่ยนแปลงของสีทั้งด้านความสว่างและเฉดสีโดยรวม ทั้งนี้ มีเพียงสองการศึกษาที่รายงานค่าพิกัดดังกล่าวแยกเป็นรายมิติ (8,9) การอภิปรายจึงให้ความสำคัญกับค่า  $\Delta E$  เป็นหลัก เนื่องจากมีการรายงานอย่างสม่ำเสมอในทุกการศึกษา

อย่างไรก็ตาม สูตรคำนวณค่า  $\Delta E$  ในการศึกษาที่รวมมีความแตกต่างกัน โดย  $\Delta E_{00}$  ซึ่งพัฒนาขึ้นในภายหลังมักให้ค่าต่ำกว่า  $\Delta E^*_{ab}$  ภายใต้สภาวะเดียวกัน และมีการใช้เกณฑ์ในการตีความที่แตกต่างกัน จากการทบทวนวรรณกรรมก่อนหน้าพบว่า โดยทั่วไปเกณฑ์การยอมรับสีมีค่าสูงกว่าเกณฑ์การรับรู้สี โดยเกณฑ์การรับรู้สีมีช่วงค่าประมาณ 1.2–2.6 สำหรับ  $\Delta E^*_{ab}$  และ 0.8–1.3 สำหรับ  $\Delta E_{00}$  ขณะที่เกณฑ์การยอมรับสีมีช่วงค่าประมาณ 2.7–5.5 สำหรับ  $\Delta E^*_{ab}$  และ 1.80–2.25 สำหรับ  $\Delta E_{00}$  (14–16) ทั้งนี้ เกณฑ์ดังกล่าวมีการแปรผันตามระเบียบวิธีและสภาวะการทดลอง ดังนั้น การเปรียบเทียบและตีความค่าระหว่างการศึกษาก็ควรดำเนินการด้วยความระมัดระวัง

### อิทธิพลของวัสดุหลักยึตรากเทียม

ผลการสังเคราะห์แสดงให้เห็นว่า ชนิดและสีของวัสดุหลักยึตรากเทียมมีอิทธิพลต่อสีที่ปรากฏของเซรามิก ซึ่งสามารถอธิบายได้จากคุณสมบัติการส่งผ่านแสงของเซรามิกที่เอื้อให้แสงบางส่วนส่องผ่านไปยังพื้นผิวรองรับและสะท้อนกลับ ส่งผลให้การรับรู้สีของชิ้นงานเปลี่ยนแปลงไปตามคุณสมบัติทางแสงของพื้นผิวรองรับ (6) โดยพื้นผิวรองรับสีเข้ม เช่น โทเทเนียม มีแนวโน้มดูดซับแสงมากกว่า ทำให้เซรามิกมักปรากฏสีหม่น ในขณะที่พื้นผิวสีขาวทึบ เช่น PEEK หรือเซอรโคเนียสีขาว มีการสะท้อนแสงมากและอาจทำให้สีของเซรามิกสว่างขึ้น ซึ่งอาจสัมพันธ์กับแนวโน้มพิกัด  $L^*$  ที่สะท้อนความสว่างของสี โดยมักมีค่าต่ำกว่าบนพื้นผิวรองรับโทเทเนียม ดังที่รายงานไว้ในบางการศึกษา (8,9)

สำหรับพื้นผิวที่มีเฉดสีอ่อน เช่น เซอรโคเนียสีเหลืองอ่อนหรือโทเทเนียมที่ผ่านกระบวนการอะโนไดซ์เป็นสีเหลือง มีการดูดซับและสะท้อนแสงในช่วงความยาวคลื่นที่ใกล้เคียงกับเนื้อฟันและเซรามิกมากกว่า จึงมีแนวโน้มลดการบิดเบือนของสีที่ปรากฏ (17) แม้จะไม่พบการเปรียบเทียบโดยตรงระหว่างวัสดุทั้งสองชนิดในงานที่รวมอยู่ แต่การศึกษาที่เปรียบเทียบเซอรโคเนียเฉดสี A2 กับโลหะผสมทอง-แพลเลเดียมรายงานว่า เซอรโคเนียให้ค่า  $\Delta E$  ต่ำกว่าในเซรามิกส่วนใหญ่ที่ศึกษา (8) ซึ่งอาจเกิดจากการที่เซอรโคเนียมีเฉดสีและลักษณะการสะท้อนแสงแบบกระจาย (diffuse reflection) (18) ที่ใกล้เคียงกับฟันธรรมชาติมากกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับพื้นผิวโลหะที่มีข้อจำกัดในการควบคุมเฉดสีและมักแสดงการสะท้อนแสงแบบเฉพาะทิศทาง (specular reflection) (19) ซึ่งอาจเอื้อต่อการเกิดความไม่กลมกลืนของสีได้ง่ายกว่าแม้จะมีการปรับสีพื้นผิวแล้วก็ตาม

### อิทธิพลของชนิดเซรามิก

ความแตกต่างของผลลัพธ์สีระหว่างชนิดเซรามิกที่พบสามารถอธิบายได้จากปฏิสัมพันธ์ระหว่างแสงกับโครงสร้างภายในของวัสดุ ซึ่งกำหนดระดับการกระเจิงและการส่งผ่านของแสง (20) กลาสเมทริกซ์เซรามิก เช่น ลิเทียมไดซิลิเกต มีวัฏภาคแก้ว (glass phase) และผลึก (crystal) ที่มีค่าดัชนีหักเห (refractive index) ใกล้เคียงกัน ส่งผลให้มีความโปร่งแสงสูงและมีความไวต่อสีของพื้นผิวรองรับ (21) ในขณะที่โพลีคริสตัลไลน์เซรามิก (polycrystalline ceramic) เช่น เซอรโคเนีย มีโครงสร้างผลึกหนาแน่นและขอบเขตเกรนจำนวนมาก ซึ่งเพิ่มการกระเจิงของแสงภายในเนื้อวัสดุและช่วยลดอิทธิพลจากสีพื้นผิวรองรับ ทั้งนี้ ลิเทียมซิลิเกตเสริมด้วยเซอรโคเนียแม้จัดอยู่ในกลุ่มกลาสเมทริกซ์เซรามิก แต่การมีผลึกเซอรโคเนียเป็นองค์ประกอบร่วมอาจช่วยเพิ่มการกระเจิงของแสง ทำให้มีแนวโน้มให้ค่า  $\Delta E$  ต่ำกว่ากลาสเมทริกซ์เซรามิกชนิดอื่น (22)

สำหรับเซรามิกแบบสองชั้น แม้ว่าชั้นเคลือบผิว จะมีความโปร่งแสงสูง แต่การมีชั้นโครงแกนเซอโรโคเนีย ซึ่งมีความทึบแสงสูงร่วมกับความแตกต่างของค่าดัชนีหักเหระหว่างชั้นวัสดุ สามารถเพิ่มการกระเจิงของแสง ภายในชั้นงานและลดการส่งผ่านไปยังพื้นผิวรองรับ ส่งผลให้ค่า  $\Delta E$  มีแนวโน้มต่ำกว่าเซรามิกชนิดโปร่งแสงสูงในรูปแบบเนื้อเดียว (monolithic)

#### อิทธิพลของปัจจัยร่วมที่มีผลต่อความแตกต่างของสี

**ความหนาของเซรามิก:** หลักฐานจากการสังเคราะห์ชี้ให้เห็นว่า การเพิ่มความหนาของเซรามิกมีแนวโน้มสัมพันธ์กับการลดลงของค่า  $\Delta E$  และสอดคล้องกับการลดลงของความโปร่งแสง โดยการเพิ่มความหนาทำให้ระยะทางที่แสงต้องเดินทางผ่านเพิ่มขึ้น ส่งผลให้เกิดการกระเจิงและการหักเหของแสงเพิ่มขึ้น (23) แนวโน้มกล่าวเด่นชัดในโพลีคริสตัลลีนเซรามิกที่มีโครงสร้างผลึกหนาแน่น โดยเฉพาะเซอโรโคเนียชนิดโปร่งแสงสูงที่แสดงการเพิ่มขึ้นของความทึบแสงอย่างรวดเร็วเมื่อความหนาเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ค่า  $\Delta E$  ลดลงอย่างชัดเจน ในขณะที่กลาสเมทริกซ์เซรามิกซึ่งมีส่วนของวัฏภาคแก้วสูงมีแนวโน้มเพิ่มความทึบแสงในอัตราที่ช้ากว่า และยังคงแสดงค่า  $\Delta E$  ในระดับที่สูงกว่าแม้จะเพิ่มความหนาแล้วก็ตาม

**ชนิดซีเมนต์ยึด:** หลักฐานจากการศึกษาของ Soares และคณะ (2) แสดงให้เห็นว่า คุณสมบัติทางแสงของซีเมนต์ยึดมีอิทธิพลต่อผลลัพธ์สีของเซรามิก เนื่องจากชั้นซีเมนต์ยึดทำหน้าที่เป็นตัวกลางระหว่างชั้นเซรามิกและพื้นผิวรองรับ การใช้ซีเมนต์ยึดชนิดทึบแสงที่มีสารเติมอินทรีย์ (inorganic filler) เม็ดสี (pigment) และสารทึบแสง (opacifier) ในปริมาณสูง สามารถลดอัตราการส่งผ่านของแสงและช่วยลดอิทธิพลของพื้นผิวรองรับสีเข้มได้ (24) แต่ในพื้นที่ผิวรองรับสีอ่อน เช่น เซอโรโคเนีย พบว่ามีแนวโน้มเพิ่มการสะท้อนแสงโดยรวมและส่งผลให้ค่า  $\Delta E$  สูงขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับ การใช้ซีเมนต์ยึดชนิดโปร่งแสงเกรดสี A1 ซึ่งมีเม็ดสีและการสะท้อนแสงที่ใกล้เคียงกับเซรามิกและเนื้อฟันมากกว่า

#### การตีความเชิงคลินิก

กรณีที่ใช้วัสดุหลักยึดรากเทียมสีเข้ม เช่น ไทเทเนียม ควรพิจารณาเลือกใช้เซรามิกที่มีความทึบแสงสูง เช่น เซอโรโคเนีย หรือระบบเซรามิกแบบสองชั้น รวมถึงการเพิ่มความหนาของเซรามิกภายใต้ข้อจำกัดทางคลินิก หรือเลือกใช้ซีเมนต์ยึดชนิดทึบแสง เพื่อลดอิทธิพลของสีพื้นผิวรองรับ ทั้งนี้ อาจพิจารณาปรับสีของวัสดุหลักยึดให้อ่อนลง เช่น การอะโนไดซ์ไทเทเนียม

สำหรับวัสดุหลักยึดสีอ่อน โดยเฉพาะเซอโรโคเนียสีเหลืองอ่อน สามารถใช้ร่วมกับเซรามิกที่มีความโปร่งแสงสูง เช่น ลิเทียมไดซิลิเกต ได้เมื่อควบคุมความหนาของเซรามิกอย่างเหมาะสม โดยการใช้ร่วมกับซีเมนต์ยึดชนิดโปร่งแสงมีแนวโน้มให้ผลลัพธ์สีโดยรวมที่กลมกลืน นอกจากนี้ กรณีที่มีพื้นที่บูรณะจำกัด การเลือกใช้วัสดุหลักยึดสีอ่อนอาจมีความเหมาะสมมากกว่า โดยช่วยให้สามารถควบคุมผลลัพธ์สีได้ง่ายขึ้นภายใต้ข้อจำกัดด้านความหนาของเซรามิก

#### ข้อจำกัดของการศึกษา

การศึกษานี้มีข้อจำกัดหลายประการ ได้แก่ จำนวนงานวิจัยที่ผ่านเกณฑ์การคัดเลือกมีค่อนข้างจำกัด ทำให้ข้อมูลของวัสดุบางชนิดมีเพียงเล็กน้อย ทั้งนี้ ยังไม่พบการเปรียบเทียบโดยตรงระหว่างอะโนไดซ์ไทเทเนียมกับวัสดุหลักยึดประเภทเซรามิก เช่น เซอโรโคเนีย และลิเทียมไดซิลิเกต รวมถึงยังไม่มีเปรียบเทียบกับ PEEK ซึ่งโดยทั่วไปมักถูกใช้เป็นหลักยึดชั่วคราว (3) ด้วยเหตุนี้ การอภิปรายบางประเด็นจึงมีข้อจำกัดและอาจลดทอนความชัดเจนในการสรุปแนวโน้มของผลลัพธ์เนื่องจากหลักฐานเชิงประจักษ์จากงานวิจัยที่รวมอยู่ยังมีไม่เพียงพอ

ประกอบกับการศึกษาที่นำมาวิเคราะห์ทั้งหมดเป็นการทดลองในห้องปฏิบัติการภายใต้สภาวะควบคุม จึงไม่สามารถสะท้อนสภาวะทางคลินิกจริงได้อย่างสมบูรณ์ โดยเฉพาะปัจจัยทางชีวภาพ เช่น ความหนาของเนื้อเยื่อเหงือก ซึ่งอาจมีผลต่อการปกปิดสีของหลักยึดรากเทียมในสถานการณ์จริง (25) อีกทั้ง การสังเคราะห์ข้อมูลอยู่ในรูปแบบเชิงพรรณนาจึงควรตีความด้วยความระมัดระวัง นอกจากนี้ แม้จะมีการสืบค้นวรรณกรรม

อย่างเป็นระบบ แต่อาจมีงานวิจัยบางส่วนที่ไม่ถูกค้นพบ ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อความครบถ้วนของข้อมูล

#### **ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาในอนาคต**

การวิจัยในอนาคตควรมุ่งเพิ่มจำนวนและความหลากหลายของข้อมูล โดยครอบคลุมวัสดุประเภทต่าง ๆ มากขึ้น รวมถึงการศึกษาภายใต้สภาพแวดล้อมจริงหรือสภาวะที่ใกล้เคียงกับช่องปาก เพื่อให้สามารถประเมินอิทธิพลของปัจจัยที่เกี่ยวข้องได้อย่างครอบคลุมยิ่งขึ้น นอกจากนี้ การพัฒนาและใช้ระเบียบวิธีการทดลองที่เป็นมาตรฐานเดียวกัน จะช่วยเพิ่มความสอดคล้องของการรายงานผลและเอื้อต่อการวิเคราะห์เชิงปริมาณในอนาคต

#### **บทสรุป (Conclusion)**

จากหลักฐานเชิงทดลองในห้องปฏิบัติการที่รวบรวมในการศึกษานี้ ผลลัพธ์สีของเซรามิกได้รับอิทธิพลจากหลายปัจจัยที่มีปฏิสัมพันธ์กันผ่านกลไกทางแสง ได้แก่ ชนิดของวัสดุหลักยึดติด รากเทียม ชนิดของเซรามิก รวมถึงความหนาของเซรามิกและชนิดของซีเมนต์ยึดติด ดังนั้น การวางแผนงานบูรณะบนรากเทียมควรพิจารณาปัจจัยเหล่านี้ร่วมกัน โดยคำนึงถึงข้อจำกัดของหลักฐานเชิงทดลองเมื่อประยุกต์ใช้ทางคลินิก

#### **กิตติกรรมประกาศ (Acknowledgement)**

ผู้วิจัยขอขอบคุณคณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยกรุงเทพธนบุรี สำหรับการสนับสนุนทรัพยากรและแหล่งข้อมูลทางวิชาการที่เอื้อต่อการดำเนินการศึกษา

#### **การขัดกันแห่งผลประโยชน์ส่วนบุคคลและผลประโยชน์ส่วนรวม**

การศึกษานี้ไม่มีผลประโยชน์ทับซ้อนหรือการสนับสนุนใด ๆ จากภาคเอกชน ผู้ผลิต ตัวแทนจำหน่ายหรือหน่วยงานใดที่อาจมีส่วนได้ส่วนเสียต่อผลการศึกษา

#### **เอกสารอ้างอิง (References)**

1. Jung RE, Zembic A, Pjetursson BE, Zwahlen M, Thoma DS. Systematic review of the survival rate and the incidence of biological, technical, and aesthetic complications of single crowns on implants reported in longitudinal studies with a mean follow-up of 5 years. *Clin Oral Implants Res.* 2012;23(Suppl 6):2-21. doi: 10.1111/j.1600-0501.2012.02547.x.
2. Soares PM, Cadore-Rodrigues AC, Packaesser MG, Bacchi A, Valandro LF, Pereira GKR, et al. Masking ability of implant abutment substrates by using different ceramic restorative systems. *J Prosthet Dent.* 2022;128(3):496.e1-8. doi: 10.1016/j.prosdent.2022.05.010.
3. Benakatti V, Sajjanar JA, Acharya AR. Dental implant abutments and their selection: A review. *J Evol Med Dent Sci.* 2021;10(35):3053-9.
4. Mostafavi AS, Mojtahedi H, Javanmard A. Hybrid implant abutments: A literature review. *Eur J Gen Dent.* 2021;10(2):106-15.
5. Wang F, Takahashi H, Iwasaki N. Translucency of dental ceramics with different thicknesses. *J Prosthet Dent.* 2013;110(1):14-20.
6. Kobwittaya K, Watari T. Optical properties of ceramics. In: Hojo J, editor. *Materials Chemistry of Ceramics.* Singapore: Springer; 2019. p. 181-211.
7. Tabatabaian F, Jafari A, Namdari M, Mahshid M. Influence of coping and veneer thickness on the color of zirconia-based restorations on different implant abutment backgrounds. *J Prosthet Dent.* 2019;121(2):327-32.
8. Dede DÖ, Armağancı A, Ceylan G, Celik E, Cankaya S, Yilmaz B. Influence of implant abutment material on the color of different ceramic crown systems. *J Prosthet Dent.* 2016; 116(5):764-9.

9. Farrag KM, Bakry SI, Aly YM. Effect of yellow anodization of titanium on the shade of lithium disilicate ceramic with different thicknesses. *J Prosthet Dent.* 2022;128(4):793.e1-6.
10. Jirajariyavej B, Wanapirom P, Anunmana C. Influence of implant abutment material and ceramic thickness on optical properties. *J Prosthet Dent.* 2018;119(5):819-25.
11. Sheth VH, Shah NP, Jain R, Bhanushali N, Bhatnagar V. Development and validation of a risk-of-bias tool for assessing in vitro studies conducted in dentistry: The QUIN. *J Prosthet Dent.* 2024;131(6):1038-42.
12. Higgins JPT, Thomas J, Chandler J, Cumpston M, Li T, Page MJ, et al., editors. *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions* [Internet]. Chichester (UK): Cochrane; 2024 [cited 2026 Jan 1]. Available from: <https://www.cochrane.org/handbook>.
13. Popay J, Roberts H, Sowden A, Petticrew M, Arai L, Rodgers M, et al. *Guidance on the conduct of narrative synthesis in systematic reviews: A product from the ESRC Methods Programme.* Lancaster: Lancaster University; 2006.
14. Paravina RD, Ghinea R, Herrera LJ, Bona AD, Igiel C, Linninger M, et al. Color difference thresholds in dentistry. *J Esthet Restor Dent.* 2015;27 Suppl 1:S1-9.
15. Douglas RD, Steinhauer TJ, Wee AG. Intraoral determination of the tolerance of dentists for perceptibility and acceptability of shade mismatch. *J Prosthet Dent.* 2007;97(4):200-8.
16. Ghinea R, Pérez MM, Herrera LJ, Rivas MJ, Yebra A, Paravina RD. Color difference thresholds in dental ceramics. *J Dent.* 2010;38 (Suppl 2):e57-64.
17. Grzybowski A, Kupidura-Majewski K. What is color and how it is perceived? *Clin Dermatol.* 2019;37(5):392-401.
18. Shahmiri R, Standard OC, Hart JN, Sorrell CC. Optical properties of zirconia ceramics for esthetic dental restorations: A systematic review. *J Prosthet Dent.* 2018;119(1):36-46.
19. Hecht E. *Optics.* 5th ed. Harlow (UK): Pearson Education Limited; 2017.
20. Xiao Z, Yu S, Li Y, Ruan S, Kong LB, Huang Q, et al. Materials development and potential applications of transparent ceramics: A review. *Mater Sci Eng R Rep.* 2019;139:100518.
21. Harianawala HH, Kheur MG, Apte SK, Kale BB, Sethi TS, Kheur SM. Comparative analysis of transmittance for different types of commercially available zirconia and lithium disilicate materials. *J Adv Prosthodont.* 2014;6(6):456-61.
22. Zarone F, Ruggiero G, Leone R, Breschi L, Leuci S, Sorrentino R. Zirconia-reinforced lithium silicate (ZLS) mechanical and biological properties: A literature review. *J Dent.* 2021;109:103661.
23. Ilie N, Stawarczyk B. Quantification of the amount of light passing through zirconia: The effect of material shade, thickness, and curing conditions. *J Dent.* 2014;42(6):684-90.
24. Dede D, Ceylan G, Yilmaz B. Effect of brand and shade of resin cements on the final color of lithium disilicate ceramic. *J Prosthet Dent.* 2017;117(4):539-44.
25. Lops D, Stellini E, Sbricoli L, Cea N, Romeo E, Bressan E. Influence of abutment material on peri-implant soft tissues in anterior areas with thin gingival biotype: A multicentric prospective study. *Clin Oral Implants Res.* 2017; 28(10):1263-8.

**ติดต่อบทความ :**

ทพญ.วิหิตา อัครเอกจิตต์

คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยกรุงเทพธนบุรี

กรุงเทพมหานคร 10170

โทรศัพท์ : 082 365 0037

อีเมลล์ : withita.acara@gmail.com

**Corresponding author:**

Dr. Withita Acaraekjit

Faculty of Dentistry, Bangkok Thonburi University,  
Bangkok, 10170, Thailand.

Tel: (668) 2365 0037

E-mail: withita.acara@gmail.com