IMPACT OF MAXIMUM TONGUE STRENGTH ON EARLY PERI-IMPLANT BACTERIAL COLONIZATION: A PILOT STUDY

Thitiracha CHANTANIMI[1] and Boosana KABOOSAYA[1*]

1 Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand; Boosana.k@chula.ac.th (Corresponding Author)

ARTICLE HISTORY

Received: 6 February 2026 **Revised:** 27 February 2026 **Published:** 13 March 2026

ABSTRACT

Bacterial colonization around dental implants plays a critical role in early peri-implant tissue healing and inflammation. Tongue function may influence oral microbial distribution, however, its impact during the early healing phase after implant placement remains unclear. This pilot study investigated the association between maximum tongue strength (MTS) and early peri-implant bacterial colonization following dental implant surgery. Fourteen patients receiving a single dental implant in the posterior region to support a fixed crown were enrolled. MTS was measured at the anterior region two weeks after surgery, and the highest value from three measurements was recorded in kilopascals (kPa). Patients were categorized into low and high MTS groups using a cut point of 38.9 kPa, based on reported mean MTS values in Asian adult. Peri-implant gingival crevicular fluid (GCF) samples were collected at 2 and 4 weeks postoperatively. Aerobic and anaerobic bacterial loads were determined by culture and expressed in colony-forming units per milliliter (CFU/mL). Patients in the low MTS group exhibited significantly greater increases in aerobic bacterial count between 2 to 4 weeks after implant placement compared with those in the higher MTS group ($p < 0.05$). No significant difference was identified for anaerobic bacterial changes. These findings suggest a potential association between maximum tongue strength and changes in aerobic bacterial colonization around dental implants during the early healing period following implant placement.

Keywords: Maximum Tongue Strength, Implant Wound Healing, Bacterial Counts

CITATION INFORMATION: Chantanimi, T., & Kaboosaya, B. (2026). Impact of Maximum Tongue Strength on Early Peri-Implant Bacterial Colonization: A Pilot Study. *Procedia of Multidisciplinary Research, 4*(3), 25

ผลของแรงลิ้นสูงสุดต่อการสะสมของแบคทีเรียรอบรากฟันเทียมในระยะเริ่มต้น: การศึกษานำร่อง

ฐิติรัชช์ ฉันทนิมิ[1] และ บุศนา คะบุศย์[1*]

1 คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย; Boosana.k@chula.ac.th (ผู้ประพันธ์บรรณกิจ)

บทคัดย่อ

การตั้งถิ่นฐานของแบคทีเรียมีบทบาทต่อการหายของเนื้อเยื่อรอบรากฟันเทียมในระยะเริ่มต้น แม้การทำงานของลิ้นอาจมีอิทธิพลต่อการกระจายของจุลชีพในช่องปาก แต่ผลของแรงลิ้นต่อการหายของแผลหลังการฝังรากฟันเทียมยังไม่ชัดเจน การศึกษานำร่องนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความสัมพันธ์ระหว่างแรงลิ้นสูงสุด (maximum tongue strength: MTS) กับการตั้งถิ่นฐานของแบคทีเรียรอบรากฟันเทียมหลังการผ่าตัด ผู้เข้าร่วม 14 ราย ได้รับการฝังรากฟันเทียมบริเวณฟันหลัง โดยวัดค่า MTS บริเวณด้านหน้าของลิ้น 3 ครั้งและบันทึกค่าสูงสุดที่ 2 สัปดาห์หลังผ่าตัด แบ่งผู้เข้าร่วมเป็น 2 กลุ่มโดยใช้จุดตัด 38.9 kPa ตามค่าเฉลี่ยในผู้ใหญ่เอเชีย และเก็บของเหลวรอบรากฟันเทียม (GCF) ที่ 2 และ 4 สัปดาห์หลังผ่าตัดเพื่อวิเคราะห์ปริมาณแบคทีเรีย ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มแรงลิ้นต่ำมีการเพิ่มขึ้นของแบคทีเรียชนิดใช้ออกซิเจนระหว่างสัปดาห์ที่ 2 ถึง 4 มากกว่ากลุ่มแรงลิ้นสูงอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ขณะที่ไม่พบความแตกต่างในแบคทีเรียชนิดไม่ใช้ออกซิเจน ผลการศึกษานี้สนับสนุนความเป็นไปได้ว่าแรงลิ้นสูงสุดอาจเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงของแบคทีเรียชนิดใช้ออกซิเจนรอบรากฟันเทียมในช่วงระยะเริ่มต้นหลังการฝังรากฟันเทียม

คำสำคัญ: แรงลิ้นสูงสุด, การหายของแผลหลังฝังรากเทียม, จำนวนเชื้อแบคทีเรีย

ข้อมูลการอ้างอิง: ฐิติรัชช์ ฉันทนิมิ และ บุศนา คะบุศย์. (2569). ผลของแรงลิ้นสูงสุดต่อการสะสมของแบคทีเรียรอบรากฟันเทียมในระยะเริ่มต้น: การศึกษานำร่อง. *Procedia of Multidisciplinary Research, 4*(3), 25

บทนำ

รากฟันเทียมถือเป็นวิธีการทดแทนฟันที่สูญเสียไปซึ่งมีความน่าเชื่อถือสูง ความสำเร็จทางคลินิกของการรักษาขึ้นอยู่กับการได้มาซึ่งความมั่นคงปฐมภูมิ (primary stability) ในขณะฝังรากฟันเทียม และความมั่นคงทุติยภูมิ (secondary stability) ซึ่งเกิดจากกระบวนการออสซิโออินทิเกรชัน (osseointegration) อันเป็นการเชื่อมยึดกันระหว่างกระดูกและผิวของรากฟันเทียม (Monje et al., 2019) อย่างไรก็ตาม แม้ว่ารากฟันเทียมจะมีอัตราความสำเร็จสูง แต่ยังคงพบภาวะแทรกซ้อนที่เกี่ยวข้องกับการติดเชื้อแบคทีเรียได้บ่อย เช่น ภาวะเยื่อบุรอบรากฟันเทียมอักเสบ (peri-implant mucositis) และภาวะกระดูกอักเสบรอบรากฟันเทียม (peri-implantitis) ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อความมั่นคงของรากฟันเทียม และในกรณีที่รุนแรงอาจนำไปสู่การสูญเสียรากฟันเทียมได้ (Kochar et al., 2022)

การหายของแผลอย่างเหมาะสมมีบทบาทสำคัญต่อการส่งเสริมกระบวนการออสซิโออินทิเกรชัน โดยเฉพาะการซ่อมแซมของเนื้อเยื่ออ่อนที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว ซึ่งช่วยให้เกิดแนวปิดผนึกของเยื่อบุรอบรากฟันเทียม (peri-implant mucosa) ที่มีประสิทธิภาพ แนวปิดผนึกดังกล่าวทำหน้าที่เป็นเกราะป้องกันการรุกรานของแบคทีเรียเข้าสู่บริเวณรอบรากฟันเทียม อีกทั้งยังมีส่วนช่วยสนับสนุนผลลัพธ์ด้านความสวยงามของตำแหน่งรากฟันเทียม (Roccuzzo et al., 2021)

ลิ้นเป็นอวัยวะกล้ามเนื้อที่มีการเคลื่อนไหวสูงและมีพลัง ซึ่งมีการสัมผัสกับเนื้อเยื่อรอบรากฟันเทียมอย่างต่อเนื่อง การทำงานของลิ้นอาจส่งผลให้สภาพแวดล้อมเฉพาะที่บริเวณรอบรากฟันเทียมเปลี่ยนแปลงไปในลักษณะที่เอื้อต่อหรือยับยั้งการยึดเกาะและการสะสมของแบคทีเรียซึ่งจะส่งผลต่อการหายของแผลหลังการฝังรากฟันเทียม แรงลิ้นสูงสุด (maximum tongue strength: MTS) ซึ่งหมายถึง แรงดันสูงสุดที่ลิ้นสามารถสร้างได้ มีความแตกต่างกันในแต่ละบุคคล ในระหว่างการทำหน้าที่ตามปกติในชีวิตประจำวัน เช่น การกลืนและการเคี้ยว การเคลื่อนไหวของลิ้นซ้ำๆ อาจช่วยรบกวนคราบจุลินทรีย์ หรือในทางตรงกันข้ามอาจส่งเสริมการคงอยู่ของคราบจุลินทรีย์บริเวณรากฟันเทียมได้ (Funahara et al., 2023)

แม้ว่าแรงลิ้นจะมีความสัมพันธ์กับการทำงานในช่องปากและสุขภาพของฟันธรรมชาติ แต่บทบาทของแรงลิ้นต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณแบคทีเรียในเนื้อเยื่อรอบรากฟันเทียมยังไม่เป็นที่เข้าใจอย่างชัดเจน เนื่องจากการสะสมของแบคทีเรียเป็นปัจจัยก่อโรคสำคัญของโรครอบรากฟันเทียม การทำความเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างแรงลิ้นและระดับแบคทีเรียรอบรากฟันเทียมอาจช่วยในการระบุผู้ป่วยที่มีความเสี่ยงสูงต่อการเกิดการอักเสบและการดำเนินโรคของภาวะรอบรากฟันเทียมได้ ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างแรงลิ้นสูงสุดกับปริมาณแบคทีเรียในเนื้อเยื่อรอบรากฟันเทียมภายหลังการฝังรากฟันเทียม

การทบทวนวรรณกรรม

เนื้อเยื่อรอบรากฟันเทียม (peri-implant tissues) ประกอบด้วย ส่วนของเนื้อเยื่อแข็งและเนื้อเยื่ออ่อน ซึ่งเนื้อเยื่อแข็งจะสัมผัสกับผิวรากฟันเทียมโดยตรงเพื่อช่วยคงความมั่นคงของรากฟันเทียม ส่วนเนื้อเยื่ออ่อนหรือเยื่อบุรอบรากฟันเทียม (peri-implant mucosa) จะเกิดขึ้นในช่วงการหายของแผลภายหลังการฝังรากฟันเทียม โดยเนื้อเยื่อนี้จะประกอบด้วยเส้นใยคอลลาเจนเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งเรียงตัวขนานกับผิวรากฟันเทียม มีจำนวนไฟโบรบลาสต์และหลอดเลือดน้อยกว่าเนื้อเยื่อรอบฟันธรรมชาติ ส่งผลให้มีลักษณะคล้ายเนื้อเยื่อแผลเป็น ทำให้เนื้อเยื่อรอบรากฟันเทียมมีความเสี่ยงต่อการสะสมของคราบจุลินทรีย์และการติดเชื้อได้ง่าย (Araujo & Lindhe, 2018)

ภายหลังการฝังรากฟันเทียม จะเกิดชั้นฟิล์มน้ำลายเคลือบผิวรากฟันเทียมอย่างรวดเร็ว ซึ่งเอื้อต่อการยึดเกาะและการตั้งถิ่นฐานของแบคทีเรียในระยะแรก แม้ในช่วงนี้อาจพบการแทรกซึมของเซลล์อักเสบเพียงเล็กน้อย แต่ชุมชนจุลชีพในระยะแรกสามารถอยู่ร่วมกับร่างกายในลักษณะที่สมดุล ช่วยคงสภาวะสุขภาพของเนื้อเยื่อรอบรากฟันเทียม การคงไว้ซึ่งสมดุลของระบบนิเวศจุลชีพจึงมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการป้องกันการเกิดโรครอบรากฟันเทียม ซึ่งสามารถทำได้

ผ่านการตรวจติดตามอย่างสม่ำเสมอ การดูแลสุขอนามัยช่องปากที่เหมาะสม และในบางกรณีอาจพิจารณาการใช้สารต้านจุลชีพเพิ่มเติม (Radaic et al.,2021; Mosaico et al., 2024)

ลิ้นเป็นอวัยวะที่ประกอบด้วยกล้ามเนื้อภายในและภายนอกที่จัดเรียงอย่างซับซ้อน มีบทบาทสำคัญต่อการรับรส การออกเสียง การจัดการอาหารภายในช่องปาก การกลืน และการหายใจ นอกจากนี้ ลิ้นยังเป็นบริเวณที่มีปริมาณจุลชีพมากที่สุดใน ช่องปาก โดยมีแบคทีเรียประมาณสองในสามของจุลชีพทั้งหมด และทำหน้าที่เป็นแหล่งสะสมของเชื้อจุลชีพที่สำคัญ เซลล์เยื่อบุผิวบนลิ้นหนึ่งเซลล์สามารถรองรับการยึดเกาะของแบคทีเรียได้มากกว่าพื้นผิวอื่นๆ ในช่องปากอย่างมีนัยสำคัญ (Dotiwala & Samra, 2025; Winnier et al., 2013)

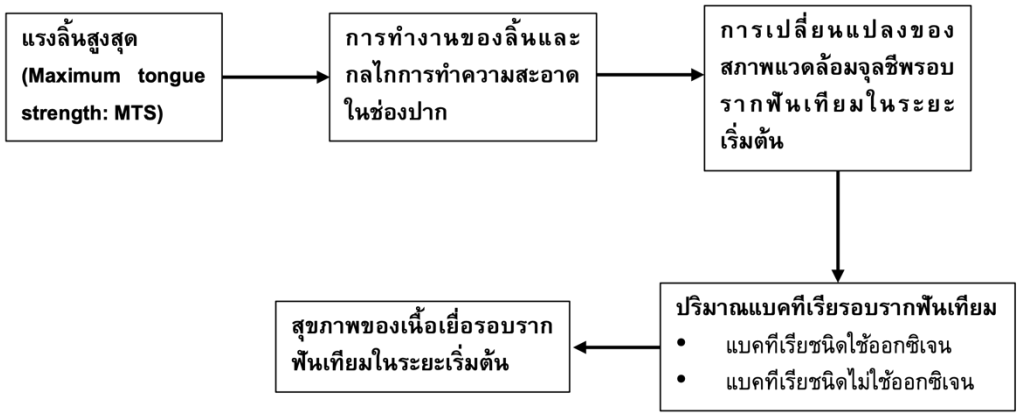
ไบโอฟิล์มในช่องปากเป็นระบบจุลชีพที่มีการจัดระเบียบอย่างซับซ้อน ซึ่งสามารถรบกวนสมดุลของจุลชีพของร่างกายและส่งเสริมการเกิดฟันผุและโรคปริทันต์ องค์ประกอบของไบโอฟิล์มแตกต่างกันไปตามตำแหน่ง โดยระยะเริ่มต้นของการก่อตัวมักถูกครอบงำโดยเชื้อสเตรปโตคอคคัสและแอคติโนไมซีส ขณะที่การเจริญเต็มที่อาศัยเชื้อฟูโซแบคทีเรียมซึ่งทำหน้าที่เชื่อมแบคทีเรียแกรมบวกและแกรมลบเข้าด้วยกัน ด้วยเหตุที่ลิ้นมีปริมาณจุลชีพสูงและสามารถเคลื่อนไหวได้ทั่วช่องปาก ลิ้นจึงมีบทบาทสำคัญต่อสุขภาพช่องปากโดยรวม (Mosaico et al., 2024)

การประเมินสมรรถนะของลิ้นสามารถทำได้โดยใช้เครื่องมือ Iowa Oral Performance Instrument (IOPI) ซึ่งเป็นอุปกรณ์แบบพกพาที่มีความน่าเชื่อถือสูงและถูกใช้อย่างแพร่หลายในการวัดแรงและความทนทานของลิ้นอย่างเป็นรูปธรรม เครื่องมือนี้พัฒนาขึ้นในระยะแรกเพื่อศึกษาการควบคุมการเคลื่อนไหวของการพูด และต่อมาได้ขยายการใช้งานไปสู่การประเมินการกลืน โดย IOPI วัดค่าความดันสูงสุดของลิ้นในหน่วยกิโลพาสคาล (kPa) ผ่านลูกยางที่บรรจุอากาศและได้รับการรายงานว่ามีความสอดคล้องระหว่างผู้ประเมินในระดับสูง ทำให้เป็นหนึ่งในเครื่องมือมาตรฐานที่นิยมใช้ในการประเมินสมรรถนะของลิ้นในงานวิจัยและทางคลินิก (Adams et al., 2013; Kaboosaya et al., 2025)

สมมติฐานการวิจัย

ผู้ป่วยที่มีแรงลิ้นสูงสุดต่ำจะมีการเพิ่มขึ้นของแบคทีเรียชนิดใช้ออกซิเจนรอบรากฟันเทียมในระยะการหายแผลเริ่มต้นมากกว่าผู้ป่วยที่มีแรงลิ้นสูงสุดสูง

กรอบแนวคิดการวิจัย



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิด

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษานี้ได้รับการออกแบบเป็นการศึกษาเชิงสังเกตแบบภาคตัดขวาง (cross-sectional observational study) โดยโครงการวิจัยได้ผ่านการพิจารณาและอนุมัติอย่างเป็นอิสระจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร ประเทศไทย (HREC-DCU 2025-061) และได้รับการขึ้นทะเบียนในฐานข้อมูล Thai Clinical Trials Registry (TCTR20250716004) ทั้งนี้ ผู้เข้าร่วมการศึกษาทุกรายได้ให้ความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรก่อนเข้าร่วมการวิจัย

ผู้ป่วยที่ได้รับการรักษาด้วยการฝังรากฟันเทียมบริเวณฟันกรามล่าง ณ ภาควิชาศัลยศาสตร์ช่องปากและแม็กซิลโลเฟเชียล คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ประเทศไทย ในช่วงระหว่างวันที่ 1 กรกฎาคม พ.ศ.2568 ถึงวันที่ 31 ธันวาคม พ.ศ.2568 ได้รับการคัดเลือกให้เข้าร่วมการศึกษา โดยเกณฑ์การคัดเลือกเข้าศึกษา (Inclusion criteria) ได้แก่ ผู้ป่วยอายุระหว่าง 20-80 ปี มีความจำเป็นต้องได้รับการฝังรากฟันเทียมแบบขั้นตอนเดียว (single-stage implant) บริเวณฟันหลัง มีสุขภาพทั่วไปแข็งแรง (จัดอยู่ในกลุ่ม ASA class I หรือ II) ไม่มีภาวะกระดูกสันเหงือกบกพร่อง (no ridge deficiency) มีสุขอนามัยช่องปากดี โดยไม่พบคราบจุลินทรีย์หรือหินน้ำลายสะสม และเกณฑ์การคัดออกจากการศึกษา (Exclusion criteria) ผู้ป่วยที่มีโรคประจำตัวซึ่งไม่สามารถควบคุมได้ มีโรคปริทันต์ที่ยังไม่ได้รับการรักษาหรืออยู่ในระยะกำเริบ ผู้ป่วยที่จำเป็นต้องได้รับ หรือเพิ่งได้รับการปลูกกระดูกเพื่อการฝังรากฟันเทียม สตรีมีครรภ์หรืออยู่ในระยะให้นมบุตร ผู้ที่สูบบุหรี่หรือมีการดื่มแอลกอฮอล์ มีประวัติการใช้ยากลุ่มบิสฟอสโฟเนต มีการใช้ยาคอร์ติโคสเตียรอยด์หรือยาต้านการอักเสบเป็นระยะเวลานาน, มีประวัติการผ่าตัดลิ้นหรือการตัดลิ้น (glossectomy), พบภาวะลิ้นติด (ankyloglossia) โดยมีค่าช่วงการเคลื่อนไหวของลิ้น (tongue range of motion ratio: TRMR) ระดับ 3 หรือ 4 ซึ่งเทียบเท่ากับน้อยกว่าร้อยละ 50

ผู้ป่วยทั้งหมดจำนวน 14 ราย ได้รับการคัดเลือกเข้าศึกษา โดยหลังจากการฝังรากฟันเทียม ผู้ป่วยแต่ละรายได้รับคำแนะนำด้านสุขอนามัยช่องปากหลังการผ่าตัด รวมถึงการให้ยาแก้ปวดและยาปฏิชีวนะตามความเหมาะสม ภายหลังการผ่าตัดครบ 2 สัปดาห์ ได้ทำการตัดไหมเย็บแผล และได้ใช้เครื่องมือ Iowa Oral Performance Instrument (IOPI® PRO; IOPI Medical LLC, วอชิงตัน สหรัฐอเมริกา) เพื่อประเมินแรงลิ้นสูงสุดโดยนำลูกยางปลอดเชื้อวางไว้ด้านหลังฟันตัดกลางบนเพื่อวัดแรงลิ้นสูงสุดบริเวณด้านหน้า (anterior MTS) ผู้เข้าร่วมการศึกษาจะปิดริมฝีปากและออกแรงกดลูกยางให้มากที่สุดเป็นเวลาประมาณ 2 วินาที การวัดดังกล่าวทำจะซ้ำทั้งหมด 3 ครั้ง โดยเว้นระยะพักระหว่างแต่ละครั้ง 30 วินาที

อีกทั้งเพื่อเป็นการวัดปริมาณเชื้อบริเวณรอบรากฟันเทียม จะมีการเก็บตัวอย่างของเหลวในร่องเหงือก (gingival crevicular fluid) ภายหลังการผ่าตัดครบ 2 และ 4 สัปดาห์ โดยใช้สำลีม้วนเพื่อป้องกันการปนเปื้อนจากน้ำลาย จากนั้นใส่กระดาษดูดซับปลอดเชื้อ (sterile paper point) ลึกประมาณ 2 มิลลิเมตร ในบริเวณรอบรากฟันเทียมด้านแก้ม ทิ้งไว้เป็นเวลา 15 วินาที แล้วเก็บในหลอดเก็บตัวอย่าง ก่อนนำไปเจือจางและเพาะเชื้อบนอาหารเลี้ยงเชื้อ จำนวนหน่วยก่ออาณานิคมของแบคทีเรียต่อมิลลิลิตร (colony-forming units; CFUs/mL) จะคำนวณโดยการนำจำนวนโคโลนีที่นับได้คูณด้วยค่าการเจือจาง

ข้อมูลทั้งหมดถูกบันทึกลงในฐานข้อมูลคอมพิวเตอร์และนำมาวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม SPSS เวอร์ชัน 30 (นิวยอร์ก สหรัฐอเมริกา) ข้อมูลลักษณะทั่วไปของกลุ่มตัวอย่างถูกนำเสนอในรูปของค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานสำหรับข้อมูลเชิงต่อเนื่อง และแสดงเป็นความถี่สำหรับข้อมูลเชิงจัดประเภท การทดสอบ independent samples t-test ถูกใช้เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของการเปลี่ยนแปลงจำนวนหน่วยก่ออาณานิคมของแบคทีเรียระหว่างกลุ่มที่มีค่าแรงลิ้นสูงสุดต่ำกว่า 38.9 กิโลพาสคาล (kPa) และกลุ่มที่มีค่าแรงลิ้นสูงสุดตั้งแต่ 38.9 กิโลพาสคาล (kPa) ขึ้นไป โดยอ้างอิงจากค่าเฉลี่ยแรงลิ้นสูงสุดของคนเอเชียจาก Jeong (2017) และกำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติไว้ที่ระดับ .05 นอกจากการเปรียบเทียบแบบแบ่งกลุ่มแล้ว ยังได้ดำเนินการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ (multivariable linear regression) ในลักษณะการวิเคราะห์เชิงสำรวจ เพื่อประเมินความสัมพันธ์ระหว่างแรงลิ้นสูงสุดกับการเปลี่ยนแปลงของปริมาณแบคทีเรียชนิดใช้ออกซิเจนและไม่ใช้ออกซิเจน ระหว่างสัปดาห์ที่ 2 ถึง 4 ภายหลังการฝังรากฟันเทียม โดยปรับควบคุมปัจจัยด้านอายุและเพศ

ผลการวิจัย

ในการฝังรากฟันเทียมทั้งหมด 14 รากในผู้ป่วย 14 ราย เพื่อรองรับครอบฟันแบบติดแน่น โดยเป็นผู้ป่วยเพศชาย 9 ราย (ร้อยละ 64.3) และเพศหญิง 5 ราย (ร้อยละ 35.7) อายุของผู้เข้าร่วมการศึกษาอยู่ระหว่าง 24-80 ปี โดยมีอายุเฉลี่ย 55.21 ± 15.71 ปี และมีค่าแรงลิ้นสูงสุดบริเวณด้านหน้าเฉลี่ยเท่ากับ 43.64 ± 11.82 กิโลพาสคาล (kPa) โดยมีช่วงค่าตั้งแต่ 22 ถึง 63 กิโลพาสคาล (kPa) (ตารางที่ 1)

ผลการวิเคราะห์ด้วย independent samples t-test แบบ one-tailed แสดงให้เห็นว่าการเปลี่ยนแปลงของปริมาณแบคทีเรียชนิดใช้ออกซิเจนระหว่าง 2 ถึง 4 สัปดาห์หลังการฝังรากฟันเทียมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่มที่มีค่าแรงลิ้นสูงสุด (MTS) ต่ำกว่า 38.9 kPa และกลุ่มที่มีค่า MTS ตั้งแต่ 38.9 kPa ขึ้นไป ($p = 0.029$) โดยกลุ่มที่มีค่า MTS < 38.9 kPa ($n = 6$) มีค่าเฉลี่ยการเพิ่มขึ้นของแบคทีเรียสูงกว่า (57.33 ± 51.57) เมื่อเทียบกับกลุ่มที่มีค่า MTS ≥ 38.9 kPa ($n = 8$; 10.88 ± 31.15) ซึ่งบ่งชี้ว่าผู้ที่มีแรงลิ้นต่ำมีแนวโน้มเกิดการเพิ่มขึ้นของแบคทีเรียชนิดใช้ออกซิเจนรอบรากฟันเทียมมากกว่า (ตารางที่ 2)

ในทางตรงกันข้าม การเปลี่ยนแปลงของปริมาณแบคทีเรียชนิดไม่ใช้ออกซิเจนไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่มที่มีค่า MTS ต่ำกว่า 38.9 และกลุ่มที่มีค่า MTS ตั้งแต่ 38.9 ขึ้นไป ($p = 0.11$) โดย MTS ต่ำมีค่าเฉลี่ยการเปลี่ยนแปลงของปริมาณแบคทีเรียสูงกว่า (44.83 ± 90.56) เมื่อเทียบกับกลุ่ม MTS สูง (3.13 ± 16.54) (ตารางที่ 2)

ในการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ พบว่าแรงลิ้นสูงสุดมีความสัมพันธ์เชิงลบกับการเปลี่ยนแปลงของปริมาณแบคทีเรียชนิดใช้ออกซิเจน ($p = 0.086$) และไม่ใช้ออกซิเจน ($p = 0.413$)ระหว่างสัปดาห์ที่ 2 ถึง 4 ภายหลังการฝังรากฟันเทียม โดยปรับควบคุมปัจจัยด้านอายุและเพศ อย่างไรก็ตาม ความสัมพันธ์ดังกล่าวยังไม่ถึงระดับนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 3,4)

ตารางที่ 1 สถิติเชิงพรรณนาของอายุและแรงลิ้นสูงสุดของผู้เข้าร่วมการศึกษา

ตัวแปร	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
อายุ (ปี)	24	80	55.21	15.71
แรงลิ้นสูงสุด (กิโลพาสคาล: kPa)	22	63	43.64	11.82

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของปริมาณแบคทีเรียชนิดใช้ออกซิเจนและไม่ใช้ออกซิเจนรอบรากฟันเทียมในผู้ป่วยที่มีแรงลิ้นสูงสุดแตกต่างกัน

ตัวแปร	MTS < 38.9 kPa (n = 6)	MTS ≥ 38.9 kPa (n = 8)	p-value
การเปลี่ยนแปลงของปริมาณแบคทีเรียชนิดใช้ออกซิเจน (สัปดาห์ที่ 2-4)	57.33 ± 51.57	10.88 ± 31.15	0.029*
การเปลี่ยนแปลงของปริมาณแบคทีเรียชนิดไม่ใช้ออกซิเจน (สัปดาห์ที่ 2-4)	44.83 ± 90.56	3.13 ± 16.54	0.11

วิเคราะห์ด้วย independent samples t-test แบบ one-tailed

* $p < 0.05$

ตารางที่ 3 การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณเพื่อศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงของปริมาณแบคทีเรียชนิดใช้ออกซิเจน (สัปดาห์ที่ 2-4)

ตัวแปร	B	SE	β	t	p-value
ค่าคงที่	140.189	70.270	-	1.995	0.074
แรงลิ้นสูงสุด	-2.111	1.107	−0.542	−1.907	0.086
อายุ	-0.617	0.797	−0.211	−0.774	0.457
เพศ	26.089	25.850	0.282	1.009	0.337
R = .536, R^2 = .287, Adjusted R^2 = .073, SEest = 44.269, F = 1.343, Sig. = 0.315					

ตัวแปรตาม: การเปลี่ยนแปลงของปริมาณแบคทีเรียชนิดใช้ออกซิเจน (สัปดาห์ที่ 2-4)

* $p < 0.05$

ตารางที่ 4 การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณเพื่อศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงของปริมาณแบคทีเรียชนิดไม่ใช้ออกซิเจน (สัปดาห์ที่ 2-4)

ตัวแปร	B	SE	β	t	p-value
ค่าคงที่	-28.906	92.646	-	−0.312	0.761
แรงลิ้นสูงสุด	-1.246	1.459	−0.240	−0.854	0.413
อายุ	1.322	1.050	0.339	1.258	0.237
เพศ	48.717	34.082	0.395	1.429	0.183
R = .551, R^2 = .303, Adjusted R^2 = .094, SEest = 58.366, F = 1.450, Sig. = .286					

ตัวแปรตาม: การเปลี่ยนแปลงของปริมาณแบคทีเรียชนิดไม่ใช้ออกซิเจน (สัปดาห์ที่ 2-4)

* $p < 0.05$

สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

การศึกษานี้พบว่าแรงลิ้นสูงสุดมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับการเปลี่ยนแปลงของปริมาณแบคทีเรียชนิดใช้ออกซิเจนในเนื้อเยื่อรอบรากฟันเทียมในช่วงระยะแรกหลังการฝังรากฟันเทียม โดยผู้ป่วยที่มีแรงลิ้นต่ำมีแนวโน้มเกิดการเพิ่มขึ้นของแบคทีเรียชนิดใช้ออกซิเจนในช่วงระหว่าง 2 ถึง 4 สัปดาห์หลังการผ่าตัดมากกว่าผู้ที่มีแรงลิ้นสูงกว่า ในขณะที่ไม่พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญระหว่างแรงลิ้นสูงสุดกับการเปลี่ยนแปลงของปริมาณแบคทีเรียชนิดไม่ใช้ออกซิเจน ผลการศึกษานี้สนับสนุนสมมติฐานว่าแรงลิ้นอาจเป็นปัจจัยด้านการทำงานที่มีอิทธิพลต่อสภาพแวดล้อมจุลชีพรอบรากฟันเทียมในระยะเริ่มต้นของการหายของแผล

ค่าแรงลิ้นสูงสุดเฉลี่ย (maximum tongue strength; MTS) ที่พบในการศึกษานี้อยู่ในช่วงใกล้เคียงกับค่ามาตรฐานที่รายงานในงานวิจัยก่อนหน้าในกลุ่มประชากรสุขภาพดีในประเทศเกาหลี โดย Jeong (2017) รายงานค่าแรงลิ้นสูงสุดเฉลี่ยอยู่ในช่วงประมาณ 35-47 kPa ขึ้นอยู่กับช่วงอายุและเพศ ซึ่งสอดคล้องกับค่าแรงลิ้นสูงสุดเฉลี่ยที่พบในการศึกษานี้ (43.64 ± 11.82 kPa)

ผลการศึกษานี้สอดคล้องกับรายงานจากงานวิจัยก่อนหน้าในบริบทของฟันธรรมชาติและผู้สูงอายุที่ต้องการการดูแลระยะยาว โดย Funahara et al. (2023) รายงานว่า การลดลงของแรงลิ้นมีความสัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นของปริมาณแบคทีเรียในน้ำลายและภายในช่องปาก ทั้งนี้ ผู้วิจัยได้เสนอว่าการทำงานของลิ้นมีบทบาทสำคัญต่อกลไกการทำความสะอาดช่องปากตามธรรมชาติ ผ่านการกระจายน้ำลายและการรบกวนคราบจุลินทรีย์ ซึ่งช่วยควบคุมการสะสมของแบคทีเรียในช่องปาก

ในระยะแรกของการหายของแผลภายหลังการฝังรากฟันเทียม แนวปิดผนึกของเนื้อเยื่ออ่อนรอบรากฟันเทียมยังอยู่ในช่วงของการก่อตัว และพื้นผิวของรากฟันเทียมจะถูกเคลือบด้วยชั้น pellicle จากน้ำลายอย่างรวดเร็ว สภาวะดังกล่าวเอื้อต่อการยึดเกาะเริ่มต้นและการตั้งถิ่นฐานของแบคทีเรีย งานวิจัยด้านจุลชีพรอบรากฟันเทียมระบุว่า ในระยะเริ่มต้นหลังการฝังรากฟันเทียม จุลชีพที่พบมักเป็นแบคทีเรียกลุ่มใช้ออกซิเจนและกึ่งใช้ออกซิเจนเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งมีความไวต่อปัจจัยเชิงกลและการไหลเวียนของน้ำลายมากกว่าแบคทีเรียชนิดไม่ใช้ออกซิเจน (Mombelli & Décaillet, 2011) ภายใต้บริบทดังกล่าว ผู้ป่วยที่มีแรงลิ้นสูงสุดลดลงอาจมีประสิทธิภาพในการชะล้างน้ำลายและการรบกวนคราบจุลินทรีย์ลดลง ส่งผลให้แบคทีเรียชนิดใช้ออกซิเจนสามารถเพิ่มจำนวนบริเวณรอบรากฟันเทียมได้ง่ายขึ้นในช่วงต้นหลังการผ่าตัด

จากผลการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าผู้ป่วยที่มีค่าแรงลิ้นสูงสุดต่ำมีแนวโน้มเกิดการเพิ่มขึ้นของปริมาณแบคทีเรียชนิดใช้ออกซิเจนรอบรากฟันเทียมในช่วงระยะเริ่มต้นของการหายของแผลมากกว่าผู้ป่วยที่มีแรงลิ้นสูง โดยการเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มด้วย independent samples t-test แสดงให้เห็นว่า การเปลี่ยนแปลงของปริมาณแบคทีเรียชนิดใช้ออกซิเจนระหว่างสัปดาห์ที่ 2 ถึง 4 หลังการฝังรากฟันเทียมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่มที่มีค่า MTS ต่ำกว่าและตั้งแต่ 38.9 kPa ขึ้นไป ($p = 0.029$) ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ล่วงหน้า

ในทางตรงกันข้าม การศึกษานี้ไม่พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างแรงลิ้นสูงสุดกับการเปลี่ยนแปลงของปริมาณแบคทีเรียชนิดไม่ใช้ออกซิเจน ผลดังกล่าวอาจอธิบายได้จากระยะเวลาการติดตามผลที่ค่อนข้างสั้น เนื่องจากแบคทีเรียชนิดไม่ใช้ออกซิเจนมักมีบทบาทสำคัญในระยะที่ไบโอฟิล์มมีการพัฒนาเต็มที่ และสัมพันธ์กับระยะลุกลามของโรครอบรากฟันเทียม (Mombelli et al., 2012) ในช่วง 2-4 สัปดาห์หลังการฝังรากฟันเทียม ระบบนิเวศจุลชีพรอบรากฟันเทียมอาจยังอยู่ในระยะเริ่มต้นของการตั้งถิ่นฐาน โดยมีแบคทีเรียกลุ่มใช้ออกซิเจนหรือกึ่งใช้ออกซิเจนเป็นกลุ่มเด่น จึงอาจยังไม่ปรากฏการเปลี่ยนแปลงของแบคทีเรียชนิดไม่ใช้ออกซิเจนอย่างชัดเจนในเชิงสถิติ

ผลการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณพบว่าแรงลิ้นสูงสุดมีแนวโน้มเชิงลบกับการเพิ่มขึ้นของแบคทีเรียชนิดใช้ออกซิเจน แม้ยังไม่ถึงระดับนัยสำคัญทางสถิติเมื่อควบคุมอายุและเพศ ซึ่งอาจเกี่ยวข้องกับขนาดตัวอย่างที่จำกัด อย่างไรก็ตาม ทิศทางของความสัมพันธ์ยังสอดคล้องกับสมมติฐานของการศึกษาและอาจบ่งชี้ถึงบทบาททางชีวกลไกของแรงลิ้นต่อการควบคุมจุลชีพในระยะต้นของการหายแผลภายหลังการผ่าตัดรากฟันเทียม

การศึกษานี้มีข้อจำกัดที่ควรพิจารณา ทั้งในด้านการออกแบบและวิธีการวิเคราะห์จุลชีพ ขนาดกลุ่มตัวอย่างที่ค่อนข้างน้อยและระยะเวลาการติดตามผลสั้นจำกัดความสามารถในการอ้างอิงผลในวงกว้างและการสรุปผลลัพธ์ระยะยาวของเนื้อเยื่อรอบรากฟันเทียม นอกจากนี้ แม้ผู้เข้าร่วมจะได้รับการคัดเลือกให้มีสุขอนามัยช่องปากดีและได้รับคำแนะนำหลังผ่าตัดอย่างเป็นระบบ แต่ไม่มีการบันทึกค่าดัชนีคราบจุลินทรีย์ในเชิงปริมาณระหว่างการติดตามผล จึงอาจยังควบคุมปัจจัยกวนที่เกี่ยวข้องกับระดับคราบจุลินทรีย์ได้ไม่สมบูรณ์

ในด้านการเก็บและวิเคราะห์ตัวอย่าง การเก็บของเหลวรอบรากฟันเทียมและกระบวนการเพาะเลี้ยงเชื้ออาจทำให้ตัวอย่างสัมผัสกับออกซิเจน ส่งผลให้จำนวนเชื้อชนิดไม่ใช้ออกซิเจนที่ตรวจพบต่ำกว่าความเป็นจริง อีกทั้งการวิเคราะห์อาศัยวิธีเพาะเลี้ยงโดยไม่ได้ระบุชนิดเชื้อในระดับสายพันธุ์ จึงอาจไม่สะท้อนความหลากหลายของนิเวศจุลชีพได้อย่างครบถ้วน โดยเฉพาะในระยะเริ่มต้นหลังผ่าตัดที่ร่องเหงือกรอบรากฟันเทียมยังมีความลึกไม่มากและอาจยังไม่เอื้อต่อการเจริญของเชื้อชนิดไม่ใช้ออกซิเจนในปริมาณสูง

ดังนั้น การศึกษาในอนาคตควรใช้กลุ่มตัวอย่างที่ใหญ่ขึ้น ติดตามผลในระยะยาว ควบคุมและรายงานดัชนีคราบจุลินทรีย์อย่างเป็นระบบ และประยุกต์ใช้เทคนิคทางอณูชีววิทยา เช่น quantitative PCR หรือ 16S rRNA sequencing เพื่ออธิบายองค์ประกอบและพลวัตของจุลชีพได้อย่างแม่นยำยิ่งขึ้น

ในทางคลินิก ผลการศึกษานี้ชี้ให้เห็นถึงความสำคัญที่อาจเกิดขึ้นของการประเมินการทำงานของลิ้นในกระบวนการประเมินความเสี่ยงของการรักษาด้วยรากฟันเทียม ผู้ป่วยที่มีแรงลิ้นลดลงอาจจำเป็นต้องได้รับการติดตามผลหลังการผ่าตัดอย่างใกล้ชิดมากขึ้น การประเมินแรงลิ้นอาจเป็นเครื่องมือเสริมในการคัดกรองผู้ป่วยที่อาจมีความเสี่ยงต่อการ

เปลี่ยนแปลงของจุลชีพรอบรากฟันเทียมในระยะต้น โดยเฉพาะในผู้ที่มีค่าแรงลิ้นต่ำกว่าเกณฑ์อ้างอิง ทั้งนี้ แม้ยังไม่สามารถกำหนดค่าเกณฑ์ขั้นต่ำที่ชัดเจนเพื่อการวินิจฉัยได้จากการศึกษานำร่องนี้ แต่ค่าที่ต่ำกว่า 38.9 kPa อาจเป็นระดับที่ควรเฝ้าระวังเป็นพิเศษ การให้คำแนะนำด้านสุขอนามัยในช่องปากที่เข้มงวดและการดูแลหลังผ่าตัดอย่างใกล้ชิด หรือการใช้มาตรการป้องกันเสริมในช่วงระยะแรกของการหายของแผล นอกจากนี้ แนวทางการดูแลที่มุ่งเน้นการเสริมสร้างแรงลิ้นหรือการเพิ่มประสิทธิภาพของกลไกการทำความสะอาดตัวเองภายในช่องปาก อาจเป็นทางเลือกสนับสนุนใหม่ในการคงไว้ซึ่งสุขภาพของเนื้อเยื่อรอบรากฟันเทียม อย่างไรก็ตาม ยังจำเป็นต้องมีการศึกษาวิจัยเพิ่มเติมในขนาดตัวอย่างที่ใหญ่ขึ้นและระยะติดตามที่ยาวนานขึ้นเพื่อยืนยันสมมติฐานดังกล่าว รวมทั้งยืนยันความเหมาะสมของการนำค่าแรงลิ้นมาใช้เป็นตัวบ่งชี้ทางคลินิกในอนาคต

โดยสรุป ผู้ป่วยที่มีค่าแรงลิ้นสูงสุดต่ำมีแนวโน้มเกิดการเพิ่มขึ้นของปริมาณแบคทีเรียชนิดใช้ออกซิเจนรอบรากฟันเทียมในช่วงระยะการหายแผลเริ่มต้นมากกว่าผู้ป่วยที่มีค่าแรงลิ้นสูงสุดสูง ผลลัพธ์ดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่าแรงลิ้นอาจเป็นปัจจัยเชิงหน้าที่ที่เกี่ยวข้องกับพลวัตของจุลชีพรอบรากฟันเทียมในระยะแรกหลังการผ่าตัด

ข้อเสนอแนะที่ได้รับจากการวิจัย

จากผลการศึกษาในเรื่องของบทบาทของแรงลิ้นสูงสุดที่มีผลต่อการหายของแผลหลังฝังรากฟันเทียม ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะให้พิจารณาการประเมินแรงลิ้นสูงสุดเป็นส่วนหนึ่งของการประเมินผู้ป่วยที่ได้รับการรักษาด้วยรากฟันเทียม โดยเฉพาะช่วงระยะแรกหลังการผ่าตัด เนื่องจากแรงลิ้นมีบทบาทต่อกลไกการทำความสะอาดภายในช่องปาก การกระตุ้นการไหลของน้ำลาย และการควบคุมการสะสมของจุลชีพรอบรากฟันเทียม ผู้ป่วยที่มีแรงลิ้นต่ำอาจมีความสามารถในการทำความสะอาดตัวเองภายในช่องปากลดลง ส่งผลให้มีความเสี่ยงต่อการเพิ่มขึ้นของปริมาณแบคทีเรียรอบรากฟันเทียม โดยเฉพาะในช่วงที่เนื้อเยื่ออ่อนยังอยู่ระหว่างการหายของแผล ดังนั้น ผู้ป่วยกลุ่มนี้ควรได้รับการติดตามทางคลินิกอย่างใกล้ชิด ร่วมกับการให้คำแนะนำด้านสุขอนามัยในช่องปากที่เหมาะสมและเข้มงวดมากขึ้น เช่น การเน้นการทำความสะอาดบริเวณรอบรากฟันเทียมอย่างถูกวิธี และการใช้มาตรการป้องกันเสริม เช่นการใช้น้ำยาบ้วนปากที่มีฤทธิ์ต้านจุลชีพ (chlorhexidine) หรือ ฟื้นฟูหรือเสริมสร้างการทำงานของลิ้นในช่วงระยะเริ่มต้นของการหายของแผล เพื่อช่วยลดความเสี่ยงต่อการเกิดการอักเสบของเนื้อเยื่อรอบรากฟันเทียม

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1) ควรดำเนินการศึกษาในกลุ่มตัวอย่างที่มีขนาดใหญ่ขึ้นและมีความหลากหลายมากขึ้น เพื่อเพิ่มความน่าเชื่อถือและความสามารถในการอ้างอิงผลการศึกษาในประชากรทั่วไป

2) ควรขยายระยะเวลาการติดตามผลให้ยาวนานขึ้น เพื่อประเมินความสัมพันธ์ระหว่างแรงลิ้นสูงสุดกับการเปลี่ยนแปลงของจุลชีพรอบรากฟันเทียม รวมถึงผลต่อการเกิดภาวะเยื่อบุรอบรากฟันเทียมอักเสบและกระดูกอักเสบรอบรากฟันเทียมในระยะยาว

3) ควรใช้เทคนิคการวิเคราะห์จุลชีพระดับโมเลกุล เช่น การวิเคราะห์ลำดับพันธุกรรม (16S rRNA sequencing) เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ครอบคลุมและสะท้อนความซับซ้อนของระบบนิเวศจุลชีพรอบรากฟันเทียมได้ดียิ่งขึ้น

4) ควรพิจารณาประเมินปัจจัยด้านการทำงานของช่องปากอื่นๆ ร่วมด้วย เช่น แรงบดเคี้ยว รูปแบบการกลืน และปริมาณน้ำลาย เพื่อให้เข้าใจบทบาทของปัจจัยเชิงหน้าที่ต่อสุขภาพเนื้อเยื่อรอบรากฟันเทียมได้อย่างครอบคลุมยิ่งขึ้น นอกจากนี้ ควรมีการควบคุมและประเมินปัจจัยกวนที่สำคัญ โดยเฉพาะปริมาณคราบจุลินทรีย์ของผู้เข้าร่วมวิจัยอย่างเป็นระบบ เพื่อเพิ่มความแม่นยำในการแปลผลความสัมพันธ์ที่ศึกษา

5) ควรมีการศึกษาผลของการฝึกหรือการฟื้นฟูแรงลิ้นต่อการลดการสะสมของแบคทีเรียรอบรากฟันเทียม เพื่อประเมินศักยภาพในการนำไปใช้เป็นแนวทางเสริมในการดูแลรักษาผู้ป่วยรากฟันเทียมในอนาคต

เอกสารอ้างอิง

Adams, V., Mathisen, B., Baines, S., Lazarus, C., & Callister, R. (2013). A systematic review and meta-analysis of measurements of tongue and hand strength and endurance using the Iowa Oral Performance Instrument (IOPI). *Dysphagia, 28*(3), 350-369.

Araujo, M. G., & Lindhe, J. (2018). Peri‐implant health. *Journal of clinical periodontology, 45*, S230-S236.

Dotiwala, A. K., & Samra, N. S. (2018). Anatomy, head and neck, tongue. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing.

Funahara, M., Soutome, S., Sakamoto, Y., Oyama, H., Otsuru, M., Umeda, M., ... & Nakamichi, A. (2023). Relationship between tongue pressure and salivary bacteria in the older adults requiring long-term care. *Gerontology, 69*(3), 282-288.

Jeong, D. M., Shin, Y. J., Lee, N. R., Lim, H. K., Choung, H. W., Pang, K. M., ... & Lee, J. H. (2017). Maximal strength and endurance scores of the tongue, lip, and cheek in healthy, normal Koreans. *Journal of the Korean Association of Oral and Maxillofacial Surgeons, 43*(4), 221.

Kaboosaya, B., Arunjaroensuk, S., & Pimkhaokham, A. (2025). Influence of maximum tongue strength on implant stability and marginal bone loss in posterior mandibular implants: a preliminary prospective study. *Clinical Oral Investigations, 29*(12), 554.

Kochar, S. P., Reche, A., & Paul, P. (2022). The etiology and management of dental implant failure: a review. *Cureus, 14*(10), e30455.

Mombelli, A., & Décaillet, F. (2011). The characteristics of biofilms in peri‐implant disease. *Journal of clinical periodontology, 38*, 203-213.

Mombelli, A., Müller, N., & Cionca, N. (2012). The epidemiology of peri‐implantitis. *Clinical oral implants research, 23*, 67-76.

Monje, A., Ravida, A., Wang, H. L., Helms, J. A., & Brunski, J. B. (2019). Relationship between primary/mechanical and secondary/biological implant stability. *Int J Oral Maxillofac Implants, 34*(19), 10-11607.

Mosaico, G., Pinna, M., Grassi, R., Orrù, G., Scribante, A., Maiorani, C., ... & Butera, A. (2024). Oral health and caries prevention: how tongue hygiene helps maintain balance of microbiota and overall health in pediatric patients. *Children, 11*(7), 816.

Radaic, A., & Kapila, Y. L. (2021). The oralome and its dysbiosis: New insights into oral microbiome-host interactions. *Computational and structural biotechnology journal, 19*, 1335-1360.

Roccuzzo, A., Stähli, A., Monje, A., Sculean, A., & Salvi, G. E. (2021). Peri-implantitis: a clinical update on prevalence and surgical treatment outcomes. *Journal of clinical medicine, 10*(5), 1107.

Winnier, J. J., Rupesh, S., Nayak, U. A., Reddy, V., & Rao, A. P. (2013). The comparative evaluation of the effects of tongue cleaning on existing plaque levels in children. *International journal of clinical pediatric dentistry, 6*(3), 188.

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).