

การศึกษาแบบย้อนหลังของระบบรากฟันเทียม PRK : ผลลัพธ์ทางคลินิก และทางภาพถ่ายรังสีหลังการใช้งานรับแรงบดเคี้ยวเป็นเวลาสามปี

ชัยฤกษ์ จุฑากิตติ ท.บ.*

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์: เพื่อประเมินผลลัพธ์ทางคลินิกและทางภาพถ่ายรังสีของระบบรากฟันเทียม PRK ซึ่งเป็นรากฟันเทียมระบบใหม่ที่ผลิตในประเทศไทยหลังการใช้งานรับแรงบดเคี้ยวเป็นเวลา 3 ปี

วัสดุและวิธีการ: การศึกษาแบบย้อนหลังในผู้ป่วย 10 ราย (ชาย 2 ราย หญิง 8 ราย) ใส่รากฟันเทียม PRK จำนวน 10 รากที่โรงพยาบาลตรัง โดยการประเมินอัตราการอยู่รอดความลึกร่องเหงือกรอบรากเทียม, การมีเลือดออกเมื่อหยั่งร่องลึก และการเปลี่ยนแปลงระดับกระดูกขอบรากฟันเทียมจากภาพถ่ายรังสีรอบรากฟัน

ผลการศึกษา: อัตราการอยู่รอดของรากฟันเทียมเท่ากับร้อยละ 100 การละลายตัวของกระดูกรอบรากฟันเทียมเฉลี่ยหลัง 3 ปีเท่ากับ 0.7 ± 0.1 มม. ไม่พบโรคขอบรากฟันเทียมอักเสบ

สรุป: ระบบรากฟันเทียม PRK แสดงผลลัพธ์ที่น่าพึงพอใจหลังการใช้งาน 3 ปี แต่ควรมีการศึกษาในกลุ่มตัวอย่างที่มีขนาดใหญ่ขึ้น

คำสำคัญ: รากฟันเทียม PRK, การละลายตัวของกระดูก, การศึกษาแบบย้อนหลัง

A Retrospective Study of the PRK Implant System: Clinical and Radiographic Outcomes After Three Years of Functional Loading

Chailerk Juthakitti D.D.S.*

Abstract

Objective: To evaluate clinical and radiographic outcomes of the PRK implant system, a newly developed Thai-made dental implant, after three years of functional loading.

Materials and Methods: A retrospective study was conducted in 10 patients (2 males, 8 females) receiving 10 PRK implants at Trang Hospital, Thailand. Clinical parameters including probing depth and bleeding on probing were recorded. Marginal bone loss was assessed using standardized periapical radiographs.

Results: Implant survival rate was 100%. Mean marginal bone loss after three years was 0.7 ± 0.1 mm. No peri-implantitis was observed.

Conclusion: The PRK implant system demonstrated favorable clinical and radiographic outcomes after three years of functional loading. Further long-term studies with larger samples are recommended.

Keywords: PRK dental implants, marginal bone loss, retrospective study

* กลุ่มงานทันตกรรม โรงพยาบาลตรัง

* Dental Department, Trang Hospital

บทนำ

การสูญเสียฟันส่งผลกระทบต่อคุณภาพชีวิต การออกเสียง ความสวยงาม และคุณภาพชีวิตของผู้ป่วย โดยมีหลักฐานว่าผู้ที่สูญเสียฟันจำนวนมากมีคุณภาพชีวิตด้านสุขภาพช่องปากลดลงอย่างชัดเจนเมื่อเทียบกับผู้ที่มีฟันครบถ้วน¹ การรักษาด้วยรากฟันเทียม (dental implant) ได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวางว่าเป็นมาตรฐานการรักษาในการทดแทนฟันที่สูญเสีย เนื่องจากสามารถฟื้นฟูการทำงานและโครงสร้างของระบบบดเคี้ยวได้ใกล้เคียงฟันธรรมชาติมากที่สุด² พื้นฐานทางชีววิทยาที่สำคัญของการรักษาด้วยรากฟันเทียมคือแนวคิดเรื่องการยึดติดระหว่างกระดูกกับผิวรากฟันเทียม (osseointegration) ซึ่งได้รับการรายงานเป็นครั้งแรกโดย Branemark และคณะ และถือเป็นจุดเริ่มต้นของทันตกรรมรากฟันเทียมสมัยใหม่³ ตลอดหลายทศวรรษที่ผ่านมา ระบบรากฟันเทียมได้มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ทั้งในด้านวัสดุ การออกแบบ และเทคโนโลยีพื้นผิว เพื่อเพิ่มเสถียรภาพเริ่มต้นและเร่งกระบวนการออสติโออินทิเกรชัน⁴

ในระยะแรกรากฟันเทียมส่วนใหญ่มีพื้นผิวเรียบ (machined surface) ซึ่งให้ผลลัพธ์ที่ดีในระยะยาว แต่ต้องใช้เวลาการรอคอยเพื่อให้เกิดการยึดติดของกระดูกค่อนข้างนาน⁵ ต่อมามีการพัฒนาการปรับสภาพพื้นผิว เช่น การพ่นทราย และกัดกรด (sandblasted, large-grit, acid-etched; SLA) การพ่นไทเทเนียมพลาสมา และการสร้างโครงสร้างระดับไมโครและนาโน ซึ่งช่วยเพิ่มพื้นที่ผิวสัมผัสกับกระดูกและเพิ่มอัตราความสำเร็จของรากฟันเทียม โดยเฉพาะในระยะต้นของการรักษา^{6,7} นอกจากนี้พื้นผิวแล้ว การออกแบบรากฟันเทียมในเชิงชีวกลศาสตร์ เช่น รูปแบบเกลียว ความเร็วของตัวราก และลักษณะการเชื่อมต่อระหว่างรากฟันเทียมกับแกนต่อ (implant-abutment connection) มีบทบาทสำคัญต่อการกระจายแรงบดเคี้ยวและความคงตัวของกระดูกขอบรากฟันเทียมในระยะยาว⁸

ปัจจัยแห่งความสำเร็จของรากฟันเทียมประกอบด้วยหลายองค์ประกอบ ได้แก่ ปัจจัยด้านระบบรากฟันเทียมเอง ปัจจัยด้านผู้ป่วย ปัจจัยด้านเทคนิคการผ่าตัด และปัจจัยด้านการบำรุงรักษาหลังการรักษา⁹ รายงานการศึกษาทางคลินิกและการทบทวนวรรณกรรมเชิงระบบจำนวนมากแสดงให้เห็นว่าระบบรากฟันเทียมสมัยใหม่มีอัตราการอยู่รอดสูง โดยเฉพาะในกรณีการบูรณะด้วยครอบฟันเดี่ยว อัตราการอยู่รอดที่ 5 ปี มักสูงกว่า 95% และที่ 10 ปีสูงกว่า 90%^{10,11} อย่างไรก็ตาม ความสำเร็จของรากฟันเทียมไม่ได้พิจารณาจากการคงอยู่ของรากฟันเทียมเพียงอย่างเดียว แต่ยังรวมถึงสุขภาพของเนื้อเยื่อรอบรากฟันเทียม และการไม่มีภาวะแทรกซ้อน เช่น เยื่อเมือก

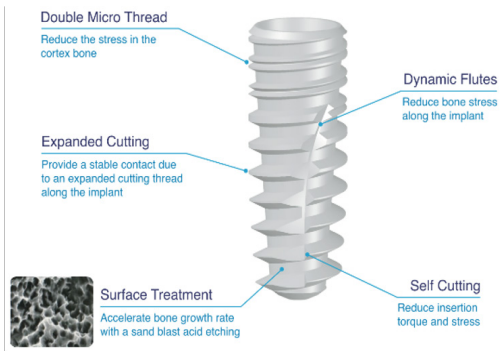
อักเสบรอบรากฟันเทียม (peri-implant mucositis) และโรคปริทันต์อักเสบรอบรากฟันเทียม (peri-implantitis)¹² รวมถึงความคงตัวของระดับกระดูกขอบรากฟันเทียม (marginal bone loss)

การเปลี่ยนแปลงระดับกระดูกขอบรากฟันเทียมถือเป็นตัวชี้วัดสำคัญของความสำเร็จในระยะยาว โดยเกณฑ์ที่เสนอโดย Albrektsson และคณะ ระบุว่าการสูญเสียกระดูกไม่ควรเกิน 1.5 มม. ในปีแรก และไม่เกิน 0.2 มม. ต่อปีหลังจากนั้น¹³ นอกจากนี้ การประเมินทางคลินิก เช่น ความลึกร่องเหงือก (probing depth) และการมีเลือดออกเมื่อหยั่งร่องลึก (bleeding on probing) ยังมีบทบาทสำคัญในการติดตามสุขภาพของเนื้อเยื่อรอบรากฟันเทียมและการตรวจพบภาวะแทรกซ้อนในระยะเริ่มต้น¹²

ในบริบทของประเทศไทย แม้ว่าจะมีการใช้รากฟันเทียมจากต่างประเทศอย่างแพร่หลาย แต่ข้อจำกัดด้านต้นทุนและการเข้าถึงการรักษายังคงเป็นประเด็นสำคัญ ระบบรากฟันเทียม PRK ซึ่งเป็นรากฟันเทียมระบบใหม่ที่พัฒนาและผลิตภายในประเทศ จึงมีศักยภาพในการเพิ่มการเข้าถึงการรักษาและส่งเสริมนวัตกรรมทางทันตกรรมของไทย อย่างไรก็ตาม ข้อมูลทางคลินิกและทางภาพถ่ายรังสีระยะกลางถึงยาวของระบบรากฟันเทียม PRK ยังมีจำกัด

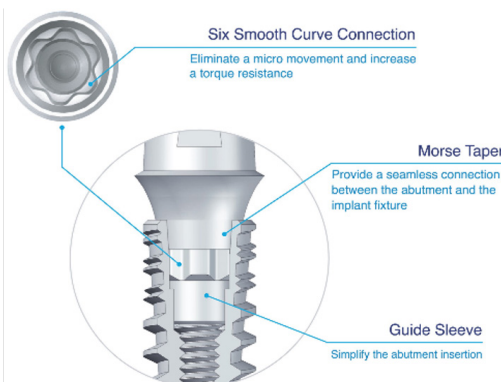
รากฟันเทียม PRK (พระรามแก้ว) เป็นผลิตภัณฑ์กลุ่มเครื่องมือแพทย์ประเภทฝังใน ระดับความเสี่ยง Class 3 โดยพัฒนาคุณลักษณะของรากฟันเทียมมีลักษณะพิเศษในส่วนของเกลียวนอกซึ่งมีลักษณะที่เหมาะสมกับโครงสร้างกายวิภาคของกระดูกเป็นหลัก ลักษณะของเกลียวนอกจะมีลักษณะเป็นเกลียวที่เหมาะสมตามชั้นความหนาแน่นของกระดูกโดยแบ่งเป็นสามส่วนหลัก คือ ส่วนหัว และส่วนลำตัว ที่มีลักษณะเป็นแท่งกลวง และส่วนปลาย มีลักษณะเป็นแท่งตัน โดยที่บริเวณด้านนอกของส่วนหัว มีเกลียวคู่ขนาดเล็กสองชั้น (double micro thread) เพื่อลดแรงต้านของกระดูกบริเวณช่วงกระดูกส่วนเปลือก (cortex bone) ซึ่งเป็นบริเวณที่กระดูกมีความหนาแน่นมาก ถัดจากส่วนหัวดังกล่าวจะเป็นส่วนลำตัว (expanded cutting) จะมีเกลียวนอกที่มีความหนาบริเวณของยอดสันเกลียว และถัดจากส่วนลำตัวดังกล่าวจะเป็นส่วนปลาย ที่ซึ่งบริเวณภายนอกโดยรอบของส่วนดังกล่าวมีเกลียวลักษณะยอดแหลม บริเวณส่วนหนึ่งของเกลียวของส่วนลำตัว และส่วนปลายถูกทำเป็นคมตัด (self-cutting) เพื่อช่วยให้เกิดแรงในการตัดเฉือนกระดูกในบริเวณที่เป็นกระดูกแบบนุ่ม (spongy bone) และโดยที่บริเวณทั้งสองดังกล่าวมีร่องแนวไดนามิกฟลูท (dynamic Flutes) เป็นร่องต่อเนื่องขึ้นมาจากคมตัด (self-cutting) สามารถช่วยลดแรงในการใส่รากฟันเทียมได้

(รูปที่ 1) พื้นผิวของรากฟันเทียม (surface treatment) มีการปรับสภาพผิวให้เกิดรูพรุนขนาดเล็กด้วยวิธีการพ่นอนุภาคขนาดเล็กพร้อมด้วยการกัดกรด (Sandblast-Large grit Acid Etching : SLA) โดยมีขนาดรูพรุนผิวเฉลี่ย 0.8 ไมโครเมตร



รูปที่ 1 แสดงลักษณะเชิงมหภาพของรากฟันเทียม ฟีอาร์เค
Fig 1 the macrodesign of the PRK dental implant fixture

ระบบการยึดต่อระหว่างรากฟันเทียม (implant fixture) และส่วนต่อรากฟันเทียม (abutment) ต่อแบบ Six Smooth Curve and Guide Sleeve with Morse Taper connection โดย Six Smooth Curve มีลักษณะเป็นมุมโค้ง 6 ยอด ตาม ISO10664:2014 เป็นนวัตกรรมที่สามารถป้องกันการเคลื่อนตัวเพิ่มความแข็งแรงของรากฟันเทียม สามารถรับแรงบิดสูงสุด 309.99 N.cm Morse Taper มีลักษณะเป็นผิวลิ่มผลัดที่เรียบและมีมุมเอียง 5 องศา ทำให้เกิดการยึดติดกันระหว่างผิวของรากฟันเทียมและส่วนยึดฟันเทียม (cold welding) (รูปที่ 2) ส่งผลให้มีความแข็งแรง สามารถรับแรงกด (Maximum compression) ได้สูงขึ้น Guide Sleeve มีคุณสมบัติในการทำหน้าที่เป็นแกนนำเพื่อช่วยประคองแนวต่อระหว่างรากฟันเทียมและส่วนต่อรากฟันเทียมให้ทำการสวมประกอบระหว่างรากฟันเทียมและส่วนต่อรากฟันเทียมทำได้ง่ายและมีความเที่ยงตรงสูง



รูปที่ 2 แสดงลักษณะของส่วนเชื่อมต่อของรากฟันเทียมระบบฟีอาร์เค
Fig 2 the characteristic of PRK dental implant connection

ดังนั้น การศึกษาแบบย้อนหลัง (Retrospective Study) ครั้งนี้ จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินผลลัพธ์ทางคลินิกและทางภาพถ่ายรังสีของระบบรากฟันเทียม PRK ภายหลังการใช้งานรับแรงบิดเคียวเป็นระยะเวลา 3 ปี เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการศึกษานานาชาติในอนาคตและเป็นแนวทางประกอบการตัดสินใจในการเลือกระบบรากฟันเทียมทางคลินิก

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

การศึกษานี้เป็นการศึกษาแบบย้อนหลัง (Retrospective Study) ดำเนินการ ที่กลุ่มงานทันตกรรม โรงพยาบาลตรัง กลุ่มตัวอย่างคือผู้ป่วยที่สูญเสียฟันหนึ่งซี่ในบริเวณฟันหลัง (posterior region) จำนวน 10 ราย ซึ่งได้รับการวางแผนการรักษาด้วยรากเทียมระบบ PRK ระหว่างเดือนกรกฎาคม 2564 ถึง เมษายน 2568

เกณฑ์การเลือกกลุ่มตัวอย่างเข้าศึกษา เป็นผู้ที่มีความสุข สุขภาพแข็งแรงไม่มีโรคประจำตัวร้ายแรงใดๆ หรือมีผลต่อการหายของกระดูก กรณีที่มีโรคประจำตัวต้องอยู่ในระดับที่ควบคุมได้ เช่น ความดันโลหิตสูง เบาหวานที่ควบคุมได้ ไม่ได้รับประทานยาใดๆที่มีผลต่อการหายของกระดูกหรือการแข็งตัวของเลือด สูญเสียฟันธรรมชาติอย่างน้อย 1 ซี่ ในตำแหน่ง 34 -37,44-47 และมีคู่อสบ มีความกว้างของกระดูกแนว Bucco-Lingual ไม่น้อยกว่า 6 มม. และมีความสูงของกระดูกไม่น้อยกว่า 10 มม. มีสภาพฟัน เนื้อเยื่อปริทันต์และกระดูกแข็งแรง มีทัศนคติต่อการผ่าตัดฝังรากฟันเทียม เข้าใจขั้นตอนการรักษา การใช้งาน ตลอดจนสามารถดูแลรักษา รากฟันเทียม และสามารถมาติดตามผลการรักษาได้ตลอดระยะเวลาที่ทำการรักษาได้

เกณฑ์การคัดออกของกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ โรคเบาหวานที่ไม่ได้รับการควบคุม โรคเลือด โรคกระดูกพรุน โรคกระดูกที่รับประทานสเตียรอยด์ต่อเนื่องกันเป็นระยะเวลายาวนาน รับประทานยาด้านโรคกระดูกพรุนในกลุ่ม Bisphosphonate สิบอนุหรือจัด (มากกว่า 20 มวนต่อวัน) ASA Class III ขึ้นไปก่อนการรักษามีภาวะติดเชือบริเวณที่สูญเสียฟัน มีภาวะทางจิตผิดปกติ บริเวณที่จะทำการใส่รากเทียมมีกระดูกและเนื้อเยื่อออกไม่เพียงพอผู้ป่วยที่มีโรคปริทันต์ และผู้ป่วยที่ได้รับรังสีรักษา บำบัดโรคมะเร็งบริเวณศีรษะและลำคอ

วัสดุและอุปกรณ์

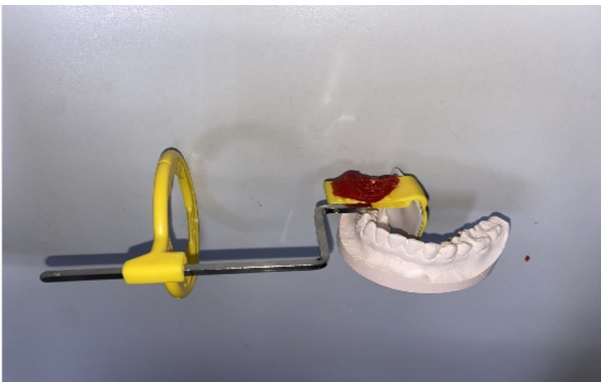
ระบบรากเทียม: ใช้รากเทียมระบบ PRK วัสดุทำจาก Commercial Pure Titanium Grade 4 พื้นผิวผ่านกระบวนการปรับสภาพผิวให้เกิดรูพรุนขนาดเล็กด้วยวิธีการพ่นอนุภาคขนาดเล็กพร้อมด้วยการกัดกรด (Sandblast-Large grit Acid Etching : SLA)

ชุดเครื่องมือผ่าตัด: PRK Surgical Kit ซึ่งประกอบด้วยหัวเจาะ (Drills) ที่เรียงลำดับตามขนาดตามมาตรฐานของผู้ผลิต

อุปกรณ์การตรวจทางคลินิก: ใช้โพรบพลาสติกวัดเนื้อเยื่อปริทันต์ (Plastic Periodontal Probe) เพื่อหลีกเลี่ยงการทำลายพื้นผิวรากเทียมและส่วนต่อเชื่อม (Abutment)

อุปกรณ์การถ่ายภาพทางรังสีวิทยา: เครื่องถ่ายภาพรังสีเอกซเรย์ระบบดิจิทัลภายในช่องปาก DEXIS รุ่น Focus ใช้แรงดันไฟฟ้า 115-230 VAC +/- 10 %, 50-60 เฮิร์ตซ์ (Hz) ที่ความต่างศักย์ไฟฟ้า 70-80 กิโลโวลต์พีค (KVp) และมีค่ากระแสไฟฟ้า 7-10 มิลลิแอมแปร์ (mA) หลังจากถ่ายภาพรังสี นำไปอ่านภาพรังสีผ่านเครื่องสแกนเนอร์ ยี่ห้อ DURR DENTAL รุ่น Vista Scan Mini View โดยใช้หลักการแปลงสัญญาณจากแผ่น Phosphor Storage Plate (PSP) ให้เป็นสัญญาณภาพดิจิทัล และแสดงบนจอภาพคอมพิวเตอร์เพื่อให้สามารถขยายภาพและใช้โปรแกรม CliniView ในการวัดระยะความยาวระหว่างจุดได้ เพื่อประเมินการละลายตัวของกระดูก

เทคนิคการถ่ายภาพ ถ่ายภาพรังสีด้วยเทคนิคขนาน (parallel technique) เพื่อลดการบิดเบือนของรูปภาพ ใช้อุปกรณ์ควบคุมตำแหน่ง (Rinn XCP) ร่วมกับการทำอุปกรณ์จับยึดส่วนบุคคล (custom bite Jig) โดยใช้ดูราเลย์ (duralay) บันทึกรอยสบฟัน เพื่อให้ถ่ายได้ตำแหน่งเดิมทุกครั้ง (รูปที่ 3)



รูปที่ 3 แสดงตัวจับฟิล์ม และวัสดุดูราเลย์บันทึกรอยสบฟัน เพื่อให้ถ่ายภาพรังสีได้ตำแหน่งเดิม

Fig 3 Film holder and Duralay index for the repeatable position for talking

ขั้นตอนการผ่าตัดและการบูรณะ (Surgical and Prosthetic Procedures) การผ่าตัดทำโดยศัลยแพทย์ช่องปากเพียงท่านเดียวเพื่อลดความคลาดเคลื่อน (operator bias)

ภายใต้ยาชาเฉพาะที่ โดยเปิดแผ่นเหงือก (full-thickness flap) และเตรียมการสำหรับฝังรากเทียมตามขั้นตอนของระบบ PRK ด้วยความเร็วรอบต่ำร่วมกับการระบายความร้อนด้วยน้ำเกลือ (sterile saline irrigation) เพื่อลดการเกิดความร้อนที่จะมีผลต่อกระดูก¹⁴ หลังจากฝังรากเทียมได้เสถียรภาพปฐมภูมิ (primary stability) > 30 Ncm จะทำการผ่าตัดแบบใส่ฮิลลิ่งอะบัทเมนท์ (healing abutment) หลังผ่าตัดทันทีที่เข้ากับรากเทียมเพื่อต่อให้ส่วนรากเทียมโผล่พ้นจากเหงือกทันที (one stage surgery)¹⁵⁻¹⁷ เย็บแผลด้วยไหมดำ ผู้ป่วยได้รับการตัดไหมบริเวณฝังรากเทียม 7-10 วัน ผู้ป่วยได้รับคำแนะนำในการดูแลแผล การหลีกเลี่ยงแรงบดเคี้ยวบริเวณรากฟันเทียม และการรักษาความสะอาดของปากอย่างเหมาะสม หลังครบระยะหายของแผล (healing period) 3-4 เดือน และไม่พบอาการผิดปกติทางคลินิก จึงเริ่มขั้นตอนการทำบูรณะด้วยครอบฟัน ดังนี้ ถอดฮิลลิ่งอะบัทเมนท์ และใส่ อิมเพรสชัน โคปิง (impression coping) ตามระบบของผู้ผลิต พิมพ์ปากด้วยวัสดุพิมพ์ปาก ส่งห้องปฏิบัติการเพื่อทำครอบฟัน หลังจากนั้นใส่ครอบฟันถาวร และปรับการสบฟันให้เหมาะสม ยึดครอบฟันด้วยซีเมนต์ถาวรตามมาตรฐาน และตรวจสอบความเรียบร้อยของเนื้อเยื่ออ่อนรอบรากฟันเทียม

การประเมินผลทางคลินิก (Clinical Evaluation)

ของรากฟันเทียม PRK ดำเนินการโดยผู้วิจัยเพียงท่านเดียว ตลอดระยะเวลาการศึกษา เพื่อลดความคลาดเคลื่อนจากผู้ประเมิน (examiner bias) โดยเริ่มการบันทึกข้อมูลตั้งแต่วันที่ใส่ครอบฟันถาวร ซึ่งถือเป็นค่าเริ่มต้น (baseline) และติดตามผลที่ระยะเวลา 1 ปี, 2 ปี และ 3 ปี ภายหลังจากใช้งานรับแรงบดเคี้ยว การประเมินทางคลินิกประกอบด้วยตัวชี้วัดหลัก ได้แก่ การอยู่รอดของรากฟันเทียม (implant survival), ความโยกของรากฟันเทียม (implant mobility), ความลึกร่องเหงือกครอบรากฟันเทียม (probing depth; PD) และการมีเลือดออกเมื่อยังร่องลึก (bleeding on probing; BOP) โดยมีรายละเอียดดังนี้

การอยู่รอดและความโยกของรากฟันเทียม (Implant Survival and Mobility) การอยู่รอดของรากฟันเทียมถูกประเมินจากการคงอยู่ของรากฟันเทียมในช่องปากโดยไม่มี ความจำเป็นต้องถอนรากฟันเทียมออกตลอดระยะเวลาการติดตามผล¹⁸ การประเมินความโยกของรากฟันเทียมทำโดยการตรวจทางคลินิกด้วยเครื่องมือสองชิ้น (two-metal instrument test)¹⁹ หากไม่พบการเคลื่อนไหวของรากฟันเทียมจะถูกบันทึกว่าไม่มีความโยก (mobility score = 0) รากฟันเทียมที่มีความโยก หรือมีอาการเจ็บปวดร่วมกับการสูญเสียการยึดติดกับกระดูกจะถือว่าเป็นความล้มเหลว (implant failure)¹⁸

การวัดความลึกร่องเหงือกรอบรากฟันเทียม (Probing Depth; PD) ทำโดยใช้ โพรบปริทันต์พลาสติก เพื่อลดความเสี่ยงต่อการทำลายพื้นผิวรากฟันเทียมและส่วนต่อรากฟันเทียม (abutment surface)¹⁹ วิธีการวัด โดยวัดความลึกจากขอบเหงือกถึงก้นร่องลึก ใช้แรงกดเบา ๆ ไม่เกินประมาณ 0.25 นิวตัน (N) เทียบเท่ากับการกดโพรบลงใต้เล็บมือแล้วรู้สึกตึงเพียงเล็กน้อย เพื่อหลีกเลี่ยงการเกิดผลบวกลวง (false-positive probing depth)²⁰ ทำการวัดรอบรากฟันเทียมจำนวน 6 ตำแหน่ง ได้แก่ Mesio-buccal (MB), Mid-buccal (B), Disto-buccal (DB), Mesio-lingual (ML), Mid-lingual (L), Disto-lingual (DL) ค่าความลึกที่วัดได้ในแต่ละตำแหน่งถูกบันทึกเป็นมิลลิเมตร และนำมาคำนวณเป็นค่าเฉลี่ยของรากฟันเทียมแต่ละรากเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การประเมินการมีเลือดออกเมื่อหยั่งร่องลึก (Bleeding on Probing; BOP) ใช้เป็นตัวชี้วัดการอักเสบของเนื้อเยื่อรอบรากฟันเทียม^{12,21} ดำเนินการพร้อมกับการวัดความลึกร่องเหงือกรอบรากฟันเทียมโดยใช้โพรบปริทันต์พลาสติก และแรงกดในระดับเดียวกัน หลังจากหยั่งโพรบในแต่ละตำแหน่ง ให้รอสังเกตเป็นเวลา 15 วินาทีหากพบการมีเลือดออกบริเวณขอบเหงือก ให้บันทึกเป็น ค่าบวก (positive) หากไม่พบเลือดออก ให้บันทึกเป็น ค่าลบ (negative) การประเมินทำใน 6 ตำแหน่งต่อรากฟันเทียม เช่นเดียวกับการวัด probing depth การคำนวณค่า BOP ถูกแสดงเป็น ร้อยละของตำแหน่งที่มีเลือดออกต่อรากฟันเทียมหนึ่งราก ตามสูตร

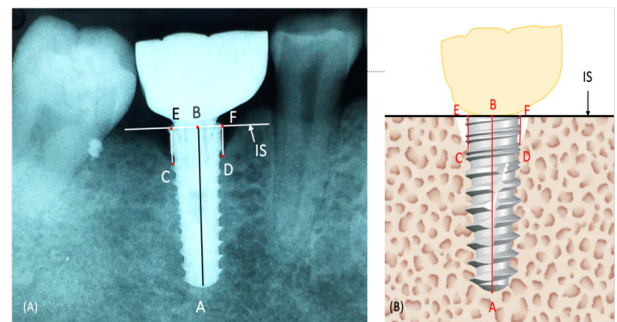
$$BOP(\%) = \left(\frac{\text{จำนวนตำแหน่งที่มีเลือดออก}}{6} \right) \times 100$$

ค่า BOP ต่อรากฟันเทียมถูกนำไปใช้ในการวิเคราะห์เชิงพรรณนาและการติดตามแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของสุขภาพเนื้อเยื่ออ่อนรอบรากฟันเทียมตลอดระยะเวลาการศึกษา

การประเมินผลทางภาพถ่ายรังสี (Radiographic Analysis) ก่อนการผ่าตัด กลุ่มตัวอย่างทุกรายได้รับการถ่ายภาพรังสีพาโนรามิก (panoramic radiograph) เบื้องต้นเพื่อการประเมินสภาพกระดูกโดยรวมและคัดกรองความพร้อมของตำแหน่งที่จะฝังรากฟันเทียม รวมถึงการประเมินคุณภาพกระดูกเบื้องต้นตามเกณฑ์ของ Lekholm and Zarb²² โดยพิจารณาสัดส่วนของกระดูกคอร์ติคอล (cortical bone) และกระดูกฟองน้ำ (trabecular bone) และจัดประเภทเป็น Type I-IV การประเมินดังกล่าวใช้เพื่อการจำแนกชนิดกระดูกในระดับเชิงคุณภาพ (qualitative classification) สำหรับอธิบายลักษณะกลุ่มตัวอย่างและการวางแผนการรักษาเบื้องต้นเท่านั้น ทั้งนี้ การประเมินผลลัพธ์การเปลี่ยนแปลงระดับกระดูกขอบ

รากฟันเทียม (marginal bone loss) ใช้ภาพรังสีรอบรากฟัน ในช่องปากแบบมาตรฐานด้วยเทคนิคขนานเป็นหลัก^{23,24} โดยควบคุมมาตรฐานการถ่ายอย่างสม่ำเสมอในทุกช่วงเวลาการติดตามผล เพื่อให้สามารถเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของระดับกระดูกได้อย่างแม่นยำ ในกลุ่มตัวอย่างทุกรายและทุกช่วงเวลาการติดตามผล เพื่อหลีกเลี่ยงความคลาดเคลื่อนจากการบิดเบือนของภาพ การถ่ายภาพรังสีดำเนินการโดยใช้ อุปกรณ์ช่วยจับฟิล์ม (Rinn XCP) ร่วมกับการทำอุปกรณ์จับยึดส่วนบุคคล (custom bite jig) เพื่อควบคุมตำแหน่งของแผ่นฟิล์ม (sensor) และทิศทางของลำรังสีให้อยู่ในแนวเดียวกัน ในทุกครั้งที่ถ่ายภาพเพื่อเพิ่มความสามารถในการถ่ายภาพซ้ำในตำแหน่งเดิม กลุ่มตัวอย่างแต่ละรายใช้ตำแหน่งการกัศฟิล์มเดิมตลอดระยะเวลาการศึกษา และใช้ระบบถ่ายภาพรังสีดิจิทัลเครื่องเดียวกันโดยตั้งค่าพลังงานและเวลาการถ่ายภาพเท่ากันทุกครั้งทำการถ่ายภาพรังสีรอบรากฟันในช่วงเวลาต่อไปนีก่อนการผ่าตัด (เพื่อประเมินสภาพกระดูกเบื้องต้น) หลังการฝังรากฟันเทียมทันที หลังการฝังรากฟันเทียม 3-4 เดือน วันที่ใส่ครอบฟันถาวร ซึ่งถือเป็นค่าเริ่มต้น (baseline; T0), 1 ปี (T1), 2 ปี (T2) และ 3 ปี (T3) ภายหลังจากใช้งานรับแรงบดเคี้ยว การวิเคราะห์การละลายตัวของกระดูกขอบรากฟันเทียมอ้างอิงจากการเปรียบเทียบภาพถ่ายรังสีในแต่ละช่วงเวลา กับค่า baseline (T0)

จุดอ้างอิงในการวัดระดับกระดูก การวัดระดับกระดูกขอบรากฟันเทียมใช้จุดอ้างอิงที่มีความคงที่และไม่เปลี่ยนแปลงตามเวลา ได้แก่ Implant shoulder (IS) คือบ่าขอบบนสุดของรากฟันเทียม ใช้เป็นจุดอ้างอิงที่และ First bone-to-implant contact (fBIC) ซึ่งเป็นจุดที่กระดูกสัมผัสกับพื้นผิวรากฟันเทียมเป็นตำแหน่งแรก การวัดทำในแนวตั้งจากบ่าของรากฟันเทียมลงไปยังระดับ fBIC ทั้งด้านใกล้กลาง (mesial) และด้านไกลกลาง (distal) (รูปที่ 4)



รูปที่ 4 ภาพ (A) และ (B) แสดงจุดอ้างอิงในการวัด การละลายตัวของระดับกระดูกรอบรากฟันเทียม

Fig. 4 (A) and (B) demonstrate the reference point to assessment of crestal bone loss around implant

จุด A คือ จุดปลายสุดของรากเทียม
 จุด B คือ จุดกลางบนสุดของรากเทียม
 เส้น IS (Implant shoulder) คือ ขอบบนสุดหรือบ่าของรากฟันเทียม

เส้น AB คือ ความยาวของรากเทียมจากภาพรังสี
 เส้น FD คือ ระยะจากขอบบนของรากเทียมด้านใกล้กลางมายังระดับการละลายตัวของกระดูก mfBIC
 เส้น EC คือ ระยะจากขอบบนของรากเทียมด้านใกล้กลางมายังระดับการละลายตัวของกระดูก dfBIC

วิธีการวัดการละลายตัวของกระดูกขอบรากฟันเทียม

การวัดระยะทำโดยใช้ซอฟต์แวร์วิเคราะห์ภาพดิจิทัลที่สามารถวัดระยะเป็นมิลลิเมตรได้บนหน้าจอคอมพิวเตอร์ ผู้ประเมินทำการกำหนดจุดอ้างอิงและเส้นอ้างอิงในภาพถ่ายรังสีแต่ละภาพ จากนั้นวัดระยะทางแนวตั้งจากบ่าของรากฟันเทียมถึงจุดที่กระดูกสัมผัสกับพื้นผิวของรากฟันเทียมเป็นตำแหน่งแรก เพื่อลดความคลาดเคลื่อนจากการขยายของภาพรังสี (magnification error) ค่าระยะที่วัดได้จากภาพถ่ายรังสีถูกปรับเทียบ (calibrated) โดยใช้ความยาวจริงของรากฟันเทียมตามข้อมูลจากผู้ผลิตเป็นตัวแปรอ้างอิง ตามสูตร

$$MBL \text{ จริง} = MBL \text{ ที่วัดได้จากภาพ} \times \left(\frac{\text{ความยาวรากฟันเทียมจริง}}{\text{ความยาวรากฟันเทียมจากภาพรังสี}} \right)$$

ค่าการละลายตัวของกระดูกด้านใกล้กลางและไกลกลางถูกนำมาคำนวณเป็นค่าเฉลี่ย เพื่อใช้เป็นตัวแทนของการละลายตัวของกระดูกขอบรากฟันเทียมของรากนั้น การแปลผลการเปลี่ยนแปลงระดับกระดูก การเปลี่ยนแปลงระดับกระดูกขอบรากฟันเทียมถูกประเมินโดยเปรียบเทียบกับค่าเบื้องต้น (baseline) และพิจารณาพร้อมกับข้อมูลทางคลินิก ได้แก่ ความลึกของร่องเหงือกขอบรากเทียม (probing depth) และการมีเลือดออกเมื่อหยั่งร่องลึก (bleeding on probing) การสูญเสียกระดูกที่เกิดขึ้นในช่วงปีแรกหลังการใส่ครอบฟันถูกพิจารณาเป็นการปรับตัวของกระดูกตามสรีรวิทยา

(early crestal bone remodeling) ขณะที่การสูญเสียกระดูกแบบก้าวหน้าในปีถัดไปจะถูกพิจารณาพร้อมกับอาการอักเสบทางคลินิก เพื่อประเมินภาวะโรคเนื้อเยื่อรอบรากฟันเทียม

การวิเคราะห์ทางสถิติ

ข้อมูลถูกวิเคราะห์ด้วยแนวทางเชิงพรรณนาเป็นหลัก เนื่องจากเป็นการศึกษานำร่องและมีกลุ่มตัวอย่างขนาดเล็ก (n=10) ส่วนความลึกของร่องเหงือกขอบรากฟันเทียม และการละลายตัวของขอบกระดูก รายงานผลเป็นค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (mean ± SD) และช่วงค่า (range) ส่วนค่าการมีเลือดออกเมื่อหยั่งร่องลึก bleeding on probing (BOP) รายงานเป็นร้อยละ (%) ต่อรากฟันเทียมในแต่ละช่วงเวลา พร้อมรายงานช่วงค่า (range)

ผลการศึกษา

กลุ่มตัวอย่างจำนวน 10 ราย ซึ่งได้รับการรักษาด้วยรากฟันเทียมจำนวน 10 ราก โดยมีอายุระหว่าง 30-60 ปี ค่าเฉลี่ยอายุประมาณช่วงวัยกลางคน เพศหญิงเป็นสัดส่วนมากกว่าชาย (เพศหญิง 8 ราย เพศชาย 2 ราย) ตำแหน่งรากฟันเทียมที่ใส่พบได้ทั้งในขากรรไกรบนและขากรรไกรล่าง โดยส่วนใหญ่อยู่ในบริเวณฟันกรามน้อยถึงฟันกราม (ตำแหน่ง 14, 16, 25, 26, 36 และ 46) ซึ่งเป็นตำแหน่งที่มีการรับแรงบดเคี้ยว ขนาดรากฟันเทียมที่ใช้มีเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 3.8 ถึง 5.0 มม. และมีความยาวเท่ากับ 10 มม. ในทุกราย เมื่อพิจารณาคุณภาพกระดูกตามการจำแนกของ Lekholm และ Zarb พบว่ากระดูกชนิด Type II และ Type III เป็นชนิดที่พบมากที่สุด โดย Type II พบในผู้ป่วย 6 ราย และ Type III พบในผู้ป่วย 4 ราย ซึ่งเป็นลักษณะคุณภาพกระดูกที่พบบ่อยในบริเวณฟันหลัง ค่าแรงบิดขณะใส่รากฟันเทียม (insertion torque) อยู่ในช่วง 30-50 นิวตันเซนติเมตร โดยค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับที่แสดงถึงการยึดติดขั้นต้น (primary stability) ที่เพียงพอสำหรับการรักษาแบบ one-stage surgery ผู้ป่วยทุกรายได้รับการติดตามผลครบถ้วนจนถึงระยะเวลา 3 ปีหลังการใช้งานรับแรงบดเคี้ยว ไม่มีรายใดขาดการติดตาม (loss to follow-up = 0) (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่าง ตำแหน่ง ขนาดของรากฟันเทียม ชนิดกระดูกและแรงบิดขณะฝังรากฟันเทียม

Table 1 Sample Group demographic data, Implant site and dimensions bone quality and Insertion Torque

ผู้ป่วย	อายุ (ปี)	เพศ	ตำแหน่งรากฟันเทียม	ขนาดรากฟันเทียม (ม.ม.)	ชนิดกระดูก (Lekholm&Zarb)	Insertion Torque (N-cm)
1	53	ชาย	26	5.0 × 10	Type II	40-50
2	40	ชาย	16	4.2 × 10	Type II	40-50
3	35	หญิง	14	3.8 × 10	Type III	40-50
4	58	หญิง	25	4.2 × 10	Type II	40-50
5	50	หญิง	46	5.0 × 10	Type III	30-40
6	42	หญิง	36	5.0 × 10	Type II	40-50
7	31	หญิง	46	4.2 × 10	Type III	30-40
8	30	หญิง	36	4.2 × 10	Type II	40-50
9	51	หญิง	14	3.8 × 10	Type II	40-50
10	60	หญิง	36	5.0 × 10	Type III	30-40

การประเมินอัตราอยู่รอดของรากเทียมและการโยกของรากเทียมตลอดระยะเวลาการติดตามผล 3 ปี ไม่พบการสูญเสียรากฟันเทียมแม้แต่รายเดียว คิดเป็นอัตราการอยู่รอด (implant survival rate) เท่ากับ 100% นอกจากนี้ไม่พบความโยกของรากฟันเทียม (mobility score = 0) ในทุกช่วงเวลาติดตาม (ตารางที่ 2) การอยู่รอดของรากฟันเทียมในงาแน่นนิยามตามแนวคิดมาตรฐาน คือ รากฟันเทียมยังคงอยู่ในช่องปากโดยไม่ต้องถอดออกไม่ว่าด้วยสาเหตุใดก็ตามตลอดช่วงติดตามผล¹⁸

ตารางที่ 2 อัตราการอยู่รอดและการโยกของรากเทียม

Table 2 Implant Survival and Mobility

Parameter	Baseline	Year1	Year2	Year3
Survival rate (%)	100	100	100	100
Mobility (present/absent)	0/10	0/10	0/10	0/10

การประเมินค่าความลึกร่องเหงือกครอบรากฟันเทียม Probing Depth (PD) ค่าเฉลี่ยของ probing depth (PD) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างค่อยเป็นค่อยไปตลอดระยะเวลา 3 ปีของการติดตามผล ภายหลังจากใส่ครอบฟัน (baseline) ค่า PD เฉลี่ยอยู่ที่ 2.37 ± 0.49 มม. เพิ่มขึ้น 2.45 ± 0.57 มม. ในปี 1, 2.57 ± 0.62 มม. ในปี 2 และ 2.80 ± 0.71 มม. ในปี 3 (ตารางที่ 3) ตลอดระยะเวลาการติดตามผล ไม่พบรากฟันเทียมใดที่มีค่า PD เฉลี่ยมากกว่า 4 มม. และไม่พบหนองหรืออาการทางคลินิกที่เข้าได้กับโรคปริทันต์รอบรากฟันเทียมอักเสบ (peri-implantitis) ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดที่ว่าค่าการมีเลือดออกเมื่อหยั่งร่องลึก เพียงอย่างเดียวไม่เพียงพอในการวินิจฉัยโรคเนื้อเยื่อรอบรากฟันเทียม ต้องพิจารณาร่วมกับการอักเสบและการสูญเสียกระดูก^{12,20,21}

ตารางที่ 3 ค่าความลึกร่องเหงือกครอบรากฟันเทียม เฉลี่ยของรากฟันเทียม ฟีอาร์เค ในแต่ละช่วงเวลาและการติดตามผล 3 ปี

Table 3 mean probing depth of PRK Implant from baseline to 3 years follow up

ระยะเวลาติดตามผล	Mean PD \pm SD (มม.)	ช่วงค่า (Range, มม.)
Baseline (หลังใส่ครอบฟัน)	2.37 ± 0.49	2.0 – 3.0
1 ปี	2.45 ± 0.57	2.0 – 4.0
2 ปี	2.57 ± 0.62	2.0 – 4.0
3 ปี	2.80 ± 0.71	2.0 – 4.0

การประเมินการมีเลือดออกเมื่อหยั่งร่องลึก Bleeding on Probing (BOP) ค่าเฉลี่ย BOP ต่อตำแหน่งที่

ตรวจรากฟันเทียมอยู่ที่ $6.7 \pm 8.8\%$ ณ baseline เพิ่มขึ้นเป็น $11.7 \pm 11.3\%$ ในปี 1, $18.3 \pm 12.5\%$ ในปี 2 และ $28.3 \pm 8.8\%$ ในปี 3 (ตารางที่ 4) แม้ค่า BOP จะเพิ่มขึ้นตามเวลา แต่ไม่พบอาการปวด บวม หนอง หรือการสูญเสียกระดูกแบบก้าวหน้าร่วมด้วย ซึ่งสอดคล้องกับเกณฑ์ที่ระบุว่าโรคเยื่อรอบรากฟันเทียมอักเสบ (peri-implant mucositis) แสดงด้วย BOP โดยไม่มีการสูญเสียกระดูกเพิ่มเติม ขณะที่โรคปริทันต์รอบรากฟันเทียมอักเสบ (peri-implantitis) ต้องมีหลักฐานการสูญเสียกระดูกเพิ่มเติมประกอบด้วย¹²

ตารางที่ 4 ค่าการมีเลือดออกเมื่อหยั่งร่องลึกเฉลี่ยของรากฟันเทียม ฟีอาร์เค ในแต่ละช่วงและเวลาการติดตามผล 3 ปี

Table 4 mean bleeding on probing of PRK Implant from baseline to 3 years follow up

ระยะเวลาติดตามผล	Mean BOP \pm SD (%)	ช่วงค่า (Range, %)
Baseline (หลังใส่ครอบฟัน)	6.7 ± 8.8	0 – 16.7
1 ปี	11.7 ± 11.3	0 – 33.3
2 ปี	18.3 ± 12.5	0 – 33.3
3 ปี	28.3 ± 8.8	16.7 – 33.3

การประเมินการละลายตัวของกระดูก Marginal Bone Loss (MBL) ค่าเฉลี่ยการละลายตัวของขอบกระดูกเพิ่ม

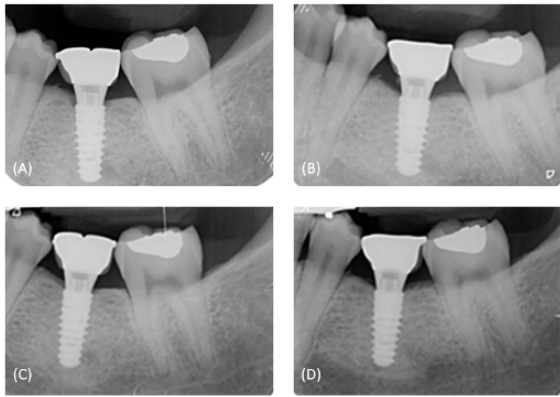
จาก 0.4 ± 0.1 มม. ในปี 1 เป็น 0.5 ± 0.1 มม. ในปี 2 และ 0.7 ± 0.1 มม. ในปี 3 (ตารางที่ 5) ไม่พบรากฟันเทียมใดที่มีการสูญเสียกระดูกมากกว่า 1.0 มม. ในช่วง 3 ปีของการติดตามผล โดยรูปแบบการสูญเสียกระดูกที่พบมีลักษณะสอดคล้องกับ early crestal bone remodeling ภายหลังเริ่มรับแรงบดเคี้ยว ซึ่งเป็นปรากฏการณ์ที่พบได้ทั่วไปในระบบรากฟันเทียมในยุคปัจจุบัน^{6,25}

ตารางที่ 5 ค่าการละลายตัวของกระดูกเฉลี่ยของรากฟันเทียม ฟีอาร์เค ในแต่ละช่วงเวลาและการติดตามผล 3 ปี

Table 5 mean marginal bone loss of PRK implant from baseline to 3 years follow up

ระยะเวลาติดตามผล	Mean MBL \pm SD (มม.)	ช่วงค่า (Range, มม.)
Baseline (หลังใส่ครอบฟัน)	0.0 ± 0.0	0.0
1 ปี	0.4 ± 0.1	0.3 – 0.6
2 ปี	0.5 ± 0.1	0.4 – 0.6
3 ปี	0.7 ± 0.1	0.5 – 0.9

การเปลี่ยนแปลงระดับกระดูกขอบรากฟันเทียมที่วัดจากภาพถ่ายรังสีรอบรากฟัน ของกลุ่มตัวอย่างตัวแทนหนึ่งราย แสดงการเปลี่ยนแปลงระดับกระดูกขอบรากฟันเทียมที่เพิ่มขึ้นเล็กน้อยตามระยะเวลา แต่ยังคงอยู่ในช่วงที่ยอมรับได้ทางคลินิก (รูปที่ 5)



รูปที่ 5 ภาพถ่ายรังสีรอบปลายราก ของรากฟันเทียม พีโออาร์เค ในกลุ่มตัวอย่างตัวแทน ที่แสดงการเปลี่ยนแปลงของระดับกระดูกขอบรากฟันเทียมในช่วงเวลาต่างๆ

- (A) หลังใส่ครอบฟันเป็นระยะเริ่มต้น T0
- (B) หลังการใช้งานรับแรงบดเคี้ยวเป็นเวลา 1 ปี (T1)
- (C) หลังการใช้งานรับแรงบดเคี้ยวเป็นเวลา 2 ปี (T2)
- (D) หลังการใช้งานรับแรงบดเคี้ยวเป็นเวลา 3 ปี (T3)

Fig. 5 Serial periapical radiographs of a representative PRK implant demonstrating marginal bone level changes over time

(A) Baseline radiograph obtained after prosthetic loading (T0)

(B) Radiograph at 1-year follow-up (T1)

(C) Radiograph at the 2-year follow-up (T2)

(D) Radiograph at the 3-year follow-up (T3)

ผลลัพธ์ทางคลินิกและภาพถ่ายรังสีรอบรากฟัน

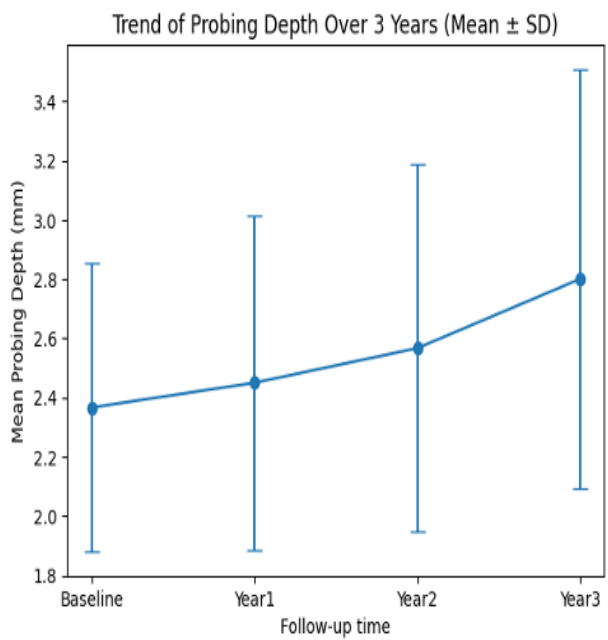
ในกลุ่มตัวอย่างจำนวน 10 รายที่ได้รับการใส่รากฟันเทียม PRK ได้รับการติดตามผลครบถ้วนเป็นระยะเวลา 3 ปี โดยทำการประเมินผลลัพธ์ทางคลินิก ได้แก่ ค่า probing depth (PD) และ bleeding on probing (BOP) รวมถึงผลลัพธ์ทางรังสีวิทยา ได้แก่ ค่า marginal bone loss (MBL) ในช่วงเวลาหลังใส่ครอบฟันเป็นค่าเริ่มต้น (baseline) และที่ระยะ 1 ปี 2 ปี และ 3 ปีหลังรับแรงบดเคี้ยว ผลการวิเคราะห์เชิงพรรณนา แสดงให้เห็นว่า ค่า PD มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างค่อยเป็นค่อยไปตามระยะเวลาการติดตามผล ในขณะที่ค่า BOP เพิ่มขึ้นในลักษณะสอดคล้องกับแนวโน้มของ PD ส่วนค่า MBL พบการสูญเสียกระดูกขอบรากฟันเทียมเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องแต่มีค่าต่ำและอยู่ในช่วงที่ยอมรับได้ทางคลินิกตลอดระยะเวลา 3 ปี รายละเอียดค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และช่วงค่าของ PD, BOP และ MBL ในแต่ละช่วงเวลาการติดตามผล แสดงไว้ใน ตารางที่ 6

ตารางที่ 6 รวมผลลัพธ์ทางคลินิกและภาพถ่ายรังสี ของรากฟันเทียม พีโออาร์เค ในแต่ละช่วงเวลาและการติดตามผล 3 ปี

Table 6: Comprehensive Clinical and Radiographic Outcomes of PRK implant from baseline to 3 years follow up

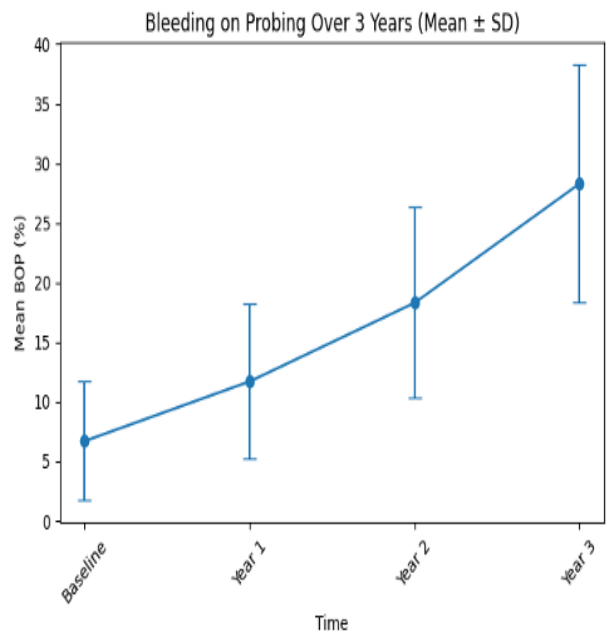
ระยะการติดตามผล	Probing Depth (PD) Mean ± SD (มม.)	ช่วงค่า (Range, มม.)	Bleeding on Probing (BOP) Mean ± SD (%)	ช่วงค่า (Range, %)	Marginal Bone Loss (MBL) Mean ± SD (มม.)	ช่วงค่า (Range, มม.)
Baseline (หลังใส่ครอบฟัน)	2.37 ± 0.9	2.0 – 3.0	6.7 ± 8.8	0 – 16.7	0.0 ± 0.0	0.00
1 ปี	2.45 ± 0.57	2.0 – 4.0	11.7 ± 11.3	0 – 33.3	0.4 ± 0.1	0.3 – 0.6
2 ปี	2.57 ± 0.62	2.0 – 4.0	18.3 ± 12.5	0 – 33.3	0.5 ± 0.1	0.4 – 0.6
3 ปี	2.80 ± 0.71	2.0 – 4.0	28.3 ± 8.8	16.7 – 33.3	0.7 ± 0.1	0.5 – 0.9

เมื่อพิจารณาแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของผลลัพธ์ทางคลินิกและทางรังสีวิทยาในรูปแบบกราฟเส้น (รูปที่ 6-8) พบว่าค่า probing depth (PD), bleeding on probing (BOP) และ marginal bone loss (MBL) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องเป็นค่อยไปตามระยะเวลาการติดตามผลตั้งแต่ baseline ถึง 3 ปี หลังการใช้งานรับแรงบดเคี้ยว อย่างไรก็ตาม ค่าเฉลี่ยของผลลัพธ์ทั้งหมดอยู่ในช่วงที่สอดคล้องกับเกณฑ์ความสำเร็จของรากฟันเทียมที่ยอมรับกันโดยทั่วไป และไม่พบรูปแบบการเพิ่มขึ้นแบบก้าวหน้าที่บ่งชี้ถึงภาวะโรคปริทันต์รอบรากฟันเทียมอักเสบ (peri-implantitis) ค่า MBL เฉลี่ยในปีแรกหลังการใส่ครอบฟันอยู่ในช่วงที่สอดคล้องกับปรากฏการณ์ early crestal bone remodeling ซึ่งเป็นการปรับตัวทางชีวภาพปกติภายหลังเริ่มรับแรงบดเคี้ยว ขณะที่อัตราการสูญเสียกระดูกในปีถัด ๆ ไป มีลักษณะค่อนข้างคงที่และต่ำกว่า 0.2 มม. ต่อปี สำหรับผลลัพธ์ทางคลินิก ค่า PD เฉลี่ยตลอดการติดตามผลอยู่ต่ำกว่า 4 มม. และไม่พบหนองหรือความโยครากฟันเทียม ในขณะที่ค่า BOP แม้จะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แต่ไม่พบร่วมกับการสูญเสียกระดูกเป็นอย่างมาก ซึ่งสอดคล้องกับลักษณะของโรคเยื่อรอบรากฟันเทียมอักเสบ (peri-implant mucositis) มากกว่าภาวะโรคปริทันต์รอบรากฟันเทียมอักเสบ (peri-implantitis)



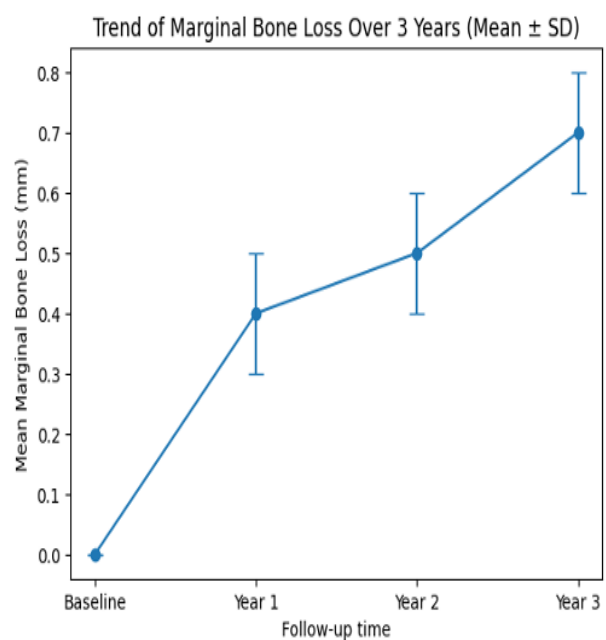
รูปที่ 6 กราฟแสดงแนวโน้มค่า probing depth (PD) เฉลี่ยของรากฟันเทียม PRK ตั้งแต่ baseline ถึง 3 ปี หลังการใช้งานรับแรงบดเคี้ยว

Fig. 6 Line graph showing mean probing depth (PD) of PRK implants from baseline to 3 years follow-up



รูปที่ 7 กราฟแสดงแนวโน้มค่า bleeding on probing (BOP) เฉลี่ยของตำแหน่งที่ตรวจรากฟันเทียม PRK ตั้งแต่ baseline ถึง 3 ปี

Fig. 7 Line graph showing mean bleeding on probing (BOP) of PRK implants from baseline to 3 years follow-up



รูปที่ 8 กราฟแสดงแนวโน้มการละลายตัวของกระดูกขอบรากฟันเทียม (MBL) เฉลี่ยของรากฟันเทียม PRK ตั้งแต่ baseline ถึง 3

Fig. 8 Line graph showing mean marginal bone loss (MBL) of PRK implants from baseline to 3 years follow-up

การประเมินผลทางทันตกรรมประดิษฐ์ตลอดระยะเวลาการติดตามผลใช้งานรับแรงบดเคี้ยว 3 ปี ไม่พบภาวะแทรกซ้อนทางทันตกรรมประดิษฐ์ เช่น สกรูหลวม สกรูหัก ครอบฟันหลุดหรือครอบฟันแตกหักตลอดระยะเวลาการติดตามผลการรักษา

วิจารณ์

การศึกษาแบบย้อนหลังครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินผลลัพธ์ทางคลินิกและทางภาพถ่ายรังสีของระบบรากฟันเทียม PRK ภายหลังจากใช้งานรับแรงบดเคี้ยวเป็นระยะเวลา 3 ปี โดยผลการศึกษาพบว่า รากฟันเทียม PRK ให้ผลลัพธ์ที่น่าพึงพอใจ ทั้งในด้านอัตราการอยู่รอด สุขภาพของเนื้อเยื่อรอบรากฟันเทียม และความคงตัวของระดับกระดูกขอบรากฟันเทียม อัตราการอยู่รอดของรากฟันเทียมในงานวิจัยนี้เท่ากับร้อยละ 100 ตลอดระยะเวลา 3 ปี ซึ่งอยู่ในช่วงเดียวกับที่รายงานในวรรณกรรมสำหรับรากฟันเทียมพื้นผิวสมัยใหม่ โดย systematic review และ meta-analysis หลายฉบับรายงานอัตราการอยู่รอดของรากฟันเทียมเดี่ยวในช่วง 95–98% ที่ระยะเวลา 5 ปี และมากกว่า 90% ที่ระยะเวลา 10 ปี^{10,11} ผลลัพธ์ดังกล่าวสนับสนุนว่าระบบรากฟันเทียม PRK มีประสิทธิภาพในระดับที่เทียบเคียงกับระบบรากฟันเทียมเชิงพาณิชย์ที่ได้รับการยอมรับในระดับสากล

ในด้านค่าความลึกร่องเหงือกครอบรากฟันเทียม (probing depth PD) เฉลี่ยของรากฟันเทียม PRK เพิ่มขึ้นเล็กน้อยจาก baseline ถึงปีที่ 3 แต่ยังคงต่ำกว่า 4 มม. ในทุกราย ซึ่งถือว่าอยู่ในช่วงที่ยอมรับได้สำหรับรากฟันเทียมที่มีสุขภาพดี รายงานก่อนหน้านี้ระบุว่ารากฟันเทียมที่มี PD เฉลี่ย 2–4 มม. โดยไม่มีอาการอักเสบร่วม ถือว่าอยู่ในสภาวะสมดุลทางชีวภาพ²⁰ การเพิ่มขึ้นเล็กน้อยของ PD เมื่อเวลาผ่านไปอาจสะท้อนถึงการปรับตัวของเนื้อเยื่ออ่อนรอบรากฟันเทียมและการเปลี่ยนแปลงของตำแหน่งขอบเยื่อ (soft tissue adaptation) มากกว่าการเกิดพยาธิสภาพ

ส่วนค่าการมีเลือดออกเมื่อหยั่งร่องลึก (bleeding on probing BOP) ในงานวิจัยนี้มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลา แต่ไม่พบร่วมกับหนอง อาการปวด หรือการสูญเสียกระดูกแบบก้าวหน้า ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Berglundh และคณะ ที่ระบุว่าโรคเยื่อรอบรากฟันเทียมอักเสบ (peri-implant mucositis) แสดงด้วย BOP โดยไม่มีการสูญเสียกระดูกเพิ่มเติม ในขณะที่โรคปริทันต์รอบรากฟันเทียมอักเสบ (peri-implantitis) ต้องมีหลักฐานการสูญเสียกระดูกประกอบด้วย¹² ผลลัพธ์นี้จึงบ่งชี้ว่า แม้จะพบสัญญาณการอักเสบระดับเล็กน้อยของเนื้อเยื่ออ่อนในบางตำแหน่ง แต่ยังไม่พบโรคเนื้อเยื่อรอบรากฟันเทียมในระดับที่มีนัยสำคัญ

การประเมินการละลายตัวของกระดูกครอบรากฟันเทียม

(marginal bone loss MBL) ซึ่งถือเป็นตัวชี้วัดหลักของความสำเร็จในระยะยาว ในการศึกษาครั้งนี้ ค่า MBL เฉลี่ยหลัง 3 ปี เท่ากับ 0.7 ± 0.1 มม. ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ความสำเร็จที่ Albrektsson และคณะเสนอไว้¹³ ไม่เกิน 1.5 มม. ในปีแรก และไม่เกิน 0.2 มม. ต่อปีหลังจากนั้น) นอกจากนี้ แนวโน้มของ MBL ที่แสดงในรูปแบบที่ 8 มีลักษณะเพิ่มขึ้นมากในช่วงปีแรกและค่อนข้างคงที่ในปีถัด ๆ ไป ซึ่งสอดคล้องกับรูปแบบ early crestal bone remodeling ที่รายงานในงานคลาสสิกของ Adell และคณะ และงานระยะยาวของ Buser และคณะ^{6,25}

เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาของรากฟันเทียมพื้นผิว SLA อื่น ๆ ที่รายงานค่า MBL เฉลี่ยในช่วง 0.6–1.0 มม. หลัง 3–5 ปี^{6,10,11} ค่า MBL ของรากฟันเทียม PRK ในการศึกษาขึ้นอยู่กับช่วงล่างของรายงานดังกล่าว ซึ่งอาจสะท้อนถึงบทบาทของการออกแบบเชิงชีวกลศาสตร์และระบบการเชื่อมต่อแบบ Morse taper ของ PRK ที่ช่วยลด micro gap และ micromotion บริเวณรอยต่อ implant-abutment ส่งผลให้ลดการกระตุ้นการอักเสบและการสูญเสียกระดูกบริเวณขอบรากฟันเทียม²⁶⁻²⁸

อีกประเด็นหนึ่งที่ควรกล่าวถึงคือ ค่าแรงบิดขณะฝังรากฟันเทียม (insertion torque) อยู่ในช่วง 30–50 Ncm ซึ่งแสดงถึงความเสถียรปฐมภูมิ (primary stability) ที่เพียงพอ รายงานก่อนหน้าระบุว่าค่าแรงบิดขณะฝังรากฟันเทียม (insertion torque) มากกว่า 30-35 Ncm มีความสัมพันธ์กับอัตราความสำเร็จสูงและเอื้อต่อการทำ one-stage surgery หรือ early loading^{17,20} ซึ่งสอดคล้องกับแนวทางการรักษาในงานวิจัยนี้

จากมุมมองเชิงคลินิก ผลลัพธ์ของการศึกษานี้บ่งชี้ว่าระบบรากฟันเทียม PRK สามารถให้ผลลัพธ์ที่เสถียรในบริเวณฟันหลังซึ่งเป็นตำแหน่งที่มีแรงบดเคี้ยวสูง และสามารถใช้เป็นทางเลือกหนึ่งสำหรับการรักษาในบริบทของประเทศไทย โดยเฉพาะในด้านการเพิ่มการเข้าถึงการรักษาและการลดต้นทุน อย่างไรก็ตาม การศึกษานี้มีข้อจำกัด ได้แก่ ขนาดกลุ่มตัวอย่างน้อย การไม่มีกลุ่มควบคุม และระยะเวลาการติดตามผลเพียง 3 ปี ดังนั้น การศึกษาขนาดใหญ่แบบสุ่มและมีกลุ่มเปรียบเทียบ รวมถึงการติดตามผลระยะยาวมากกว่า 5–10 ปี จึงมีความจำเป็นเพื่อยืนยันผลลัพธ์ในระยะยาวของระบบรากฟันเทียม PRK

สรุป

ผลการศึกษาแบบย้อนหลังครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าระบบรากฟันเทียม PRK มีผลลัพธ์ทางคลินิกและทางภาพถ่ายรังสีที่น่าพึงพอใจภายหลังจากใช้งานรับแรงบดเคี้ยวเป็นระยะเวลา

3 ปี ค่าความลึกร่องเหงือกรอบรากฟันเทียม (probing depth) เพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยและอยู่ในช่วงที่ยอมรับได้ ค่าการมีเลือดออกเมื่อหยั่งร่องลึก (bleeding on probing) อยู่ในระดับต่ำตลอดการติดตามผล และการละลายตัวของกระดูกขอบรากฟันเทียมอยู่ในระดับต่ำกว่าเกณฑ์ที่รายงานทั่วไปในวรรณกรรม ผลลัพธ์โดยรวมบ่งชี้ถึงความคงตัวของเนื้อเยื่อรอบรากฟันเทียมทั้งในส่วนของเนื้อเยื่ออ่อนและเนื้อเยื่อแข็ง สนับสนุนศักยภาพของระบบรากฟันเทียม PRK ในการใช้งานทางคลินิก อย่างไรก็ตาม ควรมีการศึกษาต่อเนื่องในกลุ่มตัวอย่างที่ใหญ่ขึ้นและระยะเวลาการติดตามผลที่ยาวนานขึ้นเพื่อยืนยันผลลัพธ์ในระยะยาว

กิตติกรรมประกาศ

ผู้ศึกษาขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทันตแพทย์ วิจิตร ธรานนท์ คณะกรรมการมูลนิธิทันตนวัตกรรม ในพระบรมราชูปถัมภ์ เป็นอย่างสูง ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำเชิงวิชาการอันทรงคุณค่า ให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ และสนับสนุนแนวคิดด้านนวัตกรรมทางทันตกรรม ซึ่งมีส่วนสำคัญต่อการดำเนินงานวิจัยฉบับนี้จนสำเร็จลุล่วงด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- Gerritsen AE, Allen PF, Witter DJ, Bronkhorst EM, Creugers NH. Tooth loss and oral health-related quality of life: a systematic review and meta-analysis. *Health and quality of life outcomes*. 2010;8(1):126.
- Buser D, Sennerby L, De Bruyn H. Modern implant dentistry based on osseointegration: 50 years of progress, current trends and open questions. *Periodontology* 2000. 2017;73(1):7-21.
- Branemark P. Osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw. *J Plast Reconstr Surg*. 1997;11.
- Wennerberg A, Albrektsson T. Effects of titanium surface topography on bone integration: a systematic review. *Clinical oral implants research*. 2009;20:172-84.
- Albrektsson T, Wennerberg A. Oral implant surfaces: Part 1--review focusing on topographic and chemical properties of different surfaces and in vivo responses to them. *International Journal of Prosthodontics*. 2004;17(5).
- Buser D, Janner SF, Wittneben JG, Brägger U, Ramseier CA, Salvi GE. 10-year survival and success rates of 511 titanium implants with a sandblasted and acid-etched surface: a retrospective study in 303 partially edentulous patients. *Clinical implant dentistry and related research*. 2012;14(6):839-51.
- Le Guéhennec L, Soueidan A, Layrolle P, Amourig Y. Surface treatments of titanium dental implants for rapid osseointegration. *Dental materials*. 2007;23(7):844-54.
- Misch CE, Steigenga J, Barboza E, Misch-Dietsh F, Cianciola LJ, Kazor C. Short dental implants in posterior partial edentulism: a multicenter retrospective 6-year case series study. *Journal of periodontology*. 2006;77(8):1340-7.
- Esposito M, Hirsch J, Lekholm U, Thomsen P. Biological factors contributing. *Eur J Oral Sci*. 1998;106(1):527-51.
- E. Jung R, Zembic A, Pjetursson BE, Zwahlen M, S. Thoma D. 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. *Clinical oral implants research*. 2012;23:2-21.
- Pjetursson BE, Thoma D, Jung R, Zwahlen M, Zembic A. A systematic review of the survival and complication rates of implant-supported fixed dental prostheses (FDP s) after a mean observation period of at least 5 years. *Clinical oral implants research*. 2012;23:22-38.
- Berglundh T, Armitage G, Araujo MG, Avila-Ortiz G, Blanco J, Camargo PM, et al. Peri-implant diseases and conditions: Consensus report of workgroup 4 of the 2017 World Workshop on the Classification of Periodontal and Peri-Implant Diseases and Conditions. *Journal of clinical periodontology*. 2018;45:S286-91.
- Albrektsson T, Zarb G, Worthington P, Eriksson A. The long-term efficacy of currently used dental implants: a review and proposed criteria of success. *Int j oral maxillofac implants*. 1986;1(1):11-25.

14. Eriksson A, Albrektsson T. Temperature threshold levels for heat-induced bone tissue injury: a vital-microscopic study in the rabbit. *The Journal of prosthetic dentistry*. 1983;50(1):101-7.
 15. Cannizzaro G, Leone M, Ferri V, Viola P, Gelpi F, Esposito M. Immediate loading of single implants inserted flapless with medium or high insertion torque: a 6-month follow-up of a split-mouth randomised controlled trial. *Eur J Oral Implantol*. 2012;5(4):333-42.
 16. Cochran DL, Morton D, Weber H-P. Consensus statements and recommended clinical procedures regarding loading protocols for endosseous dental implants. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*. 2004;19(7).
 17. Trisi P, Perfetti G, Baldoni E, Berardi D, Colagiovanni M, Scogna G. Implant micromotion is related to peak insertion torque and bone density. *Clinical oral implants research*. 2009;20(5):467-71.
 18. Misch CE, Perel ML, Wang H-L, Sammartino G, Galindo-Moreno P, Trisi P, et al. Implant success, survival, and failure: the International Congress of Oral Implantologists (ICOI) pisa consensus conference. *Implant dentistry*. 2008;17(1):5-15.
 19. Garnick JJ, Silverstein L. Periodontal probing: probe tip diameter. *Journal of periodontology*. 2000;71(1):96-103.
 20. Heitz-Mayfield LJ. Peri-implant diseases: diagnosis and risk indicators. *Journal of clinical periodontology*. 2008;35:292-304.
 21. Mombelli A, Lang NP. The diagnosis and treatment of peri-implantitis. *Periodontology 2000*. 1998;17(1):63-76.
 22. Lekholm U. Patient selection and preparation. *Tissue-integrated prosthesis, osseointegration in clinical dentistry*. 1985.
 23. Fernandez-Formoso N, Riilo B, Mora M, Martinez-Silva I, Diaz-Afonso A. Radiographic evaluation of marginal bone maintenance around tissue level implant and bone level implant: a randomised controlled trial. A 1-year follow-up. *Journal of oral rehabilitation*. 2012;39(11):830-7.
 24. Lingam AS, Reddy L, Nimma V, Pradeep K. "Dental implant radiology"-Emerging concepts in planning implants. *Journal of Orofacial Sciences*. 2013;5(2):88-94.
 25. Adell R, Lekholm U, Rockler B, Brånemark P-I. A 15-year study of osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw. *International journal of oral surgery*. 1981;10(6):387-416.
 26. Cassetta M, Di Mambro A, Giansanti M, Brandetti G, Calasso S. A 36-month follow-up prospective cohort study on peri-implant bone loss of Morse Taper connection implants with platform switching. *Journal of Oral Science*. 2016;58(1):49-57.
 27. Fuda S, Martins BGDs, Castro FCd, Heboyan A, Gehrke SA, Fernandes JCH, et al. Marginal bone level and clinical parameter analysis comparing external hexagon and morse taper implants: a systematic review and meta-analysis. *Diagnostics*. 2023;13(9):1587.
 28. Hermann JS, Schoolfield JD, Schenk RK, Buser D, Cochran DL. Influence of the size of the microgap on crestal bone changes around titanium implants. A histometric evaluation of unloaded non-submerged implants in the canine mandible. *Journal of periodontology*. 2001;72(10):1372-83.
-