การเปรียบเทียบผลการรักษาของการทำศัลยกรรมปริทันต์เพิ่มความยาวฟันเพื่อการบูรณะด้วยเลเซอร์ Er,Cr:YSGG โดยวิธีไม่เปิดแผ่นเหงือกกับวิธีเปิดแผ่นเหงือก

COMPARISON OF PROSTHETIC CROWN LENGTHENING USING FLAPLESS ER,CR:YSGG LASER TECHNIQUE VS. CONVENTIONAL APPROACH

ภัทริน เถี่ยนมิตรภาพ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

2563

การเปรียบเทียบผลการรักษาของการทำศัลยกรรมปริทันต์เพิ่มความยาวฟันเพื่อการบูรณะ ด้วยเลเซอร์ Er,Cr:YSGG โดยวิธีไม่เปิดแผ่นเหงือกกับวิธีเปิดแผ่นเหงือก

ภัทริน เถี่ยนมิตรภาพ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาทันตกรรมคลินิก
คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ปีการศึกษา 2563

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

COMPARISON OF PROSTHETIC CROWN LENGTHENING USING FLAPLESS ER,CR:YSGG LASER TECHNIQUE VS. CONVENTIONAL APPROACH

PHATTARIN TIANMITRAPAP

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of MASTER OF SCIENCE

(Clinical Dentistry)

Faculty of Dentistry, Srinakharinwirot University

2020

Copyright of Srinakharinwirot University

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

การเปรียบเทียบผลการรักษาของการทำศัลยกรรมปริทันต์เพิ่มความยาวฟันเพื่อการบูรณะ
ด้วยเลเซอร์ Er,Cr:YSGG โดยวิธีไม่เปิดแผ่นเหงือกกับวิธีเปิดแผ่นเหงือก

ของ

ภัทริน เถี่ยนมิตรภาพ

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาทันตกรรมคลินิก
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

....

(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

....

คณะกรรมการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์

.... ที่ปรึกษาหลัก	.... ประธาน
(รองศาสตราจารย์ ดร.ณรงค์ศักดิ์ เหล่าศรีสิน)	(รองศาสตราจารย์พีรศุษม์ รอดอนันต์)
.... ที่ปรึกษาร่วม	.... กรรมการ
(อาจารย์ ดร.รุ่งทิวา ศรีสุวรรณฑา)	(อาจารย์ ดร.จารุมา ศักดิ์ดี)

ชื่อเรื่อง	การเปรียบเทียบผลการรักษาของการทำศัลยกรรมปริทันต์เพิ่มความยาวฟันเพื่อการบูรณะ ด้วยเลเซอร์ Er,Cr:YSGG โดยวิธีไม่เปิดแผ่นเหงือกกับวิธีเปิดแผ่นเหงือก
ผู้วิจัย	ภัทริน เถี่ยนมิตรภาพ
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
ปีการศึกษา	2563
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร. ณรงค์ศักดิ์ เหล่าศรีสิน
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	อาจารย์ ดร. รุ่งทิวา ศรีสุวรรณฑา

วัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงสภาวะปริทันต์หลังได้รับการทำศัลยกรรมปริทันต์เพิ่มความยาวฟันโดยวิธีไม่เปิดแผ่นเหงือกด้วยเลเซอร์ Er,Cr:YSGG เปรียบเทียบกับวิธีเปิดแผ่นเหงือกโดยใช้มีดผ่าตัดร่วมกับการตัดแต่งกระดูกด้วยเครื่องกรอ โดยมีอาสาสมัคร 25 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มที่ได้รับการทำศัลยกรรมปริทันต์เพิ่มความยาวฟันด้วยวิธีเปิดแผ่นเหงือกร่วมกับการตัดแต่งกระดูกด้วยเครื่องกรอจำนวน 13 คน และกลุ่มที่ได้รับการทำศัลยกรรมด้วยเลเซอร์ Er,Cr:YSGG โดยไม่เปิดแผ่นเหงือกจำนวน 12 คน ทั้ง 2 กลุ่มได้รับการตรวจสภาวะปริทันต์ที่เวลาก่อนทำศัลยกรรม หลังทำศัลยกรรมทันที 1 เดือน และ 3 เดือน ผลการศึกษาพบว่าฟันที่ได้รับการทำศัลยกรรมทั้งสองกลุ่มมีความยาวตัวฟันเพิ่มขึ้นหลังการทำศัลยกรรมทันทีอย่างมีนัยสำคัญ ในกลุ่มเลเซอร์ที่เวลา 3 เดือน มีขอบเหงือกมีระดับคงที่หรือเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นจากหลังทำศัลยกรรมทันทีเพียงเล็กน้อยโดยมีค่าเฉลี่ย 0.17±0.31 มิลลิเมตร ส่วนกลุ่มที่เปิดแผ่นเหงือกพบทั้งการร่นเพิ่มและการกลับขึ้นไปของเหงือกไปทางตัวฟัน แต่มีค่าเฉลี่ย -0.13±0.63 มิลลิเมตร ($p>0.05$) สรุปผลว่าการทำศัลยกรรมปริทันต์เพิ่มความยาวฟันด้วยเลเซอร์ Er,Cr:YSGG โดยวิธีไม่เปิดแผ่นเหงือกสามารถเพิ่มความยาวของตัวฟันได้ตามวัตถุประสงค์ไม่ต่างกับวิธีเปิดแผ่นเหงือกตามปกติ แต่ทำได้ง่าย ใช้เวลาน้อยกว่า มีเลือดออกน้อย ไม่ต้องเย็บแผล และไม่ต้องใช้วัสดุปิดแผลปริทันต์ ถือเป็นทางเลือกที่ดีในการทำศัลยกรรมปริทันต์เพิ่มความยาวฟันเพื่อการบูรณะ

คำสำคัญ : การทำศัลยกรรมปริทันต์เพิ่มความยาวฟัน, การทำศัลยกรรมปริทันต์เพิ่มความยาวฟันโดยไม่เปิดแผ่นเหงือก, เลเซอร์ Er;Cr:YSGG

Title	COMPARISON OF PROSTHETIC CROWN LENGTHENING USING FLAPLESS ER,CR:YSGG LASER TECHNIQUE VS. CONVENTIONAL APPROACH
Author	PHATTARIN TIANMITRAPAP
Degree	MASTER OF SCIENCE
Academic Year	2020
Thesis Advisor	Associate Professor Dr. Narongsak Laosrisin
Co Advisor	Dr. Rungtiwa Srisuwantha

The present study aims to compare the periodontal outcomes of Er,Cr:YSGG laser flapless crown lengthening procedure and conventional technique. Methods: Twenty-five participants were divided into two groups: 13 patients were treated with crown lengthening procedures by open-flap and bone recontouring and 12 patients were treated with crown-lengthening procedures using a flapless Er,Cr:YSGG laser. Their periodontal status was measured and compared at baseline, immediately, one month, and three months after surgery. Results: The results showed a significant increase in clinical crown length immediately after surgery in both groups. After a three-month follow-up, the gingival margin of laser group remained at stable height with 0.17 ± 0.31mm increase after surgery, while the gingival margin of the conventional group showed both recession and rebounding by a -0.13 ± 0.63 mm (p>0.05) average. Conclusions: Both techniques for crown lengthening procedure provided predictable outcomes. However, the flapless Er,Cr:YSGG laser crown lengthening was more easily performed, less time-consuming, minimally invasive and without flap reflection and less bleeding, and no need for suturing and periodontal dressing. This technique may be an alternative treatment for providing enough height of tooth for restoration.

Keyword : Crown lengthening, Closed flap crown lengthening, Flapless crown lengthening, Er;Cr:YSGG laser

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความกรุณาจากคณาจารย์หลายท่าน ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. ทพ. ณรงค์ศักดิ์ เหล่าศรีสิน อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก และอาจารย์ ดร. ทพญ. รุ่งทิวา ศรีสุวรรณฑา อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่กรุณาให้ความช่วยเหลือเป็นอย่างดีในทุกๆด้าน ตั้งแต่การกำหนดหัวข้อปริญญานิพนธ์ การวางแผนงาน การวิเคราะห์ข้อมูล แนะนำวิธีการเขียนเล่มปริญญานิพนธ์ และช่วยตรวจทานในทุกขั้นตอน รวมทั้งยังคอยให้กำลังใจในการทำงานเสมอมา

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ ดร. ทพญ. จารุมา ศักดิ์ดี และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ทพญ. ณปภา เอี่ยมจิรกุล ที่กรุณาร่วมเป็นประธาน และคณะกรรมการสอบเค้าโครงปริญญานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ทพ.พีรศุษม์ รอดอนันต์ และอาจารย์ ดร. ทพญ. จารุมา ศักดิ์ดี ที่กรุณาร่วมเป็นประธาน และกรรมการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์ ตลอดจนให้ความกรุณาตรวจแก้ไขปริญญานิพนธ์ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทพญ.ปรมาภรณ์ จิ๋วพัฒนกุล แก้วมณี และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ทพญ. นัจชลี ศรีมณีกาญจน์ ที่กรุณาให้คำปรึกษาด้านสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลตลอดการทำวิจัย

ขอขอบพระคุณ คุณปรดา สร้อยชื่อ ที่ช่วยเหลือผู้วิจัยเป็นอย่างดีทำให้การทำวิจัยเป็นไปได้อย่างราบรื่น ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่คลินิกการเรียนการสอน ภาควิชาทันตกรรมอนุรักษ์และทันตกรรมประดิษฐ์ คณะทันตแพทยศาสตร์ และคลินิกทันตกรรมอโศกมนตรี มหาวิทยาลัยนครินทรวิโรฒ ทุกท่านที่ให้การช่วยเหลือและให้คำแนะนำอย่างดี ขอขอบคุณอาสาสมัครผู้เข้าร่วมวิจัยทุกท่านที่กรุณาสละเวลามาเข้าร่วมในงานวิจัยนี้ และขอขอบคุณ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ที่ได้ให้การสนับสนุนทุนอุดหนุนการวิจัยคณะทันตแพทยศาสตร์ ประจำปีงบประมาณ 2563

ท้ายที่สุดนี้ขอขอบพระคุณ บิดา มารดา ผู้เป็นที่รักยิ่ง เพื่อนๆ และบุคคลรอบข้างทุกคน ที่ให้การสนับสนุน ช่วยเหลือ และเป็นกำลังใจสำคัญในการเรียน และการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จลุล่วง

ภัทริน เถี่ยนมิตรภาพ

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย .... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .... จ

กิตติกรรมประกาศ........ ฉ

สารบัญ .... ช

สารบัญตาราง........ ฌ

สารบัญรูปภาพ .... ฎ

บทที่ 1 บทนำ........ 1

ภูมิหลัง 1

ความมุ่งหมายของการวิจัย 4

ความสำคัญของการวิจัย 4

ขอบเขตของการวิจัย 5

นิยามคำศัพท์เฉพาะ 5

กรอบแนวคิดในการทำวิจัย 6

สมมติฐานในการวิจัย 6

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 8

แนวคิดในการทำศัลยกรรมปริทันต์เพิ่มความยาวฟันเพื่อการบูรณะ และพัฒนาการของวิธีและเครื่องมือที่เป็นทางเลือก 8

การใช้เลเซอร์ทางปริทันตศาสตร์(47) และแนวคิดในการนำมาใช้ในการทำศัลยกรรม ปริทันต์เพิ่มความยาวฟัน 14

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย........ 22

การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง 22

ประชากร 22
การเลือกกลุ่มตัวอย่าง 22
การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 24
วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในคลินิก 24
การเก็บรวบรวมข้อมูล 26
การกำหนดผู้วิจัยหลัก 26
ขั้นตอนในการดำเนินงานวิจัย 26
การวัดค่าทางคลินิก 34
การจัดกระทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล(Data-analysis) 38
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล 38
บทที่ 4 ผลการดำเนินงานวิจัย 41
ผลการเปลี่ยนแปลงสภาวะปริทันต์ของตำแหน่งฟันซี่ที่ทำศัลยกรรมปริทันต์เพิ่มความยาวฟัน (Treated teeth) 42
ผลการเปลี่ยนแปลงสภาวะปริทันต์ของฟันซี่ข้างเคียง (Adjacent teeth) ที่ทำศัลยกรรม ปริทันต์เพิ่มความยาวฟัน 48
ความกว้างของเหงือกยึดก่อนและหลังทำศัลยกรรม 53
ระดับความรุนแรงของอาการปวดที่ประเมินโดยอาสาสมัครหลังทำศัลยกรรม 1 วัน 53
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 54
บรรณานุกรม 60
ประวัติผู้เขียน 72

สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 1 ขั้นตอนในการดำเนินงานวิจัย 33

ตาราง 2 การให้คะแนนคราบจุลินทรีย์ตามตัวชี้วัดของ Silness และ Loe (1964) 35

ตาราง 3 การให้คะแนนการอักเสบของเหงือกตามตัวชี้วัดของ Loe และ Silness (1963) 35

ตาราง 4 ลักษณะข้อมูลประชากร 41

ตาราง 5 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของสภาวะปริทันต์ของตำแหน่งฟันซี่ที่ทำศัลยกรรมปริทันต์เพิ่มความยาวฟันที่เวลาก่อนทำศัลยกรรม หลังการทำศัลยกรรมทันที หลัง 1 เดือน และหลัง 3 เดือน ของกลุ่มคอนเวนชันนัลและกลุ่มเลเซอร์ 42

ตาราง 6 ค่าความต่าง (Δ) ของสภาวะปริทันต์ของตำแหน่งฟันซี่ที่ทำศัลยกรรมปริทันต์เพิ่มความยาวฟัน (Treated teeth) ที่เวลาหลังการทำศัลยกรรมทันที หลัง 1 เดือน และหลัง 3 เดือน เทียบกับก่อนทำศัลยกรรม ของกลุ่มคอนเวนชันนัลและกลุ่มเลเซอร์ 44

ตาราง 7 ค่าความต่าง (Δ) ของระดับขอบเหงือกสัมพันธ์ของตำแหน่งฟันซี่ที่ทำศัลยกรรมปริทันต์เพิ่มความยาวฟัน (Treated teeth) ที่เวลาหลังการทำศัลยกรรมทันที เทียบกับหลัง 3 เดือน ของกลุ่มคอนเวนชันนัลและกลุ่มเลเซอร์ 45

ตาราง 8 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของสภาวะปริทันต์ของฟันซี่ข้างเคียง ที่เวลาก่อนทำศัลยกรรม หลังทำศัลยกรรม หลัง 1 เดือน และหลัง 3 เดือน ของกลุ่มคอนเวนชันนัลและกลุ่มเลเซอร์ 48

ตาราง 9 ค่าความต่าง (Δ) ของสภาวะปริทันต์ของฟันข้างเคียง ที่เวลาหลังการทำศัลยกรรมทันที หลัง 1 เดือน และหลัง 3 เดือน เทียบกับก่อนทำศัลยกรรม ของกลุ่มคอนเวนชันนัลและกลุ่มเลเซอร์ 50

ตาราง 10 ค่าความต่าง (Δ) ของระดับขอบเหงือกสัมพันธ์ของตำแหน่งฟันข้างเคียง ที่เวลาหลังการทำศัลยกรรมทันที เทียบกับหลัง 3 เดือน ของกลุ่มคอนเวนชันนัลและกลุ่มเลเซอร์ 51

ตาราง 11 ค่าความต่าง (Δ) ของระดับขอบกระดูกเบ้าฟันสัมพันธ์ของตำแหน่งฟันข้างเคียง ที่เวลาหลังการทำศัลยกรรมทันที เทียบกับหลัง 3 เดือน ของกลุ่มคอนเวนชันนัลและกลุ่มเลเซอร์ 52

ตาราง 12 เปรียบเทียบความกว้างของเหงือกยึดก่อนทำศัลยกรรม และหลังทำศัลยกรรม 3 เดือน ของกลุ่มคอนเวนชันนัลและกลุ่มเลเซอร์ 53

ตาราง 13 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับความรุนแรงของอาการปวดที่ประเมินโดยอาสาสมัคร (Numerical rating scale: NRS) หลังทำศัลยกรรม 1 วัน ของกลุ่มคอนเวนชันนัลและกลุ่มเลเซอร์ 53

สารบัญรูปภาพ

หน้า

ภาพประกอบ 1 A: เครื่องเลเซอร์ Er,Cr:YSGG B: ด้ามจับเลเซอร์ และตัวนำส่งเลเซอร์ ชนิด G625

ภาพประกอบ 2 จำลองการถ่ายภาพรังสีกัดปีกแนวตั้ง 27

ภาพประกอบ 3 A: ชิ้นอ้างอิงที่ทำร่องแนวดิ่ง B: จำลองการวัดระยะจากชิ้นอ้างอิงไปยังขอบเหงือก C: จำลองการวางตัวนำส่งเลเซอร์ขนานกับแนวแกนฟัน และตั้งฉาก 30

ภาพประกอบ 4 แผนภาพตัวอย่างการบันทึกคะแนนคราบจุลินทรีย์ 34

ภาพประกอบ 5 การวัดค่าทางคลินิก ระดับขอบเหงือกสัมพันธ์ (RGM), ระดับการยึดเกาะของอวัยวะปริทันต์สัมพันธ์ (RAL), ระดับขอบกระดูกเบ้าฟันสัมพันธ์ (RBL), ร่องลึกปริทันต์ (PD) และความกว้างของส่วนยึดเกาะ (BL-GM) 37

ภาพประกอบ 6 การวัดระดับขอบกระดูกเบ้าฟันสัมพันธ์ทางภาพรังสีบริเวณระหว่างฟัน (RRBL) 38

ภาพประกอบ 7 การแจกแจงความถี่ของฟันซี่ที่ทำศัลยกรรม ที่มีการเปลี่ยนแปลงของ ระดับขอบเหงือกสัมพันธ์ หลังการทำศัลยกรรม 3 เดือนเทียบกับหลังการทำศัลยกรรมทันที 45

ภาพประกอบ 8 ภาพทางคลินิกของฟันที่ทำศัลยกรรมเพิ่มความยาวฟันโดยวิธีเปิดแผ่นเหงือก (A-B: ก่อนทำศัลยกรรม, C-D: หลังทำศัลยกรรม 1 สัปดาห์ (ตัดไหม), E-F: หลัง 1 เดือน, G-H: หลัง 3 เดือน) 46

ภาพประกอบ 9 ภาพทางคลินิกของฟันที่ทำศัลยกรรมเพิ่มความยาวฟันโดยใช้เลเซอร์ ไม่เปิดแผ่นเหงือก (A-B: ก่อนทำศัลยกรรม, C-D: หลังทำการศัลยกรรมทันที, E-F: หลัง 1 เดือน, G-H: หลัง 3 เดือน) 47

ภาพประกอบ 10 การแจกแจงความถี่ของฟันข้างเคียง ที่มีการเปลี่ยนแปลงของ ระดับขอบเหงือกสัมพันธ์ หลังการทำศัลยกรรม 3 เดือนเทียบกับหลังการทำศัลยกรรมทันที................................ 51

ภาพประกอบ 11 การแจกแจงความถี่ของฟันข้างเคียง ที่มีการเปลี่ยนแปลงของ ระดับกระดูกเบ้าฟันสัมพันธ์ หลังการทำศัลยกรรม 3 เดือนเทียบกับหลังการทำศัลยกรรมทันที........................... 52

บทที่ 1
บทนำ

ภูมิหลัง

อวัยวะปริทันต์ที่ดีเป็นส่วนหนึ่งที่มีความสำคัญต่อความสำเร็จของการบูรณะฟันในระยะยาว จึงมีความจำเป็นที่จะต้องตระหนักถึงความสัมพันธ์ของการบูรณะฟันกับอวัยวะปริทันต์อย่างมาก การวางขอบวัสดุบูรณะไว้เหนือเหงือกมีข้อดีคือ จะทำให้ง่ายต่อการพิมพ์ปาก ได้ลักษณะของขอบวัสดุบูรณะที่ชัดเจนสมบูรณ์ แนบสนิทกับฟัน ง่ายต่อการดูแลรักษาความสะอาด และเป็นผลดีต่ออวัยวะปริทันต์ แต่การบูรณะฟันในหลายกรณีจำเป็นต้องวางขอบของวัสดุบูรณะลงไปใต้ขอบเหงือก (subgingival margin) เช่น มีรอยผุหรือแตกลึกลงไปใต้เหงือก ตัวฟันทางคลินิกสั้น ไม่เพียงพอต่อการยึดอยู่ ไม่สามารถต้านทานการหลุดและต้านทานการแตกหักได้ หรือต้องซ่อนขอบวัสดุบูรณะไว้ใต้ขอบเหงือกเพื่อความสวยงาม เป็นต้น[1] อย่างไรก็ตามการวางขอบของวัสดุบูรณะลงไปใต้ขอบเหงือกจะทำให้ดูแลทำความสะอาดได้ยาก เสี่ยงต่อการเกิดฟันผุใต้ขอบวัสดุบูรณะ เยื่อบุผิวเชื่อมต่อ (junctional epithelium attachment) และเนื้อเยื่อยึดต่อเชื่อมต่อ (connective tissue attachment) มีโอกาสเกิดภยันตรายจากขั้นตอนการเตรียมฟัน (tooth preparation) การแยกเหงือก (gingival retraction) และการพิมพ์ปาก (impression) รวมถึงการรุกล้ำความกว้างทางชีวภาพ (biologic width) การบูรณะฟันที่มีการวางขอบวัสดุบูรณะไว้ใต้เหงือกต้องคำนึงถึงความกว้างทางชีวภาพและความลึกของร่องเหงือก (sulcus depth) เพื่อป้องกันไม่ให้มีการรุกล้ำความกว้างทางชีวภาพ ซึ่งอวัยวะปริทันต์จะมีการตอบสนองเพื่อรักษาความกว้างทางชีวภาพนี้ให้มีระยะคงที่เสมอ หากมีการรุกล้ำความกว้างทางชีวภาพ จะพบลักษณะดังต่อไปนี้ ได้แก่ เหงือกอักเสบเรื้อรังรอบๆวัสดุบูรณะ ร่องลึกปริทันต์ (pocket depth) ลึกขึ้น เหงือกร่น สูญเสียการยึดเกาะของอวัยวะปริทันต์ และมีการละลายของกระดูก[2, 3]

วิธีหนึ่งที่จะป้องกันไม่ให้การบูรณะฟันรุกล้ำความกว้างทางชีวภาพ ได้แก่การทำศัลยกรรมปริทันต์เพิ่มความยาวฟัน (surgical crown lengthening) ซึ่งเป็นวิธีการรักษาเพื่อเพิ่มความยาวของตัวฟัน โดยการตัดเหงือก (gingivectomy) หรือการเลื่อนแผ่นเหงือกไปทางปลายรากฟัน (apically positioned flap) โดยจะมีการกำจัดส่วนของกระดูกพยุงฟัน (ostectomy) ร่วมด้วยหรือไม่ก็ได้[4] ทั้งนี้ได้นำค่าเฉลี่ยจากการศึกษาของ Gargiulo และคณะ (1961) มาเป็นหลัก คือกำหนดให้มีระยะระหว่างขอบของวัสดุบูรณะไปถึงขอบกระดูกเบ้าฟัน (alveolar bone crest) อย่างน้อย 3 มิลลิเมตร เพื่อให้เป็นที่อยู่ของความกว้างทางชีวภาพและร่องเหงือก[5, 6]

การทำศัลยกรรมปริทันต์เพิ่มความยาวฟัน อาจทำได้โดยใช้วิธีเปิดแผ่นเหงือก (flap reflection) โดยใช้มีดผ่าตัดร่วมกับการตัดแต่งกระดูกด้วยเครื่องกรอ (conventional crown lengthening), ศัลยกรรมไฟฟ้า (electrosurgical crown lengthening), พีโซอิเล็กทริก (piezoelectric) หรือการใช้เลเซอร์ (laser crown lengthening) [7-10] ซึ่งมีความแตกต่างกันในเรื่องของวิธีการ ข้อบ่งชี้ การห้ามเลือด ระยะเวลาการหายของแผล ราคาของเครื่องมือ ความต้องการยาแก้ปวดเนื่องจากอาการปวดหลังการทำศัลยกรรม เป็นต้น

การทำศัลยกรรมปริทันต์เพิ่มความยาวฟันโดยวิธีเปิดแผ่นเหงือก จะทำโดยการใช้มีดผ่าตัด มีการเปิดแผ่นเหงือก (flap reflection) และกำจัดกระดูกเบ้าฟันด้วยเครื่องกรอ (rotary instrument)[11-14] วิธีนี้มีข้อดีคือ สามารถมองเห็นบริเวณที่จะทำการศัลยกรรมได้ชัดเจน มีค่าใช้จ่ายน้อย และมีการหายตามปกติ ระยะเวลาการหายสำหรับกระบวนการนี้มักจะใช้เวลา 4-6 สัปดาห์[11, 13, 14] แต่ข้อเสียของการใช้วิธีนี้คือ มีเลือดออกมาก ต้องการการเย็บแผล ผู้ป่วยมักมีอาการปวดและไม่สบายหลังการทำศัลยกรรม และมีการกลับขึ้นของเหงือก (tissue rebound) ไปทางตัวฟันหลังการทำศัลยกรรม[13, 15, 16]

จากข้อจำกัดของการทำศัลยกรรมปริทันต์เพิ่มความยาวฟันโดยวิธีเปิดแผ่นเหงือก จึงมีการพัฒนาเครื่องมือชนิดใหม่มาใช้เป็นทางเลือกเพื่อที่จะลดระยะเวลาการหายของแผล ลดผลลัพธ์ที่ไม่พึงประสงค์ของการทำศัลยกรรมปริทันต์เพิ่มความยาวฟันโดยวิธีเปิดแผ่นเหงือก และเพิ่มการยอมรับจากผู้ป่วย ตัวอย่างของเครื่องมือดังกล่าว ได้แก่ ศัลยกรรมไฟฟ้า ซึ่งเหมาะกับการทำศัลยกรรมปริทันต์เพิ่มความยาวฟันที่ไม่ต้องตัดแต่งกระดูก การนำศัลยกรรมไฟฟ้ามาใช้ในการทำศัลยกรรม จะช่วยลดเลือดออก และลดอาการปวดหลังการทำศัลยกรรม แต่มีข้อเสียคือ จะเกิดควัน มีกลิ่นไหม้ของเนื้อเยื่อ และมีรสชาติไม่พึงประสงค์ เมื่อใช้ในการตัดเนื้อเยื่ออ่อนที่ลึกใกล้กับกระดูกควรใช้อย่างระมัดระวัง เนื่องจากพบว่าแผลจากศัลยกรรมไฟฟ้ามีการอักเสบมากกว่าแผลจากมีดผ่าตัด มีการสูญเสียความสูงของกระดูกจากการตายของกระดูก มีเหงือกร่น ทำให้เกิดการทำลายของกระดูกเบ้าฟันบริเวณง่ามรากฟันของฟันหลายราก (furcation involvement) เป็นสาเหตุให้ฟันโยกได้ ซึ่งความเสียหายเหล่านี้จะไม่เกิดขึ้นในกรณีที่ใช้มีดผ่าตัด[17] ศัลยกรรมไฟฟ้าจึงเหมาะกับการใช้งานในเนื้อเยื่ออ่อนระดับตื้นเท่านั้น ต้องระมัดระวังเมื่อใช้ใกล้กับกระดูก ไม่เหมาะที่จะนำมาใช้ในการทำศัลยกรรมปริทันต์เพิ่มความยาวฟันที่ต้องมีการตัดแต่งกระดูกร่วมด้วย อย่างไรก็ตามการใช้ศัลยกรรมไฟฟ้าลดลงเมื่อมีการนำเลเซอร์มาใช้ในทางทันตกรรม เพราะมีประสิทธิภาพที่ทับซ้อนกันในการตัดเนื้อเยื่ออ่อน ยิ่งไปกว่านั้นยังมีเลเซอร์ชนิดที่สามารถใช้กับเนื้อเยื่อแข็งในช่องปากได้ด้วย นอกจากนี้มีการนำ พีโซอิเล็กทริก (piezoelectric surgery) มาใช้

ตัดแต่งกระดูกเบ้าฟัน ซึ่งก่อให้เกิดการบาดเจ็บน้อยกว่าเครื่องกรอ และใช้ระยะเวลาในการหายน้อยกว่าเครื่องกรอด้วย อย่างไรก็ตามก็ยังต้องใช้เวลาประมาณ 4 สัปดาห์[18, 19] และยังคงจำเป็นต้องทำการเปิดแผ่นเหงือก

การใช้เลเซอร์เป็นทางเลือกใหม่ที่ถูกนำมาใช้ในการทำศัลยกรรมปริทันต์เพิ่มความยาวฟัน เลเซอร์สามารถใช้ในการทำศัลยกรรมปริทันต์เพิ่มความยาวฟันโดยวิธีไม่เปิดแผ่นเหงือก (Closed flap/ flapless crown lengthening) ซึ่งเป็นการผ่าตัดแบบรุกรานน้อย (minimally invasive surgery) สามารถเข้าทำงานบริเวณส่วนโค้งส่วนพับในช่องปากได้ง่าย สามารถปิดผนึกหลอดเลือด ทำให้มีเลือดออกน้อย หรือไม่มีเลือดออกเลย จึงช่วยให้มองเห็นบริเวณที่ทำงานได้ชัดเจน ทำให้ใช้เวลาในการทำงานลดลงในผู้ป่วยส่วนใหญ่[12, 20] สามารถลดอาการปวด ลดความจำเป็นในการเย็บแผล[12, 20] ซึ่งจะทำให้เกิดความตึงในเนื้อเยื่อที่มักนำไปสู่การกลับขึ้นของเหงือกไปทางตัวฟันหลังทำศัลยกรรม[12] จึงอาจจะช่วยลดการกลับขึ้นของเหงือกไปทางตัวฟันได้ เลเซอร์ช่วยลดจำนวนแบคทีเรียและในบางบริเวณก็อาจช่วยทำให้ปลอดเชื้อด้วย[21] ช่วยลดความเสี่ยงที่จะเกิดภาวะเลือดมีแบคทีเรีย (bacteremia)[22] เลเซอร์จึงได้รับการยอมรับจากผู้ป่วยสูง[21, 22] เครื่องเลเซอร์ Er,Cr:YSGG (Waterlase, Biolase, USA) เป็นเลเซอร์ชนิดล่าสุดที่พัฒนาต่อจากเลเซอร์ Er:YAG เพื่อใช้ในทางทันตกรรม มีความยาวคลื่น 2,780 นาโนเมตร อยู่ในช่วงความยาวคลื่นที่ถูกดูดซับได้ดีในน้ำในเนื้อเยื่ออ่อนและเนื้อเยื่อแข็ง จึงเหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการทำศัลยกรรมปริทันต์เพิ่มความยาวฟัน เพื่อลดภาวะแทรกซ้อนที่พบจากการใช้วิธีเปิดแผ่นเหงือกโดยใช้มีดผ่าตัดร่วมกับการตัดแต่งกระดูกด้วยเครื่องกรอ[12] ลดเลือดออก ลดการตอบสนองต่อการอักเสบในขณะที่ทำศัลยกรรม ทำให้ระยะเวลาการหายของแผลสั้นลง[11] และลดอาการปวดและความไม่สบายหลังการทำศัลยกรรม[23]

จากข้อได้เปรียบในการใช้เลเซอร์เออร์เบียมในการทำศัลยกรรมปริทันต์เพิ่มความยาวฟันโดยวิธีไม่เปิดแผ่นเหงือก และยังไม่มีการศึกษาทางคลินิกที่มีกลุ่มควบคุม (clinical controlled study) เกี่ยวกับการทำศัลยกรรมปริทันต์เพิ่มความยาวฟันด้วยเลเซอร์ Er,Cr:YSGG โดยวิธีไม่เปิดแผ่นเหงือก เปรียบเทียบกับการทำศัลยกรรมปริทันต์เพิ่มความยาวฟันโดยวิธีเปิดแผ่นเหงือก โดยใช้มีดผ่าตัดร่วมกับการตัดแต่งกระดูกด้วยเครื่องกรอ มีเพียงการรายงานผู้ป่วย (case report)[20, 24-26] และ รายงานกลุ่มผู้ป่วย (case series)[23] เท่านั้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาเพิ่มเติมในหัวข้อดังกล่าว

ความมุ่งหมายของการวิจัย

การศึกษานี้มีความมุ่งหมายเพื่อทำการศึกษาทางคลินิกที่มีกลุ่มควบคุม ถึงการเปลี่ยนแปลงของระดับขอบเหงือก รวมทั้งผลทางคลินิกอื่นๆและผลทางภาพรังสีที่เกี่ยวข้องกับสภาวะปริทันต์ หลังจากการทำศัลยกรรมปริทันต์เพิ่มความยาวฟันเพื่อการบูรณะฟัน เป็นเวลา 3 เดือน เปรียบเทียบระหว่างการใช้เลเซอร์ Er,Cr:YSGG โดยวิธีไม่เปิดแผ่นเหงือก กับการใช้มีดผ่าตัดร่วมกับการตัดแต่งกระดูกด้วยเครื่องกรอ โดยวิธีเปิดแผ่นเหงือก

ความสำคัญของการวิจัย

การบูรณะฟันที่จำเป็นต้องมีการวางขอบของวัสดุบูรณะลงไปใต้ขอบเหงือกนั้นจะมีผลกระทบต่ออวัยวะปริทันต์ เนื่องจากวัสดุบูรณะอาจรุกล้ำความกว้างทางชีวภาพ ทำให้เหงือกอักเสบเรื้อรังรอบวัสดุบูรณะ ร่องลึกปริทันต์ลึกขึ้น เหงือกร่น สูญเสียการยึดเกาะของอวัยวะปริทันต์ และมีการละลายของกระดูก การป้องกันไม่ให้เกิดสิ่งเหล่านี้อาจทำได้โดยการทำศัลยกรรมปริทันต์เพิ่มความยาวฟัน เพื่อเพิ่มความยาวของตัวฟัน วิธีการทำศัลยกรรมปริทันต์เพิ่มความยาวฟันโดยวิธีเปิดแผ่นเหงือก โดยใช้มีดผ่าตัดร่วมกับการตัดแต่งกระดูกด้วยเครื่องกรอ มีข้อดีคือ มีค่าใช้จ่ายน้อย ใช้เวลาค่อนข้างเร็ว และมีการหายตามปกติ แต่ยังมีข้อจำกัดคือ มีเลือดออกมาก รบกวนการมองเห็นบริเวณที่ทำงาน มักทำให้มีอาการปวดและไม่สบายหลังการทำศัลยกรรม ต้องการการเย็บแผล และมักมีการกลับขึ้นของเหงือกไปทางตัวฟัน การประมาณการตำแหน่งสุดท้ายของขอบเหงือกหลังศัลยกรรมทำได้ยาก การนำเลเซอร์เออร์เบียมที่สามารถใช้ได้กับเนื้อเยื่ออ่อนและเนื้อเยื่อแข็งมาใช้ในการทำศัลยกรรมปริทันต์เพิ่มความยาวฟัน โดยวิธีไม่เปิดแผ่นเหงือก พบว่าสามารถช่วยลดข้อจำกัดดังกล่าว และช่วยลดระยะเวลาการหายของแผล แต่ยังไม่มีการศึกษาทางคลินิกที่มีกลุ่มควบคุม (clinical controlled study) เกี่ยวกับการทำศัลยกรรมปริทันต์เพิ่มความยาวฟันด้วยเลเซอร์ Er,Cr:YSGG โดยวิธีไม่เปิดแผ่นเหงือก เปรียบเทียบกับการทำศัลยกรรมปริทันต์เพิ่มความยาวฟันโดยวิธีเปิดแผ่นเหงือก โดยใช้มีดผ่าตัดร่วมกับการตัดแต่งกระดูกด้วยเครื่องกรอ มีเพียงการรายงานผู้ป่วย รายงานผู้ป่วย (case report) และ รายงานกลุ่มผู้ป่วย (case series) เท่านั้น

ผลจากการวิจัยทางคลินิกนี้จะช่วยในการตัดสินใจเลือกเทคนิคในการทำศัลยกรรมปริทันต์เพิ่มความยาวฟัน เพื่อนำไปพัฒนาวิธีการทำศัลยกรรมปริทันต์เพิ่มความยาวฟัน ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นต่อไป

ขอบเขตของการวิจัย

เป็นงานวิจัยเชิงทดลอง (Experimantal Research) โดยเลือกกลุ่มตัวอย่างจากผู้ป่วยที่จำเป็นต้องทำศัลยกรรมปริทันต์เพิ่มความยาวฟัน แบ่งเป็นกลุ่มที่ทำศัลยกรรมปริทันต์เพิ่มความยาวฟันด้วยเลเซอร์ Er,Cr:YSGG โดยวิธีไม่เปิดแผ่นเหงือก (กลุ่มเลเซอร์ (laser group)) และกลุ่มที่ทำศัลยกรรมปริทันต์เพิ่มความยาวฟันโดยวิธีเปิดแผ่นเหงือก โดยใช้มีดผ่าตัดร่วมกับการตัดแต่งกระดูกด้วยเครื่องกรอ (กลุ่มควบคุม (conventional group)) ทั้งสองกลุ่มจะได้รับการตรวจสภาวะปริทันต์ ได้แก่ ไบโอไทป์ของเหงือก (gingival biotype), ความกว้างของยึด (attached gingiva), ระดับการโยกของฟัน (tooth mobility), ตัวชี้วัดคราบจุลินทรีย์ (plaque index; PI), ตัวชี้วัดเหงือกอักเสบ (gingival index; GI), ระดับขอบเหงือกสัมพันธ์ (relative gingival margin; RGM), ระดับการยึดเกาะของอวัยวะปริทันต์สัมพันธ์ (relative attachment level; RAL), ร่องลึกปริทันต์ (probing depth; PD), ระดับขอบกระดูกเบ้าฟันสัมพันธ์ (relative bone level; RBL), ความกว้างของส่วนยึดเกาะ (bone level related to gingival margin; BL-GM) ระดับขอบกระดูกเบ้าฟันสัมพันธ์ทางภาพรังสีบริเวณระหว่างฟัน (relative radiographic interdental bone level; RRBL) และระดับความรุนแรงของอาการปวด (Numerical rating scale: NRS) หลังทำศัลยกรรม บันทึกผลที่จุดเวลาต่างๆ ได้แก่ ก่อนการทำศัลยกรรม (baseline) หลังการทำศัลยกรรมทันที (immediately after surgery) 1 เดือน (1 month) และ 3 เดือน (3 months)

นิยามคำศัพท์เฉพาะ

1. การทำศัลยกรรมปริทันต์เพิ่มความยาวฟัน (surgical crown lengthening) หมายถึง การตัดเหงือก (gingivectomy) หรือการเลื่อนแผ่นเหงือกไปทางปลายรากฟัน (apically positioned flap) โดยจะมีการกำจัดส่วนของกระดูกพยุงฟัน (ostectomy) ร่วมด้วยหรือไม่ก็ได้[4]

2. Closed flap/ flapless crown lengthening หมายถึง การทำศัลยกรรมปริทันต์เพิ่มความยาวฟันโดยไม่เปิดแผ่นเหงือก

3. Conventional crown lengthening หมายถึง การทำศัลยกรรมปริทันต์เพิ่มความยาวฟันโดยวิธีเปิดแผ่นเหงือก โดยใช้มีดผ่าตัดร่วมกับการตัดแต่งกระดูกด้วยเครื่องกรอ

4. Er,Cr:YSGG laser หมายถึงเลเซอร์ที่ใช้สารตัวกลางประกอบด้วย เออร์เบียม (Erbium) โครเมียม (Chromium) อิตเทรียม (Yttrium) สแกนเดียม (Scandium) แกลเลียม (Gallium) และการ์เน็ต (Garnet)

กรอบแนวคิดในการทำวิจัย

ตัวแปรต้น

1. วิธีที่ใช้ในการทำศัลยกรรมปริทันต์เพิ่มความยาวฟัน

1.1 ทำศัลยกรรมปริทันต์เพิ่มความยาวฟันด้วยเลเซอร์ Er,Cr:YSGG โดยวิธีไม่เปิดแผ่นเหงือก (กลุ่มเลเซอร์ (laser group))

1.2 ทำศัลยกรรมปริทันต์เพิ่มความยาวฟันโดยวิธีเปิดแผ่นเหงือก โดยใช้มีดผ่าตัดร่วมกับการตัดแต่งกระดูกด้วยเครื่องกรอ (กลุ่มควบคุม (conventional group))

2. จุดเวลาที่ทำการตรวจวัดผล

2.1 ก่อนทำศัลยกรรม

2.2 หลังการทำศัลยกรรมทันที

2.3 หลังทำศัลยกรรม 1 เดือน

2.4 หลังทำศัลยกรรม 3 เดือน

ตัวแปรตาม ได้แก่

1. ตัวชี้วัดคราบจุลินทรีย์ (plaque index; PI)
2. ตัวชี้วัดเหงือกอักเสบ (gingival index; GI)
3. ระดับขอบเหงือกสัมพันธ์ (relative gingival margin; RGM)
4. ระดับการยึดเกาะของอวัยวะปริทันต์สัมพันธ์ (relative attachment level; RAL)
5. ร่องลึกปริทันต์ (probing depth; PD)
6. ระดับขอบกระดูกเบ้าฟันสัมพันธ์ (relative bone level; RBL)
7. ความกว้างของส่วนยึดเกาะ (bone level related to gingival margin; BL-GM)
8. ระดับการโยกของฟัน (tooth mobility)
9. ระดับขอบกระดูกเบ้าฟันสัมพันธ์ทางภาพรังสีบริเวณระหว่างฟัน (relative radiographic interdental bone level; RRBL)
10. ระดับความรุนแรงของอาการปวด (Numerical rating scale: NRS) หลังทำศัลยกรรม

สมมติฐานในการวิจัย

สมมติฐานหลัก คือ การทำศัลยกรรมปริทันต์เพิ่มความยาวฟันด้วยเลเซอร์ Er,Cr:YSGG โดยวิธีไม่เปิดแผ่นเหงือก กับการทำศัลยกรรมปริทันต์เพิ่มความยาวฟันโดยวิธีเปิดแผ่นเหงือก โดย

ใช้มีดผ่าตัดร่วมกับการตัดแต่งกระดูกด้วยเครื่องกรอ จะให้ผลลัพธ์ที่จุดเวลาต่างๆไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

สมมติฐานรอง คือ การทำศัลยกรรมปริทันต์เพิ่มความยาวฟันด้วยเลเซอร์ Er,Cr:YSGG โดยวิธีไม่เปิดแผ่นเหงือก กับการทำศัลยกรรมปริทันต์เพิ่มความยาวฟันโดยวิธีเปิดแผ่นเหงือก โดยใช้มีดผ่าตัดร่วมกับการตัดแต่งกระดูกด้วยเครื่องกรอ จะให้ผลลัพธ์ที่จุดเวลาต่างๆ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

แนวคิดในการทำศัลยกรรมปริทันต์เพิ่มความยาวฟันเพื่อการบูรณะ และพัฒนาการของวิธีและเครื่องมือที่เป็นทางเลือก

อวัยวะปริทันต์ที่ดีเป็นส่วนหนึ่งที่มีความสำคัญต่อความสำเร็จของการบูรณะฟันในระยะยาว จึงมีความจำเป็นที่จะต้องตระหนักถึงความสัมพันธ์ของการบูรณะฟันกับอวัยวะปริทันต์อย่างมาก การวางขอบวัสดุบูรณะไว้เหนือเหงือกมีข้อดีคือ จะทำให้ง่ายต่อการพิมพ์ช่องปาก ได้ลักษณะของขอบวัสดุบูรณะที่ชัดเจนสมบูรณ์แนบสนิทกับฟัน ง่ายต่อการดูแลรักษาความสะอาด และเป็นผลดีต่ออวัยวะปริทันต์ แต่การบูรณะฟันในหลายกรณีจำเป็นต้องวางขอบของวัสดุบูรณะลงไปใต้ขอบเหงือก (subgingival margin) เช่น กรณีที่ต้องการการเข้าถึงเพื่อรักษารอยผุ รอยแตก ตัวฟันทางคลินิกสั้น ไม่เพียงพอต่อการยึดอยู่ ไม่สามารถต้านทานการหลุดและต้านทานการแตกหักได้ หรือต้องซ่อนขอบวัสดุบูรณะไว้ใต้ขอบเหงือกเพื่อความสวยงาม เป็นต้น[1, 27] อย่างไรก็ตามการวางขอบของวัสดุบูรณะลงไปใต้ขอบเหงือกจะทำให้ดูแลทำความสะอาดได้ยาก เสี่ยงต่อการเกิดฟันผุใต้ขอบวัสดุบูรณะ เยื่อบุผิวเชื่อมต่อ (junctional epithelium attachment) และเนื้อเยื่อยึดต่อเชื่อมต่อ (connective tissue attachment) มีโอกาสเกิดภยันตรายจากขั้นตอนการเตรียมฟัน (tooth preparation) และการแยกเหงือก (gingival retraction) เพื่อพิมพ์ช่องปาก (impression) รวมถึงการรุกล้ำความกว้างทางชีวภาพ (biologic width) ความกว้างทางชีวภาพคือระยะของเนื้อเยื่ออ่อนที่ยึดกับผิวรากฟันจากขอบกระดูกเบ้าฟันถึงฐานของร่องเหงือก นักวิจัยหลายคนได้นำเสนอค่าเฉลี่ยของความกว้างทางชีวภาพที่แตกต่างกันออกไป แต่ค่าเฉลี่ยของความกว้างทางชีวภาพที่ได้รับการยอมรับมากที่สุดคือค่าเฉลี่ยของความกว้างทางชีวภาพที่ถูกเสนอโดย Gargiulo และคณะ (1961) คือ 2.04 มิลลิเมตร ซึ่งประกอบด้วย 2 ส่วน ได้แก่เนื้อเยื่อยึดต่อเชื่อมต่อเหนือขอบกระดูกเบ้าฟันมีค่าเฉลี่ย 1.07 มิลลิเมตร และเยื่อบุผิวเชื่อมต่อมีค่าเฉลี่ย 0.97 มิลลิเมตร นอกจากนี้ยังระบุค่าเฉลี่ยของความลึกร่องเหงือก ได้แก่ 0.69 มิลลิเมตร[28] ความลึกของร่องเหงือกและระยะของเยื่อบุเชื่อมต่อจะแตกต่างกันมากในฟันแต่ละซี่ และในแต่ละตำแหน่งในฟันซี่เดียวกัน แต่ระยะของเนื้อเยื่อยึดต่อเชื่อมต่อเหนือขอบกระดูกเบ้าฟันจะค่อนข้างคงที่ นอกจากนี้เนื้อเยื่อยึดต่อเชื่อมต่อ, เยื่อบุผิวเชื่อมต่อ และความลึกของร่องเหงือกยังมีความแตกต่างกันในแต่ละบุคคลด้วย[29]

ความกว้างทางชีวภาพคือระยะของเนื้อเยื่ออ่อนที่ยึดกับผิวรากฟันจากขอบกระดูกเบ้าฟันถึงฐานของร่องเหงือก นักวิจัยหลายคนได้นำเสนอค่าเฉลี่ยของความกว้างทางชีวภาพที่

แตกต่างกันออกไป แต่ค่าเฉลี่ยของความกว้างทางชีวภาพที่ได้รับการยอมรับมากที่สุดคือค่าเฉลี่ยของความกว้างทางชีวภาพที่ถูกเสนอโดย Gargiulo และคณะ (1961) คือ 2.04 มิลลิเมตร ซึ่งประกอบด้วย 2 ส่วน ได้แก่เนื้อเยื่อยึดต่อเชื่อมต่อเหนือขอบกระดูกเบ้าฟันมีค่าเฉลี่ย 1.07 มิลลิเมตร และเยื่อบุผิวเชื่อมต่อมีค่าเฉลี่ย 0.97 มิลลิเมตร นอกจากนี้ยังระบุค่าเฉลี่ยของความลึกร่องเหงือก ได้แก่ 0.69 มิลลิเมตร[28] ความลึกของร่องเหงือกและระยะของเยื่อบุเชื่อมต่อจะแตกต่างกันมากในฟันแต่ละซี่ และในแต่ละตำแหน่งในฟันซี่เดียวกัน แต่ระยะของเนื้อเยื่อยึดต่อเชื่อมต่อเหนือขอบกระดูกเบ้าฟันจะค่อนข้างคงที่ นอกจากนี้เนื้อเยื่อยึดต่อเชื่อมต่อ, เยื่อบุผิวเชื่อมต่อ และความลึกของร่องเหงือกยังมีความแตกต่างกันในแต่ละบุคคลด้วย[29] อวัยวะปริทันต์จะมีการตอบสนองเพื่อรักษาความกว้างทางชีวภาพนี้ให้มีระยะคงที่เสมอ การบูรณะฟันที่มีการวางขอบวัสดุบูรณะไว้ใต้เหงือกจึงต้องคำนึงถึงความกว้างทางชีวภาพและความลึกของร่องเหงือก (sulcus depth) เพื่อป้องกันไม่ให้มีการรุกล้ำความกว้างทางชีวภาพ หากมีการรุกล้ำความกว้างทางชีวภาพ จะพบลักษณะดังต่อไปนี้ ได้แก่ เหงือกอักเสบเรื้อรังรอบๆวัสดุบูรณะ ร่องลึกปริทันต์ลึกขึ้น เหงือกร่น สูญเสียการยึดเกาะของอวัยวะปริทันต์ และมีการละลายของกระดูก[2, 3]

วิธีหนึ่งที่จะป้องกันไม่ให้การบูรณะฟันรุกล้ำความกว้างทางชีวภาพ ได้แก่การทำศัลยกรรมปริทันต์เพิ่มความยาวฟัน ซึ่งเป็นวิธีการรักษาเพื่อเพิ่มความยาวของตัวฟัน โดยการตัดเหงือก (gingivectomy) หรือการเลื่อนแผ่นเหงือกไปทางปลายรากฟัน (apically positioned flap) โดยจะมีการกำจัดส่วนของกระดูกพยุงฟัน (ostectomy) ร่วมด้วยหรือไม่ก็ได้[4] การทำศัลยกรรมปริทันต์เพิ่มความยาวฟัน ทั้งนี้ได้นำค่าเฉลี่ยจากการศึกษาของ Gargiulo และคณะ (1961) มาเป็นหลัก คือกำหนดให้มีระยะระหว่างขอบของวัสดุบูรณะไปถึงขอบกระดูกเบ้าฟัน (alveolar bone crest) อย่างน้อย 3 มิลลิเมตร เพื่อให้เป็นที่อยู่ของความกว้างทางชีวภาพและร่องเหงือก[5, 6] เมื่อต้องวางขอบวัสดุบูรณะไว้ใต้ขอบเหงือก ทันตแพทย์ต้องไม่ทำอันตราย เยื่อบุผิวเชื่อมต่อและเนื้อเยื่อยึดต่อเชื่อมต่อในระหว่างการกรอเตรียมฟันและการพิมพ์ช่องปาก และแนะนำไม่ให้วางขอบวัสดุบูรณะใต้ขอบเหงือกเกิน 0.5-1 มิลลิเมตร เพราะยากต่อการตรวจหาจุดสิ้นสุดของเยื่อบุผิวร่องเหงือก (sulcular epithelium) และจุดเริ่มต้นของเยื่อบุผิวเชื่อมต่อ[6]

ก่อนการทำศัลยกรรมปริทันต์เพิ่มความยาวฟันจะต้องพิจารณาปริมาณของเหงือกเคอราตินและระยะระหว่างตำแหน่งขอบของวัสดุบูรณะที่ต้องการถึงขอบกระดูกเบ้าฟันตามเกณฑ์ของ Coslet และคณะ (1977)[30] หากมีปริมาณของเหงือกเคอราตินที่เพียงพอ กล่าวคือมีไม่น้อยกว่า 2 มิลลิเมตร และมีระยะระหว่างตำแหน่งขอบของวัสดุบูรณะที่ต้องการถึงขอบกระดูกเบ้าฟันมากกว่า 2 มิลลิเมตร (type IA) จะทำการเพิ่มความยาวตัวฟันด้วยการตัดเหงือก (gingivectomy)

เพียงอย่างเดียว หากมีปริมาณของเหงือกเคอราตินไม่น้อยกว่า 2 มิลลิเมตร แต่มีระยะระหว่างตำแหน่งขอบของวัสดุบูรณะที่ต้องการถึงขอบกระดูกเบ้าฟันไม่เกิน 2 มิลลิเมตร (type IB) จะทำโดยการตัดเหงือกร่วมกับการตัดกระดูกเบ้าฟัน (Gingivectomy with osseous surgery) และหากมีปริมาณเหงือกเคอราตินไม่เพียงพอ คือมีน้อยกว่า 2 มิลลิเมตร และระยะระหว่างตำแหน่งขอบของวัสดุบูรณะที่ต้องการถึงขอบกระดูกเบ้าฟันมากกว่า 2 มิลลิเมตร (type IIA) จะเพิ่มความยาวฟันโดยการเลื่อนแผ่นเลื่อนไปทางรากฟันไม่ร่วมกับการตัดกระดูกเบ้าฟัน (Apically positioned flap without osseous surgery) แต่หากมีปริมาณเหงือกเคอราตินไม่เพียงพอ และระยะระหว่างตำแหน่งขอบของวัสดุบูรณะที่ต้องการถึงขอบกระดูกเบ้าฟันไม่เกิน 2 มิลลิเมตร (type IIB) จะเพิ่มความยาวฟันโดยการเลื่อนแผ่นเลื่อนไปทางรากฟันร่วมกับการตัดกระดูกเบ้าฟัน (Apically positioned flap with osseous surgery) ปัจจัยเหล่านี้ต้องมีการประเมินและตัดสินใจวางแผนก่อนการทำศัลยกรรมเพิ่มความยาวฟันเพื่อความสำเร็จในการรักษา

การทำศัลยกรรมปริทันต์เพิ่มความยาวฟัน อาจทำได้โดยใช้วิธีเปิดแผ่นเหงือก โดยใช้มีดผ่าตัดร่วมกับการตัดแต่งกระดูกด้วยเครื่องกรอ (conventional crown lengthening), ศัลยกรรมไฟฟ้า (electrosurgical crown lengthening), พีโซอิเล็กทริก (piezoelectric) หรือการใช้เลเซอร์ (laser crown lengthening) [7-10] ซึ่งมีความแตกต่างกันในเรื่องของวิธีการ ข้อบ่งชี้ การห้ามเลือด ระยะเวลาการหายของแผล ราคาของเครื่องมือ ความต้องการยาแก้ปวดเนื่องจากอาการปวดหลังการทำศัลยกรรม เป็นต้น

การทำศัลยกรรมปริทันต์เพิ่มความยาวฟันโดยวิธีเปิดแผ่นเหงือก โดยใช้มีดผ่าตัด มีการเปิดแผ่นเหงือก (flap reflection) และกำจัดกระดูกเบ้าฟันด้วยเข็มกรอที่ต่อกับเครื่องกรอ[11-14] เนื่องจากมีค่าใช้จ่ายน้อย และมีการหายตามปกติ ระยะเวลาการหายสำหรับกระบวนการนี้มักจะใช้เวลา 4-6 สัปดาห์[11, 13, 14] แต่ข้อเสียของการใช้วิธีนี้คือ มีเลือดออกมาก ทำให้การมองเห็นบริเวณที่จะทำศัลยกรรมไม่ชัดเจน ต้องการการเย็บแผล ผู้ป่วยมักมีอาการปวดและไม่สบายหลังทำศัลยกรรม และมีการกลับขึ้นของเหงือก (tissue rebound) ไปทางตัวฟันหลังทำศัลยกรรม[13, 15, 16]

จากการศึกษาของ Deas และคณะ (2004) พบว่าภายใน 6 เดือนหลังจากการทำศัลยกรรมปริทันต์เพิ่มความยาวฟัน ตำแหน่งของขอบเหงือกจะยังไม่คงที่ ระดับของการกลับขึ้นของเหงือกไปทางตัวฟันจะขึ้นอยู่กับความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งการเย็บแผ่นเหงือกกับระดับของขอบกระดูกเบ้าฟัน ยิ่งวางขอบแผ่นเหงือกอยู่ใกล้ขอบกระดูกเบ้าฟัน เหงือกจะมีการกลับขึ้นไปทางตัวฟันมากขึ้น[14] สอดคล้องกับการศึกษาของ Arora และคณะ (2013) ซึ่งพบว่าเมื่อเย็บแผ่น

เหงือกสูงจากขอบกระดูกเบ้าฟันน้อยกว่าหรือเท่ากับ 3 มิลลิเมตร ความยาวของตัวฟันที่ได้หลังจากการทำศัลยกรรมปริทันต์เพิ่มความยาวฟัน จะลดลงภายใน 6 เดือน[31] และสอดคล้องกับการศึกษาของ Pontoriero และคณะ (2001) ที่พบว่าเหงือกมีแนวโน้มที่จะกลับขึ้นไปทางตัวฟันหลังจากการทำศัลยกรรมเลื่อนแผ่นเหงือกไปทางปลายรากฟัน และการตัดกระดูก (osseous resection)ภายใน 1 ปี[13] โดยการกลับขึ้นของเหงือกส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นภายใน 3 เดือนแรกหลังการทำศัลยกรรม[14, 32] นอกจากนี้จากการศึกษาของ Brägger และคณะ (1992) พบว่าร้อยละ 12 ของตำแหน่งที่ทำศัลยกรรมปริทันต์เพิ่มความยาวฟัน มีเหงือกร่น (gingival recession) 2-4 มิลลิเมตร ในระหว่าง 6 สัปดาห์ถึง 6 เดือนหลังการทำศัลยกรรม ดังนั้นเมื่อวางแผนจะบูรณะฟันในบริเวณที่ต้องการความสวยงามจึงควรมีการเฝ้าสังเกตอย่างใกล้ชิดในระยะที่มีการหายของแผล[28] การศึกษาเหล่านี้สนับสนุนสมมติฐานที่ว่าการเปิดแผ่นเหงือก และการเย็บแผลจากการทำศัลยกรรมปริทันต์เพิ่มความยาวฟันโดยวิธีเปิดแผ่นเหงือก โดยใช้มีดผ่าตัดอาจจะทำให้เหงือกมีการกลับขึ้นไปทางตัวฟันหรือเหงือกร่น ทำให้การประมาณการตำแหน่งสุดท้ายของเนื้อเยื่ออ่อนหลังการทำศัลยกรรมปริทันต์เพิ่มความยาวฟัน นั้นค่อนข้างยาก นอกจากนี้ทุกครั้งที่มีการเปิดแผ่นเหงือกจะมีการสูญเสียกระดูกเบ้าฟันไปอย่างน้อย 0.5-0.8 มิลลิเมตร[33] ซึ่งอาจเป็นสาเหตุทำให้เกิดเหงือกร่นหลังการทำศัลยกรรม ดังนั้นก่อนการใส่วัสดุบูรณะถาวรในบริเวณที่ต้องการความสวยงามจึงควรรอระยะเวลาการหายอย่างน้อย 6 เดือน

การกลับขึ้นของเหงือกไปทางตัวฟันนอกจากจะขึ้นอยู่กับความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งการเย็บแผ่นเหงือกกับระดับของขอบกระดูกเบ้าฟันแล้ว ยังพบว่ามีความเกี่ยวข้องกับไบโอไทป์ของเหงือก (gingival biotype) หรือไบโอไทป์ปริทันต์ (periodontal biotype) ซึ่งบ่งบอกถึงคุณภาพของเนื้อเยื่ออ่อนรอบๆฟัน และเป็นปัจจัยที่สำคัญที่มีผลต่อความสำเร็จของการทำศัลยกรรมปริทันต์และการฝังรากเทียม จากการศึกษาของ Ochsenbein และ Ross (1969) ได้แบ่งลักษณะทางภายวิภาคของเหงือกเป็นลักษณะหยักเป็นลอนคล้ายเปลือกหอย (scalloped biotype) และลักษณะแบน (flat biotype)[34] ฟันที่สัมพันธ์กับเหงือกที่มีลักษณะแบน (flat) คือฟันรูปร่างสี่เหลี่ยมและมีความป่องของคอฟันมาก ลักษณะของเหงือกเช่นนี้จะกว้างและหนา บริเวณสัมผัส (contact area) ระหว่างฟันจะใหญ่และอยู่ค่อนไปทางราก เหงือกสามเหลี่ยมระหว่างฟันจะสั้น ฟันที่สัมพันธ์กับเหงือกที่มีลักษณะหยักเป็นลอนคล้ายเปลือกหอยคือฟันที่ผอมและยาว (slender) ตัวฟันสอบ (taper) ความป่องของคอฟันน้อย และบริเวณสัมผัสระหว่างฟันจะเล็กและอยู่ค่อนไปทางปลายฟัน ผู้ที่มีเหงือกลักษณะหยักคล้ายเปลือกหอยมักจะเกิดการร่นของเนื้อเยื่ออ่อนในฟันหน้าบนมากกว่าผู้ที่มีเหงือกแบน[35] สำหรับคำว่าไบโอไทป์ปริทันต์นั้นถูกใช้โดย Seibert และ Lindhe[36] ผู้ซึ่ง

แบ่งไบโอไทป์ของเหงือกเป็น ชนิดหนา หรือ ชนิดบาง เหงือกที่บางจะสอดคล้องกับเหงือกที่มีลักษณะหยักเป็นลอนคล้ายเปลือกหอย และเหงือกที่หนาจะสอดคล้องกับเหงือกที่มีลักษณะแบน ไบโอไทป์ของเหงือกแต่ละชนิดจะตอบสนองต่อการดำเนินโรค การทำศัลยกรรม และการบูรณะฟันต่างกัน เหงือกที่มีไบโอไทป์ชนิดหนาจะมีความต้านทานต่อการร่น หรือการระคายเคืองทางกล (mechanical irritation) มากกว่าเหงือกที่มีไบโอไทป์ชนิดบาง และพบว่าผู้ป่วยที่มีไบโอไทป์ของเหงือกชนิดหนา (thick gingival biotype) มีการกลับขึ้นของเหงือกไปทางตัวฟันมากกว่าผู้ป่วยที่มีไบโอไทป์ของเหงือกชนิดบาง (thin gingival biotype) อย่างมีนัยสำคัญ[13, 31] นอกจากนี้ความหนาของกระดูกเบ้าฟันจะสัมพันธ์กับไบโอไทป์ของเหงือก กระดูกเบ้าฟันด้านแก้มที่หนาจะสอดคล้องกับไบโอไทป์ของเหงือกชนิดหนา และกระดูกเบ้าฟันด้านแก้มที่บางจะสอดคล้องกับไบโอไทป์ของเหงือกชนิดบาง[34, 37]

วิธีที่ใช้ในการประเมินชนิดไบโอไทป์ของเหงือกมีหลายวิธี[37] ได้แก่ 1) การดูด้วยตา (เหงือกที่หนาและมีภาวะไฟโบรติก จะจัดเป็นไบโอไทป์ชนิดหนา เหงือกที่บอบบางและโปร่งใส จะจัดเป็นไบโอไทป์ชนิดบาง วิธีนี่ไม่ค่อยน่าเชื่อถือ[36, 38, 39] 2) การใช้*เครื่องมือ*ตรวจปริทันต์ (periodontal probe) สอดลงในร่องเหงือกตรงกลางตัวฟันด้านริมฝีปาก (mid-labial) (ถ้ายังสามารถมองเห็นปลายของเครื่องมือตรวจปริทันต์ผ่านเหงือกจะจัดเป็นไบโอไทป์ชนิดบาง ถ้าไม่สามารถมองเห็นปลายของเครื่องมือตรวจปริทันต์ผ่านเหงือกจะจัดเป็นไบโอไทป์ชนิดหนา) วิธีนี้เป็นวิธีที่ง่าย เชื่อถือได้ และไม่ทำอันตรายต่อเนื้อเยื่อ[40] 3) ใช้เครื่องมือวัดความกว้างที่ไม่มีแรงดึง (tension-free caliper) (ถ้าเหงือกหนาไม่เกิน 1 มิลลิเมตร จะจัดเป็นไบโอไทป์ชนิดบาง ถ้าเหงือกหนามากกว่า 1 มิลลิเมตร จะจัดเป็นไบโอไทป์ชนิดหนา) ใช้ได้เฉพาะตอนที่ทำศัลยกรรมเท่านั้น[41] 4) ใช้เครื่องมือตรวจปริทันต์วัดความหนาของเหงือกโดยตรงหลังใส่ยาชา เป็นวิธีที่ทำอันตรายต่อเนื้อเยื่อ และความแม่นยำของวิธีนี้จะขึ้นอยู่กับความแม่นยำและองศาของเครื่องมือตรวจปริทันต์และการบิดเบี้ยวของเนื้อเยื่อขณะที่ตรวจ 5) ใช้อุปกรณ์อัลทราโซนิก วิธีที่แม่นยำเชื่อถือได้ และทำอันตรายต่อเนื้อเยื่อน้อย แต่ยากที่จะหาตำแหน่งที่วัดได้แม่นยำและทำซ้ำได้ถูกต้อง มีราคาแพง[42, 43] และอุปกรณ์นี้ไม่มีจำหน่ายแล้ว[44] 6) ใช้การถ่ายภาพรังสีด้วยเทคนิคคอมพิวเตอร์ วิธีนี้ให้ผลที่แม่นยำทั้งความหนาของเนื้อเยื่ออ่อนด้านริมฝีปากและความหนาของกระดูก ไม่ทำอันตรายต่อเนื้อเยื่อ สามารถทำซ้ำได้ แต่มีราคาแพงและต้องอาศัยความเชี่ยวชาญในการถ่ายภาพรังสี[45]

จากข้อจำกัดของการทำศัลยกรรมปริทันต์เพิ่มความยาวฟันโดยวิธีเปิดแผ่นเหงือก โดยใช้มีดผ่าตัดร่วมกับการตัดแต่งกระดูกด้วยเครื่องกรอ จึงมีการพัฒนาเครื่องมือชนิดใหม่มาใช้เป็นทางเลือกเพื่อที่จะลดระยะเวลาการหายของแผล ลดผลลัพธ์ที่ไม่พึงประสงค์ของการทำศัลยกรรม

ปริทันต์เพิ่มความยาวฟันโดยวิธีเปิดแผ่นเหงือก และเพิ่มการยอมรับจากผู้ป่วย ตัวอย่างของเครื่องมือดังกล่าว ได้แก่ ศัลยกรรมไฟฟ้า ซึ่งเหมาะกับการทำศัลยกรรมปริทันต์เพิ่มความยาวฟัน ที่ไม่ต้องตัดแต่งกระดูก ศัลยกรรมไฟฟ้าถูกใช้เป็นประจำในทางการแพทย์และทางทันตกรรม ตั้งแต่ปี ค.ศ.1914 มีวรรณกรรมมากมายเกี่ยวกับการใช้ศัลยกรรมไฟฟ้ามานานกว่าศตวรรษ ในช่วงสามทศวรรษที่ผ่านมามีการทำศัลยกรรมแบบรุกรานน้อย และการทำศัลยกรรมหลอดเลือดขนาดเล็กเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ทำให้มีการใช้ศัลยกรรมไฟฟ้ามากขึ้น ศัลยกรรมไฟฟ้าเป็นรูปแบบของคลื่นหรือกระแสที่มีความถี่สูงที่ส่งผ่านเนื้อเยื่อเพื่อตัดหรือทำให้เนื้อเยื่อจับตัวเป็นก้อนโดยการเปลี่ยนโหมดการใช้งาน การนำศัลยกรรมไฟฟ้ามาใช้ในการทำศัลยกรรม จะช่วยลดเลือดออก และลดอาการปวดหลังทำศัลยกรรม แต่มีข้อเสียคือ จะเกิดควัน มีกลิ่นไหม้ของเนื้อเยื่อ และมีรสชาติไม่พึงประสงค์ นอกจากนี้มีการศึกษาที่เปรียบเทียบการหายของแผลหลังการใช้ศัลยกรรมไฟฟ้ากับมีดผ่าตัด พบการหายของแผลที่ค่อนข้างช้าเมื่อใช้ศัลยกรรมไฟฟ้า และมีการตอบสนองด้วยการอักเสบและมีการทำลายเนื้อเยื่อมากกว่า แต่ในแผลที่เกิดจากเครื่องมือทั้งสองนั้นพบว่าเซลล์สร้างกระดูก (osteoblasts) มีความอยู่รอด ไม่แตกต่างกัน และไม่มีการเพิ่มขึ้นของเซลล์สลายกระดูก (osteoclasts) ซึ่งแสดงว่าไม่มีการสลายของกระดูกเกิดขึ้น[46] ในทางกลับกันการศึกษาในสุนัขของ Glickman และ Imber ไม่พบความแตกต่างของการหายของแผลจากศัลยกรรมไฟฟ้าและมีดผ่าตัดในการตัดเนื้อเยื่ออ่อนตื้นๆ อย่างไรก็ตามในการตัดเนื้อเยื่ออ่อนที่ลึกลงไปใกล้กับกระดูก พบว่าแผลจากศัลยกรรมไฟฟ้ามีการอักเสบมากกว่าแผลจากมีดผ่าตัด มีการสูญเสียความสูงของกระดูกจากการตายของกระดูก มีเหงือกร่น ทำให้เกิดการทำลายของกระดูกเบ้าฟันบริเวณง่ามรากฟันของฟันหลายราก และฟันโยก ซึ่งความเสียหายเหล่านี้จะไม่เกิดขึ้นในกรณีที่ใช้มีดผ่าตัด[17] ดังนั้นศัลยกรรมไฟฟ้าจึงเหมาะกับการใช้งานในเนื้อเยื่ออ่อนระดับตื้นเท่านั้น ต้องระวังเมื่อใช้ใกล้กับกระดูก ไม่เหมาะที่จะนำมาใช้ในการทำศัลยกรรมปริทันต์เพิ่มความยาวฟัน ที่ต้องมีการตัดแต่งกระดูกร่วมด้วย อย่างไรก็ตามการใช้ศัลยกรรมไฟฟ้าลดลงเมื่อมีการนำเลเซอร์มาใช้ในทางทันตกรรม เพราะมีประสิทธิภาพที่ทับซ้อนกันในการตัดเนื้อเยื่ออ่อน ยิ่งไปกว่านั้นยังมีเลเซอร์ชนิดที่สามารถใช้กับเนื้อเยื่อแข็งในช่องปากได้ด้วย นอกจากนี้มีการนำ พีโซอิเล็กทริก มาใช้ตัดแต่งกระดูกเบ้าฟัน พีโซอิเล็กทริก เป็นวิธีที่อาศัยการสั่นสะเทือนอัลทราโซนิกด้วยความถี่ 25,000 เฮิรตซ์ เพื่อที่จะกำจัดเนื้อเยื่อแข็งทางกลโดยปลายตัดคม[10] การใช้เครื่องพีโซอิเล็กทริกจะก่อให้เกิดการบาดเจ็บน้อยกว่าเครื่องกรอ และใช้ระยะเวลาในการหายน้อยกว่าด้วย อย่างไรก็ตามก็ยังต้องใช้เวลาประมาณ 4 สัปดาห์[18, 19] และยังคงจำเป็นต้องทำการเปิดแผ่นเหงือก

การใช้เลเซอร์ทางปริทันตศาสตร์(47) และแนวคิดในการนำมาใช้ในการทำศัลยกรรมปริทันต์เพิ่มความยาวฟัน

LASER นั้นเป็นคำย่อมาจาก Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation หลักการทำงานของเลเซอร์มาจากพื้นฐานทางฟิสิกส์ในทฤษฎีควอนตัม (Quantum theory) ถูกคิดขึ้นโดยไอน์สไตน์ กล่าวคือสารจะมีการกระจายรังสีหรือพลังงานเมื่อได้รับการกระตุ้น เลเซอร์ประกอบด้วย สารตัวกลาง ท่อเลเซอร์ และแหล่งกำเนิดพลังงานภายนอก เลเซอร์แต่ละชนิดจะมีคุณสมบัติแตกต่างกัน และถูกเรียกชื่อตามสารที่ใช้เป็นตัวกลางในการกระตุ้น ซึ่งอาจเป็นแก๊ส ของเหลว หรือของแข็ง เช่น CO_2 Nd:YAG Er:YAG Er,Cr:YSGG สารตัวกลางแต่ละชนิดจะให้ความยาวคลื่นที่แตกต่างกัน สารตัวกลางจะถูกบรรจุอยู่ในท่อเลเซอร์ (laser tube) ซึ่งได้รับพลังงานเริ่มต้นจากแหล่งกำเนิดพลังงานภายนอก เพื่อกระตุ้นให้สารตัวกลางปล่อยพลังงานออกมา ในท่อเลเซอร์จะมีกระจกอยู่ที่ปลายทั้งสอง กระจกข้างหนึ่งสะท้อนพลังงานกลับได้ร้อยละ 100 ส่วนอีกข้างเป็นกระจกที่ให้พลังงานบางส่วนสะท้อนกลับและบางส่วนผ่านออกไปได้ พลังงานที่ถูกปลดปล่อยออกมานี้จะมีความยาวคลื่นและรูปแบบของคลื่น (waveform) ที่แตกต่างกัน ได้แก่ แบบต่อเนื่อง (continuous wave mode) แบบเป็นจังหวะคงที่ (gated-pulse mode) และแบบเป็นจังหวะไม่คงที่ (free-running pulsed mode) ขึ้นอยู่กับชนิดของสารตัวกลาง การนำเลเซอร์มาใช้จึงต้องเลือกความยาวคลื่นและรูปแบบของคลื่นที่เหมาะสมกับงานที่จะทำ พลังงานที่ปลดปล่อยออกมาจะมีลักษณะเป็นแสงเอกรงค์ (monochromatic) คือเป็นแสงหนึ่งสี มีความยาวคลื่นเพียงค่าเดียว มีทิศทางที่แน่นอนไปในทิศทางเดียวกัน แสงเอกรงค์สามารถรวมแสงให้เป็นลำแสงที่มีความเข้มสูงได้ ลำแสงจะทำปฏิกิริยากับเป้าหมาย ได้แก่ การดูดซับ (absorb) การสะท้อน (reflect) และการกระจาย (scatter) ในเนื้อเยื่อของสิ่งมีชีวิตจะดูดซับพลังงานเข้าสู่พื้นผิว เกิดการกระจายพลังงานในเนื้อเยื่อระดับที่ลึกลงไปใต้พื้นผิว พลังงานที่ถูกดูดซับไว้จะเปลี่ยนเป็นความร้อน เพิ่มอุณหภูมิให้กับเนื้อเยื่อ เนื้อเยื่อจับตัวกันเป็นก้อน (coagulation) ทำให้เกิดรอยผ่า (incision) เกิดการตัดออก (excision) จากการสลายกลายเป็นไอของเนื้อเยื่อ (tissue vaporization) โดยขึ้นอยู่กับระดับของพลังงานที่ใช้ ปัจจัยที่มีผลต่อการดูดซับพลังงานและการตอบสนองของเนื้อเยื่อ ได้แก่ ความยาวคลื่น กำลังวัตต์ (watt) รูปแบบของคลื่น ความถี่ของจังหวะ (pulse duration) พลังงานของแต่ละจังหวะ (energy/pulse) ความเข้มของพลังงาน ระยะเวลาในการสัมผัสกับเลเซอร์ มุมของเลเซอร์ที่ส่งพลังงานไปยังเนื้อเยื่อ และคุณสมบัติการตอบสนองของเนื้อเยื่อแต่ละชนิดต่อเลเซอร์ การเลือกใช้เลเซอร์ต้องเลือกความยาวคลื่นที่เหมาะสมกับชนิดของเนื้อเยื่อเป้าหมาย และผลลัพธ์ของการรักษาที่ต้องการ เช่น เลเซอร์ CO_2 ที่มีความยาวคลื่น 10,600 นาโนเมตร ถูกดูดซับได้ดีในน้ำ จึงเหมาะที่จะใช้กับเนื้อเยื่ออ่อนที่มีน้ำเป็นส่วนประกอบปริมาณ

มาก เลเซอร์ Nd:YAG ที่มีความยาวคลื่น 1,064 นาโนเมตร และเลเซอร์ไดโอด (diode laser) ที่มีความยาวคลื่นหลายค่า ได้แก่ 810 นาโนเมตร 940 นาโนเมตร 970 นาโนเมตร และ 980 นาโนเมตรถูกดูดซับในน้ำได้ในระดับต่ำ แต่ถูกดูดซับได้ดีในเนื้อเยื่อที่มีสารสี (pigment) จึงเหมาะกับเหงือกที่มีสารสีจับ (gingival pigmentation) ส่วนในเลเซอร์กลุ่มเออร์เบียม ได้แก่ Er:YAG ที่มีความยาวคลื่น 2,940 นาโนเมตร และ Er,Cr:YSGG ความยาวคลื่น 2,780 นาโนเมตร มีสัมพรรคภาพที่สูงต่อเนื้อเยื่อที่มีน้ำเป็นส่วนประกอบ ถูกดูดซึมได้ดีทั้งในน้ำซึ่งมีอยู่ในเนื้อเยื่ออ่อนและเนื้อเยื่อแข็ง และไฮดรอกซีอะพาไทต์ (hydroxyapatite) เลเซอร์เออร์เบียมจึงเหมาะสมที่จะนำมาใช้กับเนื้อเยื่อทุกชนิดในช่องปาก ได้แก่ เหงือก เยื่อเมือกช่องปาก กระดูก เนื้อฟัน และเคลือบฟัน และเหมาะกับการใช้งานในอวัยวะปริทันต์ซึ่งมีทั้งเนื้อเยื่ออ่อนและเนื้อเยื่อแข็งเป็นส่วนประกอบ

ประวัติความเป็นมาของเลเซอร์ ในปี ค.ศ.1960 นักวิทยาศาสตร์ที่ชื่อว่า Theodore Maiman ร่วมกับบริษัท Hughes Aircraft Corporation ได้พัฒนาเครื่องเลเซอร์ขึ้นเป็นครั้งแรก โดยใช้พลังงานกระตุ้นผลึกทับทิมให้เกิดการกระจายรังสี เลเซอร์ถูกนำมาใช้ในงานต่างๆทางการแพทย์มาเป็นเวลานาน จนกลายมาเป็นวิธีมาตรฐานในด้านการรักษาเฉพาะทาง เช่น จักษุวิทยา ผิวหนัง และวิทยาระบบทางเดินปัสสาวะ เป็นต้น เทคโนโลยีเดียวกันนี้เริ่มถูกนำไปในทางทันตกรรมโดย Dr. Leon Goldman (1965) ซึ่งศึกษาผลของเลเซอร์ที่ใช้สารตัวกลางเป็นอัญมณีต่อเคลือบฟันและเนื้อฟัน ในช่วงปี ค.ศ.1970-1989 นักวิจัยพยายามที่ผลิตเลเซอร์โดยใช้สารตัวกลางอื่นๆเพื่อนำไปใช้กับโครงสร้างของทั้งเนื้อเยื่ออ่อนและเนื้อเยื่อแข็งในช่องปากได้ดีขึ้น และเริ่มใช้เลเซอร์ทางคลินิกในช่วงปี ค.ศ.1980-1989 เลเซอร์หลายระบบถูกพัฒนาขึ้นเพื่อค้นหาความยาวคลื่นที่เหมาะสมกับการใช้งานทางทันตกรรม ซึ่งมีข้อดีและข้อจำกัดแตกต่างกันไป ไม่มีเลเซอร์ชนิดใดชนิดหนึ่งเพียงชนิดเดียวที่สามารถตอบโจทย์ทุกงานทางทันตกรรมได้ เลเซอร์ CO_2 เป็นเลเซอร์ชนิดแรกที่นำมาใช้ในการทำศัลยกรรมและยังถูกใช้มาจนถึงปัจจุบันโดยเฉพาะอย่างยิ่งในงานศัลยกรรมช่องปาก (ความยาวคลื่น 10,600 นาโนเมตร) ต่อมาเลเซอร์ Nd:YAG ถูกนำมาใช้ในปีต้นๆของช่วงปี ค.ศ.1990-1999 แต่เดิมถูกใช้รักษาโรคผิวหนัง จากนั้นจึงถูกนำมาปรับให้เหมาะสมกับการใช้งานในทางทันตกรรม วิวัฒนาการของเลเซอร์ Nd:YAG นำไปสู่โปรโตคอล LANAP (Laser Assisted New Attachment Protocol) ซึ่งได้รับการยอมรับจากทันตแพทย์เฉพาะทางสาขาปริทันตวิทยาหลายคน ในปี ค.ศ.1987 องค์การอาหารและยาแห่งสหรัฐอเมริกา (Food and Drug Administration; FDA) ได้รับรองเลเซอร์ Nd:YAG ของ Myers และ Myers เพื่อวัตถุประสงค์ทางการค้าสำหรับใช้กับเนื้อเยื่ออ่อนในช่องปาก[48] ซึ่งเป็นที่มาของการนำเลเซอร์มา

ใช้ในทางปริทันต์บำบัด ในปี ค.ศ.1991 เลเซอร์อาร์กอน (Argon lasers) ได้รับการรับรองว่าสามารถทำให้เกิดการพอลิเมอไรเซชันของคอมโพสิตเพื่อที่จะลดเวลาการพอลิเมอไรเซชัน ซึ่งปัจจุบันมีการใช้แอลอีดี (LED) ทดแทน ส่วนเลเซอร์ในกลุ่มเออร์เบียม ถูกพัฒนาขึ้นครั้งแรกในช่วงปี ค.ศ.1990-1999 ในปี ค.ศ.1992 บริษัท Kavo Key Laser (Kaltenbach and Voigt GmbH & Co., Biberach/Riss, Germany) ได้นำเสนอเลเซอร์ Er:YAG เข้าสู่ตลาดการแพทย์ในประเทศเยอรมัน จนกระทั่งในปี ค.ศ.1997 องค์การอาหารและยาแห่งสหรัฐอเมริกาได้ให้การรับรองเลเซอร์เออร์เบียม ได้แก่ Er:YAG และ Er,Cr:YSGG ว่าสามารถใช้ได้หลากหลายงานในทางทันตกรรม โดยใช้ได้ทั้งกับเนื้อเยื่ออ่อนและเนื้อเยื่อแข็ง แม้เลเซอร์เออร์เบียมกลุ่มแรกๆจะสามารถตัดฟันได้ช้ากว่าเข็มกรอที่ต่อกับเครื่องกรอ ทำให้ผู้ใช้งานหลายคนสรุปว่าเลเซอร์ชนิดนี้ไม่มีประสิทธิภาพในทางทันตกรรม แต่เลเซอร์เออร์เบียมรุ่นใหม่ถูกพัฒนาให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นและใช้งานง่ายขึ้น และท้ายที่สุดในปี ค.ศ.1999 เลเซอร์ไดโอดได้รับการรับรองว่าสามารถใช้กับเนื้อเยื่ออ่อนได้ เลเซอร์ไดโอดเป็นเลเซอร์ที่นิยมใช้ในทาง ทันตกรรม เนื่องจากมีราคาที่ไม่แพงมาก หลายบริษัทผลิตเลเซอร์ชนิดนี้เพราะผลิตได้ง่าย แต่เลเซอร์ไดโอดสามารถใช้งานได้เฉพาะกับเนื้อเยื่ออ่อนเท่านั้น

เลเซอร์เออร์เบียมถูกนำมาใช้ในการศึกษาทางปริทันตวิทยาจำนวนมาก ทั้งการศึกษาในห้องปฏิบัติการและในทางคลินิกได้แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของเลเซอร์เออร์เบียมในการกำจัดหินน้ำลาย[49-53] กำจัดชั้นสเมียร์ (smear layers) บนผิวเคลือบรากฟัน หลังจากการขูดหินน้ำลายและเกลารากฟัน[54-57] หรือภายในคลองรากฟัน[58-60] สามารถกำจัดเคลือบรากฟัน[51, 52, 55, 61, 62] และชีวพิษภายใน (endotoxin) จากเชื้อแบคทีเรียที่ยึดจับกับเคลือบรากฟัน[63, 64] สามารถช่วยปรับสภาพผิวรากฟันให้เอื้อต่อการยึดเกาะของเซลล์ไฟโบรบลาสต์ (fibroblast) บนผิวรากฟันได้ดียิ่งขึ้น[57, 65-67] นอกจากนี้เลเซอร์เออร์เบียมยังถูกนำมาใช้ในศัลยกรรมเนื้อเยื่ออ่อน[68] และศัลยกรรมกระดูก[69, 70]

เลเซอร์กลุ่มเออร์เบียม ได้แก่ Er:YAG และ Er,Cr:YSGG เป็นเลเซอร์ที่มีความยาวคลื่นแสงอินฟราเรดช่วงกลาง ซึ่งช่วงความยาวคลื่นของเลเซอร์กลุ่มนี้ถูกดูดซับได้ดีในโมเลกุลของน้ำในเนื้อเยื่ออ่อนและเนื้อเยื่อแข็ง และไฮดรอกซีอะพาไทต์ กำจัดเนื้อเยื่อเป้าหมายโดยการตัดด้วยความร้อนเชิงกล (thermomechanical ablation)[71, 72] คลื่นที่ปล่อยออกมามีรูปแบบเป็นจังหวะไม่คงที่ คือจะปล่อยพลังงานเพียงแค่เสี้ยววินาทีสลับกับการหยุดปล่อยพลังงานเป็นเวลานานกว่าพร้อมกับมีการพ่นลมและละอองน้ำเพื่อกำจัดเศษต่างๆ และช่วยระบายความร้อนในบริเวณที่ทำงาน[73] นอกจากนี้เลเซอร์เออร์เบียมยังมีประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อแบคทีเรีย[74] เนื่องจากความ

ยาวคลื่นของเลเซอร์เออร์เบียมจะถูกดูดซับโดยน้ำที่อยู่ในเซลล์แบคทีเรีย ทำให้เซลล์แบคทีเรียนั้นระเหยกลายเป็นไอเหมือนที่เห็นในได้ระหว่างการตัดเนื้อเยื่อแข็ง[75]

เครื่องเลเซอร์ Er,Cr:YSGG (Waterlase, Biolase, USA) เป็นเลเซอร์ชนิดล่าสุดที่พัฒนาต่อจากเลเซอร์ Er:YAG เพื่อใช้ในทางทันตกรรม ประกอบด้วยสารตัวกลาง ได้แก่ เออร์เบียม (Erbium) โครเมียม (Chromium) อิตเทรียม (Yttrium) สแกนเดียม (Scandium) แกลเลียม (Gallium) และการ์เน็ต (Garnet) มีความยาวคลื่น 2,780 นาโนเมตร สามารถใช้ตัดเนื้อเยื่ออ่อนและเนื้อเยื่อแข็งในช่องปากด้วยความร้อนเชิงกล โดยการตัดเนื้อเยื่อแข็งสามารถอธิบายได้ด้วยทฤษฎีไมโครเอ็กซ์พลอชัน (microexplosion)[76, 77] คือน้ำในผิวหน้าของเนื้อเยื่อแข็งจะดูดซับพลังงานเลเซอร์แล้วมีอุณหภูมิสูงขึ้นจนเกิดการระเหยเป็นไอน้ำ เกิดเป็นแรงดันภายในเนื้อเยื่อแข็งและในที่สุดโครงสร้างแร่ธาตุ (mineral structure) จะระเบิดออก เกิดเป็นรอยตัดก่อนที่จะถึงจุดหลอมเหลวของเนื้อเยื่อ เช่นเดียวกันกับการตัดเนื้อเยื่ออ่อนที่น้ำในเนื้อเยื่ออ่อนจะดูดซับพลังงานเลเซอร์แล้วมีอุณหภูมิสูงขึ้นจนเกิดการระเหยเป็นไอน้ำ ทำให้เนื้อเยื่ออ่อนถูกตัดออก[78] โดยใช้น้ำเป็นสารหล่อเย็นและให้ความชื้นแก่เนื้อเยื่อ เลเซอร์ Er,Cr:YSGG จะให้รอยตัดที่แม่นยำทั้งในเนื้อเยื่ออ่อนและเนื้อเยื่อแข็ง และเกิดความเสียหายจากความร้อน และรอยไหม้บนผิวของเนื้อเยื่อข้างเคียงน้อยมาก [79] เมื่อเลเซอร์ Er,Cr:YSGG (Waterlase) ถูกใช้อย่างเหมาะสมในการทำศัลยกรรมจะลดภาวะแทรกซ้อนที่พบจากการใช้วิธีเปิดแผ่นเหงือก โดยใช้มีดผ่าตัดร่วมกับการตัดแต่งกระดูกด้วยเครื่องกรอ[12] ช่วยลดเลือดออก และลดการตอบสนองต่อการอักเสบในขณะที่ทำศัลยกรรม ระยะเวลาการหายของแผลสั้นลง[11] และลดความไม่สบายหลังการทำศัลยกรรม

การศึกษาผลของเลเซอร์ Er,Cr:YSGG ต่อเนื้อเยื่อแข็งในช่องปาก มีการศึกษาการหายของกระดูกหลังทำศัลยกรรมตัดกระดูก (osteotomy) ศัลยกรรมตกแต่งกระดูก (osteoplasty) และการฝังรากเทียมโดยใช้เลเซอร์ พบว่ามีการหายของแผลที่ผิดปกติและเกิดความเสียหายจากความร้อน เมื่อกระดูกสัมผัสความร้อนที่สูงกว่า 47 องศาเซลเซียส จะเกิดความเสียหายต่อเซลล์ เกิดการละลายตัวของกระดูก และเมื่อสัมผัสความร้อนสูงกว่า 60 องศาเซลเซียส จะเกิดกระดูกตายได้[80] จะเห็นว่าปฏิกิริยาของเลเซอร์กับเนื้อเยื่อแข็งนั้นมีความเกี่ยวข้องกับอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น ซึ่งขึ้นอยู่กับความยาวคลื่นที่ใช้ พบว่าเลเซอร์ในทางทันตกรรมที่ไม่ทำอันตรายต่อกระดูกคือเลเซอร์ Er:YAG และ Er,Cr:YSGG เลเซอร์ที่นิยมใช้ในการทำศัลยกรรมตัดแต่งกระดูกมากที่สุดคือ Er,Cr:YSGG เนื่องจากมีความยาวคลื่นที่เหมาะสม Kimura และคณะ (2001)ทำการศึกษาลักษณะกายภาพของกระดูกด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (scanning electron microscope: SEM) และศึกษาองค์ประกอบด้วยอีดีเอ็กซ์ (electron dispersive x-ray spectroscopy: EDX)

โดยใช้เลเซอร์ Er,Cr:YSGG ค่าพลังงานที่ 5 วัตต์ ความถี่ 8 เฮิรตซ์ เป็นระยะเวลา 10 และ 30 วินาที ร่วมกับการใช้น้ำระบายความร้อน พบว่ามีอุณหภูมิสูงขึ้นสูงสุด 12.6 องศาเซลเซียส เฉพาะเมื่อได้รับเลเซอร์เป็นเวลา 30 วินาที ส่วนการตรวจด้วยอีดีเอ็กซ์นั้น ไม่พบการเปลี่ยนแปลงของอัตราส่วนแคลเซียมและฟอสเฟต และเมื่อตรวจด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดพบรอยการตัดกระดูกที่เรียบคมชัด และสะอาด ไม่เกิดรอยไหม้หรือการหลอมละลายบนผิวกระดูก[81] Wang และคณะ (2005) ทำการศึกษาโดยใช้เลเซอร์ Er,Cr:YSGG ค่าพลังงาน 2 วัตต์ เป็นเวลา 10 วินาที ทำให้เกิดรอยแผลกว้าง 0.4 มิลลิเมตร ลึก 3 มิลลิเมตร บนกระดูกขากรรไกรกระต่าย รอยแผลที่เกิดขึ้นเป็นรอยตัดที่แม่นยำ และเนื้อเยื่อข้างเคียงเกิดความเสียหายจากความร้อนเพียงเล็กน้อย และรอยดังกล่าวมีการหายอย่างสมบูรณ์หลังจากนั้น 56 วัน[79] ในการศึกษาของ Perussi และคณะ (2012) ที่ทำให้เกิดความวิการบนกระดูกกะโหลกศีรษะของหนูทดลองด้วยเลเซอร์ Er,Cr:YSGG เปรียบเทียบกับเครื่องกรอ พบว่าในวันที่ 30 หลังการทำศัลยกรรมพบว่าในกลุ่มหนูทดลองที่ถูกทำให้เกิดความวิการบนกระดูกกระโหลกศีรษะด้วยเลเซอร์ Er,Cr:YSGG มีการสร้างกระดูกมากกว่าในกลุ่มที่ใช้เข็มกรอที่ต่อกับเครื่องกรอ[82] นอกจากนี้ Wang และคณะ (2002) ทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางสัณฐานวิทยา (morphological changes) เมื่อใช้เลเซอร์ Er,Cr:YSGG ค่าพลังงาน 4 วัตต์ ใช้ตัวนำส่งเลเซอร์ (laser tip) วางในแนวตั้งฉากแล้วฉายไปบนกระดูกขากรรไกรล่างของวัว 60 วินาที ในวิธีที่ต่างกัน 4 กลุ่ม ได้แก่ 1) ตัวนำส่งเลเซอร์อยู่นิ่ง และสัมผัสกับกระดูก 2) ตัวนำส่งเลเซอร์อยู่นิ่ง และไม่สัมผัสกับกระดูก (ห่างจากกระดูก 1-2 มิลลิเมตร) 3) ตัวนำส่งเลเซอร์เคลื่อนไหว (ความเร็ว 2-3 มิลลิเมตรต่อวินาที) และสัมผัสกับกระดูก 4) ตัวนำส่งเลเซอร์เคลื่อนไหว และไม่สัมผัสกับกระดูก พบว่ากลุ่มที่ 1 มีรอยตัดที่ลึกมากกว่ากลุ่มที่ 2 และได้รับความเสียหายจากความร้อนอย่างเห็นได้ชัด ส่วนในกลุ่มที่ 2, 3 และ 4 ได้รับความเสียหายจากความร้อนน้อยมาก[83] ดังนั้นอาจสรุปได้ว่าหากมีการใช้อย่างเหมาะสม ไม่ใช้ในลักษณะที่ตัวนำส่งเลเซอร์อยู่นิ่งพร้อมสัมผัสกับกระดูก เลเซอร์ Er,Cr:YSGG จะให้รอยตัดบนกระดูกที่แม่นยำและเกิดความเสียหายจากความร้อนน้อย การใช้เลเซอร์กับเนื้อเยื่อแข็งทางทันตกรรมทำให้เกิดการบาดเจ็บน้อยกว่าการใช้เครื่องมือชนิดอื่น ได้แก่ พีโซอิเล็กทริก และเครื่องกรอ[84-87] สามารถนำมาใช้เป็นทางเลือกในการทำศัลยกรรมปริทันต์เพิ่มความยาวฟันได้

การศึกษาผลของเลเซอร์ Er,Cr:YSGG ต่อเนื้อเยื่ออ่อน ของ Perussi และคณะ (2012) ที่ทำการลงรอยผ่าที่หลังของหนูทดลองด้วยเลเซอร์ Er,Cr:YSGG เปรียบเทียบกับการใช้มีดผ่าตัด พบว่ากลุ่มที่ใช้เลเซอร์ Er,Cr:YSGG ในวันแรกจะมีเนื้อตาย (necrosis) ตื้นๆบนผิวหนังทั้งชั้นเยื่อบุผิวและเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน แต่ในวันที่ 3 ไม่พบความเสียหายจากความร้อน แต่พบนิวโทรฟิลเป็น

จำนวนมาก ร่วมกับเริ่มมีการสร้างเยื่อบุผิวขึ้นใหม่ ในวันที่ 7 พบการสร้างเยื่อบุผิวอย่างสมบูรณ์ และในวันที่ 15 และ 30 พบเซลล์ไฟโบรบลาสต์และมัดของเส้นใยคอลลาเจนจำนวนมาก และมีเซลล์อักเสบเพียงเล็กน้อย ซึ่งคล้ายกับในกลุ่มที่ใช้มีดผ่าตัด ส่วนกลุ่มที่ใช้มีดผ่าตัดในวันแรกจะพบรอยผ่าที่มีขอบเขตชัดเจน และในวันต่อๆมาจะมีขั้นตอนการหายของเยื่อบุผิวและเนื้อเยื่อเกี่ยวพันตามปกติ อาจสรุปได้ว่าการใช้เลเซอร์ Er,Cr:YSGG ในการลงรอยผ่าจะมีการหายของแผลใกล้เคียงกับการใช้มีดผ่าตัด(82)

อย่างไรก็ตามเลเซอร์ Er,Cr:YSGG มีข้อดีที่เหนือกว่าการใช้มีดผ่าตัด(21) คือ เลเซอร์สามารถเข้าทำงานบริเวณส่วนโค้งส่วนพับในช่องปากได้ง่าย สามารถปิดผนึกหลอดเลือด ทำให้มีเลือดออกน้อย หรือไม่มีเลือดออกเลย ทำให้ใช้เวลาในการทำงานลดลงในผู้ป่วยส่วนใหญ่ (12, 20) สามารถลดอาการปวด(12, 20) ลดการบาดเจ็บทางกล(88) เลเซอร์ช่วยลดจำนวนแบคทีเรียและในบางบริเวณก็อาจช่วยทำให้ปลอดเชื้อด้วย ช่วยลดความเสี่ยงที่จะเกิดภาวะเลือดมีแบคทีเรีย (bacteremia) เลเซอร์จึงได้รับการยอมรับจากผู้ป่วยสูง(21, 22) นอกจากนี้เลเซอร์ Er,Cr:YSGG ยังสามารถใช้ในการทำศัลยกรรมปริทันต์เพิ่มความยาวฟัน แบบรุกรานน้อย (minimally invasive surgery) และไม่ต้องมีการเปิดแผ่นเหงือก เหงือกยังคงยึดติดอยู่กับกระดูกเบ้าฟัน ลดความจำเป็นในการเย็บแผล(12, 20) ซึ่งจะทำให้เกิดความตึงในเนื้อเยื่อที่มักนำไปสู่การกลับขึ้นของเหงือกไปทางตัวฟันหลังทำศัลยกรรม(12) ส่วนข้อเสียของเลเซอร์ Er,Cr:YSGG คือ ตัวเครื่องมีขนาดใหญ่ ราคาเครื่องรวมถึง laser tip และอะไหล่ต่างๆมีราคาแพง และระหว่างการใช้งานจะมีแสงซึ่งอาจเป็นอันตรายต่อดวงตา แต่สามารถป้องกันได้โดยการสวมแว่นตาทั้งผู้ป่วย ทันตแพทย์ และผู้ช่วยทันตแพทย์

การทำศัลยกรรมที่มีการเปิดแผ่นเหงือก จะทำให้เกิดการอักเสบ ผู้ป่วยจะมีอาการปวดและบวม(89-91) เพิ่มระยะเวลาการหายของแผล เมื่อเยื่อหุ้มกระดูกถูกแยกออกจากกระดูกทึบ (cortical bone) ข้างใต้ กลไกการตอบสนองต่อการอักเสบของโฮสต์จะถูกกระตุ้น(92) เลือดที่ไปเลี้ยงกระดูกทึบถูกขัดขวาง ทำให้มีแนวโน้มที่จะเกิดการละลายของกระดูกชั้นนอก (cortex bone)(93-98) ทั้งนี้การทำศัลยกรรมด้วยวิธีที่ไม่มีการเปิดแผ่นเหงือกจะสามารถลดข้อเสียเหล่านี้ได้(99, 100)

เลเซอร์เออร์เบียมถูกใช้ในการทำศัลยกรรมปริทันต์เพิ่มความยาวฟัน ในช่วง 20 ปีที่ผ่านมา(20, 101-105) และในช่วง 10 ปีที่ผ่านมา มีการใช้เลเซอร์เออร์เบียมในการรักษาภาวะยิ้มเห็นเหงือก (gummy smile) โดยวิธีไม่เปิดแผ่นเหงือก(20, 101, 102) การทำศัลยกรรมปริทันต์เพิ่มความยาวฟันโดยวิธีไม่เปิดแผ่นเหงือกจะช่วยลดความไม่สบายหลังการทำศัลยกรรมและส่งเสริมการหายตามปกติ

[20, 101, 103] หากผู้ป่วยมีเหงือกยึดน้อยกว่า 3 มิลลิเมตร ควรทำศัลยกรรมปริทันต์เพิ่มความยาวฟันโดยวิธีเปิดแผ่นเหงือกและเลื่อนแผ่นเหงือกไปทางปลายรากฟันแทน[106]

ในปี ค.ศ. 2004, 2005 และ 2011 Flax รายงานถึงความสำเร็จของผู้ป่วยที่ได้รับการทำศัลยกรรมปริทันต์เพิ่มความยาวฟันด้วยเลเซอร์ Er,Cr:YSGG โดยวิธีไม่เปิดแผ่นเหงือก เพื่อความสวยงามในฟันหน้าหลายซี่ โดยหลังจากใส่ยาชาจะทำการตัดเหงือก โดยตั้งค่าพลังงานที่ 2 วัตต์ ลม 20-30% น้ำ 20-30% และใช้ตัวนำส่งเลเซอร์ชนิด G6 (ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.6 มิลลิเมตร) และทำการตัดกระดูกเบ้าฟันโดยวิธีไม่เปิดแผ่นเหงือก โดยตั้งค่าพลังงาน ที่ 2.5 วัตต์ ลม 20-30% น้ำ 20-30% และใช้ตัวนำส่งเลเซอร์ชนิด T4 (ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.4 มิลลิเมตร) พบว่ามีเลือดออกน้อย และไม่มีเนื้อตาย ส่วนการตัดกระดูกเบ้าฟันจะทำโดยการเคลื่อนไหวตัวนำส่งเลเซอร์ในลักษณะของจักรเย็บผ้า (sewing machine stitch motion: การเคลื่อนไหวขึ้นและลงอย่างแม่นยำ) และทำให้ขอบกระดูกเบ้าฟันเรียบด้วยเกรซี่คิวเรตต์เบอร์ 7/8 (Gracey curette 7/8) และขั้นตอนสุดท้ายจะทำการวางผ้าพันแผลเลเซอร์ (laser bandage) บริเวณที่ทำศัลยกรรม เยื่อบุผิวภายนอก (outer epithelium) จะเกิดเป็นลักษณะเหมือนถูกคลุมด้วยผลึกน้ำแข็งขนาดเล็ก (frosting) ทำโดยตั้งค่าพลังงานเลเซอร์ที่ 0.25 วัตต์ ลม 11% น้ำ 0% และใช้ตัวนำส่งเลเซอร์ชนิด Z6 วางตัวนำส่งเลเซอร์ให้อยู่ห่างจากเหงือก 2 มิลลิเมตร เพื่อทำให้จุดรวมแสงกระจาย (defocused distance) ลำแสงเลเซอร์ที่ออกมาจะครอบคลุมบริเวณกว้าง แต่ส่งพลังงานไปยังเนื้อเยื่อน้อย ด้วยประสิทธิภาพในการปรับด้านชีวภาพ (biomodulation) ของเลเซอร์ที่มีต่อเนื้อเยื่อจะช่วยลดสารฮีสตามีน (histamine) ที่เป็นสาเหตุให้ผู้ป่วยมีอาการปวดและความไม่สบาย และเพิ่มเซลล์ไฟโบรบลาสต์สำหรับการเจริญของเยื่อบุผิวเชื่อมต่อ ไม่มีการเย็บแผล และไม่ปิดวัสดุปิดแผลปริทันต์ พบว่าเนื้อเยื่อมีการตอบสนองที่ดีแม้ผ่านไปเพียง 10 วันหลังทำศัลยกรรม หลังจากนั้น 4 สัปดาห์ ผู้ป่วยจะได้รับการเตรียมฟัน และพิมพ์ช่องปากเพื่อทำวีเนียร์ (veneer) Flax ได้สรุปว่าเมื่อใช้เลเซอร์ Er,Cr:YSGG ในการทำศัลยกรรมปริทันต์เพิ่มความยาวฟันโดยวิธีไม่เปิดแผ่นเหงือกอย่างระมัดระวัง จะเป็นวิธีที่ปลอดภัย ปลอดเชื้อ เป็นการรักษาแบบรุกรานน้อย และให้ผลลัพธ์ที่ดี อาจสามารถพิมพ์ช่องปากครั้งสุดท้าย (final impression) ผู้ป่วยเพื่อทำฟันปลอมในวันเดียวกับที่ทำศัลยกรรมปริทันต์เพิ่มความยาวฟัน ยกเว้นในกรณีที่ต้องการจะตรวจระดับขอบเหงือกอีกครั้งก่อนการพิมพ์ช่องปากครั้งสุดท้าย[20, 24, 25]

และในปี ค.ศ.2018 Fekrazad ได้รายงานความสำเร็จของกลุ่มผู้ป่วยอายุ 20-60 ปี ที่ได้รับการทำศัลยกรรมปริทันต์เพิ่มความยาวฟันด้วยเลเซอร์ Er,Cr:YSGG โดยวิธีไม่เปิดแผ่นเหงือกเพื่อความสวยงามในฟันหน้าหลายซี่ การตัดเหงือกจะตั้งค่าพลังงานที่ 1.5 วัตต์ ลม 30% น้ำ 20%

และใช้ตัวนำส่งเลเซอร์ชนิด G6 ส่วนการตัดกระดูกเบ้าฟัน จะตั้งค่าพลังงานที่ 3 วัตต์ ลม 60% น้ำ 50% และใช้ตัวนำส่งเลเซอร์ชนิด T4 และทำการปรับด้านชีวภาพของเหงือกด้วย โดยตั้งค่าพลังงานที่ 1 วัตต์ ลม 30% น้ำ 20% เพื่อเร่งการหายของแผล ลดความเจ็บปวด และลดเลือดออก ไม่มีการเย็บแผล และไม่ปิดวัสดุปิดแผลปริทันต์ พบว่าไม่มีรายงานของการบวม และความไม่สบายจากผู้ป่วยรายใดๆ Fekrazad ได้สรุปว่าการใช้เลเซอร์ Er,Cr:YSGG ในการทำศัลยกรรมปริทันต์เพิ่มความยาวฟันโดยวิธีไม่เปิดแผ่นเหงือกเป็นวิธีที่ให้ผลลัพธ์ที่ดี มีข้อดีคือช่วยลดความเจ็บปวด และภาวะแทรกซ้อนหลังทำศัลยกรรม ลดเลือดออก และช่วยเร่งการหายของแผล(23)

การทำศัลยกรรมปริทันต์เพิ่มความยาวฟันโดยวิธีไม่เปิดแผ่นเหงือกนี้ จะไม่สามารถมองเห็นบริเวณที่ทำงาน การตัดขอบกระดูกเบ้าฟันจึงต้องใช้ความรู้สึกสัมผัส (tactile sense) ผ่านด้ามจับเลเซอร์ (laser handpiece) จากตัวนำส่งเลเซอร์ที่สัมผัสกับกระดูก จึงอาจทำให้เกิดรอยโรคของกระดูกแนวดิ่ง (vertical bone defect) van As G (2005) แนะนำว่าควรใช้เลเซอร์ในการตกแต่งกระดูก (osseous recontouring) เฉพาะในบริเวณที่จำกัด หากจำเป็นต้องตัดแต่งกระดูกรอบฟันหรือตัดแต่งกระดูกในฟันหลายๆซี่ แนะนำให้ทำศัลยกรรมที่มีการเปิดแผ่นเหงือก(107) Dyer (2008) แนะนำให้การทำยก (reflection) ส่วนของเหงือกสามเหลี่ยมระหว่างฟัน (gingival papilla) ในกรณีที่ต้องทำการตัดแต่งกระดูกรอบฟัน(12) กรณีที่เกิดความขรุขระบนผิวของกระดูกเบ้าฟันให้ใช้เครื่องมือ เช่น เกรซี่คิวเรตต์เบอร์ 7/8 (Gracey curettes 7/8)(11, 20, 24, 25, 107) สิ่วขนาดเล็ก (microchisels)(108) หัวกากเพชรละเอียดปลายแหลมกรอช้า (slow speed rotary flame-shaped fine diamond) ที่ต่อกับเครื่องกรอเพื่อทำให้กระดูกเรียบ(12)

Tosun และคณะ (2012) ที่ศึกษาภูมิลักษณะของกระดูก (bone topography) หลังการทำศัลยกรรมปริทันต์เพิ่มความยาวฟันโดยวิธีไม่เปิดแผ่นเหงือกด้วยเลเซอร์ เปรียบเทียบกับการทำศัลยกรรมปริทันต์เพิ่มความยาวฟันโดยวิธีเปิดแผ่นเหงือก และใช้เข็มกรอที่ต่อกับเครื่องกรอตัดกระดูกในขากรรไกรล่างของแกะ พบว่าเลเซอร์ Er:YAG ทำให้เกิดผิวกระดูกที่ขรุขระกว่า แต่ในทางคลินิกผิวของกระดูกที่ขรุขระไม่มีผลต่อผลลัพธ์ของศัลยกรรมปริทันต์เพิ่มความยาวฟัน เพราะปัจจัยที่สำคัญคือระดับของขอบกระดูกเบ้าฟันและการรักษาความกว้างทางชีวภาพ(11)

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินตามขั้นตอนดังนี้

1. การกำหนดประชากรและการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง
2. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การวิเคราะห์ข้อมูล

การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

กลุ่มประชากรที่ศึกษาคือกลุ่มผู้ป่วยที่มีฟันที่ต้องเพิ่มความยาวของตัวฟันเพื่อการบูรณะฟันที่เข้ารักษาในภาควิชาทันตกรรมอนุรักษ์และทันตกรรมประดิษฐ์ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

การเลือกกลุ่มตัวอย่าง

1. ข้อกำหนดการคัดเข้าของประชากรที่ศึกษา (inclusion criteria)

1.1 ผู้ป่วยมีฟันที่ต้องเพิ่มความยาวของตัวฟันเพื่อการบูรณะฟัน

1.2 ฟันซี่ที่ทำศัลยกรรม (Treated teeth) และฟันข้างเคียง (Adjacent teeth) มีร่องลึกปริทันต์ลึกไม่เกิน 3 มิลลิเมตร

1.3 ฟันซี่ที่ทำศัลยกรรมมีเหงือกยึด (attached gingiva) มากพอ เมื่อตัดเหงือกแล้วมีเหงือกยึดเหลืออยู่ไม่น้อยกว่า 2 มิลลิเมตร

1.4 ฟันซี่ที่ทำศัลยกรรมและฟันข้างเคียง โยกไม่เกินระดับ 1

1.5 ฟันซี่ที่ทำศัลยกรรมเมื่อทำศัลยกรรมปริทันต์เพิ่มความยาวฟันแล้ว ต้องมีอัตราส่วนของตัวฟันต่อรากฟัน (crown-root ratio) ไม่มากกว่า 1:1 และต้องไม่ทำให้เกิดการเผยของง่ามรากฟัน (furcation involvement)

2. ข้อกำหนดการคัดออกของประชากรที่ศึกษา (exclusion criteria)

2.1 บริเวณที่จะทำการศึกษามีกระดูกส่วนงอก (exostosis) หรือปุ่มกระดูกขากรรไกรล่าง (torus mandibularis)

2.2 บริเวณที่จะทำการศึกษามีรอยโรคที่บ่งบอกถึงการติดเชื้อ เช่น ฝีเหงือก (gingival abscess), ฝีปริทันต์ (periodontal abscess), ฝีรอบปลายรากฟันแบบเฉียบพลัน (acute periapical abscess) เป็นต้น

2.3 ผู้ป่วยเคยได้รับการทำศัลยกรรมบริเวณที่จะทำการศึกษา

2.4 ผู้ป่วยสูบบุหรี่ หรือเลิกบุหรี่ไม่ถึง 2 ปีก่อนวันนัดครั้งที่ 1

2.5 ผู้ป่วยกำลังตั้งครรภ์ หรืออยู่ในระยะให้นมบุตร

2.6 ผู้ป่วยมีโรคประจำตัวหรือภาวะ ที่เป็นข้อห้ามของการทำศัลยกรรม หรือมีผลต่อการหายของแผล เช่น โรคเบาหวานที่คุมไม่ได้ (uncontrolled diabetes) หรือมีผลต่อ bone metabolism รวมถึงผู้ป่วยที่มีประวัติการใช้ยาที่สัมพันธ์กับการเกิดภาวะกระดูกตาย เช่น bisphosphonate

3. ข้อกำหนดในการให้เลิกจากการศึกษา (withdrawal or termination criteria)

3.1 เกิดผลเสียหรืออาการข้างเคียงที่ไม่พึงประสงค์ อันอาจก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพทั่วไปของอาสาสมัคร จากการทำศัลยกรรมปริทันต์เพิ่มความยาวฟันโดยวิธีเปิดแผ่นเหงือกโดยใช้มีดผ่าตัดร่วมกับการตัดแต่งกระดูกด้วยเครื่องกรอ ทั้งในครั้งแรกหรือในสัปดาห์ใดก็ตามภายหลังจากการรักษา คณะผู้วิจัยจะหยุดทำการทดลองในตัวอาสาสมัครทันที เมื่อมีอาการต่อไปนี้

- มีอาการเจ็บเหงือกเพิ่มมากขึ้นอย่างผิดปกติ
- มีเหงือกบวม มีหนองจากร่องเหงือก มีรูเปิดหนอง
- มีการโยกของฟันมากขึ้นผิดปกติ
- อาการตัวร้อนมีไข้

3.2 เกิดผลเสียหรืออาการข้างเคียงที่ไม่พึงประสงค์ อันอาจก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพทั่วไปของอาสาสมัคร การทำศัลยกรรมปริทันต์เพิ่มความยาวฟัน ด้วยเลเซอร์ Er,Cr:YSGG โดยวิธีไม่เปิดแผ่นเหงือก ทั้งในครั้งแรกหรือสัปดาห์ใดก็ตามภายหลังการรักษา คณะผู้วิจัยจะหยุดทำการทดลองในตัวอาสาสมัครทันที เมื่อมีอาการดังต่อไปนี้

- มีอาการเจ็บเหงือกเพิ่มมากขึ้นอย่างผิดปกติ
- มีเหงือกบวม มีหนองจากร่องเหงือก มีรูเปิดหนอง
- พบลักษณะแผลไหม้ มีการพุพองของเหงือก
- ปวดฟันซี่ที่ได้รับการทำหัตถการอย่างรุนแรง หลังจากหมดฤทธิ์ยาชา
- มีการโยกของฟันมากขึ้นผิดปกติ
- อาการตัวร้อนมีไข้

3.3 ความผิดปกติอื่นที่เกิดขึ้นในระหว่างการวิจัย ที่ได้รับการวินิจฉัยว่าหากยังคงดำเนินการทดลองต่อไปจะไม่เป็นผลดีต่อประชากรศึกษา คณะผู้วิจัย จะแจ้งให้อาสาสมัครทราบและนำอาสาสมัครเข้ารับการรักษาด้วยวิธีทางการแพทย์และทางทันตกรรมที่เหมาะสมต่อไป

3.4 ผู้ป่วยที่ต้องการยุติการเข้าร่วมโครงการวิจัย

3.5 ผู้ป่วยที่ไม่สามารถมาตามนัดติดตามผลการรักษาได้จนสิ้นสุดการวิจัย

4. วิธีการสุ่มตัวอย่างที่เข้ามาศึกษา (Randomization sampling technique)

งานวิจัยนี้ใช้การเลือกหน่วยตัวอย่างแบบเจาะจง (purposive sampling) โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่มได้แก่

กลุ่มที่ 1 ผู้ป่วยจะได้รับการทำศัลยกรรมปริทันต์เพิ่มความยาวฟันด้วยเลเซอร์ Er,Cr:YSGG โดยวิธีไม่เปิดแผ่นเหงือก (กลุ่มเลเซอร์)

กลุ่มที่ 2 ผู้ป่วยจะได้รับการทำศัลยกรรมปริทันต์เพิ่มความยาวฟันโดยวิธีเปิดแผ่นเหงือก โดยใช้มีดผ่าตัดร่วมกับการตัดแต่งกระดูกด้วยเครื่องกรอ (กลุ่มควบคุม)

5. การคำนวณขนาดตัวอย่าง (Sample size calculation)

คำนวณกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สูตร

$$n = \frac{2(Z_{\alpha/2} + Z_{\beta})^2\sigma^2}{(\mu_1 - \mu_2)^2} = \frac{2(1.96 + 0.84)^2(0.5)^2}{(0.5)^2} = 15.68$$

โดยกำหนดอำนาจในการทดสอบ (power of test) ที่ระดับ 0.80 ระดับนัยสำคัญทางสถิติ (level of significance) ที่ระดับ 0.05 (α=0.05) ขนาดอิทธิพล (effect size) ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของการเปลี่ยนแปลงระดับขอบเหงือกระหว่างกลุ่มคือ 0.5 มิลลิเมตร และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการเปลี่ยนแปลงระดับขอบเหงือกระหว่างกลุ่มเท่ากับ 0.5 มิลลิเมตร โดยอ้างอิงข้อมูลจากการศึกษาของ Ribeiro และคณะ (2014)[80] จะได้ขนาดตัวอย่างประมาณ 15 คนต่อกลุ่ม ในงานวิจัยนี้จึงใช้ขนาดตัวอย่างทั้งหมด 34 คน (เพื่อชดเชยการถอนตัวของกลุ่มตัวอย่างที่อาจเกิดขึ้นระหว่างการศึกษา (10%)) และผู้ป่วยจะถูกแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 17 คน

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในคลินิก

1. ชุดตรวจฟัน ประกอบด้วย กระจกส่องปาก (mouth mirror) คีมจับสำลี (cotton plier) เครื่องมือตรวจฟัน (explorer)

2. เครื่องมือตรวจปริทันต์ที่มีระยะห่างทุก 1 มิลลิเมตร (periodontal probe; UNC-15, USA)

3. เครื่องวัดความกว้าง (calipers)

4. กระบอกฉีดยาชา (syringe), เข็มฉีดยา (dental needle) และยาชา

5. กระบอกฉีดล้างน้ำเกลือ และน้ำเกลือปราศจากเชื้อ

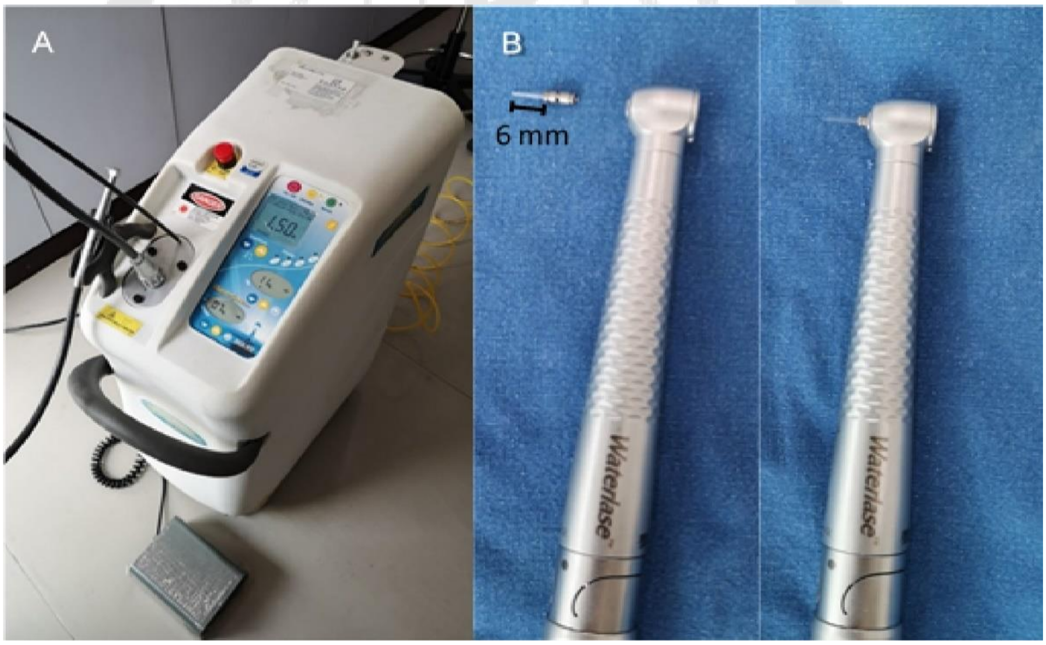
6. ชุดเครื่องมือสำหรับการทำศัลยกรรมปริทันต์ (periodontal surgery instruments)

7. เครื่องกรอ (rotary instrument), ด้ามกรอชนิดหักมุม (contra angle handpiece), และเข็มกรอกลมชนิดกรอช้า (round steel bur)

8. วัสดุปิดแผลปริทันต์ (periodontal dressing)

9. เครื่องอัลทราโซนิกชนิดพีโซอิเล็กตริก (P5 Newtron XS, Satelec, Merignac, France) ร่วมกับหัวขูดใต้เหงือกชนิดโลหะล้วน H3 H4L และ H4R

10. เครื่องเลเซอร์ Er,Cr:YSGG (Waterlase C100, Biolase, USA) แสดงในภาพประกอบ 1A ด้ามจับเลเซอร์ (laser handpiece) และตัวนำส่งเลเซอร์ (laser tip) ชนิด G6 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.6 มิลลิเมตร ยาว 6 มิลลิเมตร แสดงในภาพประกอบ 1B



ภาพประกอบ 1 A: เครื่องเลเซอร์ Er,Cr:YSGG B: ด้ามจับเลเซอร์ และตัวนำส่งเลเซอร์ ชนิด G6

11. เครื่องถ่ายภาพรังสีในช่องปาก X-mind Unity® (Acteon) ใช้โหมดถ่ายภาพรังสีดิจิทัล

12. เครื่องสแกนภาพถ่ายรังสีดิจิทัล SOREDEX™ DIGORA™ Optime (KaVo dental)

13. อุปกรณ์ยึดฟิล์มสำหรับถ่ายภาพรังสีกัดปีกแนวตั้ง (vertical bitewing holder; Paro-Bite™) พร้อมลวดสแตนเลสสตีล (stainless steel wire) เบอร์ 20 วางตรงกลางแท่นกัดเพื่อใช้เป็นเส้นอ้างอิง (reference line) ที่ขนานกับแนวการสบฟัน (occlusal plane) ในการวัดระดับขอบกระดูกเบ้าฟันสัมพันธ์ทางภาพรังสีบริเวณระหว่างฟัน

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การกำหนดผู้วิจัยหลัก

ผู้ดำเนินงานวิจัยมีเพียงคนเดียวตลอดจนสิ้นสุดการวิจัย ทำหน้าที่ในการตรวจวัดค่าทางคลินิก การขูดหินน้ำลาย และการทำศัลยกรรมปริทันต์เพิ่มความยาวฟันทั้งสองวิธี

ขั้นตอนในการดำเนินงานวิจัย

1. นัดครั้งที่ 1 ก่อนการรักษา ท่านจะได้รับ

1.1 การอธิบายรายละเอียดของงานวิจัยแก่ผู้ป่วย

1.2 การซักประวัติทางการแพทย์

1.3 การตรวจวัดค่าทางคลินิก ดังนี้

1.3.1 ไบโอไทป์ของเหงือก (หนา หรือ บาง) ตรวจจากฟันตัดบนซี่กลางทั้งซ้ายและขวา

1.3.2 ความกว้างของเหงือกยึด (attacthed gingiva) โดยวัดจากขอบเหงือกถึงรอยต่อของเหงือกกับเยื่อเมือก (mucogingival junction) แล้วลบด้วยความลึกร่องเหงือก (gingival sulcus) (วัดที่ฟันซี่ที่ทำศัลยกรรม และฟันข้างเคียงถัดไปทางด้านใกล้กลาง (mesial) 1 ซี่ และด้านไกลกลาง (distal) 1 ซี่)

1.3.3 ระดับการโยกของฟัน (วัดที่ฟันซี่ที่ทำศัลยกรรม และฟันข้างเคียงถัดไปทางด้านใกล้กลาง 1 ซี่ และด้านไกลกลาง 1 ซี่)

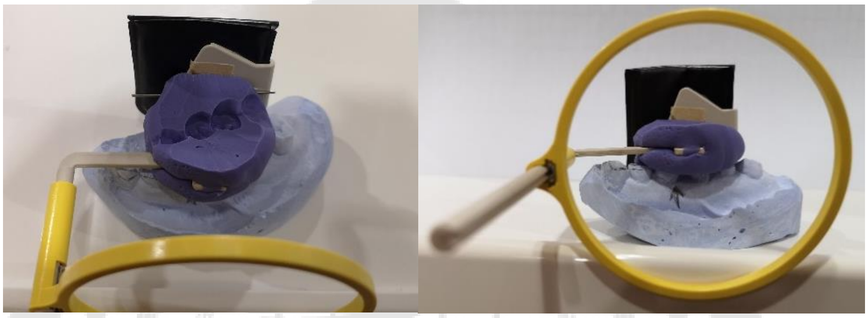
1.3.4 คะแนนคราบจุลินทรีย์ ตามแบบ O'Leary plaque control record (PCR)[109]

1.4 การขูดหินน้ำลายและเกลารากฟันโดยทันตแพทย์ด้วยเครื่องขูดใต้เหงือกอัลทราโซนิกชนิดพีโซอิเล็กทริก (P5 Newtron XS, Satelec, Merignac, France) ร่วมกับหัวขูดใต้เหงือกชนิดโลหะล้วน H3, H4L และ H4R และขัดฟัน

1.5 คำแนะนำวิธีการดูแลสุขอนามัยช่องปากตามความเหมาะสมสำหรับผู้เข้าร่วมวิจัยแต่ละคน

1.6 การพิมพ์ฟันฟันซี่ที่ทำศัลยกรรม และฟันข้างเคียงโดยใช้วัสดุพิมพ์ปากซิลิโคน Silagum-Putty (DMG) ร่วมกับอุปกรณ์ยึดฟิล์มสำหรับถ่ายภาพรังสีกัดปีกแนวตั้ง เพื่อใช้ประกอบการถ่ายภาพรังสีให้ได้ตำแหน่งเดิม พร้อมฝังลวดสแตนเลสสตีล เบอร์ 20 ที่จะใช้เป็นเส้นอ้างอิงในวัสดุพิมพ์ปากดังกล่าวตรงกลางแท่นกัดของอุปกรณ์ยึดฟิล์ม แสดงในภาพประกอบ 2

1.7 การตรวจทางภาพถ่ายรังสีกัดปีกแนวตั้ง (vertical bitewing) เพื่อวัดระดับขอบกระดูกเบ้าฟันสัมพันธ์ทางภาพรังสีบริเวณระหว่างฟัน (relative radiographic interdental bone level; RRBL) จากเส้นอ้างอิง



ภาพประกอบ 2 จำลองการถ่ายภาพรังสีกัดปีกแนวตั้ง

1.8 การพิมพ์ปากเพื่อนำไปทำแบบปูนจำลองฟันเพื่อการวิเคราะห์ (study model) และนำไปทำชิ้นอ้างอิง (reference stent) ซึ่งทำจากอะคริลิกใสหนา 2 มิลลิเมตร ขอบเขตครอบคลุมฟันซี่ที่ทำศัลยกรรม และฟันข้างเคียง 3-4 ซี่ ขอบของชิ้นอ้างอิงด้านแก้มและด้านลิ้นจะเป็นเส้นตรง อยู่ในส่วนที่มีความโค้งนูนมากที่สุดของฟัน (height of contour) และมีร่องแนวดิ่ง (vertical grooves) ในฟันซี่ที่ทำศัลยกรรมและฟันข้างเคียง ซี่ละ 6 ตำแหน่ง ได้แก่ มุมเส้นกระพุ้งแก้มใกล้กลาง (mesio-buccal line angle) เส้นกึ่งกลางกระพุ้งแก้ม (mid-buccal) มุมเส้นกระพุ้งแก้มไกลกลาง (disto-buccal line angle) มุมเส้นลิ้นใกล้กลาง (mesio-lingual line angle) เส้นกึ่งกลางลิ้น (mid-lingual) และมุมเส้นลิ้นไกลกลาง (disto-lingual line angle) แสดงในภาพประกอบ 3A

2. นัดครั้งที่ 2 วันทำศัลยกรรมปริทันต์เพิ่มความยาวฟัน

2.1 การตรวจวัดค่าทางคลินิกก่อนทำศัลยกรรมทันที ดังนี้

2.1.1 ค่าที่จะทำการวัดทั้งปาก ได้แก่

- คะแนนคราบจุลินทรีย์ ตามแบบ O'Leary plaque control record (PCR)[109] (ผู้ป่วยต้องมีคะแนน PCR [109]ไม่เกิน 25%[110] จึงจะทำศัลยกรรม หากมากกว่านี้จะเลื่อนการทำศัลยกรรมออกไป)

2.1.2 ค่าที่จะทำการวัดเฉพาะฟันฟันซี่ที่ทำศัลยกรรมและฟันข้างเคียง ได้แก่

- ตัวชี้วัดคราบจุลินทรีย์ (plaque index; PI) โดยใช้ตัวชี้วัดของ Silness และ Loe (1964)[111] วัดเฉพาะฟันซี่ที่ทำศัลยกรรม และฟันข้างเคียงถัดไปทางด้านใกล้กลาง 1 ซี่ และด้านไกลกลาง 1 ซี่

- ตัวชี้วัดเหงือกอักเสบ (gingival index; GI) โดยใช้ตัวชี้วัดของ Loe และ Silness (1963)[112] วัดเฉพาะฟันซี่ที่ทำศัลยกรรม และฟันข้างเคียงถัดไปทางด้านใกล้กลาง 1 ซี่ และด้านไกลกลาง 1 ซี่

- ระดับการยึดเกาะของอวัยวะปริทันต์สัมพันธ์ (Relative attachment level; RAL) โดยวัดจากชิ้นอ้างอิงไปยังจุดที่ต่ำที่สุดของร่องเหงือก (ซี่ละ 6 ตำแหน่ง)

- ระดับขอบเหงือกสัมพันธ์ (Relative gingival margin; RGM) โดยวัดจากชิ้นอ้างอิงไปยังขอบเหงือก (ซี่ละ 6 ตำแหน่ง) แสดงในภาพประกอบ 3B

- คำนวณร่องลึกปริทันต์ (probing depth; PD) โดยนำระดับการยึดเกาะของอวัยวะปริทันต์สัมพันธ์มาลบด้วยระดับขอบเหงือกสัมพันธ์ (ซี่ละ 6 ตำแหน่ง)

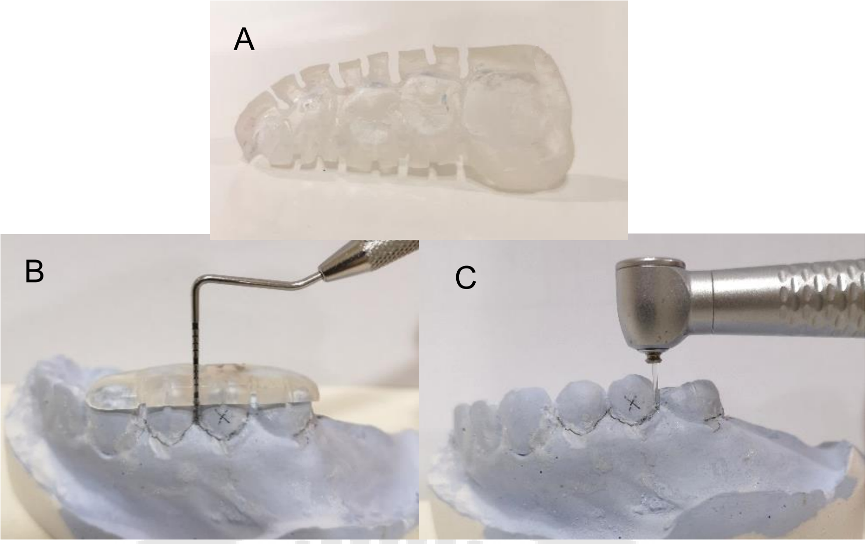
- ระดับขอบกระดูกเบ้าฟันสัมพันธ์ (Relative bone level; RBL) โดยวัดจากชิ้นอ้างอิงไปยังระดับขอบกระดูกเบ้าฟัน) (ซี่ละ 6 ตำแหน่ง) ภายใต้ยาชาเฉพาะที่

- คำนวณระยะห่างจากขอบเหงือกถึงขอบกระดูกเบ้าฟัน (bone level related to gingival margin; BL-GM) (ซี่ละ 6 ตำแหน่ง)

2.2 การทำศัลยกรรมปริทันต์เพิ่มความยาวฟัน

2.2.1 ในกลุ่มควบคุม หลังจากใส่ยาชาแล้ว ผู้ป่วยจะได้รับการทำศัลยกรรมปริทันต์เพิ่มความยาวฟันโดยวิธีเปิดแผ่นเหงือก โดยใช้มีดผ่าตัดทำการตัดเนื้อขอบเหงือกส่วนเกินออกหากจำเป็น ด้วยการกรีดแบบอินเทอร์นัลเบเวล (internal bevel) หรือไม่ตัดเนื้อขอบเหงือก แต่ลงรอยผ่าในร่องเหงือก (sulcular incision) ร่วมกับใช้วิธีเลื่อนแผ่นเหงือกไปทางปลายรากฟัน ทำการเปิดแผ่นเหงือกแบบรวมเยื่อหุ้มกระดูก แล้วตัดแต่งกระดูกด้วยเครื่องกรอ โดยลดความสูงของขอบกระดูกเบ้าฟันให้ห่างจากตำแหน่งที่จะวางขอบของวัสดุบูรณะ (future restoration margin) 3 มิลลิเมตร ล้างด้วยน้ำเกลือ ปิดเหงือกกลับให้ขอบเหงือกอยู่ที่ตำแหน่งที่จะวางขอบของวัสดุบูรณะ เย็บแผลและปิดด้วยวัสดุปิดแผลปริทันต์

2.2.2 ในกลุ่มเลเซอร์ หลังจากใส่ยาชาแล้ว ผู้ป่วยจะได้รับการทำศัลยกรรมปริทันต์เพิ่มความยาวฟันด้วยเลเซอร์ Er,Cr:YSGG และตัวนำส่งเลเซอร์ชนิด G6 เริ่มจากการใช้เลเซอร์ที่ตั้งค่าสำหรับการตัดเนื้อเยื่ออ่อน คือ 1.5 วัตต์ ลม 11% น้ำ 7% ตามคำแนะนำของบริษัท เพื่อตัดเหงือกให้ได้ขอบเหงือกอยู่ที่ตำแหน่งที่จะวางขอบของวัสดุบูรณะ การตัดเหงือกจะทำโดยวางตัวนำส่งเลเซอร์ให้เกือบขนานกับผิวรากฟัน และเคลื่อนตัวนำส่งเลเซอร์ในลักษณะของการกวาดจากด้านใกล้กลางไปยังด้านไกลกลาง หลังจากนั้นใช้เลเซอร์ทำรอยตัดในร่องเหงือก (laser troughing) เพื่อแยกเหงือกออกจากรากฟัน โดยวางตัวนำส่งเลเซอร์ในแนวตั้งฉากกับขอบกระดูกเบ้าฟัน และขนานกับแนวแกนฟันให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดความเสียหายต่อผิวรากฟัน[12, 20, 24, 25] (แสดงในภาพประกอบ 3C) แล้วใช้เลเซอร์ที่ตั้งค่าสำหรับการตัดกระดูก คือ 3.5 วัตต์ ลม 40% น้ำ 50% ตามคำแนะนำของบริษัท ตัดขอบกระดูกเบ้าฟันให้ห่างจากขอบเหงือก (ตำแหน่งที่จะวางขอบของวัสดุบูรณะ) 3 มิลลิเมตร ซึ่งจะดูได้จากเครื่องหมายความลึกที่ถูกทำไว้บนตัวนำส่งเลเซอร์ด้วยเครื่องวัดความกว้าง[12, 20, 24, 25] และใช้เครื่องมือตรวจปริทันต์วัดเป็นระยะ การตัดกระดูกจะทำโดยวางตัวนำส่งเลเซอร์ในแนวตั้งฉากกับขอบกระดูกเบ้าฟัน และขนานกับแนวแกนฟันให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ และเคลื่อนตัวนำส่งเลเซอร์ในลักษณะของจักรเย็บผ้า (เคลื่อนไหวขึ้นและลงอย่างแม่นยำ)[20, 24, 25] ร่วมกับกวาดจากด้านใกล้กลางไปยังด้านไกลกลาง[12] การลากเส้นต่อจุด (point by point) หลังจากการตัดขอบกระดูกเบ้าฟันให้ลดระดับลงไปทางปลายราก จะใช้เลเซอร์ตกแต่ง (recontour) ขอบกระดูกเบ้าฟันบริเวณแผ่นกระดูกทึบ (cortical plate) ด้านแก้ม/ริมฝีปาก (buccal/labial) และ/หรือด้านลิ้น/เพดาน (lingual/palatal) เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดรอยโรคของกระดูกแนวดิ่ง (vertical bone defect) หรือลักษณะของขอบกระดูกเบ้าฟันที่กว้าง (bony ledges)[113] โดยเอียงตัวนำส่งเลเซอร์ออกไปทางด้านแก้ม/ริมฝีปาก และ/หรือด้านลิ้น/เพดานเล็กน้อย การตัดกระดูกจะอาศัยความรู้สึกสัมผัสผ่านด้ามจับเลเซอร์จากตัวนำส่งเลเซอร์ที่สัมผัสกับกระดูก ไม่มีการเปิดแผ่นเหงือก หลังจากตัดแต่งกระดูกแล้ว ใช้เครื่องมือตรวจปริทันต์ตรวจระยะห่างระหว่างขอบกระดูกเบ้าฟันกับตำแหน่งที่จะวางขอบของวัสดุบูรณะอีกครั้ง และตรวจดูว่าไม่มีรอยโรคของกระดูกแนวดิ่งหรือลักษณะของขอบกระดูกเบ้าฟันที่กว้างเกิดขึ้น ล้างด้วยน้ำเกลือ แล้วใช้ผ้าก๊อซเปียกหมาดกดให้เหงือกแนบกับผิวรากฟัน ตรวจดูไม่ให้มีเลือดออก ไม่มีการเย็บแผล และไม่ใช้วัสดุปิดแผลปริทันต์



ภาพประกอบ 3 A: ชิ้นอ้างอิงที่ทำร่องแนวดิ่ง B: จำลองการวัดระยะจากชิ้นอ้างอิงไปยังขอบเหงือก C: จำลองการวางตัวนำส่งเลเซอร์ขนานกับแนวแกนฟัน และตั้งฉาก

2.3 การตรวจวัดค่าทางคลินิกหลังการทำศัลยกรรมทันที (วัดเฉพาะฟันซี่ที่ทำศัลยกรรม และฟันข้างเคียงถัดไปทางด้านใกล้กลาง 1 ซี่ และด้านไกลกลาง 1 ซี่) ดังนี้

2.3.1 ระดับขอบเหงือกสัมพันธ์ (ซี่ละ 6 ตำแหน่ง)

2.3.2 ระดับขอบกระดูกเบ้าฟันสัมพันธ์ (ซี่ละ 6 ตำแหน่ง) ภายใต้ยาชาเฉพาะที่

2.3.3 คำนวณระยะห่างจากขอบเหงือกถึงขอบกระดูกเบ้าฟัน (ซี่ละ 6 ตำแหน่ง)

2.4 การตรวจทางภาพถ่ายรังสีกัดปีกแนวตั้ง (vertical bitewing) เพื่อวัดระดับขอบกระดูกเบ้าฟันสัมพันธ์ทางภาพรังสีบริเวณระหว่างฟันจากเส้นอ้างอิง

2.5 คำแนะนำหลังการทำศัลยกรรม ได้แก่ รับประทานยาไอบูโพรเฟน (ibuprofen) 400 มิลลิกรัม 1 เม็ด 3 เวลาหลังอาหารทันที เมื่อมีอาการปวด (หากแพ้ยาให้รับประทานยาพาราเซตามอล 500 มิลลิกรัม 1 เม็ด ทุก 4 ชั่วโมง เมื่อมีอาการปวด) และยาปฏิชีวนะอะม็อกซีซิลลิน (amoxicillin) 500 มิลลิกรัม 1 เม็ด 3 เวลาหลังอาหาร (หากแพ้ยาให้รับประทานยาคลินดามัยซิน (clindamycin) 300 มิลลิกรัม 1 เม็ด 3 เวลาหลังอาหาร) งดการแปรงฟันและการใช้อุปกรณ์เสริมบริเวณที่ทำการศึกษา และให้บ้วนปากด้วยน้ำยาบ้วนปาก

คลอร์เฮ็กซิดีน (chlorhexidine) 0.2% 15 มิลลิลิตร 30 วินาที วันละ 2 ครั้งหลังจากแปรงฟันอย่างน้อย 30 นาที เป็นเวลา 2 สัปดาห์ หลังจากนั้นให้ดูแลสุขอนามัยช่องปากตามปกติ

2.6 ผู้ป่วยประเมินระดับความรุนแรงของอาการปวด (Numerical rating scale: NRS) หลังทำศัลยกรรม 1 วัน (ติดตามผลทางโทรศัพท์) มีเกณฑ์การให้คะแนนคือ 0 คะแนน หมายถึง ไม่ปวด และ 10 คะแนน หมายถึง ปวดรุนแรงมากที่สุด

3. นัดครั้งที่ 3 ตัดไหมเฉพาะผู้ป่วยในกลุ่มควบคุม หลังจากการทำศัลยกรรม (นัดครั้งที่ 2) เป็นเวลา 1 สัปดาห์

4. นัดครั้งที่ 4 หลังการทำศัลยกรรม 1 เดือน

4.1 การตรวจวัดค่าทางคลินิกหลังการทำศัลยกรรม 1 เดือน (วัดเฉพาะฟันซี่ที่ทำศัลยกรรม และฟันข้างเคียงถัดไปทางด้านใกล้กลาง 1 ซี่ และด้านไกลกลาง 1 ซี่) ดังนี้

4.1.1 ตัวชี้วัดคราบจุลินทรีย์ โดยใช้ตัวชี้วัดของ Silness และ Loe (1964)[111] วัดเฉพาะฟันซี่ที่ทำศัลยกรรม และฟันข้างเคียงถัดไปทางด้านใกล้กลาง 1 ซี่ และด้านไกลกลาง 1 ซี่

4.1.2 ตัวชี้วัดเหงือกอักเสบ โดยใช้ตัวชี้วัดของ Loe และ Silness (1963)[112] วัดเฉพาะฟันซี่ที่ทำศัลยกรรม และฟันข้างเคียงถัดไปทางด้านใกล้กลาง 1 ซี่ และด้านไกลกลาง 1 ซี่

4.1.3 ระดับขอบเหงือกสัมพันธ์ (ซี่ละ 6 ตำแหน่ง)

4.2 คำแนะนำวิธีการดูแลสุขอนามัยช่องปากตามความเหมาะสมสำหรับผู้เข้าร่วมวิจัยแต่ละคน

5. นัดครั้งที่ 5 หลังการทำศัลยกรรม 3 เดือน

5.1 การตรวจวัดค่าทางคลินิกหลังการทำศัลยกรรม 3 เดือน (วัดเฉพาะฟันซี่ที่ทำศัลยกรรม และฟันข้างเคียงถัดไปทางด้านใกล้กลาง 1 ซี่ และด้านไกลกลาง 1 ซี่) ดังนี้

5.1.1 ตัวชี้วัดคราบจุลินทรีย์ โดยใช้ตัวชี้วัดของ Silness และ Loe (1964)[111] วัดเฉพาะฟันซี่ที่ทำศัลยกรรม และฟันข้างเคียงถัดไปทางด้านใกล้กลาง 1 ซี่ และด้านไกลกลาง 1 ซี่

5.1.2 ตัวชี้วัดเหงือกอักเสบ โดยใช้ตัวชี้วัดของ Loe และ Silness (1963)[112] วัดเฉพาะฟันซี่ที่ทำศัลยกรรม และฟันข้างเคียงถัดไปทางด้านใกล้กลาง 1 ซี่ และด้านไกลกลาง 1 ซี่

5.1.3 ระดับการยึดเกาะของอวัยวะปริทันต์สัมพันธ์ (ซี่ละ 6 ตำแหน่ง)

5.1.4 ระดับขอบเหงือกสัมพันธ์ (ซี่ละ 6 ตำแหน่ง)

5.1.5 คำนวณร่องลึกปริทันต์ (ระดับการยึดเกาะของอวัยวะปริทันต์สัมพันธ์ลบด้วยระดับขอบเหงือกสัมพันธ์) (ซี่ละ 6 ตำแหน่ง)

5.1.6 ระดับขอบกระดูกเบ้าฟันสัมพันธ์ (ซี่ละ 6 ตำแหน่ง) ภายใต้ยาชาเฉพาะที่

5.1.7 คำนวณระยะห่างจากขอบเหงือกถึงขอบกระดูกเบ้าฟัน (ซี่ละ 6 ตำแหน่ง)

5.1.8 ระดับการโยกของฟัน

5.1.9 ความกว้างของเหงือกยึด

5.2 การตรวจทางภาพถ่ายรังสีกัดปีกแนวตั้ง (vertical bitewing) เพื่อวัดระดับขอบกระดูกเบ้าฟันสัมพันธ์ทางภาพรังสีบริเวณระหว่างฟันจากเส้นอ้างอิง

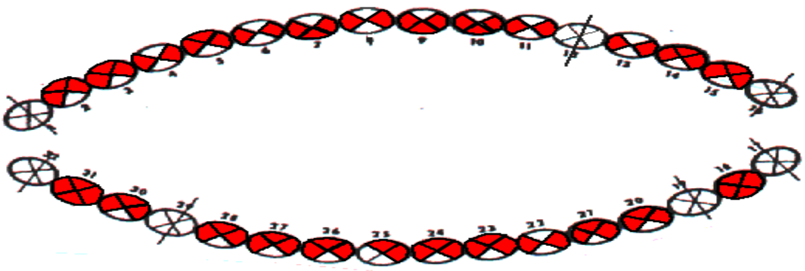
5.3 คำแนะนำวิธีการดูแลสุขอนามัยช่องปากตามความเหมาะสมสำหรับผู้เข้าร่วมวิจัยแต่ละคน

ตาราง 1 ขั้นตอนในการดำเนินงานวิจัย

นัดครั้งที่ 1	นัดครั้งที่ 2 วันทำศัลยกรรม	นัดครั้งที่ 3 7 วันหลัง ทำศัลยกรรม	นัดครั้งที่ 4 1 เดือนหลังทำศัลยกรรม	นัดครั้งที่ 5 3 เดือนหลังทำศัลยกรรม
การตรวจวัดค่าทางคลินิก - คะแนนคราบจุลินทรีย์ - ไบโอไทป์ของเหงือก - ความกว้างของเหงือกยึด - ระดับการโยกของฟัน **การตรวจทางภาพถ่ายรังสีกัดปีกแนวตั้ง** - ระดับสันกระดูกเบ้าฟันสัมพันธ์ทางภาพรังสีบริเวณระหว่างฟัน	**การตรวจวัดค่าทางคลินิก** ● **ก่อนทำศัลยกรรมทันที** - คะแนนคราบจุลินทรีย์ - ตัวชี้วัดคราบจุลินทรีย์ - ตัวชี้วัดเหงือกอักเสบ - ระดับขอบเหงือกสัมพันธ์ - ระดับการยึดเกาะของอวัยวะปริทันต์สัมพันธ์ - ระดับร่องลึกปริทันต์ - ระดับสันกระดูกเบ้าฟันสัมพันธ์ - ความกว้างส่วนยึดเกาะ ● **หลังทำศัลยกรรมทันที** - ระดับขอบเหงือกสัมพันธ์ - ระดับสันกระดูกเบ้าฟันสัมพันธ์ - ความกว้างส่วนยึดเกาะ **การตรวจทางภาพถ่ายรังสีกัดปีกแนวตั้ง (หลังทำศัลยกรรมทันที)** - ระดับสันกระดูกเบ้าฟันสัมพันธ์ทางภาพรังสีบริเวณระหว่างฟัน **หลังทำศัลยกรรม 1 วัน (ติดตามผลทางโทรศัพท์)** - ระดับความรุนแรงของอาการปวด	**ตัดไหม** (เฉพาะกลุ่มคอนเวนชันนัล)	**การตรวจวัดค่าทางคลินิก** - ตัวชี้วัดคราบจุลินทรีย์ - ตัวชี้วัดเหงือกอักเสบ - ระดับขอบเหงือกสัมพันธ์	**การตรวจวัดค่าทางคลินิก** - ตัวชี้วัดคราบจุลินทรีย์ - ตัวชี้วัดเหงือกอักเสบ - ระดับขอบเหงือกสัมพันธ์ - ระดับการยึดเกาะของอวัยวะปริทันต์สัมพันธ์ - ระดับร่องลึกปริทันต์ - ระดับสันกระดูกเบ้าฟันสัมพันธ์ - ความกว้างส่วนยึดเกาะ - ระดับการโยกของฟัน - ความกว้างของเหงือกยึด **การตรวจทางภาพถ่ายรังสีกัดปีกแนวตั้ง** - ระดับสันกระดูกเบ้าฟันสัมพันธ์ทางภาพรังสีบริเวณระหว่างฟัน
การรักษา - การขูดหินน้ำลายและเกลารากฟัน	**การรักษา** - กลุ่มคอนเวนชันนัล : การทำศัลยกรรมปริทันต์เพิ่มความยาวฟันโดยวิธีเปิดแผ่นเหงือก - กลุ่มเลเซอร์ : การทำศัลยกรรมปริทันต์เพิ่มความยาวฟันด้วยเลเซอร์ Er,Cr:YSGG โดยวิธีไม่เปิดแผ่นเหงือก	-	-	-
คำแนะนำวิธีการดูแลสุขอนามัยช่องปาก	**คำแนะนำหลังการทำศัลยกรรม**	-	**คำแนะนำวิธีการดูแลสุขอนามัยช่องปาก**	**คำแนะนำวิธีการดูแลสุขอนามัยช่องปาก**
พิมพ์ช่องปาก เพื่อทำชิ้นอ้างอิง	-	-	-	-

การวัดค่าทางคลินิก

1. คะแนนคราบจุลินทรีย์ ตามแบบ O'Leary plaque control record (PCR) (1972)[109]



ภาพประกอบ 4 แผนภาพตัวอย่างการบันทึกคะแนนคราบจุลินทรีย์

ที่มา:https://www.mah.se/upload/FAKULTETER/OD/Avdelningar/who/MetodsIndices/OHI/learyplaquered.gif

โดยการบันทึกคะแนนคราบจุลินทรีย์ จะทำการย้อมสีคราบจุลินทรีย์ด้วย *อีริโทรซิน* (*erythrosin*) ที่ฟันทุกซี่ ซี่ละ 4 ด้าน ได้แก่ บริเวณด้านแก้ม ด้านลิ้น ด้านใกล้กลาง และด้านไกลกลางของฟัน ซึ่งจะบันทึกว่าแต่ละด้านของฟันแต่ละซี่มีคราบจุลินทรีย์ติดอยู่ที่รอยต่อระหว่างเหงือกกับฟัน (dentogingival junction) หรือไม่ แล้วคำนวณเป็นค่าร้อยละ ดังนี้

$$\text{คะแนนคราบจุลินทรีย์} = \frac{\text{จำนวนด้านของฟันที่ติดสี}}{\text{จำนวนด้านของฟันทั้งหมด}} \times 100$$

2. ตัวชี้วัดคราบจุลินทรีย์ ใช้ตัวชี้วัดของ Silness และ Loe (1964)[111]

โดยการบันทึกจะทำการวัดบริเวณด้านแก้ม ด้านลิ้น ด้านใกล้กลาง และด้านไกลกลางของฟันซี่ที่ทำศัลยกรรม และฟันข้างเคียงถัดไปทางด้านใกล้กลาง 1 ซี่ และด้านไกลกลาง 1 ซี่ การให้คะแนนตามระดับความมากน้อยของคราบจุลินทรีย์แสดงในตาราง 2 ตัวชี้วัดคราบจุลินทรีย์ จะบันทึกเป็นค่าเฉลี่ย โดยจะนำคะแนนของด้านฟันทุกด้านมารวม กัน และหารด้วยจำนวนด้านทั้งหมด (12ด้าน)

ตาราง 2 การให้คะแนนคราบจุลินทรีย์ตามตัวชี้วัดของ Silness และ Loe (1964)

ระดับคะแนน	ลักษณะ
0	ไม่พบคราบจุลินทรีย์
1	มีแผ่นคราบจุลินทรีย์เกาะบริเวณขอบเหงือกกับคอฟัน โดยจะสามารถมองเห็นคราบจุลินทรีย์
2	มีการสะสมของคราบจุลินทรีย์ในระดับปานกลางในร่องเหงือกหรือบริเวณขอบเหงือกกับคอฟัน ซึ่งสามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า
3	มีการสะสมของคราบจุลินทรีย์อย่างมากในร่องเหงือกหรือบริเวณขอบเหงือกกับคอฟัน

3. ตัวชี้วัดเหงือกอับเสบ ใช้ตัวชี้วัดของ Loe และ Silness (1963)[112]

โดยการบันทึกจะทำการตรวจที่ขอบเหงือกด้านแก้ม ขอบเหงือกด้านลิ้น เหงือกสามเหลี่ยมด้านใกล้กลาง และเหงือกสามเหลี่ยมด้านไกลกลาง ของฟันซี่ที่ทำศัลยกรรม และฟันข้างเคียงถัดไปทางด้านใกล้กลาง 1 ซี่ และด้านไกลกลาง 1 ซี่ การให้คะแนนการอักเสบของเหงือกแสดงในตาราง 3 ตัวชี้วัดจะบันทึกเป็นค่าเฉลี่ย โดยจะนำคะแนนของด้านฟันทุกด้านมารวมกันและหารด้วยจำนวนด้านทั้งหมด (12ด้าน)

ตาราง 3 การให้คะแนนการอักเสบของเหงือกตามตัวชี้วัดของ Loe และ Silness (1963)

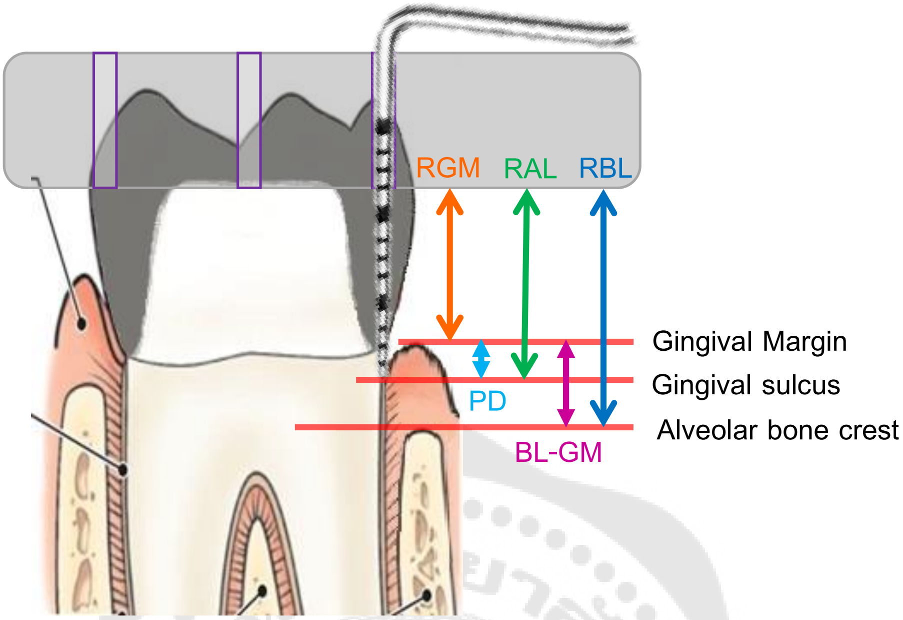
ระดับคะแนน	ลักษณะ
0	ไม่มีการอับเสบ
1	มีการอักเสบเล็กน้อย : มีการเปลี่ยนแปลงของสีและพื้นสัมผัส (texture)
2	มีการอักเสบปานกลาง : เหงือกบวมแดงและขยายตัวเกิน (hypertrophy) ในระดับปานกลาง และมีเลือดออกเมื่อมีแรงกด
3	มีการอักเสบมาก : เหงือกบวมแดงและขยายตัวเกิน (hypertrophy) อย่างมาก มีเลือดออกได้เองโดยไม่มีสิ่งกระตุ้น และมีแผลเปื่อย (ulcer)

4. ไบโอไทป์ของเหงือก ตรวจโดยการใช้เครื่องมือตรวจปริทันต์ (periodontal probe) ชนิด UNC-15 ของบริษัท Hu-Friedy (Chicago, USA) สอดลงในร่องเหงือกตรงกลางตัวฟัน-ของฟันหน้า (anterior tooth) ด้านริมฝีปาก (mid-labial) (ถ้ายังสามารถมองเห็นเครื่องมือตรวจปริทันต์ผ่านเหงือกจะจัดเป็นไบโอไทป์ชนิดบาง ถ้าไม่สามารถมองเห็นเครื่องมือตรวจปริทันต์ผ่านเหงือกจะจัดเป็นไบโอไทป์ชนิดหนา)[114]

5. การตรวจวัดค่าระดับขอบเหงือกสัมพันธ์ (RGM) วัดจากชิ้นอ้างอิงไปยังขอบเหงือก ระดับการยึดเกาะของอวัยวะปริทันต์สัมพันธ์ (RAL) วัดจากชิ้นอ้างอิงไปยังจุดที่ต่ำที่สุดของร่องเหงือก และระดับขอบกระดูกเบ้าฟันสัมพันธ์ (RBL) วัดจากชิ้นอ้างอิงไปยังระดับขอบกระดูกเบ้าฟัน (แสดงในภาพประกอบ 5) จะตรวจที่ฟันซี่ที่ทำศัลยกรรม และฟันข้างเคียงถัดไปทางด้านใกล้กลาง 1 ซี่ และด้านไกลกลาง 1 ซี่ ซี่ละ 6 ตำแหน่ง ได้แก่ มุมเส้นกระพุ้งแก้มใกล้กลาง (mesio-buccal line angle) เส้นกึ่งกลางกระพุ้งแก้ม (mid-buccal) มุมเส้นกระพุ้งแก้มไกลกลาง (disto-buccal line angle) มุมเส้นลิ้นใกล้กลาง (mesio-lingual line angle) เส้นกึ่งกลางลิ้น (mid-lingual) และมุมเส้นลิ้นไกลกลาง (disto-lingual line angle) ตรวจโดยการใช้เครื่องมือตรวจปริทันต์ (periodontal probe) ชนิด UNC-15 ของบริษัท Hu-Friedy (Chicago, USA) บันทึกค่าเป็นจำนวนเต็ม (หมายเหตุ: การวัดค่า RBL จะทำหลังจากใส่ยาชาเฉพาะที่แล้ว โดยใช้เครื่องมือตรวจปริทันต์สอดลงไปในร่องเหงือกและกดลึกไปจนถึงขอบกระดูก (bone sounding))

6. ค่าร่องลึกปริทันต์ (PD) จะคำนวณจากการนำระดับการยึดเกาะของอวัยวะปริทันต์สัมพันธ์ (RAL) มาลบด้วยระดับขอบเหงือกสัมพันธ์ (RGM) (แสดงในภาพประกอบ 5)

7. ความกว้างของส่วนยึดเกาะ (BL-GM) ซึ่งเป็นระยะห่างจากขอบเหงือกถึงขอบกระดูกเบ้าฟัน จะคำนวณจากการนำระดับขอบกระดูกเบ้าฟันสัมพันธ์ (RBL) มาลบด้วยระดับขอบเหงือกสัมพันธ์ (RGM) (แสดงในภาพประกอบ 5)



ภาพประกอบ 5 การวัดค่าทางคลินิก ระดับขอบเหงือกสัมพันธ์ (RGM), ระดับการยึดเกาะของอวัยวะปริทันต์สัมพันธ์ (RAL), ระดับขอบกระดูกเบ้าฟันสัมพันธ์ (RBL), ร่องลึกปริทันต์ (PD) และความกว้างของส่วนยึดเกาะ (BL-GM)

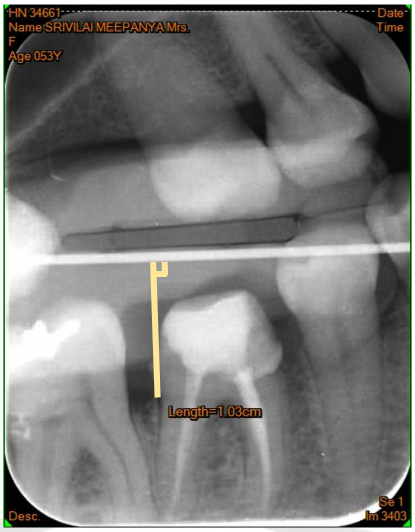
8. การตรวจระดับการโยกของฟัน จะตรวจที่ฟันซี่ที่ทำศัลยกรรม และฟันข้างเคียงถัดไปทางด้านใกล้กลาง 1 ซี่ และด้านไกลกลาง 1 ซี่ โดยใช้ด้ามเครื่องมือ 2 อันโยกฟันในแนวแก้ม-ลิ้น (buccolingual) แล้วสังเกตดูว่าฟันโยกมากน้อยเพียงใด บันทึกระดับการโยกตามแบบของ Miller (1938)[(115)] ซึ่งจัดระดับการโยกของฟันเป็น 3 ระดับคือ

ระดับ 1 = ฟันโยกในแนวแก้ม-ลิ้น ไม่เกิน 1 มิลลิเมตร

ระดับ 2 = ฟันโยกในแนวแก้ม-ลิ้น ไม่เกิน 2 มิลลิเมตร

ระดับ 3 = ฟันโยกในแนวแก้ม-ลิ้น มากกว่า 2 มิลลิเมตร และ/หรือโยกในแนวดิ่ง (occluso-gingival)

9. ระดับขอบกระดูกเบ้าฟันสัมพันธ์ทางภาพรังสีบริเวณระหว่างฟัน (RRBL) วัดระยะเส้นตรงที่ตั้งฉากกับเส้นอ้างอิงที่ขนานกับแนวการสบฟันไปยังขอบกระดูกเบ้าฟันบริเวณระหว่างฟันของฟันซี่ที่ทำศัลยกรรมด้วยโปรแกรมอ่านภาพถ่ายรังสีดิจิทัล DICOMweb™ (แสดงในภาพประกอบ 6)



ภาพประกอบ 6 การวัดระดับขอบกระดูกเบ้าฟันสัมพันธ์ทางภาพรังสีบริเวณระหว่างฟัน (RRBL)

10. ผู้ป่วยประเมินระดับความรุนแรงของอาการปวด (Numerical rating scale: NRS) หลังทำศัลยกรรม 1 วัน (ติดตามผลทางโทรศัพท์) มีเกณฑ์การให้คะแนนคือ 0 คะแนน หมายถึง ไม่ปวด และ 10 คะแนน หมายถึง ปวดรุนแรงมากที่สุด

การจัดกระทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล(Data-analysis)

ค่าเฉลี่ยการเปลี่ยนแปลงของระดับขอบเหงือกสัมพันธ์ (relative gingival margin; RGM) เป็นผลลัพธ์หลักของการศึกษา (primary outcome) และมีผลทางคลินิกอื่นๆ ได้แก่ ค่าเฉลี่ยการเปลี่ยนแปลงระดับการยึดเกาะของอวัยวะปริทันต์สัมพันธ์ (relative attachment level; RAL), ค่าเฉลี่ยการเปลี่ยนแปลงร่องลึกปริทันต์ (probing depth; PD), ค่าเฉลี่ยการเปลี่ยนแปลงระดับขอบกระดูกเบ้าฟันสัมพันธ์ (relative bone level; RBL), ค่าเฉลี่ยการเปลี่ยนแปลงความกว้างของส่วนยึดเกาะ (bone level related to gingival margin; BL-GM) และผลทางภาพรังสี ได้แก่ ค่าเฉลี่ยการเปลี่ยนแปลงระดับขอบกระดูกเบ้าฟันสัมพันธ์ทางภาพรังสีบริเวณระหว่างฟัน (relative radiographic interdental bone level; RRBL) เป็นผลลัพธ์รอง (secondary outcomes)

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์ข้อมูลโดยโปรแกรม SPSS เวอร์ชั่น 25

2. การวิเคราะห์และเปรียบเทียบข้อมูลที่มีระดับการวัดอยู่ในมาตราอัตราส่วน (ratio scale) และมาตรอันตรภาค (interval scale)

2.1 ทดสอบการแจกแจงแบบปกติ (normality test) ด้วยสถิติ Shapiro-Wilk test และทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวน (homogeneity of variance)

2.1.1 กรณีข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติ และมีความแปรปรวนเท่ากัน

2.1.1.1 วิเคราะห์และเปรียบเทียบ อายุ (age) ระดับขอบเหงือกสัมพันธ์ (RGM) ระดับการยึดเกาะของอวัยวะปริทันต์สัมพันธ์ (RAL) ระดับขอบกระดูกเบ้าฟันสัมพันธ์ (RBL) ระดับขอบกระดูกเบ้าฟันสัมพันธ์ทางภาพรังสีบริเวณระหว่างฟัน (RRBL) ค่าร่องลึกปริทันต์ (PD) ความกว้างของส่วนยึดเกาะ (BL-GM) และความกว้างของเหงือกยึด

2.1.1.1.1 ระหว่างกลุ่มควบคุม กับกลุ่มเลเซอร์ที่ช่วงเวลาเดียวกัน ใช้สถิติ Unpaired sample t-test ($P<0.05$)

2.1.1.1.2 ภายในกลุ่ม ที่จุดเวลาต่างกัน (มากกว่า 2 จุดเวลา) ใช้สถิติ Repeated measures one-way ANOVA ($P<0.05$) และ Bonferroni correction ในการเปรียบเทียบพหุคูณ (multiple comparisons)

2.1.1.1.3 ภายในกลุ่ม ที่จุดเวลาต่างกัน (2 จุดเวลา) ใช้สถิติ paired sample t test ($P<0.05$)

2.1.2 กรณีข้อมูลมีการแจกแจงแบบไม่ปกติ หรือมีความแปรปรวนไม่เท่ากัน

2.1.2.1 วิเคราะห์และเปรียบเทียบ อายุ ระดับขอบเหงือกสัมพันธ์ (RGM) ระดับการยึดเกาะของอวัยวะปริทันต์สัมพันธ์ (RAL) ระดับขอบกระดูกเบ้าฟันสัมพันธ์ (RBL) ระดับขอบกระดูกเบ้าฟันสัมพันธ์ทางภาพรังสีบริเวณระหว่างฟัน (RRBL) ค่าร่องลึกปริทันต์ (PD) และความกว้างของส่วนยึดเกาะ (BL-GM) และความกว้างของเหงือกยึด

2.1.2.1.1 ระหว่างกลุ่มควบคุม กับกลุ่มเลเซอร์ที่ช่วงเวลาเดียวกัน ใช้สถิติ Mann-Whitney U-test ($P<0.05$)

2.1.2.1.2 ภายในกลุ่ม ที่จุดเวลาต่างกัน (มากกว่า 2 จุดเวลา) ใช้สถิติ Friedman test และ Bonferroni correction ในการเปรียบเทียบพหุคูณ (multiple comparisons)

2.1.2.1.3 ภายในกลุ่ม ที่จุดเวลาต่างกัน (2 จุดเวลา) ใช้สถิติ Wilcoxon signed rank test

3. การวิเคราะห์และเปรียบเทียบข้อมูลที่มีระดับการวัดอยู่ในมาตรเรียงอันดับ (ordinal scale)

3.1 วิเคราะห์และเปรียบเทียบตัวชี้วัดคราบจุลินทรีย์ (PI) ตัวชี้วัดเหงือกอักเสบ (GI) ระดับการโยกของฟัน (mobility) และความรุนแรงของอาการปวด (NRS)

3.1.1 ระหว่างกลุ่มควบคุม กับกลุ่มเลเซอร์ที่ช่วงเวลาเดียวกัน ใช้สถิติ Mann-Whitney U-test ($P<0.05$)

3.1.2 ภายในกลุ่ม ที่จุดเวลาต่างกัน (มากกว่า 2 จุดเวลา) ใช้สถิติ Friedman test และ Bonferroni correction ในการเปรียบเทียบพหุคูณ (multiple comparisons)

3.1.3 ภายในกลุ่ม ที่จุดเวลาต่างกัน (2 จุดเวลา) ใช้สถิติ Wilcoxon signed rank test ($P<0.05$)

4. การวิเคราะห์และเปรียบเทียบข้อมูลที่มีระดับการวัดอยู่ในมาตรานามบัญญัติ (nominal scale)

4.1 วิเคราะห์และเปรียบเทียบเพศ (gender) ไบโอไทป์ (biotype) และชนิดของฟัน (tooth type)

4.1.1 ระหว่างกลุ่มควบคุม กับกลุ่มเลเซอร์ ใช้สถิติ Chi-square test ($P<0.05$)

บทที่ 4
ผลการดำเนินงานวิจัย

การศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาผลทางคลินิกแบบมีกลุ่มควบคุม (controlled trial) เนื่องในสถานการณ์โรคระบาดโควิด-19 ทำให้ได้อาสาสมัครผู้เข้าร่วมวิจัยทั้งหมด 25 คน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มควบคุม (conventional group) 13 คน และกลุ่มเลเซอร์ (laser group) 12 คน โดยอาสาสมัครผู้เข้าร่วมโครงการวิจัยทุกคนเป็นผู้ป่วยที่มาเข้ารับการรักษาทางทันตกรรมที่คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ และได้รับการวินิจฉัยว่ามีฟันที่จำเป็นต้องทำศัลยกรรมปริทันต์เพิ่มความยาวฟันเพื่อการบูรณะฟัน โดยกลุ่มควบคุมจะได้รับการทำศัลยกรรมปริทันต์เพิ่มความยาวฟันโดยวิธีเปิดแผ่นเหงือก โดยใช้มีดผ่าตัดร่วมกับการตัดแต่งกระดูกด้วยเครื่องกรอ ส่วนกลุ่มเลเซอร์จะได้รับการทำศัลยกรรมปริทันต์เพิ่มความยาวฟันด้วยเลเซอร์ Er,Cr:YSGG โดยไม่เปิดแผ่นเหงือก และไม่ต้องใช้เครื่องกรอ

อาสาสมัครเป็นเพศชาย 4 คน คิดเป็นร้อยละ 16 และเพศหญิง 21 คนคิดเป็นร้อยละ 84 มีอายุระหว่าง 22 - 69 ปี คิดเป็นอายุเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 44.85 ± 14.51 ปี (ตาราง 4) ในระหว่างการศึกษาวิจัยนี้ ไม่มีอาสาสมัครผู้เข้าร่วมโครงการวิจัยคนใดที่เกิดปัญหาหรือภาวะแทรกซ้อนจากการวิจัยจนต้องออกจากการศึกษาวิจัย

ตาราง 4 ลักษณะข้อมูลประชากร

	Conventional group	Laser group	p-value
Number of teeth	13	12	
Number of adjacent teeth	22	18	
Gender (male : female)	2 : 11	2 : 10	0.930
Age	43.10±15.67	46.74±13.58	0.543
Biotype (thin : thick)	3 : 10	3 : 9	0.910
Tooth types (anterior : premolar : molar)	4 : 5 : 4	4 : 3 : 5	0.751

No differences between groups for any parameters [Age: Unpaired t-test (p<0.05), Gender, Biotype, and Tooth types: Chi-Square test (p<0.05)]

ผลการเปลี่ยนแปลงสภาวะปริทันต์ของตำแหน่งฟันซี่ที่ทำศัลยกรรมปริทันต์เพิ่มความยาวฟัน (Treated teeth)

ผลการเปลี่ยนแปลงสภาวะปริทันต์ของตำแหน่งฟันซี่ที่ทำศัลยกรรมปริทันต์เพิ่มความยาวฟันทั้ง 2 รูปแบบ ที่เวลาก่อนทำศัลยกรรม หลังการทำศัลยกรรมทันที หลัง 1 เดือน และหลัง 3 เดือน แสดงผลในตาราง 5 และที่เวลาต่างๆเทียบกับก่อนทำศัลยกรรม แสดงผลในตาราง 6-7 และภาพประกอบ 7-9 ก่อนการทำศัลยกรรมปริทันต์เพิ่มความยาวฟันมีวัสดุบูรณะหรือฟันผุหรือฟันแตกลงไปใต้ขอบเหงือก (ภาพประกอบ 8A, 8B และ 9B) ทั้งนี้พบว่าหลังทำศัลยกรรมปริทันต์เพิ่มความยาวฟันทั้ง 2 วิธี มีขอบเหงือกร่นลงเมื่อเทียบกับก่อนการทำศัลยกรรม (8G, 8H, 9H)

ตาราง 5 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของสภาวะปริทันต์ของตำแหน่งฟันซี่ที่ทำศัลยกรรมปริทันต์เพิ่มความยาวฟันที่เวลาก่อนทำศัลยกรรม หลังการทำศัลยกรรมทันที หลัง 1 เดือน และหลัง 3 เดือน ของกลุ่มคอนเวนชันนัลและกลุ่มเลเซอร์

Clinical parameters	Baseline	Immediately after surgery	1 month	3 months	p-value
PI					
Conventional	0.42±0.26	-	0.25±0.18	0.35±0.16	0.132
Laser	0.31±0.11	-	0.29±0.41	0.33±0.16	0.141
p-value	0.270		0.650	0.852	
GI					
Conventional	0.31±0.23	-	0.35±0.19	0.37±0.24	0.710
Laser	0.33±0.12	-	0.33±0.48	0.33±0.22	0.228
p-value	0.769		0.247	0.894	
RGM					
Conventional	3.99±1.63	5.73±1.75[£]	5.67±1.78[£]	5.60±1.71[£]	0.000
Laser	3.80±0.89	5.28±0.96[£]	5.45±0.94[£]	5.45±0.94[£]	0.000
p-value	0.723	0.436	0.702	0.778	

RAL					
Conventional	5.94±1.58	-	-	7.67±1.76*	0.000
Laser	5.93±0.86	-	-	7.20±1.04*	0.000
p-value	0.990			0.427	
RBL					
Conventional	7.38±1.42	8.91±1.27[£]	-	9.13±1.34[£ §]	0.020
Laser	7.43±0.94	8.86±1.02[£]	-	8.86± 1.02[£]	0.000
p-value	0.928	0.913		0.581	
RRBL					
Conventional	0.79±0.14	0.91±0.16[£]	-	0.94±0.17[£ §]	0.011
Laser	0.74±0.15	0.88±0.16[£]	-	0.88±0.16[£]	0.000
p-value	0.378	0.600		0.401	
PD (RAL-RGM)					
Conventional	1.95±0.46	-	-	2.06±0.88	0.724
Laser	2.13±0.21	-	-	1.76±0.47[†]	0.028
p-value	0.068			0.406	
BL-GM (RBL-RGM)					
Conventional	3.40±0.80	3.18±0.93	-	3.53±0.94	0.256
Laser	3.63±0.56	3.58±0.61	-	3.41±0.44	0.368
p-value	0.186	0.123		0.894	

[£] Significant differences from baseline (One-way ANOVA and Bonferroni correction; p-value<0.05)

[§] Significant differences from immediately after surgery (One-way ANOVA and Bonferroni correction; p-value<0.05)

* Significant differences from baseline (Paired t test p-value<0.05)

[†] Significant differences from baseline (Wilcoxon signed rank test; p-value<0.05)

ตาราง 6 ค่าความต่าง (Δ) ของสภาวะปริทันต์ของตำแหน่งฟันซี่ที่ทำศัลยกรรมปริทันต์เพิ่มความยาวฟัน (Treated teeth) ที่เวลาหลังการทำศัลยกรรมทันที หลัง 1 เดือน และหลัง 3 เดือน เทียบกับก่อนทำศัลยกรรม ของกลุ่มคอนเวนชันนัลและกลุ่มเลเซอร์

Clinical parameters	Baseline to immediately after surgery	Baseline to 1 month	Baseline to 3 months	p-value
ΔRGM				
Conventional	1.74±0.74	1.68±0.58	1.61±0.57	0.572
Laser	1.48±0.52	1.65±0.43	1.65±0.43	0.662
p-value	0.41	0.77	0.61	
RAL				
Conventional	-	-	1.73±0.71	
Laser	-	-	1.27±0.66	
p-value			0.110	
ΔRBL				
Conventional	1.53±0.68	-	1.74±0.67†	0.017
Laser	1.43±0.60	-	1.43±0.60	1.000
p-value	0.936		0.437	
ΔRRBL				
Conventional	0.12±0.05	-	0.15±0.05†	0.005
Laser	0.14±0.05	-	0.14±0.05	0.109
p-value	0.168		0.769	

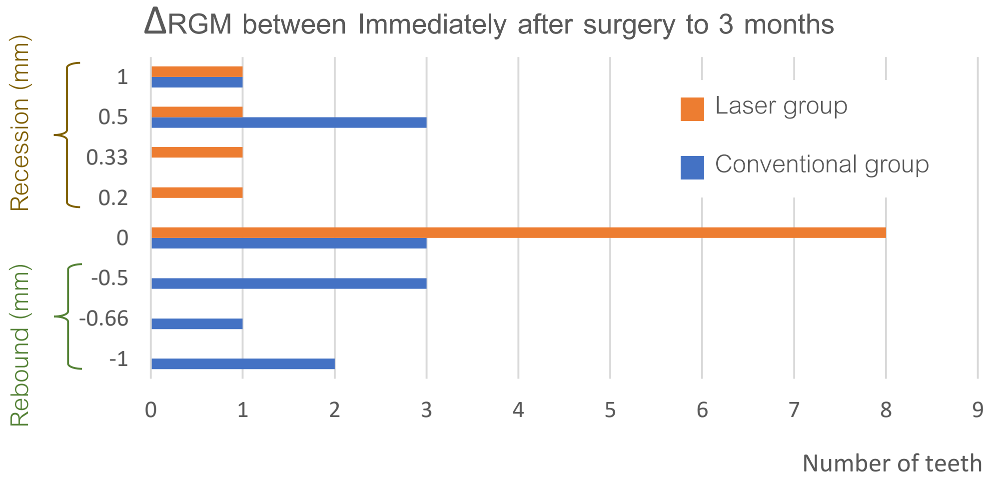
ΔMobility			No change	Increase of 1 degree
Conventional group	-	-	69.23%	30.77%
Laser group	-	-	83.33%	16.67%

† Significant differences over time within a therapeutic group (Wilcoxon signed rank test; p-value<0.05)

ตาราง 7 ค่าความต่าง (Δ) ของระดับขอบเหงือกสัมพันธ์ของตำแหน่งฟันซี่ที่ทำศัลยกรรมปริทันต์เพิ่มความยาวฟัน (Treated teeth) ที่เวลาหลังการทำศัลยกรรมทันที เทียบกับหลัง 3 เดือน ของกลุ่มคอนเวนชันนัลและกลุ่มเลเซอร์

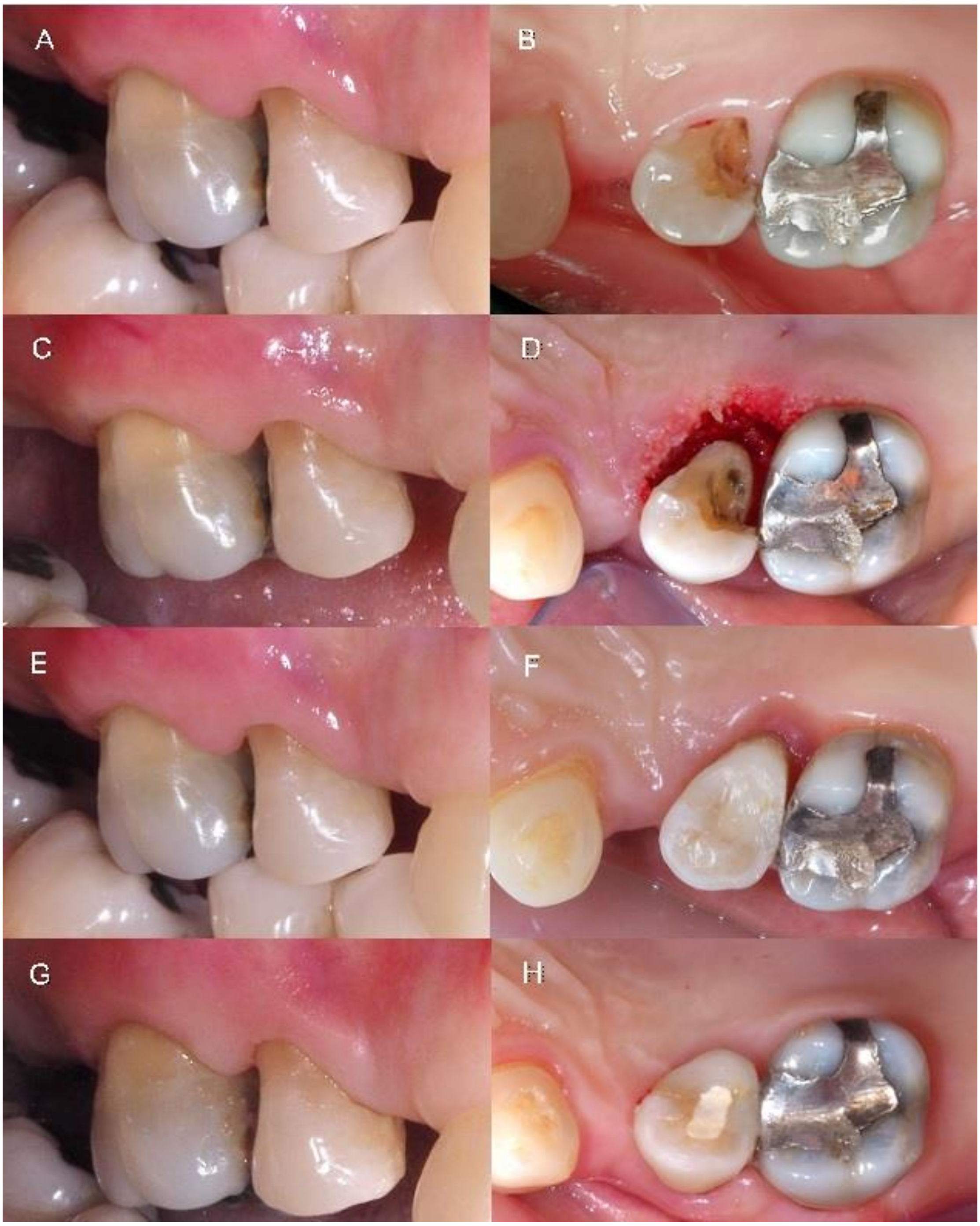
Clinical parameter	Immediately after surgery to 3 months			
ΔRGM		Recession	Rebound	No change
Conventional	-0.13±0.63	30.77%	46.15%	23.08%
Laser	0.17±0.31	33.33%	0%	66.67
p-value	0.225			

No differences between treatment groups (Mann-Whitney U test; p-value >0.05)



ภาพประกอบ 7 การแจกแจงความถี่ของฟันซี่ที่ทำศัลยกรรม ที่มีการเปลี่ยนแปลงของระดับขอบเหงือกสัมพันธ์ หลังการทำศัลยกรรม 3 เดือนเทียบกับหลังการทำศัลยกรรมทันที

ภาพประกอบ 8 ภาพทางคลินิกของฟันที่ทำศัลยกรรมเพิ่มความยาวฟันโดยวิธีเปิดแผ่นเหงือก (A-B: ก่อนทำศัลยกรรม, C-D: หลังทำศัลยกรรม 1 สัปดาห์ (ตัดไหม), E-F: หลัง 1 เดือน, G-H: หลัง 3 เดือน)



ภาพประกอบ 9 ภาพทางคลินิกของฟันที่ทำศัลยกรรมเพิ่มความยาวฟันโดยใช้เลเซอร์ไม่เปิดแผ่นเหงือก (A-B: ก่อนทำศัลยกรรม, C-D: หลังทำการศัลยกรรมทันที, E-F: หลัง 1 เดือน, G-H: หลัง 3 เดือน)

ผลการเปลี่ยนแปลงสภาวะปริทันต์ของฟันซี่ข้างเคียง (Adjacent teeth) **ที่ทำศัลยกรรมปริทันต์เพิ่มความยาวฟัน**

ผลการเปลี่ยนแปลงสภาวะปริทันต์หลังการทำศัลยกรรมปริทันต์เพิ่มความยาวฟันของฟันซี่ข้างเคียงทั้ง 2 รูปแบบ ที่เวลาก่อนทำศัลยกรรม หลังการทำศัลยกรรมทันที หลัง 1 เดือน และหลัง 3 เดือน แสดงผลในตารางที่ 8 และที่เวลาต่างๆเทียบกับก่อนทำศัลยกรรม แสดงผลในตารางที่ 9-11 และภาพประกอบที่ 8-11 เหงือกของฟันข้างเคียงในกลุ่มควบคุมมีลักษณะการอักเสบครอบคลุมเป็นบริเวณกว้างหลังการทำศัลยกรรมเพิ่มความยาวฟัน (ภาพประกอบ 8C และ 8D) ในขณะที่เหงือกของฟันข้างเคียงในกลุ่มเลเซอร์ได้รับผลกระทบเพียงเล็กน้อยเท่านั้น (ภาพประกอบ 9D)

ตาราง 8 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของสภาวะปริทันต์ของฟันซี่ข้างเคียง ที่เวลาก่อนทำศัลยกรรม หลังทำศัลยกรรม หลัง 1 เดือน และหลัง 3 เดือน ของกลุ่มคอนเวนชันนัลและกลุ่มเลเซอร์

Clinical parameters	Baseline	Immediately after surgery	1 month	3 months	p-value
PI					
Conventional	0.35±0.22	-	0.28±0.14	0.33±0.21	0.717
Laser	0.34±0.11	-	0.27±0.19	0.36±0.19	0.187
p-value	0.852		0.894	0.728	
GI					
Conventional	0.26±0.16	-	0.31±0.12	0.27±0.16	0.823
Laser	0.35±0.11	-	0.30±0.17	0.35±0.18	0.741
p-value	0.168		0.810	0.247	
RGM					
Conventional	4.43±1.38	4.83±1.57	4.99±1.57‡	4.95±1.45‡	0.000
Laser	3.86±0.87	4.03±0.91	4.06±0.92‡	4.07±0.92‡	0.000
p-value	0.320	0.225	0.168	0.225	

RAL					
Conventional	5.94±1.58	-	-	7.67±1.76*	0.000
Laser	5.93±0.86	-	-	7.20±1.04	0.949
p-value	0.991			0.435	
RBL					
Conventional	7.67±1.32	8.05±1.27[£]	-	8.24±1.37[£ §]	0.004
Laser	7.37±0.69	7.58±0.70	-	7.58±0.70	0.132
p-value	0.491	0.259		0.144	
PD (RAL-RGM)					
Conventional	1.94±0.36	-	-	1.97±0.29	0.641
Laser	2.12±0.26	-	-	1.91±0.31*	0.018
p-value	0.163			0.622	
BL-GM (RBL-RGM)					
Conventional	3.24±0.34	3.22±0.40	-	3.29±0.36	0.994
Laser	3.51±0.38	3.55±0.35	-	3.51±0.35	0.149
p-value	0.065	0.038**		0.140	

[‡] Significant differences from baseline (Friedman's two-way analysis of variance by ranks and Bonferroni correction; p-value<0.05)

[£] Significant differences from baseline (One-way ANOVA and Bonferroni correction; p-value<0.05)

[§] Significant differences from immediately after surgery (One-way ANOVA and Bonferroni correction; p-value<0.05)

* Significant differences from baseline (Paired t test p-value<0.05)

** Significant differences between groups (Unpaired t-test; p-value<0.05)

ตาราง 9 ค่าความต่าง (Δ) ของสภาวะปริทันต์ของฟันข้างเคียง ที่เวลาหลังการทำศัลยกรรมทันที หลัง 1 เดือน และหลัง 3 เดือน เทียบกับก่อนทำศัลยกรรม ของกลุ่มคอนเวนชันนัลและกลุ่มเลเซอร์

Clinical parameters	Baseline to immediately after surgery	Baseline to 1 month	Baseline to 3 months		p-value
ΔRGM					
Conventional	0.40±0.36	0.56±0.34[‡]	0.52±0.26		0.037
Laser	0.17±0.22	0.21±0.24	0.22±0.25		0.058
p-value	0.123	0.014*	0.005*		
ΔRAL					
Conventional	-	-	0.55±0.29		
Laser	-	-	0.01±0.39		
p-value			0.001**		
ΔRBL					
Conventional	0.38±0.31	-	0.57±0.31[†]		0.003
Laser	0.21±0.32	-	0.21±0.32		1.000
p-value	0.123		0.005*		
ΔMobility			No change	Increase of 1 degree	
Conventional	-	-	100%	0%	
Laser	-	-	100%	0%	

[‡] Significant differences from baseline to immedialely after surgery (Wilcoxon signed rank test (Friedman's two-way analysis of variance by ranks and Bonferroni correction; p-value<0.05)

[†] Significant differences from baseline to immedialely after surgery (Wilcoxon signed rank test; p-value<0.05)

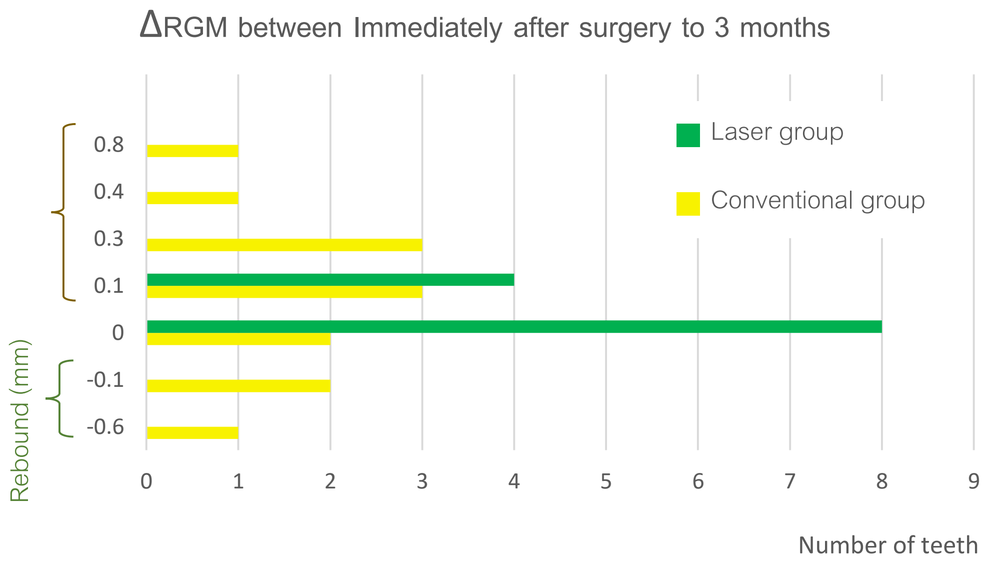
* Significant differences between groups (Mann-Whitney U test; p-value<0.05)

** Significant differences between groups (Unpaired t-test; p-value<0.05)

ตาราง 10 ค่าความต่าง (Δ) ของระดับขอบเหงือกสัมพันธ์ของตำแหน่งฟันข้างเคียง ที่เวลาหลังการทำศัลยกรรมทันที เทียบกับหลัง 3 เดือน ของกลุ่มคอนเวนชันนัลและกลุ่มเลเซอร์

Clinical parameter	Immediately after surgery to 3 months			
ΔRGM		Recession	Rebound	No change
Conventional	0.11±0.33	61.54%	23.08%	15.38%
Laser	0.03±0.05	33.33%	0%	66.67%
p-value	0.347			

No differences between treatment groups (Mann-Whitney U test; p-value >0.05)

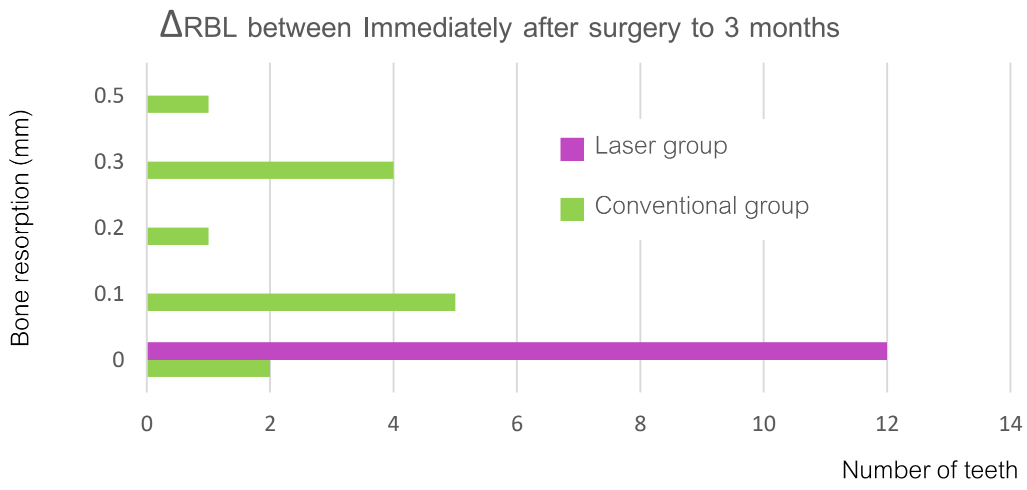


ภาพประกอบ 10 การแจกแจงความถี่ของฟันข้างเคียง ที่มีการเปลี่ยนแปลงของระดับขอบเหงือกสัมพันธ์ หลังการทำศัลยกรรม 3 เดือนเทียบกับหลังการทำศัลยกรรมทันที

ตาราง 11 ค่าความต่าง (Δ) ของระดับขอบกระดูกเบ้าฟันสัมพันธ์ของตำแหน่งฟันข้างเคียง ที่เวลาหลังการทำศัลยกรรมทันที เทียบกับหลัง 3 เดือน ของกลุ่มคอนเวนชันนัลและกลุ่มเลเซอร์

Clinical parameter	Immediately after surgery to 3 months		
ΔRBL		Resorption	No change
Conventional	0.18±0.14	84.62%	15.38%
Laser	0.00±0.00	0%	100%
p-value	0.000*		

* Significant differences between groups (Mann-Whitney U test; p-value<0.05)



ภาพประกอบ 11 การแจกแจงความถี่ของฟันข้างเคียง ที่มีการเปลี่ยนแปลงของระดับกระดูกเบ้าฟันสัมพันธ์ หลังการทำศัลยกรรม 3 เดือนเทียบกับหลังการทำศัลยกรรมทันที

ความกว้างของเหงือกยึดก่อนและหลังทำศัลยกรรม

ความกว้างของเหงือกยึดก่อนทำศัลยกรรม และหลังทำศัลยกรรม 3 เดือน แสดงผลในตาราง 12

ตาราง 12 เปรียบเทียบความกว้างของเหงือกยึดก่อนทำศัลยกรรม และหลังทำศัลยกรรม 3 เดือน ของกลุ่มคอนเวนชันนัลและกลุ่มเลเซอร์

Clinical parameter	Baseline		3 months		p-value
Attached Gingiva					
Conventional	3.38±1.76		3.15±1.53		0.063
Laser	5.25±1.54		4.58±1.24†		0.011
p-value	0.008*		0.010*		
Attached Gingiva	≤2 mm	>2mm	≤2 mm	>2mm	
Conventional	46.2%	53.8%	46.2%	53.8%	
Laser	0%	100%	0%	100%	

† Significant differences from baseline (Wilcoxon signed rank test; p-value<0.05)

* Significant differences between groups (Mann-Whitney U test; p-value<0.05)

ระดับความรุนแรงของอาการปวดที่ประเมินโดยอาสาสมัครหลังทำศัลยกรรม 1 วัน

ระดับความรุนแรงของอาการปวดของอาสาสมัครหลังทำศัลยกรรม 1 วัน แสดงผลในตาราง 13

ตาราง 13 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับความรุนแรงของอาการปวดที่ประเมินโดยอาสาสมัคร (Numerical rating scale: NRS) หลังทำศัลยกรรม 1 วัน ของกลุ่มคอนเวนชันนัลและกลุ่มเลเซอร์

	Conventional	Laser	p-value
NRS	3.77±1.17	0.92±1.78	0.000*

*Significant differences between groups (Mann-Whitney U test; p-value<0.05)

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

เลเซอร์ถูกนำมาใช้ในงานทางทันตกรรมมาเป็นเวลานาน เลเซอร์ Er,Cr:YSGG เป็นเลเซอร์ชนิดล่าสุดที่สามารถใช้งานได้ทั้งในเนื้อเยื่ออ่อนและเนื้อเยื่อแข็ง จึงเหมาะสมกับงานทางทันตกรรมที่เกี่ยวข้องกับอวัยวะปริทันต์ เลเซอร์ Er,Cr:YSGG สามารถใช้ตัดเนื้อเยื่ออ่อนและเนื้อเยื่อแข็งในช่องปากด้วยความร้อนเชิงกล หากมีการตั้งค่าและใช้งานอย่างเหมาะสม การใช้เลเซอร์ Er,Cr:YSGG ในการลงรอยผ่าจะมีการหายของแผลใกล้เคียงกับการใช้มีดผ่าตัด[82] และจะให้รอยตัดบนกระดูกที่แม่นยำและเกิดความเสียหายจากความร้อนน้อยมาก[83] ซึ่งสามารถนำมาใช้เป็นทางเลือกในการทำศัลยกรรมปริทันต์เพิ่มความยาวฟันได้

การศึกษานี้เป็นการศึกษาแรกแบบมีกลุ่มควบคุมที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบการทำศัลยกรรมปริทันต์เพิ่มความยาวฟันเพื่อการบูรณะด้วยเลเซอร์ Er,Cr:YSGG โดยไม่ต้องเปิดแผ่นเหงือก กับวิธีการตามปกติที่ต้องเปิดแผ่นเหงือก โดยใช้มีดผ่าตัดร่วมกับการตัดแต่งกระดูกด้วยเครื่องกรอ ทั้ง 2 วิธีให้ผลสำเร็จเป็นที่น่าพอใจในการเพิ่มความยาวของตัวฟัน ซึ่งทำได้กับทุกตำแหน่งของฟันในช่องปาก โดยไม่เกิดปัญหาหรือภาวะแทรกซ้อน

การทำศัลยกรรมเพิ่มความยาวฟันด้วยเลเซอร์ Er,Cr:YSGG สามารถใช้ในการตัดทั้งเหงือกและกระดูกเบ้าฟันได้จริงโดยการตั้งค่าพลังงานให้เหมาะสมตามคำแนะนำของบริษัท ลำแสงเลเซอร์จะออกมาที่ปลายของตัวนำส่งเลเซอร์เท่านั้น ไม่ออกที่ด้านข้าง หากมีการวางตัวนำส่งเลเซอร์ในลักษณะที่เหมาะสมจะไม่ทำให้เกิดความเสียหายใดๆต่อเนื้อเยื่อข้างเคียง การตัดกระดูกด้วยเลเซอร์ Er,Cr:YSGG โดยไม่เปิดแผ่นเหงือก จะไม่สามารถมองเห็นกระดูกบริเวณที่ตัดได้ด้วยตาเปล่า ต้องอาศัยความรู้สึกสัมผัสผ่านด้ามจับเลเซอร์ และมีการใช้เครื่องมือตรวจปริทันต์ตรวจซ้ำเพื่อให้มั่นใจว่าได้ระยะห่างระหว่างขอบกระดูกเบ้าฟันถึงขอบเหงือกตามที่ต้องการ และไม่มีรอยโรคของกระดูกแนวดิ่งหรือลักษณะของขอบกระดูกเบ้าฟันที่กว้างเกิดขึ้น อย่างไรก็ตามการใช้เลเซอร์ Er,Cr:YSGG ในการทำศัลยกรรมเพิ่มความยาวฟันนั้นทำได้ง่าย เพราะระหว่างการทำศัลยกรรมมีเลือดออกน้อย ไม่ต้องการการเย็บแผล เพียงแค่ใช้ผ้าก๊อซเปียกหมาดกดให้เหงือกแนบกับผิวรากฟัน ไม่ต้องกังวลเรื่องเลือดไหลไม่หยุด และไม่มีความจำเป็นต้องใช้วัสดุปิดแผลปริทันต์ ใช้เวลาในการรักษาไม่นาน

การทำศัลยกรรมปริทันต์เพิ่มความยาวฟัน จำเป็นต้องประเมินปริมาณความกว้างของเหงือกเคอราตินที่มีอยู่และระยะทางระหว่างตำแหน่งที่จะเป็นขอบของวัสดุบูรณะที่ต้องการไปถึง

ขอบกระดูกเบ้าฟันเพื่อความสำเร็จในการรักษา[30] ทำให้ต้องมีการคำนึงถึงปริมาณที่จะตัดขอบเหงือกทิ้งไป หรือไม่ตัดขอบเหงือก แต่ใช้วิธีเลื่อนแผ่นเหงือกไปทางปลายรากฟันแทน ทั้งนี้อาจจะมีการกำจัดส่วนของกระดูกเบ้าฟัน (ostectomy) ร่วมด้วยตามความเหมาะสม ความสำเร็จของการทำศัลยกรรมเพิ่มความยาวฟันที่สำคัญคือเสถียรภาพของตำแหน่งของขอบเหงือกหลังทำศัลยกรรม ซึ่งส่วนใหญ่จะขึ้นอยู่กับเทคนิคในการทำศัลยกรรม เช่น การใช้วิธีเปิดแผ่นเหงือก ความพอเพียงของขอบกระดูกเบ้าฟันที่ถูกตัดออก และระยะจากขอบเหงือกถึงขอบกระดูกเบ้าฟันหลังทำศัลยกรรมทันที[116, 117] และนอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับการทิ้งระยะเวลาให้มีการหายของแผลในกรณีที่จะทำการบูรณะฟันที่ต้องวางขอบวัสดุไว้ใต้เหงือกด้วย[32, 118] การตัดเหงือกเพียงอย่างเดียวโดยไม่ทำการตัดกระดูกเบ้าฟันนั้นอาจมีผลทำให้เหงือกมีการกลับขึ้นไปทางตัวฟันได้ หากขอบกระดูกเบ้าฟันมีระยะห่างจากขอบเหงือกหลังการทำศัลยกรรมทันทีไม่เพียงพอ คือมีน้อยกว่า 3 มิลลิเมตร[13, 14, 31, 119] ในการศึกษานี้ทั้งกลุ่มเลเซอร์และกลุ่มที่ทำการเปิดแผ่นเหงือก ไม่ได้ทำการตัดเหงือกเพียงอย่างเดียวแต่ยังมีการตัดในส่วนของกระดูกเบ้าฟันด้วย โดยค่าเฉลี่ยของการตัดกระดูก (ΔRBL) หลังทำศัลยกรรมทันทีของทั้ง 2 กลุ่มไม่มีความแตกต่างกัน (ตาราง 6) และสามารถทำให้เกิดระยะขอบเหงือกห่างจากขอบกระดูกเบ้าฟันหลังทำศัลยกรรมทันที (BL-GM) ได้มากกว่า 3 มิลลิเมตรทั้งสองกลุ่ม (ตาราง 5) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าทั้ง 2 วิธีให้ผลในการกำหนดตำแหน่งของขอบกระดูกได้ดีไม่ต่างกัน ดังนั้นความแตกต่างของเสถียรภาพของระดับขอบเหงือกหลังทำศัลยกรรมทั้ง 2 วิธีจึงขึ้นอยู่กับการเปิดแผ่นเหงือก ซึ่งพบว่ากลุ่มเลเซอร์ที่ไม่มีการเปิดแผ่นเหงือกนั้นมีแนวโน้มที่จะมีเสถียรภาพของระดับขอบเหงือกหลังทำศัลยกรรมเพิ่มความยาวฟันมากกว่ากลุ่มที่มีการเปิดแผ่นเหงือกตามปกติ

หลังการทำศัลยกรรมเพิ่มความยาวฟันด้วยวิธีเปิดแผ่นเหงือกพบว่าอาจมีได้ทั้งการร่นและกลับขึ้นของเหงือกไปทางตัวฟัน ในกลุ่มที่ทำศัลยกรรมด้วยเลเซอร์ Er,Cr:YSGG โดยไม่เปิดแผ่นเหงือก พบว่าส่วนใหญ่ขอบเหงือกมีระดับคงที่ ไม่พบว่ามีการกลับขึ้นของเหงือกไปทางตัวฟันหลังทำศัลยกรรมเลยเมื่อเทียบกับวิธีเปิดแผ่นเหงือกตามปกติ มีการร่นของเหงือกเพียง 0.17 มิลลิเมตร (ค่า ΔRGM อยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 มิลลิเมตร) ที่เวลา 3 เดือนหลังทำศัลยกรรม ทำให้สามารถประมาณการตำแหน่งสุดท้ายของขอบเหงือกหลังศัลยกรรมได้เที่ยงตรงกว่าการทำศัลยกรรมเพิ่มความยาวฟันด้วยวิธีเปิดแผ่นเหงือกตามปกติ ที่มีทั้งการร่นและการกลับขึ้นของเหงือกไปทางตัวฟัน เฉลี่ยแล้วมีการกลับขึ้นของเหงือกไปทางตัวฟัน 0.13 มิลลิเมตร (ค่า ΔRGM อยู่ระหว่าง -1 ถึง 1 มิลลิเมตร) (ตาราง 7 และภาพประกอบ 7) สอดคล้องกับการศึกษาของ Deas (2004)[14] และ Arora (2013)[31] ซึ่งอาสาสมัครได้รับการทำศัลยกรรมปริทันต์เพิ่มความยาวฟัน

ด้วยวิธีเปิดแผ่นเหงือกตามปกติ มีการตัดแต่งกระดูกเบ้าฟันให้ห่างจากตำแหน่งที่จะเป็นขอบวัสดุบูรณะอย่างน้อย 3 มิลลิเมตร และเย็บแผ่นเหงือกให้อยู่ที่ตำแหน่งที่จะเป็นขอบวัสดุบูรณะหรือต่ำกว่าไปทางปลายรากฟัน พบว่าหลังทำศัลยกรรม 3 เดือน และ 6 เดือน ตำแหน่งของขอบเหงือกก็ยังคงมีการเปลี่ยนแปลง คือมีการกลับขึ้นไปทางตัวฟันของขอบเหงือก และการศึกษาดังกล่าวระบุว่าปริมาณการกลับขึ้นไปทางตัวฟันของขอบเหงือกนั้นขึ้นอยู่กับความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งการเย็บแผ่นเหงือกกับระดับของขอบกระดูกเบ้าฟัน ยิ่งวางขอบแผ่นเหงือกอยู่ใกล้ขอบกระดูกเบ้าฟันเหงือกจะมีการกลับขึ้นไปทางตัวฟันมากขึ้น และสอดคล้องกับการศึกษาของ Brägger (1992)[28] ที่พบว่ามีทั้งการร่นและการกลับขึ้นไปทางตัวฟันของขอบเหงือกหลังทำศัลยกรรมเพิ่มความยาวฟัน 6 สัปดาห์ และ 6 เดือน นอกจากนี้จากการศึกษาของ Pilalas (2016)[32] ระบุว่าการกลับคืนของขอบเหงือกไปทางตัวฟันโดยส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นภายใน 3 เดือนแรกหลังการทำศัลยกรรม

ในการศึกษานี้ยังพบว่าหลังจากการทำศัลยกรรม 3 เดือน กลุ่มที่มีการเปิดแผ่นเหงือกตามปกติมีการละลายของขอบกระดูกเบ้าฟันเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับเมื่อทำศัลยกรรมเสร็จในทันทีอย่างมีนัยสำคัญ ในขณะที่กลุ่มเลเซอร์ซึ่งไม่มีการเปิดแผ่นเหงือกจะไม่พบการละลายตัวของกระดูกเบ้าฟันที่เพิ่มขึ้น (ตาราง 5) ที่เป็นเช่นนี้อาจเป็นเพราะทุกครั้งที่มีการเปิดแผ่นเหงือกถือเป็นการรบกวนเนื้อเยื่อปริทันต์ ไม่ว่าจะเกิดจากการเปิดแผ่นเหงือกไว้นานเกินไป หรือจากขบวนการหายของร่างกายที่จะเกิดการทำลายเล็กน้อยร่วมด้วย ทำให้เกิดผลลัพธ์มีการสูญเสียกระดูกเบ้าฟันไปอย่างน้อย 0.5-0.8 มิลลิเมตร[33] ซึ่งส่งผลทำให้ที่เวลา 3 เดือนกลุ่มที่มีการเปิดแผ่นเหงือกมีจำนวนฟันที่มีระดับการโยกเพิ่มขึ้นเป็นจำนวนมากกว่ากลุ่มเลเซอร์ (ตาราง 6)

ความกว้างของเหงือกยึดที่เพียงพอถือเป็นปัจจัยที่สำคัญที่จะส่งผลทำให้การบูรณะฟันประสบความสำเร็จ การบูรณะฟันที่ต้องมีการวางขอบของวัสดุบูรณะใต้ขอบเหงือก หากมีเหงือกยึดอย่างน้อย 3 มิลลิเมตร จะช่วยป้องกันไม่ให้อวัยวะปริทันต์ (ได้แก่ เหงือก เอ็นยึดปริทันต์ และกระดูกเบ้าฟัน) ร่นลงไปทางรากฟัน[106] และจากการศึกษาของ Lang และ Loe ในปี ค.ศ. 1972 พบว่าการที่มีเหงือกเคอราตินอย่างน้อย 2 มิลลิเมตร หรือเหงือกยึดอย่างน้อย 1 มิลลิเมตร จะช่วยปกป้องและคงสภาพเหงือกให้มีสุขภาพที่ดี ในขณะที่พบการอักเสบในบริเวณที่มีเหงือกยึดน้อยกว่า 1 มิลลิเมตร แม้จะมีการรักษาสุขอนามัยช่องปากเป็นอย่างดี[120] อย่างไรก็ตามมีบางการศึกษาพบว่าเหงือกยังมีสุขภาพที่ดีได้แม้ว่าจะมีเหงือกยึดน้อยกว่า 1 มิลลิเมตร[121-124] ในการศึกษานี้ก่อนทำศัลยกรรมผู้ป่วยกลุ่มควบคุมมีความกว้างของเหงือกยึดเท่ากับ 3.38 มิลลิเมตร การที่มีเหงือกยึดจำกัดที่น้อยกว่า 3 มิลลิเมตรนั้นจึงไม่เหมาะกับการทำศัลยกรรมเพิ่มความยาวฟันด้วยเลเซอร์ Er,Cr:YSGG โดยไม่เปิดแผ่นเหงือกเพราะจะต้องมีการตัดเนื้อขอบเหงือกออกไป

อีก ซึ่งอาจทำให้เกิดปัญหามีเหงือกยึดเหลือน้อยเกินไปนั่นเอง จึงมีความจำเป็นต้องเปลี่ยนไปเป็นการทำศัลยกรรมเพิ่มความยาวฟันด้วยวิธีเปิดแผ่นเหงือกแทนจะเหมาะสมกว่า เนื่องจากสามารถเก็บรักษาเหงือกยึดที่มีจำกัดไว้ได้โดยวางแผนการเปิดแผ่นเหงือกด้วยการการลงรอยผ่าในร่องเหงือก (sulcular incision) เพื่อเก็บเหงือกไว้ทั้งหมด แล้วใช้วิธีเลื่อนแผ่นเหงือกไปทางปลายรากฟันได้ ในขณะที่ผู้ป่วยกลุ่มเลเซอร์ในการวิจัยนี้มีความกว้างของเหงือกยึด 5.25 มิลลิเมตร ซึ่งมากพอที่จะสามารถตัดเนื้อขอบเหงือกทิ้งจนได้ความสูงของตัวฟันตามที่ต้องการได้ อย่างไรก็ตามทั้งสองวิธีให้ผลสำเร็จเป็นที่น่าพอใจในการเพิ่มความยาวของตัวฟัน และหลังทำศัลยกรรมแล้วเหลือความกว้างของเหงือกยึดไม่น้อยกว่า 2 มิลลิเมตร (ตาราง 12)

เนื่องจากการทำศัลยกรรมโดยวิธีเปิดแผ่นเหงือก จะต้องมีการเปิดแผ่นเหงือกของฟันข้างเคียงของฟันที่ทำศัลยกรรมด้วย โดยครอบคลุมไปฝั่งละ 1 - 2 ซี่ (ภาพประกอบ 8C และ 8D) เพื่อให้เครื่องมือสามารถเข้าถึงบริเวณที่ทำงานได้ง่าย โดยไม่ทำให้เหงือกเกิดการฉีกขาด และสามารถมองเห็นบริเวณที่ทำงานได้ชัดเจน แต่ก็อาจทำให้อวัยวะปริทันต์ของฟันข้างเคียงเกิดความเสียหายมากกว่าวิธีการทำศัลยกรรมโดยไม่เปิดแผ่นเหงือก เนื่องจากเมื่อเยื่อหุ้มกระดูกถูกแยกออกจากกระดูกทึบข้างใต้จากการเปิดแผ่นเหงือก กลไกการตอบสนองต่อการอักเสบของโฮสต์จะถูกกระตุ้น[92] เลือดที่ไปเลี้ยงกระดูกทึบถูกขัดขวาง ทำให้มีแนวโน้มที่จะเกิดการละลายของกระดูกชั้นนอก[93-98] จึงทำให้กลุ่มเลเซอร์ที่ทำโดยไม่เปิดแผ่นเหงือกมีผลกระทบต่อฟันข้างเคียงน้อยมาก จะมีผลเพียงบริเวณระหว่างฟันแต่ไม่เกินจุดกึ่งกลางตัวฟันด้านแก้ม/ลิ้นของฟันข้างเคียงที่ติดกับฟันซี่ที่ทำศัลยกรรม หรือแม้แต่ในฟันซี่ที่ทำศัลยกรรมในส่วนที่ไม่ต้องการเพิ่มความยาวตัวฟันก็ไม่ถูกรบกวนด้วยเลย (ภาพประกอบ 9C และ 9D) ทำให้หลังการทำศัลยกรรม 3 เดือนเทียบกับหลังทำศัลยกรรมทันที ฟันข้างเคียงในกลุ่มที่ต้องเปิดแผ่นเหงือกมีแนวโน้มที่จะมีระดับขอบเหงือกเปลี่ยนแปลงมากกว่า รวมถึงมีขอบกระดูกเบ้าฟันที่จะละลายไปทางปลายรากฟันได้มากกว่ากลุ่มเลเซอร์ที่ไม่มีการเปิดแผ่นเหงือกแต่อย่างใด (ตาราง 10 และ 11 และภาพประกอบ 10 และ 11)

ในประเด็นของความเจ็บปวดหลังทำการรักษาพบว่าระดับความรุนแรงของอาการปวดที่เกิดขึ้นหลังจากการทำศัลยกรรม 1 วันของกลุ่มเลเซอร์ที่ไม่มีการเปิดแผ่นเหงือกมีค่าเฉลี่ยระดับความรุนแรงของอาการปวดน้อยมาก และน้อยกว่ากลุ่มควบคุมที่มีการเปิดแผ่นเหงือกอย่างมีนัยสำคัญ (ตาราง 13) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Ribeiro และคณะ (2014)[108] ที่มีการทำศัลยกรรมปริทันต์เพิ่มความยาวฟันในอาสาสมัครที่มีภาวะยิ้มเห็นเหงือก (gummy smile) โดยศึกษาเปรียบเทียบระหว่างวิธีเปิดแผ่นเหงือก โดยใช้มีดผ่าตัดร่วมกับสิ่ว (surgical chisels) กับวิธีไม่เปิดแผ่นเหงือก โดยใช้มีดผ่าตัดและสิ่วขนาดเล็ก (microchisels) ในการตัดแต่งกระดูกผ่านรอย

ผ่า (incision) ซึ่งถึงแม้ระดับความรุนแรงของอาการปวดของทั้งสองวิธีของการศึกษาดังกล่าวจะไม่ได้แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ แต่ระดับความรุนแรงของอาการปวดหลังทำศัลยกรรมในกลุ่มที่เปิดแผ่นเหงือกมีแนวโน้มมากกว่ากลุ่มที่ไม่เปิดแผ่นเหงือก สอดคล้องกับการศึกษาของ Fekrazad และคณะ (2018)[23] ซึ่งเป็นการรายงานกลุ่มผู้ป่วยที่ทำศัลยกรรมปริทันต์เพิ่มความยาวฟันด้วยเลเซอร์ Er,Cr:YSGG โดยวิธีไม่เปิดแผ่นเหงือกเพื่อความสวยงามในฟันหน้าหลายซี่ โดยไม่มีการเย็บแผล และไม่ใช้วัสดุปิดแผลปริทันต์ พบว่าไม่มีรายงานของการบวม และความไม่สบายจากผู้ป่วยรายใดๆ ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากการเปิดแผ่นเหงือกทำให้เกิดการบาดเจ็บ มีการอักเสบและอาการปวดบวมที่มากกว่า[89-91] และนอกจากนี้การใช้เลเซอร์ Er,Cr:YSGG จะให้รอยตัดที่แม่นยำทั้งในเนื้อเยื่ออ่อนและเนื้อเยื่อแข็ง และเกิดความเสียหายจากความร้อน และรอยไหม้บนผิวของเนื้อเยื่อข้างเคียงน้อยมาก[79] เมื่อเลเซอร์ Er,Cr:YSGG ถูกใช้อย่างเหมาะสมในการทำศัลยกรรมจะลดภาวะแทรกซ้อนที่พบจากการใช้วิธีเปิดแผ่นเหงือก โดยใช้มีดผ่าตัดร่วมกับการตัดแต่งกระดูกด้วยเครื่องกรอ[12] ช่วยลดเลือดออก และลดการตอบสนองต่อการอักเสบในขณะที่ทำศัลยกรรม ระยะเวลาการหายของแผลสั้นลง และลดความไม่สบายหลังการทำศัลยกรรม สอดคล้องกับการศึกษาของ Tosun และคณะ (2012)[11] และ Robert (2014)[26] การใช้เลเซอร์ Er,Cr:YSGG แบบไม่เปิดแผ่นเหงือกจึงเป็นทางเลือกที่ดีทางหนึ่งในการทำศัลยกรรมปริทันต์เพิ่มความยาวฟัน โดยเฉพาะสำหรับผู้ป่วยที่กลัวการทำศัลยกรรม

อย่างไรก็ตาม เลเซอร์ Er,Cr:YSGG มีข้อเสียคือ ตัวเครื่องมีขนาดใหญ่ ต้องใช้เนื้อที่ในการใช้งานและการเก็บรักษาค่อนข้างมาก ราคาตัวเครื่องรวมถึงตัวนำส่งเลเซอร์และอะไหล่ต่างๆมีราคาแพง ทำให้ค่าใช้จ่ายในการรักษาสูงตามไปด้วย ความนิยมในการนำเลเซอร์ Er,Cr:YSGG มาใช้งานจึงยังไม่แพร่หลาย อาจมีเครื่องเลเซอร์ Er,Cr:YSGG ให้ใช้งานแค่เพียงที่โรงพยาบาลหรือคลินิกทันตกรรมขนาดใหญ่ และที่คณะทันตแพทย์เท่านั้น

จากผลการเปลี่ยนแปลงสภาวะปริทันต์หลังการทำศัลยกรรมปริทันต์เพิ่มความยาวฟันด้วยเลเซอร์ Er,Cr:YSGG โดยวิธีไม่เปิดแผ่นเหงือก เปรียบเทียบกับการทำศัลยกรรมปริทันต์เพิ่มความยาวฟันโดยวิธีเปิดแผ่นเหงือก โดยใช้มีดผ่าตัดร่วมกับการตัดแต่งกระดูกด้วยเครื่องกรอ ในการศึกษานี้ ได้ข้อสรุปว่า

1. การทำศัลยกรรมปริทันต์เพิ่มความยาวฟันด้วยเลเซอร์ Er,Cr:YSGG โดยวิธีไม่เปิดแผ่นเหงือกสามารถเพิ่มความยาวของตัวฟันได้ตามวัตถุประสงค์ไม่ต่างกับวิธีเปิดแผ่นเหงือกตามปกติ แต่สามารถทำได้ง่ายกว่า และใช้เวลาน้อยกว่า เพราะมีเลือดออกน้อย ไม่ต้องเย็บแผล และไม่ต้องใช้วัสดุปิดแผลปริทันต์

2. หลังจากการทำศัลยกรรมปริทันต์เพิ่มความยาวฟันด้วยเลเซอร์ Er,Cr:YSGG โดยวิธีไม่เปิดแผ่นเหงือกแล้วยังคงมีความกว้างของเหงือกยึดเหลือมากกว่า 2 มิลลิเมตร ทั้งนี้ต้องมีการพิจารณาความกว้างของเหงือกยึดที่มีอยู่ก่อนทำศัลยกรรมอย่างรอบคอบ

3. หลังการทำศัลยกรรมปริทันต์เพิ่มความยาวฟันด้วยเลเซอร์ Er,Cr:YSGG โดยวิธีไม่เปิดแผ่นเหงือก ไม่พบว่ามีการกลับขึ้นของเหงือกไปทางตัวฟันหลังทำศัลยกรรมเลย และพบการร่นของเหงือกน้อยกว่ามาก เมื่อเทียบกับวิธีเปิดแผ่นเหงือกตามปกติ ทำให้สามารถประมาณการตำแหน่งสุดท้ายของขอบเหงือกหลังศัลยกรรมได้เที่ยงตรงกว่า

4. การทำศัลยกรรมปริทันต์เพิ่มความยาวฟันด้วยเลเซอร์ Er,Cr:YSGG โดยวิธีไม่เปิดแผ่นเหงือกทำให้เกิดความเจ็บปวดหลังการทำศัลยกรรมน้อยกว่าวิธีเปิดแผ่นเหงือกตามปกติ

5. การทำศัลยกรรมปริทันต์เพิ่มความยาวฟันด้วยเลเซอร์ Er,Cr:YSGG โดยวิธีไม่เปิดแผ่นเหงือกจะส่งผลกระทบต่อฟันข้างเคียงน้อยกว่า

บรรณานุกรม

1. Danesh-Meyer M. Surgical crown lengthening - building a solid foundation for restorative excellence. Australas Dent Pract 2012;23:58-62.

2. Jorgic-Srdjak K, Plancak D, Maricevic T, Dragoo MR, Bosnjak A. Periodontal and prosthetic aspect of biological width part I: violation of biologic width. Acta Stomatol Croat. 2000;34:195-7.

3. Tal H, Soldinger M, Dreiangel A, Pitaru S. Periodontal response to long-term abuse of the gingival attachment by supracrestal amalgam restorations. J Clin Periodontol. 1989;16:654-9.

4. AAP. Glossary of periodontal terms. 4th ed. Chicago: American academy of periodontology; 2001.

5. Ingber JS, Rose, LF, & Coslet, JG The biologic width: A concept in periodontics and restorative dentistry. Alpha Omegan. 1977;70(3):62-5.

6. Nevins M, Skurow HM. The intracrevicular restorative margin, the biologic width, and the maintenance of the gingival margin. Int J Periodontics Restorative Dent. 1984;4:30-49.

7. Bashetty K, Nadig G, Kapoor S. Electrosurgery in aesthetic and restorative dentistry: a literature review and case reports. J Conserv Dent. 2009;12(4):139-44.

8. Lagdive SB, Lagdive SS, Marawar PP, Bhandari AJ, Darekar A, Saraf V. Surgical lengthening of the clinical tooth crown by using semiconductor diode laser: a case series. J Oral Laser Applications. 2010;10:53-7.

9. Kalsi HJ, Bomfim D, Darbar U. An update on crown lengthening. Part 2: Increasing clinical crown height to facilitate predictable restorations. Dent Update. 2015 Apr;42(3):230-2, 5-6.

10. Eggers G, Klein J, Blank J, Hassfeld S. Piezosurgery®: an ultrasound device for cutting bone and its use and limitations in maxillofacial surgery. Br J Oral Maxillofac Surg. 2004;42(5):451-3.

11. Tosun T, Iaria G, Benedicenti S. Comparison of Er:YAG laser flapless crown

lengthening vs. open-flap bur approach in animal studies. J Laser Dent. 2012;20(1):10-5.

12. Dyer BL. Minimally invasive osseous crown-lengthening procedure using an erbium laser: clinical case and procedure report. J Cosmet Dent. 2008;23(4):84-91.

13. Pontoriero R, Carnevale G. Surgical crown lengthening: a 12- month clinical wound healing study. J Periodontol. 2001;72(7):841–8.

14. Deas DE, Moritz AJ, McDonnell HT, Powell CA, Mealey BL. Osseous surgery for crown lengthening: a 6-month clinical study. J Periodontol. 2004;75(9):1288-94.

15. Kois JC. Altering gingival levels: The restorative connection.Part I: Biologic variables. J Esthet Dent. 1994;6(1):3-7.

16. Powell CA, Mealey BL, Deas D, E,, McDonnell HT, Moritz AJ. Post-surgical infections: prevalence associated with various periodontal surgical procedures. J Periodontol. 2005;76(3):329-33.

17. Glickman I, Imber I. Comparison of gingival resection with electrosurgery and periodontal knives: A biometric and histological evaluation. J Periodontol. 1970;41:142-8.

18. Vercellotti T, Nevins ML, Kim DM, Nevins M, Wada K, Schenk RK, et al. osseous response following resective therapy with piezosurgery. Int J Periodontics Restorative Dent. 2005;25(6):542-9.

19. Vercellotti T, Pollack AS. A new bone surgery device: sinus grafting and periodontal surgery. Compend Contin Educ Dent. 2006;27(5):319-25.

20. Flax HD, Radz GM. Closed-flap laser-assisted esthetic dentistry using Er:YSGG technology. Compend Contin Educ Dent. 2004 Aug;25(8):622, 6, 8-30, 32, 34.

21. Pick RM. Using lasers in clinical dental practice. JADA. 1993;124:37-47.

22. Wigdor HA, Walsh JT, Featherstone JD, Visuri SR, Fried D, Waldvogel JL. Lasers in dentistry. Lasers Surg Med. 1995;16:103-33.

23. Fekrazad R, Moharrami M, Chiniforush N. The esthetic crown lengthening by Er;Cr:YSGG laser: A case series. J Lasers Med Sci. 2018;9(4):283-7.

24. Flax HD. Maximizing esthetic transformations using a closed flap ER, Cr:YSGG modality. Compend Contin Educ Dent. 2005;26(3):172–6.

25. Flax HD. Soft and hard tissue management using lasers in esthetic restoration.

Dent Clin N Am. 2011;55:383–402.

26. Marc Robert, DMD. Clinical Crown Lengthening Using a Er,Cr:YSGG Dental Laser; A Minimally Invasive Technique. Oralhealth. 2014:94-100.

27. Huynh-Ba G, Brägger U, Lang NP. Surgical lengthening of the clinical crown: a periodontal concept for reconstructive dentistry. Perio. 2007;4(3):193-201.

28. Brägger U, Lauchenauer D, Lang NP. Surgical lengthening of the clinical crown. J Clin Periodontol. 1992;19(1):58-63.

29. Vacek JS, Gher ME, Assad DA, Richardson AC, Giambarresi LI. The dimensions of the human dentogingival junction. Int J Periodontics Restorative Dent. 1994;14:154-65.

30. Coslet JG, Vanarsdall R, Weisgold A. Diagnosis and classification of delayed passive eruption of the dentogingival junction in the adult. Alpha Omegan. 1977;70:24–8.

31. Arora R, Narula SC, Sharma RK, Tewari S. Evaluation of supracrestal gingival tissue after surgical crown lengthening: A 6-month clinical study. J Periodontol. 2013;84(7):934-40.

32. Pilalas I, Tsalikis L, Tatakis DM. Prerestorative crown lengthening surgery outcomes: a systematic review. J Clin Periodontol. 2016;43:1094–108.

33. Wilderman MN, Pennel BM, King K, Barron JM. Histogenesis of repair following osseous surgery. J Periodontol. 1970;41(10):551-65.

34. Ochsenbein C, Ross S. A re-evaluation of osseous surgery. Dent Clin North Am. 1969;13(1):87-102.

35. Olsson M, Lindhe J. Periodontal characteristics in individuals with varying forms of upper central incisors. J Periodontol. 1991;18(1):78-82.

36. Seibert J, Lindhe J. Esthetics and periodontal therapy. In: Lindhe J (ed). Textbook of clinical periodontology. 2nd ed. Copenhagen: Munksgaard; 1989 : 477–514.

37. Dhalkari C, Ganatra P. Role of gingival tissue biotype in periodontal management. IOSR-JDMS. 2014;13(11):54-7.

38. Kao RT, Fagan MC, Conte GJ. Thick vs. thin gingival biotypes: a key determinant in treatment planning for dental implants. J Calif Dent Assoc. 2008;36(3):193-8.

39. Weisgold AS. Contours of the full crown restoration. Alpha Omegan. 1977;70(3):77-

89.

40. Frost NA, Mealey BL, Jones AA, Huynh-Ba G. Periodontal biotype: Gingival thickness as it relates to probe visibility and buccal plate thickness. J Periodontol. 2015;86(10):1141–9.

41. Kan JYK, Morimoto T, Rungcharassaeng K, Roe P, Smith DH. Gingival biotype assessment in the esthetic zone: visual versus direct measurement. Int J Periodontics Restorative Dent. 2010;30(3):237-43.

42. Kydd WL, Daly CH, Wheeler JB. The thickness measurement of masticatory mucosa in vivo. Int Dent J. 1971;21(4):430-41.

43. Daly CH, Wheeler JB. The use of ultrasonic thickness measurement in the clinical evaluation of the oral soft tissues. Int Dent J. 1971;21:418-29.

44. Vandana KL, Savitha B. Thickness of gingival in association with age, gender and dental arch location. J Periodontol. 2005(32):828-30.

45. Fu JH, Yeh CY, Chan HL, Tatarakis N, Leong DJ, Wang HL. Tissue biotype & its relation to the underlying bone morphology. J Periodontol. 2010;81:569–74.

46. Nixon KC, Adkins KF, Keys DW. Histological evaluation of effects produced in alveolar bone following gingival incision with an electrosurgery scalpel. J Periodontol. 1975;46:40-4.

47. Cobb CM. Lasers in periodontics: a review of the literature. J Periodontol. 2006;77(4):545-64.

48. Coluzzi DJ. Fundamentals of dental lasers: science and instruments. Dent Clin North Am. 2004;48(4):751-70.

49. Aoki A., Ando Y, Watanabe H, Ishikawa I. In vitro studies on laser scaling of subgingival calculus with an erbium: YAG laser. J Periodontol. 1994;65(12):1097-106.

50. Schwarz F, Sculean A, Berakdar M, Szathmari L, Georg T, Becker J. In vivo and in vitro effects of an Er:YAG laser, a GaAlAs diode laser, and scaling and root planing on periodontally diseased root surfaces: a comparative histologic study. Lasers Surg Med. 2003;32(5):359-66.

51. Schwarz F, Pütz N, Georg T, Reich E. Effect of an Er:YAG laser on periodontally

involved root surfaces: an in vivo and in vitro SEM comparison. Lasers Surg Med. 2001;29(4):328-35.

52. Folwaczny M, Mehl A, Haffner C, Benz C, Hickel R. Root substance removal with Er:YAG laser radiation at different parameters using a new delivery system. J Periodontol. 2000;71(2):147-55.

53. Crespi R, Romanos GE, Barone A, Sculean A, Covani U. Er:YAG laser in defocused mode for scaling of periodontally involved root surfaces: an in vitro pilot study. J Periodontol. 2005;76(5):686-90.

54. Israel M, Cobb CM, Rossmann JA, Spencer P. The effects of CO2, Nd:YAG and Er:YAG lasers with and without surface coolant on tooth root surfaces. an in vitro study. J Clin Periodontol. 1997;24(9 Pt 1):595-602.

55. Crespi R, Barone A, Covani U. Er:YAG laser scaling of diseased root surfaces: a histologic study. J Periodontol. 2006;77(2):218-22.

56. Crespi R, Barone A, Covani U. Effect of Er:YAG laser on diseased root surfaces: an in vivo study. J Periodontol. 2005;76(8):1386-90.

57. Kerdmanee K, Laosrisin N. PDL fibroblasts attachment to root surfaces treated by ultrasonic debridement and Er,Cr:YSGG laser. SWU Dent J. 2015;8(1):38-48.

58. Schoop U, Moritz A, Kluger W, Patruta S, Goharkhay K, Sperr W, et al. The Er:YAG laser in endodontics: results of an in vitro study. Lasers Surg Med. 2002;30(5):360-4.

59. Schoop U, Goharkhay K, Klimscha J, Zagler M, Wernisch J, Georgopoulos A, et al. The use of the erbium, chromium:yttrium-scandium-gallium-garnet laser in endodontic treatment: the results of an in vitro study. J Am Dent Assoc. 2007;138(7):949-55.

60. Schoop U, Barylyak A, Goharkhay K, Beer F, Wernisch J, Georgopoulos A, et al. The impact of an erbium, chromium:yttrium-scandium-gallium-garnet laser with radial-firing tips on endodontic treatment. Lasers Med Sci. 2009;24(1):59-65.

61. Frentzen M, Braun A, Aniol D. Er:YAG laser scaling of diseased root surfaces. J Periodontol. 2002;73(5):524-30.

62. Krause F, Braun A, Brede O, Eberhard J, Frentzen M, Jepsen S. Evaluation of selective calculus removal by a fluorescence feedback-controlled Er:YAG laser in vitro. J

Clin Periodontol. 2007;34(1):66-71.

63. Yamaguchi H, Kobayashi K, Osada R, Sakuraba E, Nomura T, Arai T, et al. Effects of irradiation of an erbium:YAG laser on root surfaces. J Periodontol. 1997;68(12):1151-5.

64. Folwaczny M, Aggstaller H, Mehl A, Hickel R. Removal of bacterial endotoxin from root surface with Er:YAG laser. Am J Dent. 2003;16(1):3-5.

65. Kerdmanee K, Laosrisin N. PDL fibroblasts attachment to root surfaces treated by ultrasonic debridement and Er,Cr:YSGG laser. SWU Dent J. 2015;8(1):38-48.

66. Schwarz F, Aoki A, Sculean A, Georg T, Scherbaum W, Becker J. In vivo effects of an Er:YAG Laser, an ultrasonic system and scaling and root planing on the biocompatibility of periodontally diseased root surfaces in cultures of human PDL fibroblasts. Lasers Surg Med. 2003;33(2):140-7.

67. Feist IS, De Micheli G, Carneiro SR, Eduardo CP, Miyagi S, Marques MM. Adhesion and growth of cultured human gingival fibroblasts on periodontally involved root surfaces treated by Er:YAG laser. J Periodontol. 2003;74(9):1368-75.

68. Watanabe H, Ishikawa I, Suzuki M, Hasegawa K. Clinical assessments of the erbium:YAG laser for soft tissue surgery and scaling. J Clin Laser Med Surg. 1996;14(2):67-75.

69. Sasaki KM, Aoki A, Ichinose S, Yoshino T, Yamada S, Ishikawa I. Scanning electron microscopy and Fourier transformed infrared spectroscopy analysis of bone removal using Er:YAG and CO2 lasers. J Periodontol. 2002;73(6):643-52.

70. Ishikawa I, Aoki A, Takasaki AA. Potential applications of Erbium:YAG laser in periodontics. J Periodontal Res. 2004;39(4):275-85.

71. Parker S. Verifiable CPD paper: laser-tissue interaction. Br Dent J. 2007;202(2):73-81.

72. Coluzzi DJ. What laser does your practice need? Advantages, considerations, and practice integration of laser dentistry. Alpha Omegan. 2008;101(4):202-5.

73. Parker SPA, Darbar AA, Featherstone JDB, Iaria G, Kesler G, Rechmann P, et al. The use of laser energy for therapeutic ablation of intraoral hard tissues. J Laser Dent. 2007;15(2):78-86.

74. Ando Y, Aoki A, Watanabe H, Ishikawa I. Bactericidal effect of erbium YAG laser on periodontopathic bacteria. Lasers Surg Med. 1996;19:190-200.

75. Bornstein ES, Lomke MA. The safety and effectiveness of dental Er:YAG lasers: A literature review with specific reference to bone. Dent Today. 2003;22(10):129–33.

76. Keller U, Hibst R. Experimental studies of the application of the Er:YAG laser on dental hard substances: II. Light microscopic and SEM investigations. Lasers Surg Med. 1989;9(4):345-51.

77. Sasaki KM, Aoki A, Ichinose S, Ishikawa I. Ultrastructural analysis of bone tissue irradiated by Er:YAG Laser. Lasers Surg Med. 2002;31(5):322-32.

78. McKenzie AL. Physics of thermal processes in laser-tissue interaction. Phys Med Biol. 1990;35(9):1175-209.

79. Wang X, Zhang C, Matsuomoto K. In vivo study of the healing processes that occur in the jaws of rabbits following perforation by an Er, Cr:YSGG laser. Lasers Med Sci. 2005;20:21-7.

80. Eriksson AR, Albrektsson T. Temperature threshold levels for heat-induced bone tissue injury: A vital-microscopic study in the rabbit. J Prosthet Dent. 1983;50(1):101-7.

81. Kimura Y, Yu DG, Fujita A, Yamashita A, Murakami Y, Matsumoto K. Effects of erbium, chromium:YSGG laser irradiation on canine mandibular bone. J Periodontol. 2001;72:1178-82.

82. Perussi LR., Pavone C., de Oliveira GJ., Cerri PS., Marcantonio RA. Effects of the Er,Cr:YSGG laser on bone and soft tissue in a rat model. Lasers Med Sci. 2012;27(1):95–102.

83. Wang X, Ishizaki NT, Suzuki N, Kimura Y, Matsumoto K. Morphological changes of bovine mandibular bone irradiated by Er,Cr:YSGG laser: an in vitro study. J Clin Laser Med Surg. 2002;20(5):245-50.

84. Romeo u, Del Vecchio A, Palaia G, Tenore G, Visca P, Maggiore C. Bone damage induced by different cutting instruments – an in vitro study. Braz Dent J. 2009;20(2):162-8.

85. Pourzarandian A, Watanabe H, Aoki A, Ichinose S, Sasaki KM, Nitta H, et al. Histological and TEM examination of early stages of bone healing after Er:YAG laser

irradiation. Photomed Laser Surg. 2004;22(4):342-50.

86. Stübinger S, von Rechenberg B, Zeilhofer H-F, Sader R, Landes C. Er:YAG laser osteotomy for removal of impacted teeth: clinical comparison of two techniques. Lasers Surg Med. 2007;39(7):583-8.

87. Yoshino T, Aoki A, Oda S, Takasaki AA, Mizutani K, Sasaki KM, et al. Long-term histologic analysis of bone tissue alteration and healing following Er:YAG laser irradiation compared to electrosurgery. J Periodontol. 2009;80(1):82-92.

88. Dyer B, Sung EC. Minimally invasive periodontal treatment using the Er,Cr: YSGG laser: A 2-year retrospective preliminary clinical study. Open Dent J. 2012;6:74-8.

89. Nobuto T, Imai H, Suwa F, Kono T, Suga H, Jyoshi K, et al. Microvascular response in the periodontal ligament following mucoperiosteal flap surgery. J Periodontol. 2003;74(4):521-8.

90. Penarrocha M, Garcia B, Marti E, Balaguer J. Pain and inflammation after periapical surgery in 60 patients. J Oral Maxillofac Surg. 2006;64(3):429-33.

91. Retzepi M, Tonetti M, Donos N. Comparison of gingival blood flow during healing of simplifed papilla preservation and modifed Widman flap surgery: a clinical trial using laser Doppler flowmetry. J Periodontol. 2007;34(10):903-11.

92. Zhang X, Awad HA, o'Keefe RJ, Guldberg RE, Schwarz EM. A perspective: engineering periosteum for structural bone graft healing. Clin Orthop Relat Res. 2008;466(8):1777-87.

93. Chanavaz M. Anatomy and histophysiology of the periosteum: quantifcation of the periosteal blood supply to the adjacent bone with 85Sr and gamma spectrometry. J Oral Implantol. 1995;21(3):214-9.

94. Wood DL, Hoag PM, Donnenfeld OW, Rosenfeld LD. Alveolar crest reduction following full and partial thickness flaps. J Periodontol. 1972;43(3):141-4.

95. Stafleno H. Signifcant differences and advantages between the full thickness and split thickness flaps. J Periodontol. 1974;45(6):421-5.

96. Yaffe A, Fine N, Binderman I. Regional accelerated phenomenon in the mandible following mucoperiosteal flap surgery. J Periodontol. 1994;65(1):79-83.

97. Binderman I, Adut M, Zohar R, Bahar H, Faibish D, Yaffe A. Alveolar bone resorption following coronal versus apical approach in a mucoperiosteal flap surgery procedure in the rat mandible. J Periodontol. 2001;72(10):1348-53.

98. Fickl S, Zuhr O, Wachtel H, Bolz W, Huerzeler M. Tissue alterations after tooth extraction with and without surgical trauma: a volumetric study in the beagle dog. J Clin Periodontol. 2008;35(4):356-63.

99. Arisan V, Karabuda CZ, Özdemir T. Implant surgery using bone- and mucosa-supported stereolithographic guides in totally edentulous jaws: surgical and post-operative outcomes of computer-aided vs. standard techniques. Clin Oral Implants Res. 2010;21(9):980-8.

100. Nickenig H-J, Wichmann M, Schlegel KA, Nkenke E, Eitner S. Radiographic evaluation of marginal bone levels during healing period, adjacent to parallel-screw cylinder implants inserted in the posterior zone of the jaws, placed with flapless surgery. Clin Oral Implants Res. 2010;21(12):1386-93.

101. Lowe RA. Clinical use of the Er,Cr:YSGG laser for osseous crown lengthening: redefining the standard of care. Pract Proced Aesthet Dent. 2006;18(4 Suppl):S2-S9.

102. Magid KS, Strauss RA. Laser use for esthetic soft tissue modifcation. Dent Clin North Am. 2007;51(2):525-45.

103. Sonick M, Hwang D. Periodontal plastic surgery II: esthetic crown lengthening. Inside Dent. 2007;3(9):64-71.

104. Adams TC, Pang PK. Lasers in aesthetic dentistry. Dent Clin North Am. 2004;48(4):833-60.

105. Pang P. Lasers in cosmetic dentistry. Gen Dent. 2009;56(7):663-70; quiz 71-72, 767.

106. Maynard JG, Wilson RDK. Physiologic dimensions of the periodontium significant to the restorative dentist. J Periodontol. 1979;50(4):170-4.

107. van As G. Osseous recontouring with the Er:YAG laser to obtain ideal biologic width. J Can Dent Assoc. 2005;71(1):53-5.

108. Ribeiro FV, Hirata DY, Reis AF, Santos VR, Miranda TS, Faveri M, et al. Open-flap

versus flapless esthetic crown lengthening: 12-month clinical outcomes of a randomized controlled clinical trial. J Periodontol. 2014;85(4):536-44.

109. O'Leary TJ, Drake RB, Naylor JE. The plaque control record. J Periodontol. 1972;43(1):38.

110. Yokota M, Kubo K, Setoguchi T, Hosaka H, Machigashira M, Sueda T. Influence of residual plaque score during initial treatment on pocket reduction rate at individual tooth surfaces. Japanese. 1989;31(4):1182-96.

111. Silness J, Loe H. Periodontal Disease in Pregnancy. Ii. Correlation between Oral Hygiene and Periodontal Condtion. Acta Odontol Scand. 1964;22:121-35.

112. Loe H, Silness J. Periodontal Disease in Pregnancy. I. Prevalence and Severity. Acta Odontol Scand. 1963;21:533-51.

113. McGuire MK, Scheyer ET. Laser-assisted flapless crown lengthening: A case series. Int J Periodontics Restorative Dent. 2011;31(4):357-64.

114. Kan JYK, Rungcharassaeng K, Umezu K, Kois JC. Dimensions of peri-implant mucosa: an evaluation of maxillary anterior single implants in humans. J Periodontol. 2003;74(4):557-62.

115. Miller SC. Textbook of periodontia, 1st ed. Philadelphia: The Blakiston Co. 1938:p.91.

116. Domínguez E, Pascual-La Rocca A, Valles C, Carrió N, Montagut L, Alemany AS, et al. Stability of the gingival margin after an aesthetic crown lengthening procedure in the anterior region by means of a replaced flap and buccal osseous surgery: a prospective study. Clinical oral investigations. 2020.

117. Lanning SK, Waldrop TC, Gunsolley JC, Maynard JG. Surgical crown lengthening: evaluation of the biological width. J Periodontol. 2003;74(4)::468–74.

118. Abou-Arraj RV, Majzoub ZAK, Holmes CM, Geisinger ML. Healing time for final restorative therapy after surgical crown lengtheing procedures: a review of related evidence. Clin Adv Periodontics. 2014;5(2):131–9

119. Hempton TJ, Dominici JT. Contemporary crownlengthening therapy: A review. J Am Dent Assoc. 2010;141:647-55.

120. Lang N, Löe H. The relationship between the width of keratinized gingiva and gingival health. J periodontol. 1972;43(10):623-7.

121. Bowers GM. A study of the width of attached gingiva. J periodontol. 1963;34:201-9.

122. Miyasato M, Crigger M, Egelberg J. Gingival condition in areas of minimal and appreciable width of keratinized gingiva. J Clin Periodontol. 1977;4:200-9.

123. Dorfman HS, Kennedy JE, Bird WC. Longitudinal evaluation of free autogenous gingival grafts. J Clin Periodontol. 1980;7:316-24.

124. de Trey E, Bernimoulin JP. Influence of free gingival grafts on the health of the marginal gingiva. J Clin Periodontol. 1980;7:381-93.

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	ภัทริน เถี่ยนมิตรภาพ
วัน เดือน ปี เกิด	18 ตุลาคม 2532
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานคร
วุฒิการศึกษา	พ.ศ.2557 ทันตแพทยศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยมหิดล
ที่อยู่ปัจจุบัน	ง.10/17 ถ.นเรศวร ต.หอรัตนไชย อ.พระนครศรีอยุธยา จ.พระนครศรีอยุธยา 13000