



การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของรากเทียมภายหลังการผ่าตัดยกพื้นไซนัสด้วยเทคนิคลิฟต์ดอก
กระดูกปราศจากการเสริมกระดูก

FACTORS AFFECTING THE QUALITY OF IMPLANT FOLLOWING SINUS FLOOR
ELEVATION USING OSTEOTOME TECHNIQUE WITHOUT GRAFTING

ภณพร สุขอาจ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

2561

การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของรากเทียมภายหลังการผ่าตัดยกฟันขึ้นด้วย
เทคนิคลิ่วตอกกระดูกปราศจากการเสริมกระดูก



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการช่องปากและแม็กซิลโลเฟเชียล
คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ปีการศึกษา 2561
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

FACTORS AFFECTING THE QUALITY OF IMPLANT FOLLOWING SINUS
FLOOR ELEVATION USING OSTEOTOME TECHNIQUE WITHOUT GRAFTING



A Thesis Submitted in partial Fulfillment of Requirements
for MASTER OF SCIENCE (Oral and Maxillofacial Sciences)

Faculty of Dentistry Srinakharinwirot University

2018

Copyright of Srinakharinwirot University

ปริญญานิพนธ์
เรื่อง
การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของรากเทียมภายหลังการผ่าตัดยกฟันขึ้นด้วยเทคนิคสลิวดอกกระดูกปราศจากการเสริมกระดูก
ของ
ภณพร สุขอาจ

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการช่องปากและแม็กซิลโลเฟเชียล
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)

อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์

คณะกรรมการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์

..... ที่ปรึกษาหลัก

..... ประธาน

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภัทราวุธ แตบรพกุล)

(รองศาสตราจารย์ ดร.สรสัณห์ รังสิยานนท์)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภาวิณีย์ ดิตรอน)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชาญชาย วงศ์ชินสุนทร)

ชื่อเรื่อง	การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของรากเทียมภายหลังการผ่าตัดยกฟันขึ้นด้วยเทคนิคสืวตอกกระดูกปราศจากการเสริมกระดูก
ผู้วิจัย	ภณพร สุขอาจ
ปริญญา	วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต
ปีการศึกษา	2561
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ภัทราวุธ แต่บรรพกุล
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	

วัตถุประสงค์ : เพื่อเปรียบเทียบระดับกระดูกบริเวณรากเทียมก่อนและหลังการผ่าตัดยกฟันขึ้นด้วยเทคนิคสืวตอกกระดูกปราศจากการเสริมกระดูกร่วมกับการใส่รากเทียมภายหลัง 6 เดือน และเพื่อศึกษาปัจจัยของรากเทียมได้แก่ ขนาด ความยาว ลักษณะพื้นผิวและรูปทรง ที่มีผลต่อคุณภาพของรากเทียมภายหลังการผ่าตัดยกฟันขึ้นด้วยเทคนิคสืวตอกกระดูกปราศจากการเสริมกระดูก

วิธีการศึกษา : การศึกษาในรากเทียมของผู้ป่วยที่ได้รับการใส่รากเทียมที่มีการยกฟันขึ้นด้วยเทคนิคสืวตอกกระดูกปราศจากการปลูกกระดูกด้วยวิธีมาตรฐานมาแล้ว 6 เดือนบริเวณฟันหลังของขากรรไกรบน (ซี่ 14-17 และ 24-27) รวม 31 ตำแหน่ง ที่คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ และโรงพยาบาลเทพธารินทร์ โดยผู้เข้าร่วมงานวิจัยทุกคนจะต้องมีภาพถ่ายรังสีโคนบีมคอมพิวเตอร์โทโมกราฟีก่อนการผ่าตัดยกฟันขึ้น ผู้ป่วยจะได้รับการตรวจทางคลินิกและถ่ายภาพรังสีโคนบีมคอมพิวเตอร์โทโมกราฟีที่ตำแหน่งเดียวกันภายหลังการผ่าตัดยกฟันขึ้นด้วยเทคนิคสืวตอกกระดูกปราศจากการเสริมกระดูกที่เวลา 6 เดือน แล้วจึงบันทึกอาการต่างๆทางคลินิกเพื่อประเมินคุณภาพของรากเทียม รวมทั้งวัดระดับกระดูกที่เหลืออยู่และระดับกระดูกที่สร้างใหม่จากภาพรังสี เพื่อเปรียบเทียบระดับกระดูกก่อนและหลังการผ่าตัดแล้วนำมาคำนวณด้วยสถิติ paired sample t-Test รวมถึงหาความสัมพันธ์ของระดับกระดูกที่เหลืออยู่และระยะการตอกยกฟันขึ้นกับการสร้างกระดูกใหม่ในฟันขึ้นด้วยสถิติ Pearson Correlation

ผลการศึกษา : มีผู้เข้าร่วมการศึกษาคั้งนี้จำนวนหมด 27 คน คิดเป็นชาย 11 คน (ร้อยละ 40.74) และหญิง 16 คน (ร้อยละ 59.25) โดยคิดเป็นรากเทียมทั้งหมดจำนวน 31 ตำแหน่ง ซึ่งมีอัตราการอยู่รอด 100% หลังจาก 6 เดือน ผลจากภาพรังสีโคนบีมคอมพิวเตอร์โทโม

กราฟที่พบว่ารากเทียมทั้ง 31 ตำแหน่งมีระดับกระดูกที่เหลือก่อนและหลังการปักรากเทียมเฉลี่ย 7.14 ± 1.07 มิลลิเมตร และ 8.95 ± 1.17 มิลลิเมตร ตามลำดับ ซึ่งพบว่าการสร้างกระดูกเพิ่มมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ดังนั้นจึงมีการสร้างกระดูกใหม่ในไซนัสเฉลี่ยเท่ากับ 1.8 ± 0.79 มิลลิเมตร ซึ่งมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับระดับกระดูกที่เหลือก่อนการผ่าตัดและระดับการตอกยกไซนัส นอกจากนี้ปัจจัยของรากเทียมได้แก่ขนาด ความยาว รูปทรง และพื้นผิวไม่มีผลต่อคุณภาพของรากเทียม

สรุป : การศึกษานี้พบว่าการใช้รากเทียมร่วมกับการยกไซนัสด้วยเทคนิคส่วตอกกระดูกปราศจากการเสริมกระดูกสามารถสร้างกระดูกใหม่ในไซนัสได้ และพบว่าระดับกระดูกที่เหลือก่อนการผ่าตัดและระดับการยกไซนัสด้วยส่วตอกกระดูกมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับการสร้างกระดูกใหม่ในไซนัส รากเทียมทั้ง 31 ตำแหน่งมีอัตราการอยู่รอดและใช้งานได้ดีในช่องปากร้อยละ 100 โดยในการศึกษานี้ไม่พบว่าปัจจัยของขนาด ความยาว รูปทรง และพื้นผิวของรากเทียมมีผลต่อคุณภาพของรากเทียม

คำสำคัญ : รากเทียม, ผ่าตัดยกไซนัส, ส่วตอกกระดูก, คุณภาพรากเทียม, กระดูกใหม่ในไซนัส, เสริมกระดูก

Title	FACTORS AFFECTING THE QUALITY OF IMPLANT FOLLOWING SINUS FLOOR ELEVATION USING OSTEOTOME TECHNIQUE WITHOUT GRAFTING
Author	PANAPHON SUK-ARJ
Degree	MASTER OF SCIENCE
Academic Year	2018
Thesis Advisor	Assistant Professor Patrayu Taebunpakul , Ph.D.
Thesis Co-Advisor	

Objective : To compare the bone formation at the implant site before and after six months of sinus floor elevation using osteotome without grafting and to study the factors affecting the success of dental implants including implant size, length, surface and shape.

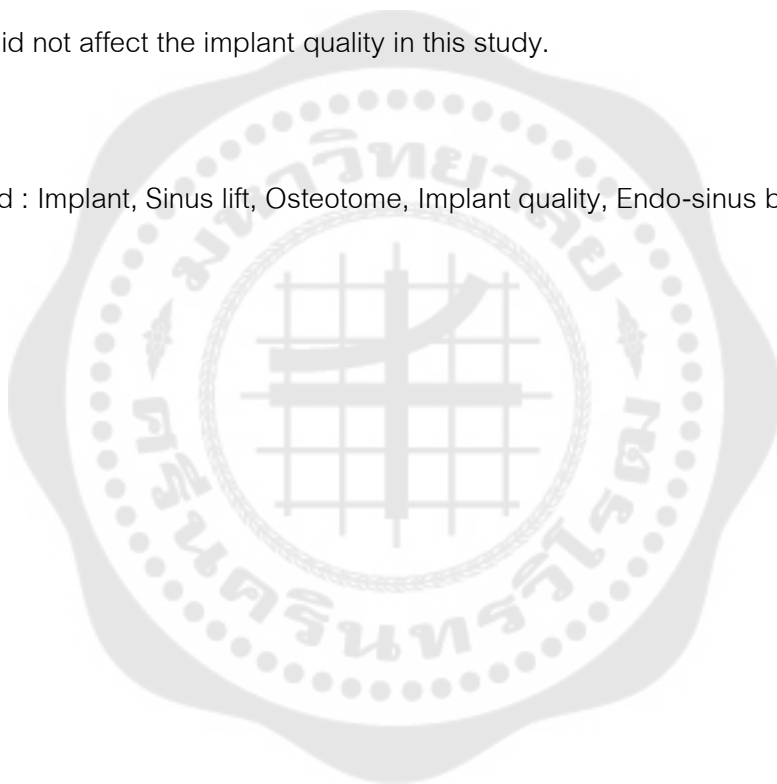
Material and methods : Thirty-one implants from area 14-17 and 24-27 were included in this study. All of the implants had a history of sinus floor elevation using osteotome technique (OSFE) without grafting with CBCT taken prior the surgery, which took place six months ago at the Faculty of Dentistry at Srinakharinwirot University or Thepdharin Hospital. The oral examination and radiographic examination (CBCT) were performed after six months of implantation with OSFE. The symptoms regarding sinus infections were recorded. The residual bone height, new bone levels, endo-sinus bone gain and implant length protrusion, which were measured on CBCT. A paired sample t-Test and the Pearson Correlation were used to analyze the data.

Results : A total of Twenty-seven patients (eleven men and sixteen women) were included in the study with a total of thirty-one implants. The average residual bone height before surgery and the new bone level six months after surgery were 7.14 ± 1.07 mm and 8.95 ± 1.17 mm respectively. There was significant increase in new bone formation after six months ($p < 0.05$). The average of endo-sinus bone gain was

1.8 $\pm$ 0.793 mm. Furthermore, the residual bone height and the implant protrusion length were significantly correlated to the endo-sinus bone gain ($p < 0.05$). The survival rate for implants was 100 %.

Conclusion : The new bone formation can be detected around the implant site after six months of OSFE procedure without grafting. OSFE technique without grafting can provide sufficient bone height for implant support with 100% of implant survival rate. In addition, the implant factors included shape, size, length and surface, which did not affect the implant quality in this study.

Keyword : Implant, Sinus lift, Osteotome, Implant quality, Endo-sinus bone gain, Bone grafting



กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้นั้น ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ผศ.นพ.ทพ.ดร.ชาญชาย วงศ์ชื่นสุนทร ผศ.ทพญ.ดร.ภัทธยาญ แต่บรรพกุล ผศ.ทพ.ดร.สรสัณห์ รังสิยานนท์ รศ.ทพ.ดร.อาทิพันธุ์ พิมพ์ขาวขำ และ ผศ.ทพญ.ดร.ภาวิณีย์ ปฏิพัทธ์วุฒิกุล ดิตรอน ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา และข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์เพื่อการปรับปรุงแก้ไขปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ให้เหมาะสม มีความถูกต้องสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณบุคลากรและคณาจารย์ภาควิชาศัลยศาสตร์และเวชศาสตร์ช่องปาก มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทความรู้ บุคลากรประจำภาควิชาทุกท่านที่ให้คำแนะนำและให้ความช่วยในการดำเนินการต่างๆ อย่างดียิ่ง ตลอดจนเพื่อนๆ นิสิตทันแพทย์มหาวิทยาลัยทุกคนที่คอยให้กำลังใจ ให้ความช่วยเหลือ และกระตุ้นให้เกิดความพยายามในการแก้ไขปัญหาที่เป็นอุปสรรคต่างๆ

ขอขอบคุณ ทพ.มีชัย สมหวังประเสริฐ และเจ้าหน้าที่บุคลากรประจำศูนย์ทันตกรรมเทพารินทร์ โรงพยาบาลเทพารินทร์ ที่ให้ความช่วยเหลือประสานงานรวมถึงอำนวยความสะดวกในทุกๆ เรื่อง เพื่อให้งานวิจัยสำเร็จลุล่วง และขอขอบคุณผู้เข้าร่วมงานวิจัยทุกท่านที่กรุณาสละเวลาในการเข้าร่วมงานวิจัย

สุดท้ายขอขอบคุณ พ่อ แม่ พี่สาว และบุคคลรอบข้างทุกคนที่คอยช่วยเหลือ ให้กำลังใจ และให้การสนับสนุนในเรื่องต่างๆ แก่ผู้วิจัยด้วยดีเสมอมา และเข้าใจในอุปสรรคที่เกิดขึ้นระหว่างวิจัย จนทำให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้อย่างสมบูรณ์ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ภณพร สุขอาจ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ฉ
กิตติกรรมประกาศ.....	ช
สารบัญ	ฌ
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญรูปภาพ	ท
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ที่มาและความสำคัญ	1
คำถามวิจัย.....	3
ความมุ่งหมายของการวิจัย	3
ความสำคัญของการวิจัย	4
ขอบเขตของโครงการวิจัย	4
ตัวแปรที่ศึกษา.....	4
กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัย	5
เกณฑ์การคัดกลุ่มตัวอย่างเข้า (inclusion criteria)	5
เกณฑ์การคัดกลุ่มตัวอย่างออก (exclusion criteria)	6
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	6
กรอบแนวคิดวิจัย	7
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	8
รากเทียม.....	8
การผ่าตัดยกฟันไซนัส	8

การผ่าตัดยกไซนัสกับการปลูกถ่ายกระดูก	11
ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อคุณภาพของรากเทียม	13
ภาพรังสีโคนบีมคอมพิวเตอร์โทโมกราฟี	14
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	16
การกำหนดประชากร/ขนาด/กลุ่มตัวอย่าง.....	16
เกณฑ์การคัดกลุ่มตัวอย่างเข้า (inclusion criteria)	16
เกณฑ์การคัดกลุ่มตัวอย่างออก (exclusion criteria)	17
วิธีการวิจัย.....	17
การวัดผล/ ประเมินผล.....	18
การวิเคราะห์ทางสถิติ.....	23
จริยธรรม	23
บทที่ 4 ผลการวิจัยและวิเคราะห์ข้อมูล.....	24
ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มประชากรที่ศึกษา	24
ข้อมูลของรากเทียม	24
การประเมินหลังการผ่าตัดยกพื้นไซนัสด้วยเทคนิคส่วตอกกระดูกปราศจากการเสริมกระดูก ร่วมกับการใส่รากเทียม	26
การสร้างกระดูกก่อนและหลังการผ่าตัดยกพื้นไซนัสด้วยเทคนิคส่วตอกกระดูกปราศจากการ เสริมกระดูกร่วมกับการใส่รากเทียม	27
ผลการสร้างกระดูกใหม่ในไซนัส (endo-sinus bone gain)	31
บทที่ 5 อภิปรายผลและสรุปผล	39
การสร้างกระดูกใหม่.....	39
ผลการสร้างกระดูกกับรูปร่างของรากเทียม	43
ผลการสร้างกระดูกกับพื้นผิวของรากเทียม.....	46
สรุปผลการศึกษา.....	50

ภาคผนวก.....	51
บรรณานุกรม	58
ประวัติผู้เขียน.....	67



สารบัญตาราง

	หน้า
ตาราง 1 แบบบันทึกค่าการตรวจผู้ป่วย	17
ตาราง 2 ตัวอย่างแสดงการบันทึกค่าพารามิเตอร์	23
ตาราง 3 ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มประชากรที่เข้าร่วมการศึกษา	25
ตาราง 4 แสดงจำนวนตำแหน่งรากเทียม ซี่ฟัน รูป พื้นผิว ขนาด และความยาวของรากเทียม	25
ตาราง 5 แสดงคุณภาพของรากเทียมโดยใช้การประเมินตามหลักของ Bruser.....	27
ตาราง 6 แสดงระดับกระดูกที่เหลืออยู่และการสร้างกระดูกใหม่จากภาพถ่ายภาพรังสีโคนบีม คอมพิวเตอร์โทโมกราฟฟีเมื่อเวลาผ่านไป 6 เดือน.....	28
ตาราง 7 แสดงความสัมพันธ์ของระดับกระดูกที่เหลือก่อนผ่าตัด (residual bone height) และการ สร้างกระดูกใหม่ในไซนัส (endo-sinus bone gain).....	31
ตาราง 8 แสดงความสัมพันธ์ของระยะการยกไซนัส (protrusion) ด้วยส่วตอกกระดูกและการสร้าง กระดูกใหม่ในไซนัส (endo-sinus bone gain)	32
ตาราง 9 แสดงร้อยละการสร้างกระดูกใหม่ในไซนัสในแต่ละกลุ่มของระดับที่ยกไซนัสด้วยส่วตอก กระดูก.....	33
ตาราง 10 แสดงระดับการสร้างกระดูกใหม่ในไซนัสเมื่อจำแนกตามระดับกระดูกที่เหลือก่อนผ่าตัด	34
ตาราง 11 แสดงค่าเฉลี่ยของระดับการสร้างกระดูกใหม่ในไซนัสเมื่อจำแนกตามพื้นผิว ของราก เทียม	35
ตาราง 12 แสดงระดับการสร้างกระดูกใหม่ในไซนัสของผิวรากเทียมออกซิไอสปีดและเอสแอลเอทั้ง 31 ตำแหน่ง	36
ตาราง 13 แสดงค่าเฉลี่ยของระดับการสร้างกระดูกใหม่ในไซนัสเมื่อจำแนกตามรูปทรงของราก เทียม.....	38
ตาราง 14 แสดงข้อมูลการวัดระดับกระดูกจากภาพรังสีโคนบีมคอมพิวเตอร์โทโมกราฟฟีทั้ง 31 ตำแหน่ง	51

ตาราง 15 แสดงตำแหน่งของซี่ฟันและระดับการตอกยกไข่น้ำทั้ง 31 ตำแหน่ง	53
ตาราง 16 แสดงข้อมูลรายละเอียดการสร้างกระดูกใหม่กับรูปร่างของรากเทียมทั้ง 31 ตำแหน่ง	55
ตาราง 17 แสดงการคำนวณทางสถิติโดยใช้ paired sample t-Test เพื่อเปรียบเทียบระดับกระดูก ก่อนและหลังการผ่าตัดยกไข่น้ำ	57
ตาราง 18 แสดงการคำนวณทางสถิติโดยใช้ independent samples t-Test เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย การสร้างกระดูกใหม่ในไข่น้ำเฉลี่ยของรากเทียมรูปร่างทรงตรงและทรงกรวย	57



สารบัญรูปภาพ

	หน้า
ภาพประกอบ 1 แสดงวิธีการผ่าตัดดักไขมันหน้าต่างด้านข้างเทคนิค	9
ภาพประกอบ 2 แสดงวิธีการผ่าตัดดักไขมันผ่านทางผิวกระดูกส่วนยอด	10
ภาพประกอบ 3 ภาพรังสีโคนบีมคอมพิวเตอร์โทโมกราฟฟีทั้งสามระนาบภายหลังการใส่รากเทียม ร่วมกับการผ่าตัดดักไขมันในชั้นที่ 25	20
ภาพประกอบ 4 ภาพรังสีโคนบีมคอมพิวเตอร์โทโมกราฟฟีทั้งสามระนาบก่อนการใส่รากเทียม ที่ 25	21
ภาพประกอบ 5 ภาพรังสีในแนวระนาบแบ่งหน้าหลัง (coronal view) ก่อนและหลังการผ่าตัดดัก ไขมัน	22
ภาพประกอบ 6 แสดงภาพตัวอย่างการอ่านภาพรังสีโคนบีมคอมพิวเตอร์โทโมกราฟฟีในแนวระนาบ แบ่งหน้าหลังของตำแหน่งรากเทียมที่ 17	29
ภาพประกอบ 7 แสดงภาพรังสีโคนบีมคอมพิวเตอร์โทโมกราฟฟีในแนวระนาบแบ่งหน้าหลังของ ตำแหน่งรากเทียมที่ 26	30
ภาพประกอบ 8 แสดงแผนภูมิร้อยละการสร้างกระดูกใหม่ในไขมันในแต่ละกลุ่ม ของระดับที่ยก ไขมันด้วยส่วตอกกระดูก	33
ภาพประกอบ 9 การวิเคราะห์การถดถอย (linear regression) ของระยะการยกไขมันด้วยส่วตอก กระดูกและการสร้างกระดูกใหม่ในไขมัน	57

บทที่ 1

บทนำ

ที่มาและความสำคัญ

ปัจจุบันการรักษาทางทันตกรรมรากเทียมเป็นการรักษาที่ได้รับความนิยมอย่างกว้างขวาง และมีผลสำเร็จสูง ซึ่งสามารถดูได้จากคงอยู่ของรากเทียม (implant survival) และการทำงานในช่องปาก โดยปัจจัยทั้งสองต้องอาศัยสันกระดูกขากรรไกร (alveolar ridge) ที่ควรมีความกว้างและความสูงที่เพียงพอ สำหรับการฝังรากเทียมตำแหน่งที่เหมาะสม⁽¹⁾ ผู้ป่วยที่มีการถอนฟันไปนานมักเกิดการละลายของกระดูก (bone resorption) ซึ่งจะทำให้เกิดการละลายอย่างรวดเร็วใน 6 เดือนแรก ทำให้เกิดสันเหงือกที่เล็กลง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในขากรรไกรบน มักจะเกิดการห้อยต่ำของโพรงอากาศขากรรไกรบน (maxillary sinus) ลงมาาร่วมด้วย ทำให้เป็นอุปสรรคต่อการฝังรากเทียม⁽²⁾

การผ่าตัดยกพื้นไซนัส (sinus lift) เป็นงานศัลยกรรมที่มีจุดมุ่งหมายในการเพิ่มปริมาตรของกระดูกในโพรงอากาศขากรรไกรบนเพื่อที่จะสามารถฝังรากเทียมได้ในตำแหน่งนี้ ปัจจุบันมีการแบ่งวิธีการยกพื้น ไซนัสตามลักษณะหัตถการได้ 2 เทคนิค ได้แก่ เทคนิคที่ 1 เทคนิคหน้าต่างด้านข้าง (lateral window technique) เทคนิคที่ 2 เทคนิคผ่านสันกระดูกขากรรไกร (transcrestal technique) ซึ่งเทคนิคที่ 2 นี้สามารถทำได้ 2 วิธี คือบอลูนเทคนิค (balloon technique) ซึ่งคือการใช้แรงดันจากอากาศหรือของเหลวในการดันผนังไซนัสขึ้นไป ส่วนอีกวิธีคือเทคนิคส่วตอกระดูก (osteotome technique) โดยเทคนิคส่วตอกระดูกนี้มีทั้งวิธีการปราศจากการปลูกถ่ายกระดูก (osteotome sinus floor elevation) และการปลูกถ่ายกระดูก (bone added osteotome sinus floor elevation)⁽³⁾ ซึ่งจะถูกใส่ไว้ได้ต่อโพรงอากาศและสามารถทิ้งไว้ให้เกิดการหายที่สมบูรณ์ก่อนการฝังรากเทียม (2-stage procedure) หรืออาจจะมีฝังรากเทียมร่วมกับการปลูกถ่ายกระดูกพร้อมกัน ก็สามารถทำได้ (1-stage procedure) โดยหลักการเลือกเทคนิคการผ่าตัดยกพื้นไซนัสมักพิจารณาจากความสูงที่เหลือของกระดูก (residual bone height) ใต้ต่อพื้นของโพรงอากาศขากรรไกรบนเป็นสำคัญ หากมีกระดูกอยู่ใต้พื้นของโพรงอากาศขากรรไกรบนมากกว่าหรือเท่ากับ 7 มิลลิเมตร การเลือกใช้ส่วตอกระดูกเทคนิคมักเป็นที่นิยมมากกว่า⁽⁴⁾

เทคนิคส่วตอกระดูกเป็นเทคนิคที่มีขั้นตอนงานศัลยกรรมที่รุกรานน้อยกว่า (lower invasive technique) เนื่องจากมีการผ่าตัดโดยผ่านช่องกระดูกเข้าพื้น จากนั้นจึงใช้ส่วตอกระดูกตอกระดูกบางๆที่มีความหนาประมาณ 1 มิลลิเมตร ที่อยู่ใต้ต่อโพรงอากาศบนเพื่อดันให้ผนังของไซนัส (sinus membrane) ยก ขึ้นไป⁽⁵⁾ ดังนั้นในเทคนิคนี้ไม่จำเป็นต้องผ่าตัดเปิดเหงือกให้กว้าง ซึ่ง

สามารถเข้าทำพร้อมกับการถอนฟันในครั้งเดียวกันได้ ถือเป็นประโยชน์ของผู้ป่วยภายหลังการผ่าตัดที่ผู้ป่วยจะมีความไม่สบาย (discomfort) จากการผ่าตัดน้อยกว่า และการหายของแผลจะเกิดขึ้นเร็วกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับเทคนิคหน้าต่างด้านข้าง⁽⁶⁾

การศึกษาที่ผ่านมาพบอัตราการอยู่รอดของรากเทียม (survival rate) มากกว่าร้อยละ 90 เมื่อศึกษาในผู้ป่วยที่มีการปักรากเทียมแบบมาตรฐาน⁽⁷⁾ และพบว่ามีอัตราการอยู่รอดลดลงเหลือร้อยละ 86.2 เมื่อมีการปักรากเทียมร่วมกับยกฟันไนน์สและเสริมกระดูก⁽⁸⁾ ถึงแม้ว่าอัตราการอยู่รอดของรากเทียมจะอยู่ในระดับที่สูงแต่ยังพบว่ามีความล้มเหลวและภาวะแทรกซ้อนที่เกิดขึ้นทั้งในผู้ป่วยที่ใส่รากเทียมมาตรฐาน หรือร่วมกับการยกฟันไนน์ส มีการรายงานความล้มเหลวระยะเริ่มต้น (early failure) และระยะท้าย (late failure) อยู่ในช่วงระหว่างร้อยละ 0.7-7.4 และ ร้อยละ 2.1-11.3 ตามลำดับ⁽⁹⁾ ผนวกกับราคาการรักษาของรากเทียมเพื่อทดแทนฟันที่สูญเสียไปนั้นค่อนข้างสูงเมื่อเปรียบเทียบกับทางเลือกอื่น ๆ ดังนั้นการทราบถึงปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการอยู่รอดและการล้มเหลวของรากเทียมจึงมีความสำคัญและจำเป็นต่อการวางแผนการรักษาให้ผู้ป่วยเพื่อที่จะช่วยให้รากเทียมมีอัตราการอยู่รอดที่เพิ่มขึ้นและลดอัตราการล้มเหลว

มีการศึกษาถึงปัจจัยที่มีผลต่อความสำเร็จและการอยู่รอดของรากเทียมโดยสามารถจำแนกได้หลายด้าน คือ ด้านกายภาพของผู้ป่วย เช่น เพศ อายุ โรคประจำตัว การสูบบุหรี่ ดัชนีมวลกาย ในขณะเดียวกัน ลักษณะของรากเทียม เช่น ขนาด ความยาว พื้นผิว รูปทรงของรากเทียม รวมถึงตำแหน่งของรากเทียม ในช่องปากก็สามารถส่งผลต่อความสำเร็จและการอยู่รอดของรากเทียมได้เช่นกัน^(7, 10) โดยได้มีการศึกษาในผู้ป่วยที่ได้รับการปักรากเทียมแบบมาตรฐานหรือร่วมกับการเสริมกระดูก (grafting)⁽¹¹⁾ ทั้งเทคนิค ต่างๆ เช่นการปลูกกระดูกแบบชิ้น (block graft) หรือการผ่าแบ่งสันกระดูกร่วมกับการปักรากเทียม (split ridge)⁽¹²⁾ อย่างไรก็ตามยังไม่มีการศึกษาถึงปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับความสำเร็จหรือการอยู่รอดของรากเทียมในผู้ป่วยที่ได้รับการปักรากเทียมร่วมกับการผ่าตัดยกฟันไนน์สด้วยเทคนิคส่วตอกกระดูกปราศจากการเสริมกระดูก

หนึ่งในปัจจัยที่ส่งเสริมคุณภาพของรากเทียมในช่องปากคือการมีกระดูกยึดกับรากเทียมโดยเฉพาะอย่างยิ่งในบริเวณปลายรากเทียม (apical) ซึ่งมีความสำคัญต่อการให้เสถียรภาพหลังปักทันที (primary stability) และส่งผลต่อเสถียรภาพเมื่อมีการใช้งานนานไปในอนาคต⁽¹³⁾ การใส่กระดูกระหว่างการผ่าตัดยกฟันไนน์สนั้นเป็นวิธีที่รู้จักกันดีและเป็นที่ยอมรับเพื่อเพิ่มความมั่นใจว่าช่องว่างที่เกิดขึ้นระหว่างฟันของโพรงอากาศกับผนังของโพรงอากาศนั้นจะมีการสร้างกระดูกใหม่อย่างแน่นอน โดยมีการศึกษา ที่พบว่าการปลูกกระดูกร่วมกับการยกฟันไนน์สเป็นปัจจัยที่ช่วยเพิ่ม

ความสำเร็จของรากเทียม⁽¹⁴⁾ ช่วยลดอัตราความล้มเหลว ในระยะยาวของรากเทียมที่มีการยกพื้น ไซนัสร่วมด้วย เนื่องจากกระดูกที่ปลูกถ่ายในไซนัสจะช่วยกระตุ้น ให้มีการสร้างกระดูกใหม่ขึ้นใน บริเวณนี้⁽¹⁵⁾ อย่างไรก็ตามความจำเป็นของการปลูกถ่ายกระดูกร่วมกับการ ผ่าตัดยกพื้นไซนัสนั้นก็ ยังเป็นคำถามที่ยังถกเถียงกันในปัจจุบัน โดยการศึกษาที่ผ่านมารายงานว่ามีการสร้าง กระดูกใหม่ ในพื้นโพรงอากาศ (endo-sinus bone gain) โดยปราศจากการปลูกถ่ายกระดูกที่ตำแหน่งปลาย รากเทียม^(16, 17) โดยใช้ระยะเวลาในการเกิดการสร้างกระดูกขึ้นใหม่ในพื้นที่โพรงอากาศระดับสูง ที่สุดคือ 6 เดือนถึง 1 ปีแรก และค่อยๆลดลงในปีต่อมา^(18, 19)

ดังนั้นจึงนำมาสู่การศึกษาถึงปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของรากเทียมที่มีการยกพื้นไซนัส ด้วยเทคนิคสวิตตอกกระดูกปราศจากการเสริมกระดูก รวมทั้งศึกษาการสร้างกระดูกใหม่บริเวณราก เทียมภายหลังการผ่าตัดยกพื้นไซนัสด้วยเทคนิคนี้ โดยการศึกษาในครั้งนี้จะทำการประเมินปัจจัยที่ ทำให้รากเทียมคงอยู่และใช้งานได้ในช่วงปาก ร่วมกับการตรวจทางคลินิก คือ ปัจจัยของรากเทียม ได้แก่ ขนาด ความยาว ลักษณะพื้นผิว รูปทรงและมีการติดตามการสร้างกระดูกด้วยการตรวจด้วย ภาพรังสีโคนบีมคอมพิวเตอร์โทโมกราฟี (cone-beam computed tomography) เนื่องจากเป็น ภาพรังสีที่สามารถเห็นกายวิภาคของไซนัสได้ทั้งสามมิติ โดยมีการบิดเบี้ยวของภาพ (distortion) น้อยที่สุด⁽²⁰⁾ ทำให้สามารถเห็นการสร้างกระดูกใหม่ในไซนัสได้แม่นยำและชัดเจนหลังการผ่าตัดยก พื้นไซนัสไปแล้ว 6 เดือน โดยผลที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการวางแผนการรักษา และลดอัตราความล้มเหลวเพื่อช่วยเพิ่มอัตราความสำเร็จของการใส่รากเทียมร่วมกับผ่าตัดยกพื้น ไซนัสด้วยเทคนิคสวิตตอกกระดูกปราศจากการเสริมกระดูกได้ในอนาคต

คำถามวิจัย

1. หลังการผ่าตัดยกพื้นไซนัสด้วยเทคนิคสวิตตอกกระดูกปราศจากการเสริมกระดูกร่วมกับการใส่ รากเทียมมีการสร้างกระดูกใหม่บริเวณรากเทียมหรือไม่
2. ปัจจัยของรากเทียม ได้แก่ ขนาด ความยาว ลักษณะพื้นผิวและรูปทรง มีผลต่อคุณภาพของ รากเทียมภายหลังการผ่าตัดยกพื้นไซนัสด้วยเทคนิคสวิตตอกกระดูกปราศจากการเสริมกระดูก หรือไม่

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบระดับกระดูกบริเวณรากเทียมก่อนและหลังการผ่าตัดยกพื้นไซนัสด้วย เทคนิคสวิตตอกกระดูกปราศจากการเสริมกระดูกร่วมกับการใส่รากเทียม โดยวัดผลด้วยภาพรังสี โคนบีมคอมพิวเตอร์โทโมกราฟีภายหลัง 6 เดือน

2. เพื่อศึกษาปัจจัยของรากเทียมได้แก่ ขนาด ความยาว ลักษณะพื้นผิวและรูปทรง ที่มีผลต่อคุณภาพของรากเทียมภายหลังการผ่าตัดยกฟันขึ้นด้วยเทคนิคสื้ตอกกระดูกปราศจากการเสริมกระดูก

ความสำคัญของการวิจัย

ผลที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้ทำให้ทราบปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของรากเทียมร่วมกับการผ่าตัดยกฟันขึ้นด้วยเทคนิคสื้ตอกกระดูกปราศจากการเสริมกระดูก รวมทั้งทราบว่ามีการสร้างกระดูกบริเวณรากเทียมหรือไม่ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการวางแผนการรักษาที่เหมาะสมและอาจช่วยลดอัตราความล้มเหลวในเทคนิคนี้ รวมทั้งทราบว่ากระดูกในกรณีฝังรากเทียมร่วมกับการผ่าตัดยกฟันขึ้นนั้นมีความจำเป็นหรือไม่

ขอบเขตของโครงการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นงานวิจัยประยุกต์ เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของรากเทียมร่วมกับการผ่าตัดยกฟันขึ้นด้วยเทคนิคสื้ตอกกระดูกปราศจากการเสริมกระดูก และศึกษาการสร้างกระดูกใหม่บริเวณรากเทียมภายหลังการผ่าตัดยกฟันขึ้นด้วยเทคนิคสื้ตอกกระดูกปราศจากการเสริมกระดูกเมื่อวัดผลด้วยภาพรังสีโคนบีมคอมพิวเตดโทโมกราฟีภายหลัง 6 เดือน

ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรอิสระ

- 1.1 ขนาดของรากเทียม
- 1.2 ความยาวของรากเทียม
- 1.3 ลักษณะพื้นผิวของรากเทียม
- 1.4 รูปทรงของรากเทียม

2. ตัวแปรตาม

- 2.1 ไม่พบอาการเจ็บปวดหรือความไม่สบายเนื่องจากรากเทียม
- 2.2 ไม่พบลักษณะการติดเชื้อและหนองบริเวณรอบๆรากเทียม
- 2.3 ไม่พบการโยกคลอนของรากเทียม

2.4 ไม่พบลักษณะรอยโรคเงาดำที่มีความต่อเนื่องรอบๆรากเทียม

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัย

จำนวนรากเทียม 31 ตำแหน่ง

เกณฑ์การคัดกลุ่มตัวอย่างเข้า (inclusion criteria)

- ตำแหน่งรากเทียมที่มีการยกพื้นไซนัสด้วยบริเวณพื้นหลังทั้งหมดของขากระดูกกรอบน (ซี่ 14-17 และ 24-27) และได้รับการยกพื้นไซนัสด้วยเทคนิคส่วตอกกระดูกปราศจากการปลูกกระดูกมาแล้ว 6 เดือน จากคณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒหรือโรงพยาบาลเทพธารินทร์ โดยผู้ป่วยจะต้องมีข้อมูลในประวัติผู้ป่วยครบถ้วนดังนี้
 - ผู้ป่วยต้องได้รับการผ่าตัดยกพื้นไซนัสด้วยส่วตอกกระดูกปราศจากการเสริมกระดูกด้วยวิธีมาตรฐาน คือจะต้องมีการใช้ส่วตอกกระดูกยึดข้อเดียวกันกับรากเทียมและขนาดเดียวกับหัวกรอดัดกระดูกตัวสุดท้าย (final drill) ของรากเทียมยึดข้อเดียวกัน โดยต้องเริ่มการตอกยกไซนัสเมื่อมีกระดูกเหลืออยู่ก่อนพื้นไซนัสประมาณ 1 มิลลิเมตร
 - มีภาพรังสีโคนบีคอมพิวเตอร์โมกราฟีก่อนการผ่าตัดยกไซนัสที่ตำแหน่งที่ต้องการใส่รากเทียม
 - ผู้ป่วยไม่เคยมีประวัติไซนัสอักเสบก่อนได้รับการปลูกรากเทียม
 - ผู้ป่วยมีระดับกระดูกที่เหลืออยู่ก่อนยกไซนัส อย่างน้อย 5 มิลลิเมตร
 - มีการบันทึกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ยึดข้อ และความยาวของรากเทียม
- ผู้ป่วยทั้งหมดต้องไม่มีโรคประจำตัว หรือถ้ามีต้องเป็นโรคทางระบบแบบไม่ติดต่อ (noncommunicable diseases :NCDs) เช่น เบาหวาน ความดันโลหิตสูง ไขมันในเลือดสูง ที่อยู่ภายใต้การควบคุมของแพทย์และรับประทานยาสม่ำเสมอ
- ผู้ป่วยต้องไม่สูบบุหรี่ หรือ มีประวัติเลิกสูบบุหรี่มาแล้วอย่างน้อย 1 ปี
- ผู้ป่วยต้องไม่ติดสุราเรื้อรัง
- ผู้ป่วยทั้งหมดได้รับการใส่ครอบฟันแล้วไม่เกิน 2 เดือน

เกณฑ์การคัดกลุ่มตัวอย่างออก (exclusion criteria)

- ผู้ป่วยมีการใส่ฟันเทียมถอดได้ระหว่างช่วงรอการหายของแผลหลังใส่รากเทียม
- ผู้ป่วยที่ยังคงมีอาการไซนัสอักเสบ เมื่อวัดผลที่ 6 เดือน

นิยามศัพท์เฉพาะ

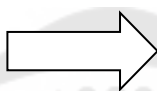
งานวิจัยนี้จะนิยามคุณภาพของรากเทียมแบ่งเป็น 3 ระดับตามหลักของ Buser⁽²¹⁾ โดยมีเกณฑ์ดังนี้ 1. ไม่พบการโยกคลอนของรากเทียม 2. ไม่พบอาการเจ็บปวดเนื่องจากรากเทียม 3. ไม่พบลักษณะการติดเชื่อมร่วมกับการเป็นหนองบริเวณรอบๆรากเทียม 4. ไม่พบลักษณะรอยโรคเงาดำที่มีความต่อเนื่องรอบๆรากเทียม โดยงานวิจัยนี้จะนิยามคุณภาพของรากเทียมแบ่งเป็น 3 ระดับได้แก่

1. **ระดับพึงพอใจ (satisfied group)** หมายถึง ผู้ป่วยที่มีเกณฑ์ครบตามหลักของ Buser ทั้ง 4 ข้อ
2. **ระดับไม่พึงพอใจ (unsatisfied group)** หมายถึง ผู้ป่วยที่มีเกณฑ์ตามหลักของ Buser อย่างน้อย 1 ข้อ
3. **ระดับล้มเหลว (failure group)** ได้แก่ ผู้ป่วยที่มีรากฟันเทียมหลุดไปจากช่องปาก เมื่อนัดมาตรวจที่เวลา 6 เดือน

กรอบแนวคิดวิจัย

ตัวแปรต้น

1. ระดับกระดูกที่เหลืีก่อนการผ่าตัด
2. ระดับการตอกยกไขน้ส
3. ขนาดของรากเทียม
4. ความยาวของรากเทียม
5. ลักษณะพื้นผิวของรากเทียม
6. รูปทรงของรากเทียม



ตัวแปรตาม

1. ระดับการสร้างกระดูกใหม่ในไขน้ส
2. คุณภาพของรากเทียม ได้แก่
 - ✓ ไม่พบอาการเจ็บปวดหรือความไม่สบายเนื่องจากรากเทียม
 - ✓ ไม่พบลักษณะการติดเชื้อและหนองบริเวณรอบๆรากเทียม
 - ✓ ไม่พบการโยกคลอนของรากเทียม
 - ✓ ไม่พบลักษณะรอยโรคเงาดำที่มีความต่อเนื่องรอบๆรากเทียม

สมมติฐานวิจัย

1. มีการสร้างกระดูกใหม่บริเวณรากเทียมภายหลังการผ่าตัดยกพื้นไขน้สด้วยเทคนิคส่วตอกกระดูกปราศจากการเสริมกระดูกร่วมกับการใส่รากเทียม เมื่อวัดผลด้วยภาพรังสีโคนบีมคอมพิวเตดโทโมกราฟีภายหลัง 6 เดือน

2. ปัจจัยของรากเทียมได้แก่ ขนาด ความยาว ลักษณะพื้นผิว และรูปทรง มีผลต่อคุณภาพของรากเทียมภายหลังการผ่าตัดยกพื้นไขน้สด้วยเทคนิคส่วตอกกระดูกปราศจากการเสริมกระดูก

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

รากเทียม

ในปัจจุบันมีการใช้รากเทียมกันอย่างกว้างขวาง เพื่อบูรณะสุขภาพช่องปากและฟันสำหรับผู้ป่วยที่สูญเสียฟันบางส่วนหรือสูญเสียฟันทั้งปาก ความสำเร็จของการใช้รากเทียมขึ้นกับความเพียงพอด้านคุณภาพและปริมาณของกระดูกบริเวณที่จะรองรับรากเทียม และเป็นฐานคำนวณฟันเทียมที่จะสร้างขึ้นบนรากเทียม ดังนั้นบริเวณที่ต้องการใส่รากเทียมจำเป็นต้องมีปริมาณกระดูกมากพอ⁽¹⁾ ทั้งในแนวความกว้างและความสูง รวมถึงความหนาแน่นของกระดูกควรมีมากพอ เพื่อรองรับรากเทียมให้ยึดประสาน (osseointegration) ที่มั่นคงและมีเสถียรภาพ

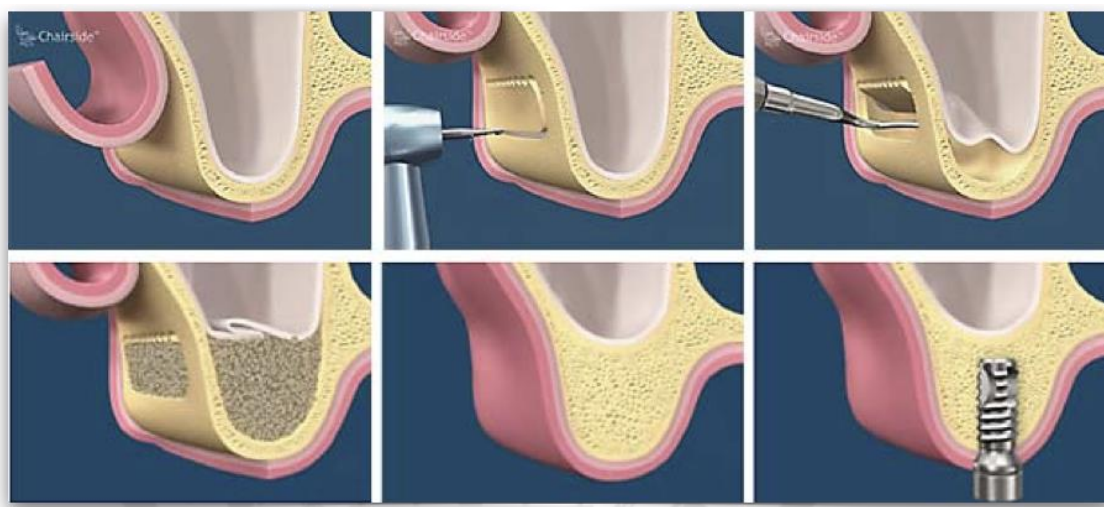
ในกรณีที่ความสูงของกระดูกไม่พอ การผ่าตัดเพื่อเสริมสร้างปริมาณสันกระดูกเป็นวิธีการแก้ปัญหาดังกล่าว โดยใช้กระดูกจากผู้ป่วยหรือใช้กระดูกเทียม การนำกระดูกที่ได้จากตัวผู้ป่วยเพื่อเสริมการสร้างกระดูกขากรรไกรร่วมกับรากฟันเทียมเป็นวิธีที่ได้ผลสำเร็จสูง เนื่องจากมีเซลล์สร้างกระดูกอยู่มาก และไม่เกิดปฏิกิริยาการแพ้ แต่การใช้กระดูกจากตัวผู้ป่วยเองนั้นต้องผ่าตัดตำแหน่งที่สอง ซึ่งเป็นตำแหน่งที่นำกระดูกมาปลูก เช่นการใช้กระดูกบริเวณคาง (symphysis) หรือ บริเวณฟันกรามล่าง (retromolar) มีการนำวัสดุทดแทนกระดูกมาใช้เพื่อปลูกกระดูก เพื่อลดการผ่าตัดตำแหน่งที่สอง เช่นการใช้กระดูกปลูกถ่ายจากสัตว์ (xenograft) หรือกระดูกสังเคราะห์ (alloplast)⁽²²⁾

ผลสำเร็จของการใช้รากเทียมเพื่อทดแทนฟันที่ถูกถอนไปในกระดูกขากรรไกรบนน้อยกว่าในกระดูกขากรรไกรล่าง เนื่องจากกระดูกขากรรไกรบนมีความหนาแน่นต่ำ และกระดูกมีลักษณะพรุน⁽⁴⁾ ในผู้ป่วยที่สูญเสียฟันกรามบนไปเป็นเวลาหลายปีโพรงอากาศแม็กซิลลา หรือโพรงไซนัส มีการขยายตัว (pneumalization) ย้อยต่ำลง ทำให้ความสูงของสันกระดูกเหลือน้อย ความล้มเหลวของรากเทียมบริเวณฟันกรามบนจะมีมาก⁽²⁾

การผ่าตัดยกฟันไซนัส

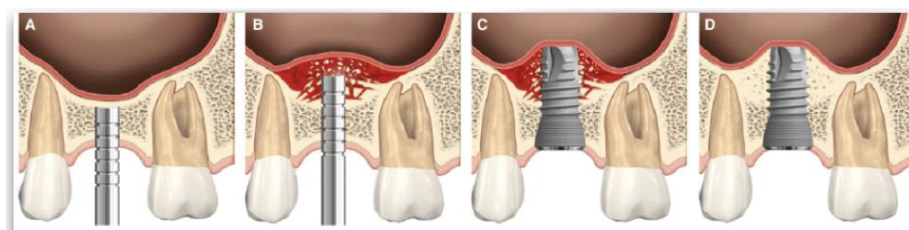
การผ่าตัดยกโพรงไซนัสเป็นวิธีหนึ่งที่ใช้เพิ่มปริมาณความสูงของกระดูก เทคนิคการยกฟันไซนัสถูกนำมารายงานครั้งแรกเมื่อปี 1976 โดย Tatam⁽²³⁾ ได้เสนอเทคนิคการยกฟันไซนัสคือหน้าต่างด้านข้างเทคนิค (lateral window technique) และได้มีการพัฒนาต่อมาเป็นเทคนิคส่วตอกกระดูก (osteotome) โดย Summer⁽⁵⁾ ในปี 1994

เทคนิคหน้าต่างด้านข้างคือการเปิดช่องของกระดูกที่บริเวณด้านแก้ม เพื่อที่จะสามารถมองเห็นและใช้เครื่องมือเพื่อยกเยื่อบุโพรงอากาศได้ ดังนั้นช่องที่ใช้เปิดจะมีขนาดกว้างอย่างน้อยที่สุดให้เครื่องมือที่ใช้ยกเยื่อบุโพรงอากาศเข้าไปได้ถึงผนังทุกด้านโดยเฉพาะด้านใกล้กลาง (medial wall) เพื่อต้องการให้มีพื้นที่เพียงพอสำหรับการใส่กระดูกต่อไป⁽²⁴⁾ และมีหลายการศึกษาที่แนะนำให้ใช้เยื่อ (membrane) ปิดช่องหน้าต่างหลังจากมีการเสริมกระดูกเสร็จแล้ว เนื่องจากจะทำให้ปริมาณกระดูกที่สร้างใหม่เพิ่มมากกว่าการไม่ใช้เยื่อปิดช่องหน้าต่าง^(23, 25)



ภาพประกอบ 1 แสดงวิธีการผ่าตัดยกไซนัสหน้าต่างด้านข้างเทคนิค

เทคนิคส่วตอกระดูกคือการผ่าตัดยกไซนัสผ่านทางผิวกระดูกส่วนยอด (transcrestal approach) เป็นหัตถการที่สามารถผ่าตัดโดยการเปิดเหงือกหรือไม่เปิดเหงือก (flapless) ก็ได้ โดยมักทำร่วมกับการใส่รากเทียมเสมอเพราะต้องใช้หัวกรอของรากเทียม (implant drills) โดยการใช้หัวกรอขนาดเล็กที่สุดของระบบรากเทียม ส่วนใหญ่มักมีขนาด 2 มิลลิเมตร เป็นขนาดที่เล็กที่สุดกรอลงไปในพื้นที่ที่ต้องการปักรากเทียมโดยมีระยะความลึกที่น้อยกว่าพื้นของไซนัสประมาณ 1 มิลลิเมตร จากนั้นขยายขนาดให้ได้ขนาดที่ต่ำกว่าเส้นผ่านศูนย์กลางของรากเทียมที่จะใส่ประมาณ 0.5-1.2 มิลลิเมตร แล้วจึงใช้ส่วตอกระดูกค่อยๆ ตอออกเพื่อยกพื้นไซนัสขึ้นไป ซึ่งทันตแพทย์จะทราบได้จากความต้านทาน (resistance) ระหว่างส่วตอกระดูกกับกระดูกที่เปลี่ยนแปลงไป หรือทราบได้จากเสียงขณะตอที่เปลี่ยนแปลงไป⁽²⁴⁾



ภาพประกอบ 2 แสดงวิธีการผ่าตัดยกไซนัสผ่านทางผิวกระดูกส่วนยอด

หลักการพิจารณาเลือกวิธีผ่าตัดยกพื้นไซนัสนั้นขึ้นอยู่กับปริมาณของกระดูกที่เหลืออยู่ใต้ต่อพื้นโพรงอากาศ ซึ่งสามารถจำแนกได้ตามกลุ่มเอและ บี (a and b classes) คือ 10 และ 7-9 มิลลิเมตร ตามลำดับ สามารถใช้การผ่าตัดด้วยเทคนิคส่วตอกกระดูกโดยผ่านทางผิวกระดูกส่วนยอด อย่างไรก็ตาม หากกระดูกที่เหลืออยู่จัดอยู่ในกลุ่มซีและดี (c and d classes) คือ 4-6 และ 1-3 มิลลิเมตร แนะนำว่าควรใช้เทคนิคหน้าต่างด้านข้าง (lateral window technique) ร่วมกับการปลูกกระดูกมากกว่า⁽²⁶⁾

สำหรับการพิจารณาช่วงเวลาการใส่รากเทียม ซึ่งหากยึดตามหลักการดั้งเดิมในกลุ่มผู้ป่วยที่มีคุณภาพกระดูกที่ดีหรือมีกระดูกที่เหลืออยู่ (residual bone height) ใต้ต่อพื้นโพรงอากาศมากกว่าหรือเท่ากับ 5-6 มิลลิเมตร การฝังรากเทียมร่วมกับการปลูกถ่ายกระดูกพร้อมกันด้วยหรือไม่ก็สามารถทำได้พร้อมกับการยกพื้นไซนัส⁽²⁷⁾ ในทางกลับกันหากกระดูกของผู้ป่วยมีคุณภาพต่ำหรือมีกระดูกที่เหลืออยู่ใต้ต่อพื้นโพรงอากาศน้อยกว่า 5 มิลลิเมตร มีข้อแนะนำว่าควรใช้เทคนิคหน้าต่างด้านข้าง ร่วมกับการปลูกถ่ายกระดูกด้วยเสมอ สำหรับช่วงเวลาการใส่รากเทียมในเทคนิคนี้แนะนำว่าสามารถทำได้ทั้งแบบ 1 หรือ 2 ขั้นตอน (1-stage lateral antrostomy or 2-stage lateral antrostomy) ซึ่งกระดูกที่เหลืออยู่จะเป็นปัจจัยสำคัญในการตัดสินใจ⁽²⁸⁾

ดังนั้นจะเห็นว่าเทคนิคส่วตอกกระดูกมีประโยชน์สำคัญคือมีขั้นตอนงานศัลยกรรมที่รุกรานน้อยกว่า (less invasive) และใช้เวลาในการผ่าตัดน้อยกว่าเทคนิคหน้าต่างด้านข้าง เนื่องจากเปิดแผลผ่าตัดที่กว้างน้อยกว่า ดังนั้นความไม่สบาย (less discomfort) หลังผ่าตัดจึงมีน้อยกว่า ผู้ป่วยมีค่าใช้จ่ายในการผ่าตัดน้อยกว่าเนื่องจากเป็นเหตุการณ์ที่เล็กกว่าและหากมีการเสริมกระดูกร่วมกับการผ่าตัด จะใช้ปริมาณกระดูกที่น้อยกว่า ค่าใช้จ่ายจึงน้อยกว่าด้วย อีกทั้งเทคนิคส่วตอกกระดูกยังช่วยเสริมความแน่นของกระดูกซึ่งก่อให้เกิดความเสถียรแรกเริ่มฝังรากเทียมที่ดี (initial implant stability) และประหยัดเวลาผู้ป่วยมากกว่าเนื่องจาก สามารถทำได้ภายหลังที่ทำการร่วมกับการใส่รากเทียมในครั้งเดียวกัน อย่างไรก็ตามเทคนิคการผ่าตัดยกพื้นไซนัสด้วยส่วตอกกระดูกถือได้ว่าเป็นเทคนิคปิด (blind technique) เนื่องจากมีเพียงทันตแพทย์

ผู้กำลังผ่าตัดเท่านั้นที่ทราบความรู้สึกที่เปลี่ยนไปขณะใช้ส่วตอกกระดูก ซึ่งเป็นสิ่งที่จะบอกให้ทราบว่าระยะของส่วตอกกระดูกนั้นถึงเยื่อโพรงอากาศแล้วเนื่องจากไม่สามารถมองเห็นได้โดยตรงซึ่งเป็นข้อด้อย เมื่อเปรียบเทียบกับเทคนิคหน้าต่างด้านข้าง และมีข้อจำกัดในการยกพื้นโพรงไซนัสที่มากกว่า 5-6 มิลลิเมตร⁽²⁸⁾ โดย พบความเสี่ยงที่จะทะลุเยื่อโพรงอากาศเพิ่มมากขึ้น ซึ่งการทะลุของเยื่อโพรงอากาศจะนำไปสู่โอกาสการติดเชื้อในไซนัสภายหลังตามมาได้⁽³⁾

การผ่าตัดยกไซนัสกับการปลูกถ่ายกระดูก

เทคนิคการผ่าตัดยกพื้นไซนัสด้วยส่วตอกกระดูกตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันนั้นประกอบไปด้วยการยกพื้นโพรงอากาศ ด้วยส่วตัดกระดูกผ่านผิวกระดูกส่วนยอด แล้วตามด้วยการปลูกถ่ายกระดูกร่วมกับการฝังรากเทียมทันที จากนั้นจึงรอให้เกิดกระดูกเชื่อมประสาน(osteointegration) ประมาณ 3-4 เดือน เพื่อให้มีกระดูกอยู่บริเวณรอบรากเทียม⁽²⁹⁾ โดยการใส่กระดูกระหว่างการผ่าตัดยกพื้นไซนัสนั้นเป็นวิธีที่รู้จักกันดีและเป็นที่ยอมรับเพื่อเพิ่มความมั่นใจว่าช่องว่างที่เกิดขึ้นระหว่างพื้นของโพรงอากาศกับผนังของโพรงอากาศนั้น จะมีการสร้างกระดูกใหม่อย่างแน่นอน โดยมีการศึกษาที่พบว่าการปลูกกระดูกร่วมกับการยกพื้นไซนัสเป็นปัจจัยที่ช่วยเพิ่มความสำเร็จของรากเทียม⁽¹⁴⁾ ช่วยลดอัตราความล้มเหลวในระยะยาวของรากเทียมที่มีการยกพื้นไซนัสร่วมด้วย เนื่องจากกระดูกที่ปลูกถ่ายในไซนัสจะช่วยกระตุ้นให้มีการสร้างกระดูกใหม่ขึ้นในบริเวณนี้⁽¹⁵⁾ เช่นเดียวกับการศึกษาของ Nakajima⁽³⁰⁾ ที่ใช้ภาพรังสีโคนปีมคอมพิวเตอร์โทโมกราฟีในการประเมินการเปลี่ยนแปลงของกระดูกภายหลังการผ่าตัดยกไซนัสด้วยเทคนิคตอกกระดูกร่วมกับการเสริมกระดูกก่อนใส่รากฟันเทียม โดยการศึกษานี้เป็นการศึกษาย้อนหลังในผู้ป่วย 15 คน โดยติดตามผลการอยู่รอดจากหลักการของ Buser⁽²¹⁾ ผู้วิจัยได้ทำการเปรียบเทียบระดับกระดูกที่สร้างใหม่จากกระดูกเทียมชนิดต่างๆที่ถูกเสริมเข้าไปหลังยกพื้นไซนัสจากถ่ายภาพรังสีโคนปีมคอมพิวเตอร์โทโมกราฟีก่อนและหลังการผ่าตัดยกไซนัสทันที และภายหลังการผ่าตัดยกไซนัส 6 เดือน พบว่ามีค่าเฉลี่ยของโพรงอากาศที่ถูกยก 7.28 มิลลิเมตรและความสูงของกระดูกสร้างใหม่ในโพรงไซนัสเฉลี่ยประมาณ 5.65 มิลลิเมตร เมื่อวัดผลภายหลังการผ่าตัด 6 เดือน จากผลการศึกษาผู้วิจัยจึงแนะนำว่าการใส่กระดูกร่วมกับการผ่าตัดยกไซนัสจะทำให้ได้ผลที่น่าพอใจและมีกระดูกที่เพียงพอต่อขนาดรากเทียมที่ต้องการใส่ในบริเวณนั้นๆ

อย่างไรก็ตามเทคนิคการผ่าตัดยกพื้นไซนัสร่วมกับการปลูกกระดูกยังพบว่ามีข้อด้อยได้แก่การทะลุของเยื่อโพรงอากาศขากรรไกรบนเมื่อมีการยกพื้นโพรงอากาศร่วมกับการปลูกกระดูกร่วมด้วย เนื่องจากขั้นตอนของหัตถการขณะปลูกกระดูกจะเป็นการเพิ่มแรงดันให้มากขึ้น

จึงยังเป็นการเพิ่มโอกาสการทะลุของเยื่อโพรงอากาศที่มากขึ้นเช่นกัน⁽³¹⁾ และยังมีรายงานที่พบว่าระหว่างที่มีการปลูกถ่ายกระดูกสู่โพรงอากาศด้วยเครื่องมือสืวตอกกระดูกนั้นอาจจะเพิ่มความเสี่ยงที่จำเป็นต้องเพิ่มขนาดของรากเทียม (diameter) ที่จะถูกใส่เป็นขั้นตอนถัดมาด้วย⁽³²⁾

มีการศึกษาที่แสดงให้เห็นถึงความสำเร็จของการผ่าตัดยกพื้นไซนัสด้วยเทคนิคสืวตอกกระดูกปราศจากการปลูกถ่ายกระดูก โดยมีหลักการคือ เมื่อมีช่องระหว่างผนังไซนัสและพื้นไซนัส จะเกิดการสร้างกระดูกในตำแหน่งนี้⁽³³⁾ โดยมีการศึกษาที่อธิบายถึงกระบวนการสร้างกระดูกใหม่ภายในโพรงอากาศแม้ไม่มีการปลูกถ่ายกระดูกร่วมด้วยว่า เมื่อมีการยกเยื่อของโพรงอากาศจะเกิดการกระตุ้นให้เกิดการสร้างกระดูกใหม่จากการก่อตัวของไฟบรินที่แข็งตัว (formation of fibrin clot) ในตำแหน่งที่ถูกยก จากนั้นการก่อตัวของไฟบรินที่แข็งตัวจะมีความสามารถที่จะเหนี่ยวนำให้เกิดการสร้างกระดูก (osteoinduction) ที่บริเวณนี้⁽³⁴⁾ เช่นเดียวกับการทดลองศึกษาในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมที่พบการสร้างกระดูกใหม่ในตำแหน่งที่ติดกับเยื่อโพรงอากาศเมื่อมีการวัดผลด้วยภาพทางพยาธิวิทยา⁽³⁵⁾ แต่ยังคงขาดข้อมูลที่มีการวัดผลเช่นเดียวกันนี้ในมนุษย์

มีหลายการศึกษาซึ่งรายงานถึงความสำเร็จของการสร้างกระดูกใหม่ในไซนัสเมื่อมีการยกพื้นไซนัสโดยใช้เทคนิคสืวตอกกระดูกปราศจากการปลูกถ่ายกระดูก โดย Hatano พบมีการสร้างกระดูกขึ้นใหม่ในไซนัส เมื่อวัดผลด้วยภาพถ่ายรังสีที่ 6 เดือนและ 34 เดือน⁽³⁶⁾ เช่นเดียวกับการศึกษาของ Sohn และคณะ รายงานว่ามีการสร้างกระดูกขึ้นใหม่ เมื่อทำการวัดด้วยภาพถ่ายรังสีและการตรวจทางพยาธิวิทยา (radiographic and histologic images) ภายหลังการฝังรากเทียมร่วมกับเทคนิคสืวตอกกระดูกปราศจากการปลูกถ่ายกระดูกไปแล้วเป็นเวลา 6 เดือน⁽³⁷⁾

นอกจากนั้นยังมีการศึกษาไปข้างหน้าโดย Nedir ซึ่งติดตามผลการรักษาเป็นเวลา 10 ปี ภายหลังจากการผ่าตัดยกไซนัสด้วยสืวตอกกระดูกปราศจากการเสริมกระดูก มีผู้เข้าร่วมงานวิจัยทั้งหมดจำนวน 17 คน โดยมีการประเมินในปีที่ 1, 3, 5 และ 10^(18, 33, 38, 39) โดยการประเมินผลในปีที่ 1 เป็นการศึกษาแบบเริ่มต้น (pilot study) แสดงให้เห็นถึงความสำเร็จในการสร้างกระดูกใหม่ของผนังไซนัสซึ่งได้จากการตรวจประเมินความอยู่รอดตามหลักของ Buser⁽²¹⁾ คือไม่พบการโยกคลอนของรากเทียม (implant mobility), ไม่พบอาการเจ็บปวดเนื่องจากรากเทียม, ไม่พบลักษณะการติดเชื้อและเป็นหนองบริเวณรอบๆรากเทียมและไม่พบลักษณะรอยโรคเงาดำที่มีความต่อเนื่องรอบๆรากเทียม อย่างไรก็ตามในการศึกษานี้ ผู้วิจัยได้ใช้การถ่ายภาพรังสีชนิดรอบปลายราก (periapical film) มาเป็นตัววัด ซึ่งพบว่ามีข้อจำกัด เนื่องจากข้อมูลเป็นภาพสองมิติ ภาพที่ถ่ายเพื่อประเมินผลในปีนั้นๆจำเป็นต้องมีตำแหน่งและมุมเดียวกันในการถ่าย และการกำหนดจุดที่ต้องการวัดในตำแหน่งเดียวกันเพื่อใช้เป็นจุดอ้างอิง เพื่อให้ผลการศึกษามีความแม่นยำ น่าเชื่อถือ และ

สามารถนำมาเปรียบเทียบกันได้ ดังนั้นในปัจจุบันมีหลายการศึกษาที่มีการใช้ภาพรังสีโคนบีม คอมพิวเตอร์โทโมกราฟีซึ่งแสดงผลเป็นภาพสามมิติมาใช้เป็นเครื่องมือประเมินแทนภาพรังสีใน ช่องปาก

จากการทบทวนวรรณกรรมที่ผ่านมาจะเห็นได้ว่าอย่างไรก็ตามความจำเป็นของการปลูกถ่าย กระดูกร่วมกับการผ่าตัดยกพื้นไซนัสนั้นก็ยังเป็นคำถามที่ยังถกเถียงกันในปัจจุบัน

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อคุณภาพของรากเทียม

มีการศึกษาที่ศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยที่ส่งผลต่อการอยู่รอดของรากเทียมแบบมาตรฐานโดย แบ่งเป็นกลุ่มหลักๆได้ 3 กลุ่มดังนี้⁽⁷⁾

1. ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับผู้ป่วย

ได้แก่ 1. เพศ 2. อายุ และ 3. ระดับความสูงของกระดูกที่เหลืออยู่ พบว่า เพศชายและ เพศหญิง มีอัตราการอยู่รอดร้อยละ 83.3 และ ร้อยละ 89.7 ตามลำดับ ส่วนอายุแบ่งเป็นสองกลุ่ม คือ กลุ่มที่มีอายุน้อยกว่า 50 ปี และมากกว่า 50 ปี มีอัตราการอยู่รอดร้อยละ 92.6 และ ร้อยละ 81.6 ตามลำดับ ทั้งสองปัจจัยแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนระดับความสูงของ กระดูกที่เหลืออยู่พบว่ากลุ่มรากเทียมที่มีระดับความสูงของกระดูกน้อยกว่า 5 มิลลิเมตร มีอัตรา การอยู่รอดร้อยละ 71.4 ขณะที่กลุ่มรากเทียมที่มีระดับความสูงของกระดูกมากกว่า 5 มิลลิเมตร มี อัตราการอยู่รอดร้อยละ 93.2 ซึ่งสองกลุ่มนี้มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.18$)⁽⁷⁾

อย่างไรก็ตามมีการศึกษาที่ศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการอยู่รอดของรากเทียมในระยะยาว และมีการพิจารณาปัจจัยดังกล่าวเป็นปัจจัยที่ทำให้เกิดความล้มเหลวของรากเทียม พบว่าเพศชาย มีอัตราการอยู่รอดมากกว่าเพศหญิงและมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ อีกทั้งในการศึกษานี้ พบว่าสูบบุหรี่เป็นปัจจัยสำคัญที่มีอิทธิพลต่อการเกิดความล้มเหลวในรากเทียม⁽⁹⁾

2. ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการผ่าตัด

ได้แก่ 1. การปักรากเทียมเหนือหรือใต้สันกระดูก (non submerged or submerged type) พบว่ามีอัตราการอยู่รอดร้อยละ 81.8 และ ร้อยละ 85.3 ตามลำดับ 2. ปัจจัยเรื่องระยะเวลา ของการผ่าตัด ได้แก่ การใส่รากเทียมทันทีหลังถอนฟันร่วมกับการปลูกกระดูก (immediate placement with sinus bone graft) และการใส่รากเทียมภายหลังแผลถอนฟันหายดีแล้ว

(delayed group) พบว่า มีอัตราการอยู่รอดของรากเทียมร้อยละ 80.0 และร้อยละ 87.3 ตามลำดับ 3. ภาวะแทรกซ้อนภายหลังการผ่าตัด ซึ่งในการศึกษาได้ประเมินสภาวะไซนัสอักเสบของผู้ป่วยจากภาพรังสีวอเตอร์วิว (Waters' view) และอาการต่างๆ เช่น ปวดใต้กระบอกตา ร่วมกับคัดจมูกเรื้อรัง มีเสมหะเหนียวในลำคอและลมหายใจมีกลิ่นเหม็น พบว่าผู้ป่วยที่มีอาการไซนัสอักเสบและไม่มีอาการ มีอัตราการอยู่รอดของรากเทียมร้อยละ 40 และร้อยละ 90 ตามลำดับ ซึ่งสองกลุ่มนี้มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.002$)⁽⁸⁾ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Song⁽⁹⁾ ที่พบว่าการมีภาวะแทรกซ้อนหลังการใส่รากเทียม เช่น การเกิดการอักเสบรอบๆ รากเทียม รวมถึงการมีโรคทางระบบ เช่น เบาหวาน เป็นปัจจัยสำคัญที่ก่อให้เกิดความล้มเหลวของรากเทียมในระยะยาว

3. ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับรากเทียม

ได้แก่ 1. ขนาดของรากเทียม คือ ขนาดเล็ก (narrow) ขนาดมาตรฐาน (standard) และขนาดใหญ่ (wide) พบว่า มีอัตราการอยู่รอดของรากเทียมร้อยละ 100.0 ร้อยละ 93.8 และร้อยละ 83.3 ตามลำดับ 2. ความยาวของรากเทียมแบ่งเป็น ขนาดสั้น ขนาดมาตรฐาน และขนาดยาว พบว่า มีอัตราการอยู่รอดของรากเทียมร้อยละ 84.6 ร้อยละ 83.3 และร้อยละ 100.0 ตามลำดับ 3) ชนิดของจุดเชื่อมต่อ (connection type) แบ่งได้เป็น ชนิดภายนอกหกเหลี่ยม (external hex) และชนิดภายในหกเหลี่ยม (internal hex) พบว่า มีอัตราการอยู่รอดของรากเทียมร้อยละ 82.4 และร้อยละ 87.5 ตามลำดับ⁽⁸⁾

นอกจากนี้มีการศึกษาที่ศึกษาถึงความแตกต่างของพื้นผิวรากเทียมกับผลการอยู่รอดของรากเทียมแบบมาตรฐาน ระหว่างพื้นผิว SLA (sandblasted large grit and acid etched) และพื้นผิว RBM (resorbable blast media) พบว่า มีอัตราการอยู่รอดของรากเทียมร้อยละ 99.1 และร้อยละ 95.2 ตามลำดับ⁽⁴⁰⁾

ภาพรังสีโคน빔คอมพิวเตอร์โทโมกราฟี

โคน빔คอมพิวเตอร์โทโมกราฟี (cone-beam computed tomography) หรือเรียกย่อว่า โคน빔ซีที (cone-beam CT) เป็นวิธีการถ่ายภาพรังสีที่ได้รับการออกแบบสำหรับการตรวจประเมินเนื้อเยื่อแข็งบริเวณใบหน้าและขากรรไกร (maxillofacial regions) ระบบการถ่ายภาพรังสีชนิดนี้ให้ภาพที่มีความคมชัดสูง ช่วยให้ทันตแพทย์สามารถให้การวินิจฉัยได้แม่นยำมากขึ้น โดยใช้ระยะเวลาไม่กี่วินาทีในการถ่ายภาพรังสี ที่สำคัญคือ ปริมาณรังสีที่ผู้ป่วยได้รับต่ำกว่าการถ่ายภาพ

รังสีส่วนตัดอาศัยคอมพิวเตอร์ที่ใช้ทางการแพทย์ถึง 15 เท่า⁽⁴¹⁾ นอกจากนี้ภาพรังสีโคนบีมคอมพิวเตอร์ตัดโทโมกราฟฟียังเป็นข้อมูลที่สำคัญในการวินิจฉัยและวางแผนการรักษาทางทันตกรรมสาขาต่างๆในการประเมินก่อนการผ่าตัด เพื่อให้ได้การวางแผนการรักษาที่สมบูรณ์ เช่นงานศัลยศาสตร์ช่องปากภาพ รังสีโคนบีมคอมพิวเตอร์ตัดโทโมกราฟฟีมีประโยชน์ในการประเมินและระบุตำแหน่งของ ฟันคุด ฟันฝัง ฟันเกิน หรือ รอยโรคบริเวณใบหน้าขากรรไกรได้ในลักษณะสามมิติ ซึ่งไม่สามารถระบุตำแหน่งนี้ได้จากภาพรังสีในช่องปาก ส่วนงานทันตกรรมรากเทียมจะมีประโยชน์ในการประเมินความหนาแน่นของกระดูกขากรรไกรตำแหน่งที่จะฝังรากเทียม⁽²⁰⁾ ซึ่งสามารถวัดขนาดหรือระยะต่างๆ ได้จากภาพรังสีซึ่งมีค่าเท่าระยะหรือขนาดจริงโดยมีการบิดเบี้ยวของภาพ (distortion) น้อยที่สุด⁽⁴¹⁾

การใช้ภาพรังสีโคนบีมคอมพิวเตอร์ตัดโทโมกราฟฟีเพื่อใช้ประเมินและวินิจฉัยฟันสีก่อนและหลังการผ่าตัดยกฟันสีก่อนเพื่อปลูกฝังรากเทียม ถือได้ว่าเป็นมาตรฐานในการรักษา⁽⁴²⁾ เนื่องจากภาพรังสีโคนบีมคอมพิวเตอร์ตัดโทโมกราฟฟีสามารถเห็นกายวิภาคของฟันสีก่อนได้ทั้งสามมิติ เช่น สามารถเห็นความหนาของผนังด้านข้างของฟันสีก่อน (thickness of the lateral maxillary sinus wall) ความกว้างของฟันสีก่อนแมกซิลลา (maxillary sinus floor width) ลักษณะพื้นผิวของฟันสีก่อน (irregularity of sinus floor) ผนังฟันสีก่อน (maxillary sinus septum) และสามารถบอกระยะระหว่างเยื่อบุโพรงอากาศกับปลายรากฟันข้างเคียง (intimate relation of Schneiderian membrane with the roots of the adjacent teeth)⁽⁴³⁾ ซึ่งแตกต่างจากภาพรังสีรอบปลายราก (periapical radiograph) หรือภาพรังสีปริทัศน์ (panoramic radiograph) ที่แสดงภาพเพียงสองมิติ ดังนั้นภาพรังสีโคนบีมคอมพิวเตอร์ตัดโทโมกราฟฟีจึงเป็นเครื่องมือที่ดีที่สุดที่ถูกนำมาใช้เป็นเครื่องมือในการประเมินการสร้างกระดูกใหม่หลังการผ่าตัดยกฟันสีก่อน

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การกำหนดประชากร/ขนาด/กลุ่มตัวอย่าง

รากลุ่มตัวอย่างจำนวน 31 ตำแหน่ง

เกณฑ์การคัดกลุ่มตัวอย่างเข้า (inclusion criteria)

- ตำแหน่งรากลุ่มตัวอย่างที่มีการยกพื้นขึ้นด้วยบริเวณพื้นหลังทั้งหมดของขากรรไกรบน (ซี่ 14-17 และ 24-27) และได้รับการยกพื้นขึ้นด้วยเทคนิคสลิวดอกกระดูกปราศจากการปลุกกระดูกมาแล้ว 6 เดือน จากคณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒหรือโรงพยาบาลเทพารินทร์ โดยผู้ป่วยจะต้องมีข้อมูลในประวัติผู้ป่วยครบถ้วนดังนี้
 - ผู้ป่วยต้องได้รับการผ่าตัดยกพื้นขึ้นด้วยสลิวดอกกระดูกปราศจากการเสริมกระดูกด้วยวิธีมาตรฐาน คือจะต้องมีการใช้สลิวดอกกระดูกยึดข้อเดียวกันกับรากลุ่มและขนาดเดียวกับหัวกรรไกรตัดกระดูกครั้งสุดท้าย (final drill) ของรากลุ่มยึดข้อเดียวกัน โดยต้องเริ่มการตอกยกพื้นขึ้นเมื่อมีกระดูกเหลืออยู่ก่อนพื้นขึ้นประมาณ 1 มิลลิเมตร
 - มีภาพรังสีโคนบีมคอมพิวเตดโทโมกราฟีก่อนการผ่าตัดยกพื้นขึ้นที่ตำแหน่งที่ต้องการใส่รากลุ่ม
 - ผู้ป่วยไม่เคยมีประวัติไซนัสอักเสบก่อนได้รับการปลูก รากลุ่ม
 - ผู้ป่วยมีระดับกระดูกที่เหลืออยู่ก่อนยกพื้นขึ้น อย่างน้อย 5 มิลลิเมตร
 - มีการบันทึกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ยึดข้อ และความยาวของรากลุ่ม
- ผู้ป่วยทั้งหมดต้องไม่มีโรคประจำตัว หรือถ้ามีต้องเป็นโรคทางระบบแบบไม่ติดต่อ (noncommunicable diseases :NCDs) เช่น เบาหวาน ความดันโลหิตสูง ไขมันในเลือดสูง ที่อยู่ภายใต้การควบคุมของแพทย์และรับประทานยาสม่ำเสมอ
- ผู้ป่วยต้องไม่สูบบุหรี่ หรือ มีประวัติเลิกสูบบุหรี่แล้วอย่างน้อย 1 ปี
- ผู้ป่วยต้องไม่ติดสุราเรื้อรัง
- ผู้ป่วยทั้งหมดได้รับการใส่ครอบฟันแล้วไม่เกิน 2 เดือน

การตรวจในช่องปากจะใช้การประเมินตามหลักของ Buser⁽²¹⁾ ร่วมด้วย โดยมีเกณฑ์ดังนี้
 1. ไม่พบการโยกคลอนของรากเทียม 2. ไม่พบอาการเจ็บปวดเนื่องจากรากเทียม 3. ไม่พบลักษณะการติดเชื่อร่วมกับการเป็นหนองบริเวณรอบๆรากเทียม 4. ไม่พบลักษณะรอยโรคเงาดำที่มีความต่อเนื่องรอบๆรากเทียม โดยงานวิจัยนี้จะนิยามคุณภาพของรากเทียมแบ่งเป็น 3 ระดับได้แก่

1. ระดับพึงพอใจ (satisfied group) ได้แก่ ผู้ป่วยที่มีเกณฑ์ครบตามหลักของ Buser ทั้ง 4 ข้อ
2. ระดับไม่พึงพอใจ (unsatisfied group) ได้แก่ ผู้ป่วยที่มีเกณฑ์ตามหลักของ Buser อย่างน้อย 1 ข้อ
3. ระดับล้มเหลว (failure group) ได้แก่ ผู้ป่วยที่มีรากฟันเทียมหลุดไปจากช่องปากเมื่อนัดมาตรวจที่เวลา 6 เดือน

2.2 การตรวจทางภาพรังสี

ผู้ป่วยจะได้รับการถ่ายภาพรังสีโคนบีมคอมพิวเตดโทโมกราฟีบริเวณที่ใส่รากเทียมและจะการวัดค่าการสกรูของกระดูกใหม่ที่บริเวณไซนัสเมื่อเวลาผ่านไป 6 เดือนโดยถ่ายภาพรังสีที่ใช้ได้แก่ เครื่องไวท์ฟ็อกซ์โคนบีมทรีดี (WhiteFox, WhiteFox imaging, Italy) ที่คณะทันตแพทยศาสตร์ มศว และที่โรงพยาบาลเทพธารินทร์ (เครื่องถ่ายภาพรังสีทั้งสองแห่งเป็นยี่ห้อ และรุ่นเดียวกัน โดยเลือกใช้โปรแกรมการถ่ายเหมือนกัน) มีค่าความต่างศักย์ที่ 105 กิโลโวลต์ (kV) ใช้กระแสไฟฟ้า 9 มิลลิแอมแปร์ (mA) และเวลาในการถ่ายเท่ากับ 18 วินาที โดยเลือกให้มีพื้นที่ในการถ่ายภาพ (field of view) เท่ากับ 60x60 มิลลิเมตรและขนาดวอกเซล (voxel) เท่ากับ 0.2 มิลลิเมตร ระหว่างถ่ายภาพรังสีโคนบีมคอมพิวเตดโทโมกราฟี ผู้ป่วยจะถูกจัดอยู่ในท่ายืนเพื่อให้ระนาบแนวนอนแฟรงก์ฟอร์ตขนานกับพื้น และระนาบแบ่งครึ่งซ้ายขวาดังฉากกัน

โดยกระบวนการตรวจทั้งทางคลินิกและการถ่ายภาพรังสี จะใช้เวลาทั้งสิ้นประมาณ

1 ชั่วโมง

การวัดผล/ ประเมินผล

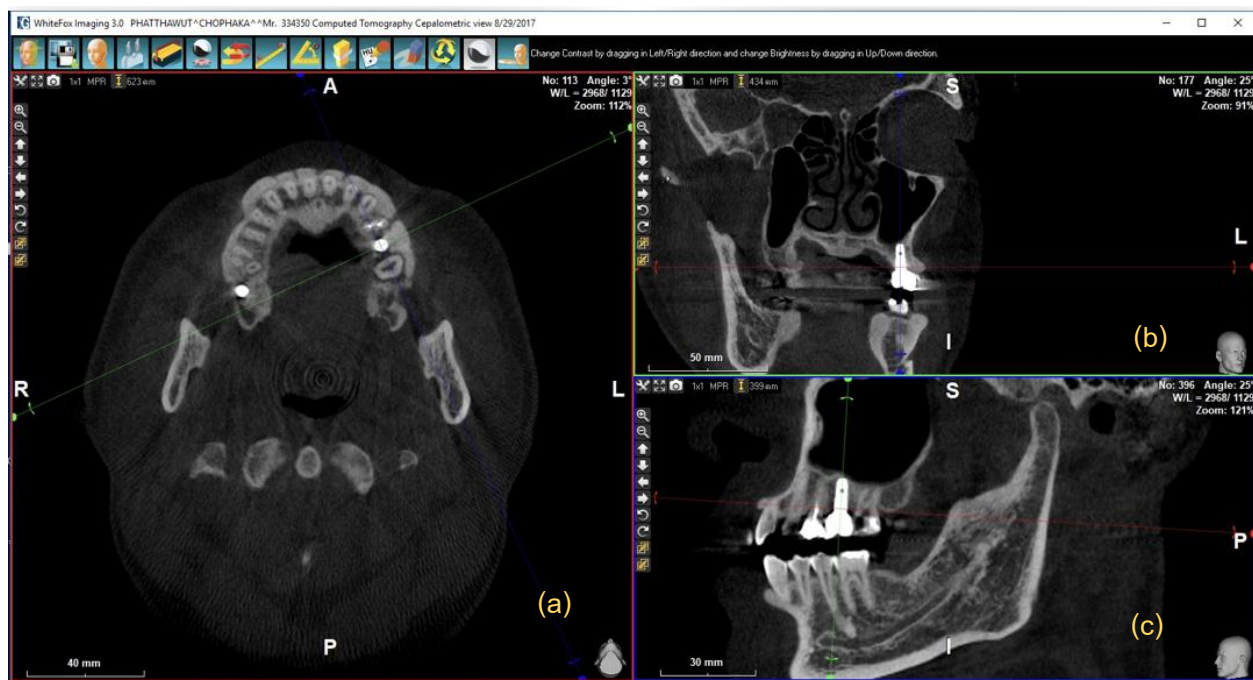
ผลการตรวจทางคลินิกทั้งหมดจะถูกบันทึกลงในตารางที่ 1 เพื่อบรรณาวิเคราะห์ทางสถิติต่อไป สำหรับผลของภาพรังสีโคนบีมคอมพิวเตดโทโมกราฟีที่ใช้ในการประเมินการสกรูกระดูกใหม่ จะมีการวัดผลโดยผู้วิจัยเพียงคนเดียว และมีการสอบเทียบและปรับความถูกต้องภายในตัว (intra-calibration) โดยได้ทำการสุ่มตัวอย่างจากประชากรทั้งหมด 15 ตำแหน่งรากเทียม แล้วทำการวัดระดับกระดูกที่ตำแหน่งเดียวกันซ้ำ 2 ครั้ง ระยะเวลาการวัดครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 ห่างกัน

ประมาณ 1 สัปดาห์ แล้วจึงนำค่าที่ได้จากการวัดครั้งที่ 1 และ 2 มาคำนวณ independent samples t-Test ซึ่งได้ค่า $p > 0.5$ โดยมีวิธีการวัดผลของภาพรังสีดังนี้

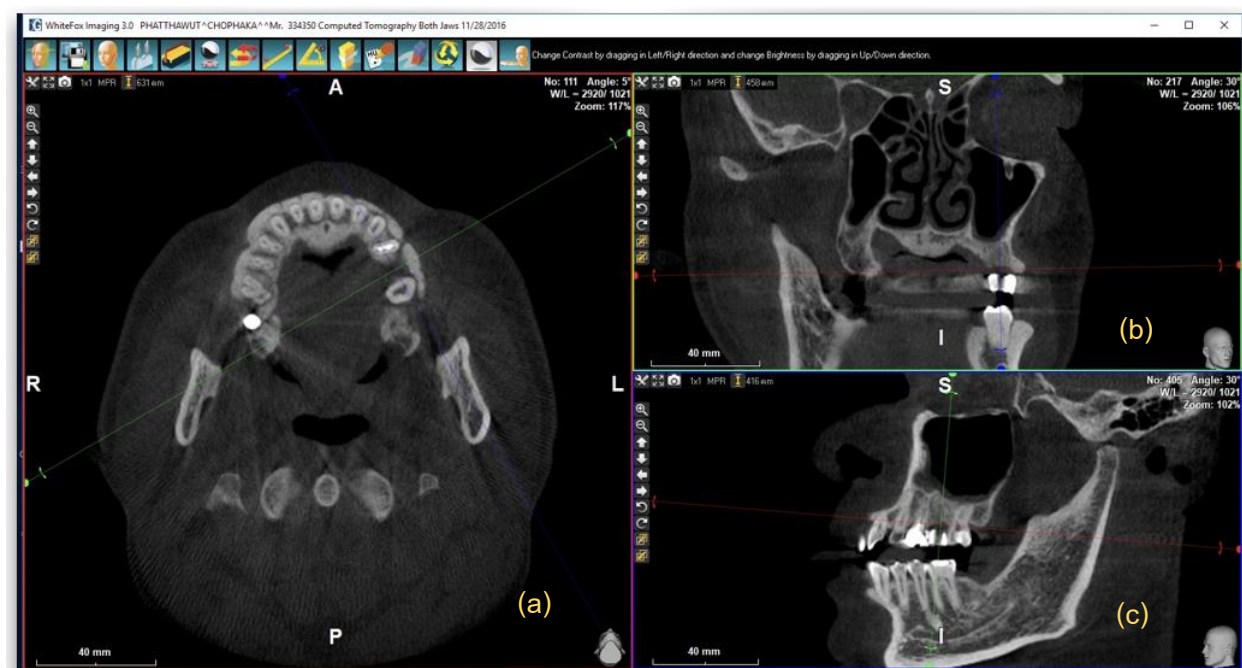
วิธีการวัดผลภาพรังสี

- การวัดผลภาพรังสีโคนบีมคอมพิวเตดโทโมกราฟีจะวัดผลด้วยระบบดิจิทัลโดยใช้โปรแกรมไวท์ฟ็อกซ์อิมเมจจิง รุ่น 3.0 (the WhiteFox imaging software version 3.0)
- การวัดความสูงของการสร้างกระดูกใหม่ (new bone formation height) จะวัดจากภาพรังสีในแนวระนาบแบ่งหน้าหลัง (coronal view) โดยจะเริ่มต้นจากภาพของตำแหน่งของรากเทียมภายหลังการผ่าตัดยกไซนัสแล้ว เพื่อกำหนดตำแหน่งที่ถูกต้องที่สุดของรากเทียม และใช้ตำแหน่งเดียวกันนี้เป็นตำแหน่งที่วัดระดับกระดูกที่เหลือก่อนการผ่าตัดด้วย โดยตำแหน่งของแกนระนาบแบ่งบนล่าง (axial plane) และแกนระนาบแบ่งซ้ายขวา (sagittal plane) ของภาพรังสีภายหลังการผ่าตัดนี้จะถูกอ้างอิงไปยังภาพรังสีก่อนการผ่าตัด เพื่อให้ได้ตำแหน่งที่จะวัดระดับกระดูกที่เหลืออยู่แม่นยำมากที่สุด
- โดยลักษณะกายวิภาคของขากรรไกรบนที่แกนระนาบแบ่งบนล่าง (axial plane) และแกนระนาบแบ่งซ้ายขวา (sagittal plane) ลากผ่านจะเป็นสิ่งที่ใช้อ้างอิง (reference) ตำแหน่งของแกนระนาบแบ่งบนล่าง (axial plane) และแกนระนาบแบ่งซ้ายขวา (sagittal plane) จากภาพรังสีภายหลังการผ่าตัด ไปสู่ภาพรังสีก่อนการผ่าตัดเพื่อวัดระดับกระดูกที่เหลืออยู่ในตำแหน่งเดียวกันนี้
- โดยความสูงที่วัดระดับกระดูกที่เหลืออยู่ จะเริ่มวัดตั้งแต่ตำแหน่งขอบด้านนอกของสันกระดูก (outer cortex) ด้านหนึ่งไปยังอีกด้านหนึ่ง

ตัวอย่างการตัดภาพรังสีโคนปีมคอมพิวเตอร์โทโมกราฟีทั้ง 3 ระนาบ



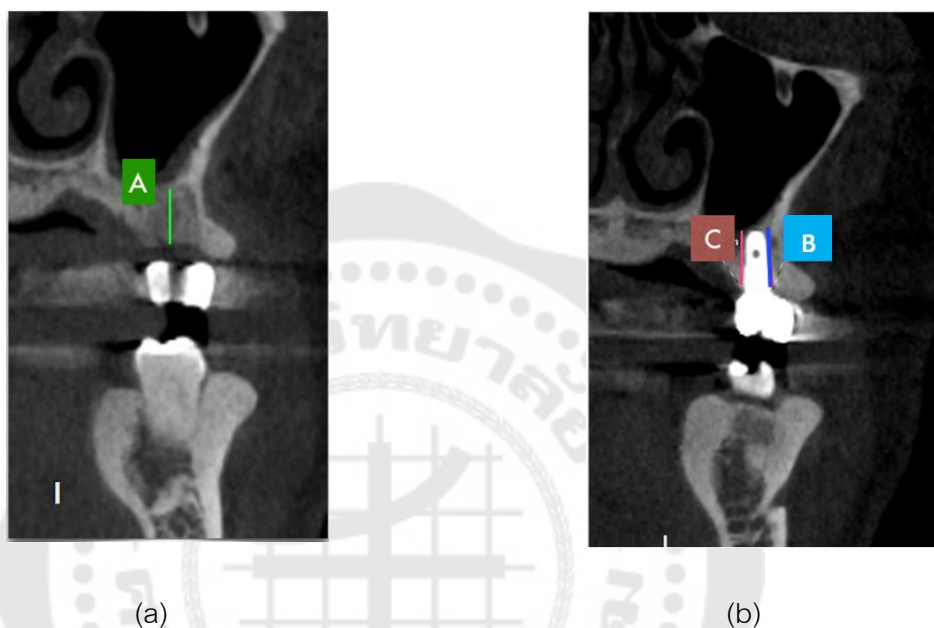
ภาพประกอบ 3 ภาพรังสีโคนปีมคอมพิวเตอร์โทโมกราฟีทั้งสามระนาบภายหลังการใส่รากเทียม ร่วมกับการผ่าตัดยกพื้นไซนัส ที่ 25 (a) แสดงแกนแบ่งระนาบซ้ายขวา สีน้าเงิน (sagittal plane) และแกนแบ่งระนาบหน้าหลัง สีเขียว (coronal plane) ที่ตัดผ่านตามแนวของรากเทียม ที่ 25 ซึ่งจะใช้เป็นจุดอ้างอิง บนภาพแบ่งระนาบบนล่าง (axial view) (b) แสดงแกนแบ่งระนาบซ้ายขวา สีน้าเงิน (sagittal plane) และแกนแบ่งระนาบบนล่าง สีแดง (axial plane) บนภาพแบ่งระนาบหน้าหลัง (coronal view) ซึ่งจะเป็นภาพที่ใช้วัดระดับความสูงของกระดูกหลังการผ่าตัด (c) แสดง แกนแบ่งระนาบหน้าหลัง สีเขียว (coronal plane) และแกนแบ่งระนาบบนล่าง สีแดง (axial plane) ลากผ่านสันกระดูกของขากรรไกรบน และสันกระดูกที่ปลายจมูก (nasal spine) ซึ่งจะใช้ เป็นจุดอ้างอิง บนภาพแบ่งระนาบซ้ายขวา (sagittal view)



ภาพประกอบ 4 ภาพรังสีโคนปีมคอมพิวเตอร์โทโมกราฟีทั้งสามระนาบก่อนการใส่รากเทียม ที่ 25 การตัดภาพในระนาบต่างๆจะใช้จุดอ้างอิงจากการตัดภาพรังสีโคนปีมคอมพิวเตอร์โทโมกราฟีหลังการผ่าตัด (ภาพประกอบ 3) (a) แสดงแกนแบ่งระนาบซ้ายขวา สีน้าเงิน (sagittal plane) และแกนแบ่งระนาบหน้าหลัง สีเขียว (coronal plane) ที่ตัดผ่านลักษณะกายวิภาคของขากรรไกรบน ให้เหมือนกับภาพรังสีหลังการผ่าตัดที่ตัดผ่านแกนของรากเทียมที่ 25 บนภาพแบ่งระนาบบนล่าง (axial view) (b) แสดงแกนแบ่งระนาบซ้ายขวา สีน้าเงิน (sagittal plane) และแกนแบ่งระนาบบนล่าง สีแดง (axial plane) บนภาพแบ่งระนาบหน้าหลัง (coronal view) ซึ่งจะเป็นภาพที่ใช้วัดระดับความสูงของกระดูกที่เหลือก่อนการผ่าตัด (c) แสดงแกนแบ่งระนาบหน้าหลัง สีเขียว (coronal plane) และแกนแบ่งระนาบบนล่าง สีแดง (axial plane) ลากผ่านสันกระดูกของขากรรไกรบน และสันกระดูกที่ปลายจมูก (nasal spine) ซึ่งจะเป็นจุดอ้างอิงเดียวกันของภาพรังสีหลังการผ่าตัด บนภาพแบ่งระนาบซ้ายขวา (sagittal view)

ตัวอย่าง

การวัดความสูงของการสร้างกระดูกใหม่ (new bone formation height)
ที่บริเวณรากเทียมซี่ 26



ภาพประกอบ 5 ภาพรังสีในแนวระนาบแบ่งหน้าหลัง (coronal view) ก่อนและหลังการผ่าตัดยก
ไซนัส (a)ภาพรังสีก่อนการผ่าตัดยกไซนัส ที่บริเวณรากเทียม 26 (b) ภาพรังสีภายหลังการผ่าตัด
ยกไซนัสที่บริเวณรากเทียม 26

- ระยะเอ A ในภาพประกอบ 5(a) แทนค่าความสูงของสันกระดูกขากรรไกรก่อนการใส่รากเทียม วัดจากบริเวณที่จะใส่รากเทียมโดยวัดจุดบนสุดของสันกระดูกขากรรไกร ถึงตำแหน่งของพื้นโพรงอากาศ ซึ่งได้จากภาพรังสีแนวระนาบหน้าหลังในภาพรังสีก่อนการผ่าตัดยกไซนัส หน่วยเป็นมิลลิเมตร
- การวัดความสูงของการสร้างกระดูกใหม่ (new bone formation height) วัดได้จากค่าเฉลี่ยความสูงสันกระดูกขากรรไกร (alveolar ridge) บริเวณรากเทียมจากภาพรังสีแนวระนาบหน้าหลังภายหลังผ่าตัดยกไซนัส 6 เดือน ตามภาพประกอบ 5(b)

- จากภาพประกอบ 5(b) สามารถคำนวณความสูงของการสร้างกระดูกใหม่ ได้จาก $\frac{(C+B)}{2}$ กล่าวคือ ระยะปี B แทนค่า ความสูงสันกระดูกขากรรไกรบริเวณรากเทียม ด้านแก้ม โดยวัดจากจุดบนสุดของสันกระดูกขากรรไกรถึงจุดยอดของกระดูกที่เกาะผิวรากเทียม ซึ่งได้จากภาพรังสีแนวระนาบหน้าหลัง ภายหลังการผ่าตัดดักไซโนส 6 เดือน หน่วยเป็นมิลลิเมตร และระยะซี C แทนค่า ความสูงสันกระดูกขากรรไกรบริเวณรากเทียมด้านเพดาน โดยวัดจากจุดบนสุดของสันกระดูกขากรรไกรถึงจุดยอดของกระดูกที่เกาะผิวรากเทียม ซึ่งได้จากภาพรังสีแนวระนาบหน้าหลัง ภายหลังการผ่าตัดดักไซโนส 6 เดือน หน่วยเป็นมิลลิเมตร เมื่อได้ค่า B และ C จึงนำมาหาค่าเฉลี่ยการสร้างกระดูกใหม่

โดยข้อมูลที่ได้จะถูกบันทึกลงในตารางที่ 2 ตามตัวอย่างด้านล่าง

ตาราง 2 ตัวอย่างแสดงการบันทึกค่าพารามิเตอร์

ผู้ป่วย	Alveolar bone height (mm.)	New bone formation (mm.)
1		
2		

การวิเคราะห์ทางสถิติ

ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของรากเทียมจะทำการวิเคราะห์ในรูปแบบ descriptive analysis และเปรียบเทียบระดับกระดูกบริเวณรากเทียมก่อนและหลังการผ่าตัดดักไซโนสด้วยเทคนิคส่วตอกกระดูกปราศจากการเสริมกระดูกร่วมกับการใส่รากเทียมด้วยสถิติ dependent/paired sample t-Test โดยการใช้โปรแกรม SPSS version 17.0 (Statistical Package for Social Sciences; SPSS Inc., Chicago, Illinois, USA)

จริยธรรม

การวิจัยนี้ผ่านการอนุญาตจากคณะกรรมการรับรองโครงการวิจัยที่เกี่ยวกับงานวิจัยในมนุษย์ เลขที่รับรอง DENTSWU-EC22/2560 ในการประชุมครั้งที่ 3/60 เมื่อวันที่ 27 เมษายน 2560 คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

บทที่ 4

ผลการวิจัยและวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มประชากรที่ศึกษา

มีผู้เข้าร่วมการศึกษาคั้งนี้จำนวนหมด 27 คน คิดเป็นชาย 11 คน (ร้อยละ 40.74) และหญิง 16 คน (ร้อยละ 59.25) โดยคิดเป็นรากเทียมทั้งหมดจำนวน 31 ตำแหน่ง อายุเฉลี่ยของกลุ่มประชากรที่เข้าร่วมการศึกษาเท่ากับ 54.7 ± 12.15 ปี (ค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) โดยมีช่วงอายุอยู่ระหว่าง 31-77 ปี ดังแสดงในตารางที่ 3

กลุ่มประชากรที่เข้าร่วมการศึกษาทั้งหมดปัจจุบันไม่สูบบุหรี่ และให้ประวัติว่ามีโรคประจำตัวจำนวน 10 คน โดยอยู่ภายใต้การควบคุมโดยแพทย์และรับประทานยาสม่ำเสมอ ได้แก่ โรคกระเพาะ ไมเกรน เบาหวาน ความดันโลหิตสูง ภาวะไทรอยด์ต่ำ ภูมิแพ้ และไขมันในเลือดสูง

ข้อมูลของรากเทียม

รากเทียมทั้งหมดจำนวน 31 ตำแหน่ง ประกอบด้วย ฟันกรามน้อย 7 ตำแหน่ง (ร้อยละ 14.3) และฟันกรามใหญ่ 27 ตำแหน่ง (ร้อยละ 85.7) โดยรากเทียมที่ใช้แบ่งเป็นรูปทรงตรง 14 ตำแหน่ง (ร้อยละ 45.2) และ รูปทรงกรวย 17 ตำแหน่ง (ร้อยละ 54.8)

มีพื้นผิวรากเทียมชนิดออสติโอสปีด (Osseospeed) 7 ตำแหน่ง (ร้อยละ 22.6) และ เอสแอลเอ (SLA) 24 ตำแหน่ง (ร้อยละ 77.4)

ในการศึกษานี้ใช้รากเทียมที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3.6 – 5.4 มิลลิเมตร โดยแบ่งเป็น รากเทียมขนาด 3.6 1 ตำแหน่ง (ร้อยละ 3.2) รากเทียมขนาด 4.0 มิลลิเมตร 4 ตำแหน่ง (ร้อยละ 12.9) รากเทียมขนาด 4.1 มิลลิเมตร 2 ตำแหน่ง (ร้อยละ 6.5) รากเทียมขนาด 4.5 มิลลิเมตร 5 ตำแหน่ง (ร้อยละ 16.1) รากเทียมขนาด 4.8 มิลลิเมตร 4 ตำแหน่ง (ร้อยละ 12.9) รากเทียมขนาด 5.0 มิลลิเมตร 13 ตำแหน่ง (ร้อยละ 41.9) และรากเทียมขนาด 5.4 มิลลิเมตร 2 ตำแหน่ง (ร้อยละ 6.5)

และใช้รากเทียมที่มีความยาว 7-10 มิลลิเมตร โดยแบ่งเป็นความยาว 7 มิลลิเมตร 1 ตำแหน่ง (ร้อยละ 3.2) รากเทียมยาว 8 มิลลิเมตร 4 ตำแหน่ง (ร้อยละ 12.9) รากเทียมยาว 8.5 มิลลิเมตร 13 ตำแหน่ง (ร้อยละ 41.9) รากเทียมยาว 9 มิลลิเมตร 4 ตำแหน่ง (ร้อยละ 12.9) และ รากเทียมยาว 10 มิลลิเมตร 9 ตำแหน่ง (ร้อยละ 29.0) ดังแสดงในตารางที่ 4

ตาราง 3 ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มประชากรที่เข้าร่วมการศึกษา

ข้อมูลทั่วไป	จำนวนคน (27คน)
อายุเฉลี่ย	54.7 ±12.15 ปี
ช่วงอายุเฉลี่ย (ต่ำสุด- สูงสุด)	31-77 ปี
เพศ	
ชาย	13 (ร้อยละ41.9)
หญิง	18 (ร้อยละ 58.1)
อัตราส่วนชาย:หญิง	1:1.3

ตาราง 4 แสดงจำนวนตำแหน่งรากเทียม ที่ฟัน รูป พื้นผิว ขนาด และความยาวของรากเทียม

ข้อมูลรากเทียม	จำนวนรากเทียม (n = 31 ตำแหน่ง)	ร้อยละ
ตำแหน่ง		
ฟันกรามน้อย	7	14.3
ฟันกรามใหญ่	24	85.7
รูปทรง		
ทรงตรง (straight)	14	45.2
ทรงกรวย (taper)	17	54.8
พื้นผิว		
Osseospeed	7	22.6
SLA	24	77.4
ขนาด		
3.6 มิลลิเมตร	1	3.2

4.0	มิลลิเมตร	4	12.9
4.1	มิลลิเมตร	2	6.5
4.5	มิลลิเมตร	5	16.1
4.8	มิลลิเมตร	4	12.9
5.0	มิลลิเมตร	13	41.9
5.4	มิลลิเมตร	2	6.5
ความยาว			
7	มิลลิเมตร	1	3.2
8	มิลลิเมตร	4	12.9
8.5	มิลลิเมตร	13	41.9
9.0	มิลลิเมตร	4	12.9
10	มิลลิเมตร	9	29.0

การประเมินหลังการผ่าตัดยกฟันไชนัสด้วยเทคนิคส่วตอกกระดูกปราศจากการเสริมกระดูกร่วมกับการใส่รากเทียม

ผลข้างเคียงที่เกิดจากการผ่าตัดพบว่ามีอาการเวียนศีรษะ (vertigo) ประมาณ 2 วันหลังการผ่าตัด ซึ่งมีเพียง 1 คนที่มีผลข้างเคียงจากการผ่าตัดยกไชนัสด้วยวิธีส่วตอกกระดูก คิดเป็นร้อยละ 3.7 ไม่พบอาการแสดงของภาวะไชนัสอักเสบ เช่น เคาะปวดบริเวณโหนกแก้มข้างที่ผ่าตัด หรือมีเลือดไหลของทางจมูกหลังจากการผ่าตัด

หลังจากกลุ่มประชากรที่เข้าร่วมการศึกษาได้รับการผ่าตัดใส่รากเทียมร่วมกับการยกฟันไชนัสด้วยเทคนิคส่วตอกกระดูกปราศจากการเสริมกระดูกแล้วประมาณ 3-4 เดือน ประชากรทุกคนได้ใส่ครอบฟันบนรากเทียม และพบว่าผู้ป่วยทุกคนสามารถใช้งานรากเทียมได้ตามปกติ ไม่มีอาการเจ็บปวด หรือความไม่สบายหลังจากใส่รากฟันเทียมและครอบฟันเทียม

จากการตรวจการโยกของรากเทียมตามเกณฑ์ของ Carl พบว่ารากเทียมทุกตำแหน่งไม่พบการโยกคลอนของรากเทียมทางคลินิก (clinical lack of implant mobility) เมื่อวัดผลที่ 6 เดือน หลังการผ่าตัด และเมื่อประเมินตามหลักของ Buser พบว่าผู้ป่วยทุกคนมีเกณฑ์ครบตามหลักของ Buser ทั้ง 4 ข้อคือ 1.ไม่พบการโยกคลอนของรากเทียม 2.ไม่พบอาการเจ็บปวดเนื่องจากรากเทียม

3. ไม่พบลักษณะการติดเชื้อมาร่วมกับการเป็นหนองบริเวณรอบๆ รากเทียม 4. ไม่พบลักษณะรอยโรคเงาดำที่มีความต่อเนื่องรอบๆ รากเทียม ดังนั้นคุณภาพของรากเทียมทั้ง 31 ตำแหน่งจึงอยู่ในเกณฑ์ระดับพึงพอใจ ดังแสดงในตารางที่ 5

ตาราง 5 แสดงคุณภาพของรากเทียมโดยใช้การประเมินตามหลักของ Bruser

เกณฑ์การประเมิน	ผลการประเมิน (ร้อยละ)
1. พบการโยกคลอนของรากเทียม	0/100
2. พบอาการเจ็บปวดเนื่องจากรากเทียม	0/100
3. พบลักษณะการติดเชื้อมาร่วมกับการเป็นหนองบริเวณรอบๆ รากเทียม	0/100
4. พบลักษณะรอยโรคเงาดำที่มีความต่อเนื่องรอบๆ รากเทียม	0/100

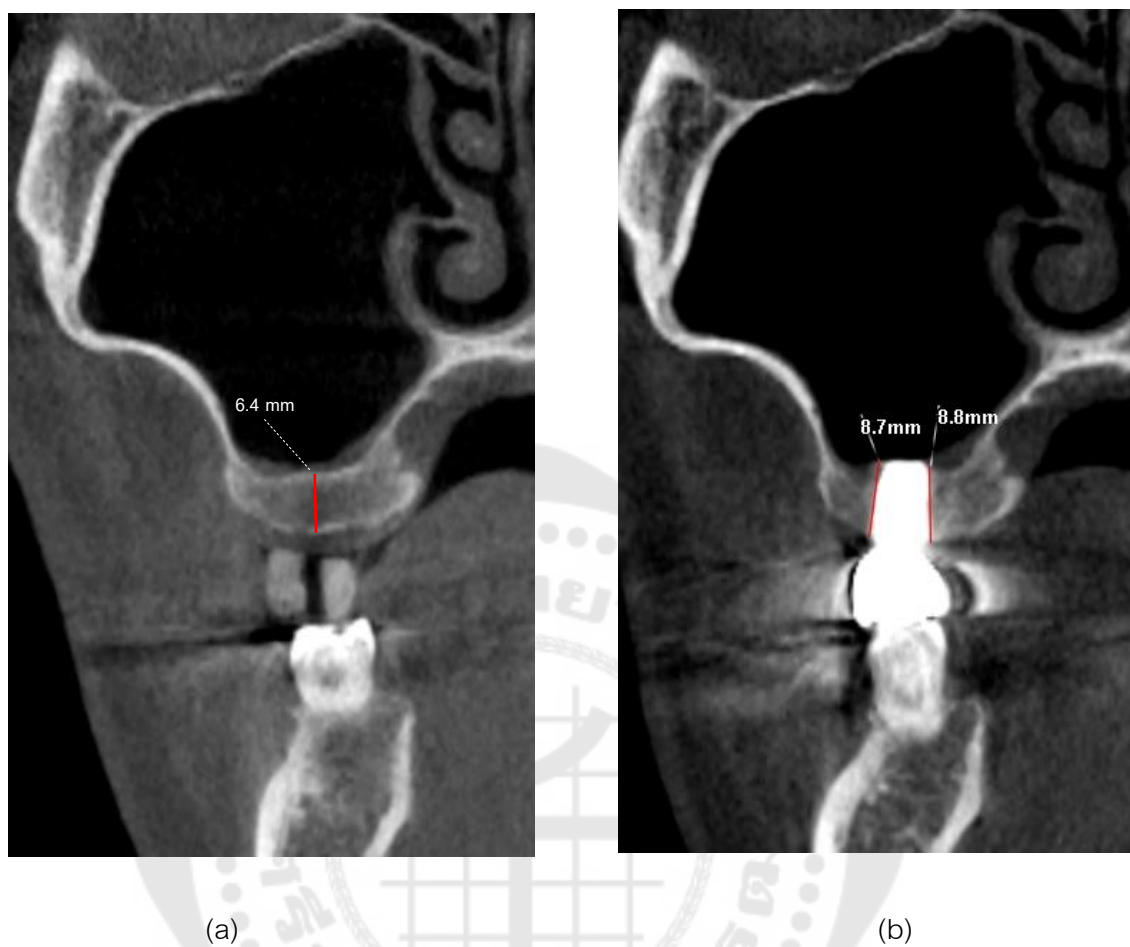
การสร้างกระดูกก่อนและหลังการผ่าตัดยกฟันขึ้นด้วยเทคนิคส่วตอกกระดูกปราศจากการเสริมกระดูกร่วมกับการใส่รากเทียม

กลุ่มประชากรที่เข้าร่วมการศึกษาทั้ง 27 คน ได้รับการถ่ายภาพรังสีโคนบีมคอมพิวเตอร์โทโมกราฟีในตำแหน่งรากเทียมที่บริเวณฟันหลังทั้งหมดของขากรรไกรบน (ซี่ 14-17 และ 24-27) ก่อนการผ่าตัดยกฟันขึ้นด้วยเทคนิคส่วตอกกระดูกปราศจากการปลูกกระดูกและหลังการผ่าตัดที่มีการใส่ครอบฟันเสร็จแล้ว เมื่อเวลาผ่านไป 6 เดือนหลังการผ่าตัด โดยถ่ายภาพรังสีที่ใช้ได้แก่เครื่องไวท์ฟ็อกซ์โคนบีมทรีดี (WhiteFox, WhiteFox imaging, Italy) ที่คณะทันตแพทยศาสตร์ มศว และที่โรงพยาบาลเทพารินทร์ รวมทั้งสิ้น 31 ตำแหน่ง

ผลจากภาพรังสีโคนบีมคอมพิวเตอร์โทโมกราฟีพบว่ารากเทียมทั้ง 31 ตำแหน่งมีระดับกระดูกที่เหลือก่อนการปักรากเทียมเฉลี่ย 7.14 ± 1.07 มิลลิเมตร และเมื่อวัดผลที่ 6 เดือนหลังจากปักรากเทียมแล้วพบว่ามีระดับกระดูกเฉลี่ย 8.95 ± 1.17 มิลลิเมตร จากการคำนวณทางสถิติโดยใช้ paired sample t-Test เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระดับกระดูกที่เหลือก่อนปักรากเทียม และหลังปักรากเทียมไปแล้ว 6 เดือน พบว่ามีการสร้างกระดูกเพิ่มมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (higher significantly $p < 0.05$) ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 6

ตาราง 6 แสดงระดับกระดูกที่เหลืออยู่และการสร้างกระดูกใหม่จากภาพถ่ายภาพรังสีโคนปัม
คอมพิวเตอร์โทโมกราฟีเมื่อเวลาผ่านไป 6 เดือน

ช่วงเวลา	ระดับกระดูก เฉลี่ย (มิลลิเมตร)	95% confidence interval of the difference		p-Value
		Lower	upper	
ก่อนปลูกรากเทียม	7.14 ±1.07	1.50	2.09	p<0.05
หลังปลูกรากเทียม 6 เดือน	8.95 ±1.17			



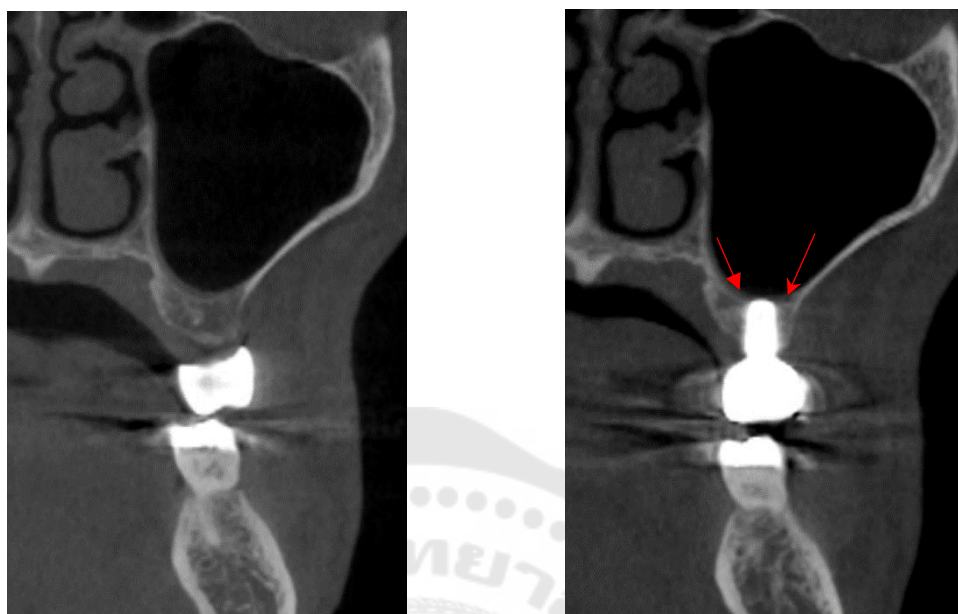
ภาพประกอบ 6 แสดงภาพตัวอย่างการอ่านภาพรังสีโคนปี่มคอมพิวเตดโทโมกราฟฟีในแนวระนาบ

แบ่งหน้าหลังของตำแหน่งรากเทียมซี่ 17(a)ภาพก่อนการผ่าตัดยกไซนัส วัดระดับกระดูกที่เหลือ
ก่อนการปักรากเทียมได้(เส้นสีแดง) เท่ากับ 6.4 มิลลิเมตร (b)ภาพหลังการผ่าตัดยกไซนัสวัดระดับ

กระดูกด้านแก้มและด้านเพดานได้ (เส้นสีแดง) เท่ากับ 8.7 มิลลิเมตร และ 8.8 มิลลิเมตร

ตามลำดับ ดังนั้นจึงมีค่าเฉลี่ยระดับกระดูกหลังการผ่าตัดยกไซนัสเท่ากับ $\frac{(8.7+8.8)}{2} = 8.75$

มิลลิเมตร และมีระดับการสร้างกระดูกใหม่ในไซนัสเท่ากับ $8.75 - 6.4 = 2.35$ มิลลิเมตร



(a)

(b)

ภาพประกอบ 7 แสดงภาพรังสีโคนบีมคอมพิวเตดโทโมกราฟีในแนวระนาบแบ่งหน้าหลังของ
ตำแหน่งรากเทียมซี่ 26 (a) แสดงกระดูกที่เหลือก่อนการผ่าตัดยกพื้นไซนัส (b) แสดงกระดูก
สร้างใหม่ในไซนัส (ลูกศรสีแดง) หลังปลูกรากเทียมร่วมกับการยกพื้นไซนัสด้วยเทคนิค
ลิฟต์กระดูกปราศจากการเสริมกระดูกที่ 6 เดือนภายหลังการผ่าตัด

ผลการสร้างกระดูกใหม่ในไซนัส (endo-sinus bone gain)

จากภาพรังสีโคนบีมคอมพิวเตอร์โทโมกราฟีพบว่ามีการสร้างกระดูกใหม่ในไซนัสเฉลี่ย (endo-sinus bone gain) 1.8 ± 0.793 มิลลิเมตร ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยของระดับกระดูกที่สร้างใหม่หลัง ปักรากเทียมไปแล้ว 6 เดือนลบด้วยระดับกระดูกที่เหลืออยู่ก่อนปักรากเทียม และเมื่อนำมา คำนวณทางสถิติ Pearson Correlation เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างระดับกระดูกที่เหลือ (residual bone height) ก่อนการผ่าตัดเฉลี่ยซึ่งเท่ากับ 7.14 ± 1.07 มิลลิเมตรพบว่า พบว่ามีความสัมพันธ์เชิงบวก ($R=0.755$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.001$) ดังแสดงในตารางที่ 7

เช่นเดียวกับความสัมพันธ์ระหว่างระยะการยกไซนัสเฉลี่ย (protrusion Length) ซึ่งเท่ากับ 2.02 ± 0.735 มิลลิเมตร และระดับการสร้างกระดูกใหม่ในไซนัสเฉลี่ย (endo-sinus bone gain) พบว่ามีความสัมพันธ์เชิงบวก ($R= 0.563$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.001$) ดังแสดงในตาราง ที่ 8 และเมื่อนำมาการวิเคราะห์การถดถอย (linear regression) พบว่าทั้งระดับกระดูกที่เหลือก่อน การผ่าตัด และระยะการยกไซนัสด้วยสวิตดอกกระดูกมีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงกับการสร้างกระดูก ใหม่ในไซนัส

ตาราง 7 แสดงความสัมพันธ์ของระดับกระดูกที่เหลือก่อนผ่าตัด (residual bone height) และการสร้างกระดูกใหม่ในไซนัส (endo-sinus bone gain)

ระดับกระดูกที่เหลือก่อนผ่าตัด (residual bone height) มิลลิเมตร	ระดับการสร้างกระดูก ใหม่ในไซนัสเฉลี่ย (endo-sinus bone gain) มิลลิเมตร	Pearson Correlation	p-Value
7.14 ± 1.07	1.8 ± 0.793	0.755	$p<0.001$

ตาราง 8 แสดงความสัมพันธ์ของระยะการยกไซนัส (protrusion) ด้วยส่วตอกกระดูกและการสร้างกระดูกใหม่ในไซนัส (endo-sinus bone gain)

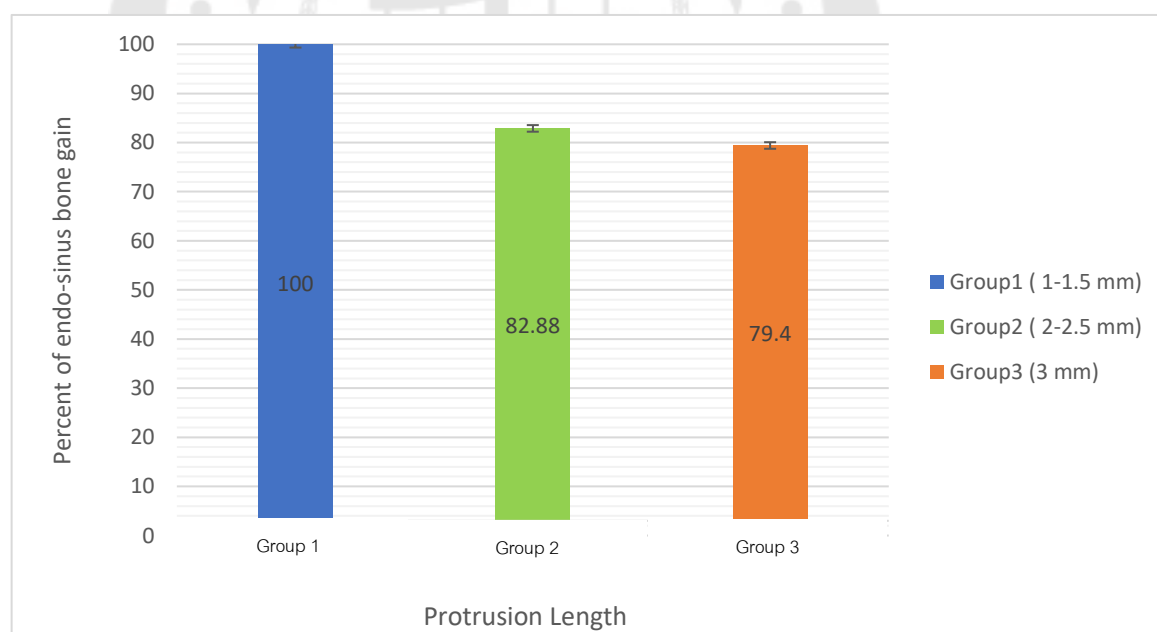
ระยะการยกไซนัสเฉลี่ย (protrusion length) มิลลิเมตร	ระดับการสร้างกระดูก ใหม่ในไซนัสเฉลี่ย (endo-sinus bone gain) มิลลิเมตร	Pearson Correlation	p-Value
2.02 ±0.735	1.8 ±0.793	0.563	p<0.001

- การสร้างกระดูกใหม่ในไซนัสเมื่อเทียบกับระยะที่ยกไซนัสด้วยส่วตอกกระดูก

เมื่อจำแนกระยะการยกไซนัสทั้ง 31 ตำแหน่งตามระยะการยกไซนัส สามารถแบ่งกลุ่มได้ 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 ระยะการยกไซนัสเฉลี่ย 1-1.5 มิลลิเมตร มีระดับการสร้างกระดูกใหม่ในไซนัสเฉลี่ย 1.251 ±0.669 มิลลิเมตร คิดเป็นร้อยละ 100 จากรากเทียมทั้งหมด 10 ราก กลุ่มที่ 2 ระยะการยกไซนัสเฉลี่ย 2-2.5 มิลลิเมตร มีระดับการสร้างกระดูกใหม่ในไซนัสเฉลี่ย 1.865 ±0.621 มิลลิเมตร คิดเป็นร้อยละ 82.88 จากรากเทียมทั้งหมด 13 ราก และกลุ่มที่ 3 ระยะการยกไซนัสเฉลี่ย 3 มิลลิเมตร มีระดับการสร้างกระดูกใหม่ในไซนัสเฉลี่ย 2.384 ±0.793 มิลลิเมตร คิดเป็นร้อยละ 79.4 จากรากเทียมทั้งหมด 8 ราก จากผลการศึกษาจะเห็นว่ากลุ่มที่ 1 มีความสามารถในการสร้างกระดูกใหม่ต่างกับกลุ่มที่ 2 และ 3 คือ กลุ่มที่มีการยกพื้นไซนัสตั้งแต่ 2 มิลลิเมตรขึ้นไปมีการสร้างกระดูกน้อยกว่ากลุ่มที่มีการยกไซนัสไม่เกิน 1.5 มิลลิเมตร ในขณะที่กลุ่มที่ 2 และ 3 ซึ่งมีการยกไซนัสอยู่ในช่วง 2-3 มิลลิเมตรมีการสร้างกระดูกใหม่ในไซนัสได้ใกล้เคียงกัน (ตารางที่ 9 และภาพประกอบ 8) เมื่อจำแนกระดับกระดูกที่เหลืออยู่เป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 ระดับกระดูกที่เหลืออยู่ 5.5-7.0 มิลลิเมตร กลุ่มที่ 2 ระดับกระดูกที่เหลืออยู่ 7.6 -8.5 มิลลิเมตร และกลุ่มที่ 3 ระดับกระดูกที่เหลืออยู่ 8.6 -10.0 มิลลิเมตร พบว่ากลุ่มที่ 1 และ 2 ของระดับกระดูกที่เหลืออยู่ มีการสร้างกระดูกใหม่ที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อมีการยกกระดูกไซนัสที่เพิ่มขึ้น (ตารางที่ 10)

ตาราง 9 แสดงร้อยละการสร้างกระดูกใหม่ในไซนัสในแต่ละกลุ่มของระดับที่ยกไซนัสด้วยส่วตอกกระดูก

ระยะการยกไซนัส (protrusion) มิลลิเมตร	ระดับการสร้างกระดูก ใหม่ในไซนัสเฉลี่ย (endo-sinus bone gain) มิลลิเมตร	ร้อยละการสร้าง กระดูกใหม่ในไซนัส (percent of endo- sinus bone gain)	จำนวนรากเทียม
1-1.5	1.251 ±0.669	100	10
2-2.5	1.865 ±0.621	82.88	13
3	2.384 ±0.793	79.4	8



ภาพประกอบ 8 แสดงแผนภูมิร้อยละการสร้างกระดูกใหม่ในไซนัสในแต่ละกลุ่ม
ของระดับที่ยกไซนัสด้วยส่วตอกกระดูก

ตาราง 10 แสดงระดับการสร้างกระดูกใหม่ในไซนัสเมื่อจำแนกตามระดับกระดูกที่เหลือก่อนผ่าตัด

ระดับกระดูกที่เหลือ ก่อนผ่าตัด (residual bone height) มิลลิเมตร	กลุ่มของระยะการยก ไซนัส (protrusion) มิลลิเมตร	ระดับการสร้างกระดูก ใหม่ในไซนัสเฉลี่ย (endo-sinus bone gain) มิลลิเมตร	จำนวนรากเทียม
5.5-7.0	1-1.5	1.091 $\pm$ 0.038	2
	2-2.5	1.777 $\pm$ 0.466	9
	3	2.49 $\pm$ 1.013	5
7.1-8.5	1-1.5	1.214 $\pm$ 0.466	5
	2-2.5	2.062 $\pm$ 0.941	4
	3	2.2 $\pm$ 0.264	3
8.6-10.0	1-1.5	1.416 $\pm$ 0.175	3
	2-2.5	0	0
	3	0	0

- การสร้างกระดูกใหม่ในไซนัสเมื่อจำแนกตามพื้นผิวของรากเทียม

เมื่อจำแนกระดับการสร้างกระดูกใหม่ในไซนัสตามชนิดของพื้นผิวรากเทียม สามารถแบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 กลุ่มพื้นผิวออกซิไฮสปีด มีจำนวนรากเทียมทั้งหมด 7 ราก มีระยะการยกไซนัสเฉลี่ย 2.071 $\pm$ 0.449 มิลลิเมตร มีระดับการสร้างกระดูกใหม่ในไซนัสเฉลี่ยสูงสุด 3.85 มิลลิเมตร ต่ำสุดเท่ากับ 1.55 มิลลิเมตร และมีระดับการสร้างกระดูกใหม่ในไซนัสเฉลี่ย 2.377 $\pm$ 0.761 มิลลิเมตร คิดเป็นการสร้างกระดูกใหม่ในไซนัสร้อยละ 114.775 ในขณะที่กลุ่มที่ 2 กลุ่มพื้นผิวเอสแอลเอ มีจำนวนรากเทียมทั้งหมด 24 ราก มีระยะการยกไซนัสเฉลี่ย 2.0 $\pm$ 0.807 มิลลิเมตร มีระดับการสร้างกระดูกใหม่ในไซนัสเฉลี่ยสูงสุด 3.16 มิลลิเมตร ต่ำสุดเท่ากับ 0.61

มิลลิเมตร และมีระดับการสร้างกระดูกใหม่ในไซนัสเฉลี่ย 1.633 ± 0.734 มิลลิเมตร คิดเป็นการสร้างกระดูกใหม่ในไซนัสร้อยละ 81.65 จากผลการศึกษาจะเห็นว่ารากเทียมที่ต่างพื้นผิวกันให้ผลที่แตกต่างกัน โดยรากเทียมพื้นผิวออกซิไฮดรอกซีอะปไทต์มีแนวโน้มการสร้างกระดูกใหม่ในไซนัสได้มากกว่า รากเทียมพื้นผิวเอสแอลเอ (ตารางที่ 11 และ 12)

ตาราง 11 แสดงค่าเฉลี่ยของระดับการสร้างกระดูกใหม่ในไซนัสเมื่อจำแนกตามพื้นผิวของรากเทียม

พื้นผิวรากเทียม	ระยะการยกไซนัส เฉลี่ย (protrusion) มิลลิเมตร	ระดับการสร้าง กระดูกใหม่ในไซนัส เฉลี่ย (endo-sinus bone gain) มิลลิเมตร	ร้อยละการสร้าง กระดูกใหม่ในไซนัส (percent of endo- sinus bone gain)	จำนวน รากเทียม
Osseospeed	2.071 ± 0.449	2.377 ± 0.761	114.775	7
SLA	2.0 ± 0.807	1.633 ± 0.734	81.65	24

ตาราง 12 แสดงระดับการสร้างกระดูกใหม่ในไซนัสของผิวหนังเทียมของออสซีไอสปิดและเอสแอลเอ
ทั้ง 31 ตำแหน่ง

ชนิดของ พื้นผิวราก เทียม	ลำดับ	ระยะการยกไซนัสเฉลี่ย (protrusion) มิลลิเมตร	ระดับการสร้างกระดูกใหม่ในไซนัส เฉลี่ย (endo-sinus bone gain) มิลลิเมตร
ออสซี- ไอสปิด	1	2.00	1.55
	2	3.00	3.85
	3	2.00	1.94
	4	2.00	2.50
	5	2.00	2.15
	6	1.50	2.75
	7	2.00	1.90
เอสแอลเอ	1	2	3.15
	2	2	1.6
	3	2	1.02
	4	1	1.45
	5	1	0.61
	6	2.5	1.28
	7	2.5	2.56
	8	3	3.16
	9	1	1.07
	10	1	1.05
	11	2	1.55
	12	3	1.83

13	2	1.99
14	3	1.33
15	1	1.12
16	1	1.4
17	3	2.3
18	1	1.25
19	1.5	0.2
20	1.5	1.6
21	3	1.9
22	3	2.3
23	3	2.4
24	2	1.05

● การสร้างกระดูกใหม่ในไขสันหลังเมื่อจำแนกตามรูปทรงของรากเทียม

เมื่อจำแนกระดับการสร้างกระดูกใหม่ในไขสันหลังตามรูปทรงของรากเทียม สามารถแบ่งได้ 2 กลุ่มคือ คือ กลุ่มที่ 1 รากเทียมรูปทรงตรง มีจำนวน 14 รากเทียม มีระยะการยกไขสันหลังเฉลี่ย 2.178 ± 0.575 มิลลิเมตร และมีระดับการสร้างกระดูกใหม่ในไขสันหลังเฉลี่ย 2.051 ± 0.871 มิลลิเมตร คิดเป็นการสร้างกระดูกใหม่ในไขสันหลังร้อยละ 94.168 และกลุ่มที่ 2 รากเทียมรูปทรงทงกรวยมีจำนวน รากเทียมทั้งหมด 17 ราก มีระยะการยกไขสันหลังเฉลี่ย 1.882 ± 0.839 มิลลิเมตร และมีระดับการสร้างกระดูกใหม่ในไขสันหลังเฉลี่ย 1.595 ± 0.681 มิลลิเมตร คิดเป็นการสร้างกระดูกใหม่ในไขสันหลังร้อยละ 84.75 (ตารางที่ 13)

จากการคำนวณทางสถิติโดยใช้ independent samples t-Test เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการสร้างกระดูกใหม่ในไขสันหลังของรากเทียมรูปทรงตรงและทงกรวย ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่จากผลการศึกษาพบว่ารากเทียมรูปทรงตรงมีแนวโน้มในการสร้างกระดูกใหม่ในไขสันหลังได้มากกว่ารูปทงกรวย

ตาราง 13 แสดงค่าเฉลี่ยของระดับการสร้างกระดูกใหม่ในไซนัสเมื่อจำแนกตามรูปทรงของรากเทียม

รูปทรงรากเทียม	ระยะการยกไซนัสเฉลี่ย (protrusion) มิลลิเมตร	ระดับการสร้างกระดูกใหม่ในไซนัสเฉลี่ย (endo-sinus bone gain) มิลลิเมตร	ร้อยละการสร้างกระดูกใหม่ในไซนัส (endo-sinus bone gain)	จำนวนรากเทียม
ทรงตรง	2.178 ±0.575	2.051± 0.871	94.168	14
ทรงกรวย	1.882 ±0.839	1.595 ±0.681	84.75	17

บทที่ 5

อภิปรายผลและสรุปผล

การสร้างกระดูกใหม่

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์หลักคือเปรียบเทียบระดับกระดูกบริเวณรากเทียมก่อนและหลังการผ่าตัดยกฟันในสุนัขด้วยเทคนิคส่วตอกกระดูกปราศจากการเสริมกระดูกร่วมกับการใส่รากเทียม โดยวัดผลด้วยภาพรังสีโคนบีมคอมพิวเตอร์โทโมกราฟีภายหลัง 6 เดือน เพื่อทราบว่ามีการสร้างกระดูกบริเวณรากเทียมหรือไม่ และมีวัตถุประสงค์รองคือศึกษาปัจจัยของรากเทียมได้แก่ ขนาด ความยาว ลักษณะพื้นผิวและรูปทรง ที่มีผลต่อคุณภาพของรากเทียมภายหลังการผ่าตัดด้วยเทคนิคเดียวกันนี้ ซึ่งผลที่ได้ทั้งหมดจะเป็นประโยชน์ต่อการวางแผนการรักษาที่เหมาะสมและช่วยลดอัตราความล้มเหลวในเทคนิคนี้ รวมทั้งทราบว่าการเสริมกระดูกในกรณีฝังรากเทียมร่วมกับการผ่าตัดยกฟันในสุนัขนั้นมีความจำเป็นหรือไม่อย่างไร

การเสริมกระดูกในสุนัขยังเป็นเรื่องที่ถูกพิจารณาถึงความจำเป็นในการผ่าตัดยกฟัน เนื่องจากสร้างกระดูกใหม่รอบๆรากเทียมจะมีผลต่อความสำเร็จของรากเทียมในอนาคต ในการศึกษาพบว่ามีระดับกระดูกใหม่หลังการผ่าตัดยกฟันเฉลี่ย 8.95 ± 1.17 มิลลิเมตรและมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับระดับกระดูกที่เหลือก่อนการปลูกรากเทียมเฉลี่ย 7.14 ± 1.07 มิลลิเมตร ดังนั้นจึงมีการสร้างกระดูกใหม่ในสุนัขเฉลี่ยเท่ากับ 1.8 ± 0.793 มิลลิเมตร ซึ่งเพียงพอต่อการรองรับแรงของรากเทียม กระดูกที่สร้างรอบๆที่บริเวณปลายรากเทียมทำให้เพิ่มพื้นที่ผิวสัมผัสของรากเทียมกับกระดูกใหม่ในสุนัข ส่งผลให้เพิ่มความสำเร็จของรากเทียมในระยะยาว ดังนั้นจะเห็นว่าเทคนิคการผ่าตัดด้วยวิธีนี้มีประโยชน์ในแง่ของการประหยัดเวลาและค่าใช้จ่ายในการรักษาเพราะไม่ต้องใช้กระดูกเทียมที่จำเป็นต้องรอให้เกิดการสลายตัวของกระดูก (remodeling) 6-9 เดือน และรากเทียมสามารถถูกบดไปพร้อมกับกระดูกพื้นในสุนัขได้เลย เช่นเดียวกับการศึกษาของ Nedir และคณะ⁽³⁹⁾ ที่พบว่าภายในหนึ่งปีแรกสามารถวัดระดับกระดูกสร้างใหม่ในสุนัขได้ถึง 2.5 ± 1.2 มิลลิเมตร เมื่อวัดด้วยภาพรังสีรอบปลายราก ดังนั้นในการศึกษานี้จึงแสดงให้เห็นว่าการเสริมกระดูกเทียมไม่ได้มีความจำเป็นเพื่อช่วยเสริมการสร้างกระดูก (promote osteogenesis) รอบๆปลายรากเทียม

ปัจจุบันการเลือกวัสดุเพื่อเสริมกระดูกในสุนัขยังเป็นเรื่องที่ถกเถียงกัน การใช้การปลูกถ่ายกระดูกของตนเอง (autogenous bone graft) ยังเป็นตัวเลือกที่ใช้กันอย่างกว้างขวาง ทั้งๆที่มีข้อเสียหลายอย่างเช่นการมีแผลผ่าตัดสองตำแหน่ง ทำให้มีระยะพักฟื้นที่เพิ่มขึ้น นั่นเป็นเพราะ

การปลูกถ่ายกระดูกของตนเองเป็นเหมือนมาตรฐานสูงสุด (gold standard) ของการเสริมกระดูกในไขสันหลัง⁽⁴⁵⁾ อย่างไรก็ตามการปลูกถ่ายกระดูกของตนเองนั้นมีอัตราการละลายสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อใช้กระดูกฟองน้ำเข้ามาเป็นส่วนประกอบ (cancellous) ดังนั้นจึงมีการคิดวัสดุทดแทนกระดูก (bone substitute materials) เพื่อจะลดปัญหาที่เกิดจากการผ่าตัดตำแหน่งที่สองของผู้ป่วย Esposito และคณะ⁽⁴⁶⁾ รายงานว่าวัสดุทดแทนกระดูกมีประสิทธิภาพเทียบเท่ากับการปลูกถ่ายกระดูกของตนเอง และการเสริมกระดูกเทียมยังสามารถใช้ทดแทนกระดูกของตนเองในปริมาณมากได้ โดยเฉพาะในการผ่าตัดยกไขสันหลัง อย่างไรก็ตามกระดูกปลูกถ่ายวิธีวิพันธ์ (xenograft) หรือกระดูกเทียมที่ทำจากวัว ไม่มีคุณสมบัติการเหนี่ยวนำการสร้างกระดูก (osteoinductive) มีเพียงแต่คุณสมบัติการช่วยเป็นโครงร่างของการสร้างกระดูก (osteoconductive) และจะเกิดการประสานกับกระดูกที่สร้างใหม่ กระดูกเทียมที่ทำจากวัวนี้มีอัตราการละลายตัวช้าและยังคงอยู่อย่างน้อย 6 ปี การละลายตัวที่ช้าสามารถทำให้เกิดการสร้างกระดูกใหม่ได้อย่างสมบูรณ์ (maturation) เนื่องจากพื้นของไขสันหลังถูกยกและคงรูปไว้ด้วยปริมาตรของกระดูกเทียมที่ใส่ไว้ ในขณะเดียวกันก็เกิดการสร้างกระดูกใหม่แทนที่กระดูกเทียมอย่างช้าๆ⁽⁴⁷⁾ การผสมชนิดของวัสดุทดแทนกระดูก เช่นการผสมระหว่างกระดูกของผู้ป่วยเองกับกระดูกที่ทำจากวัวถือว่าเป็นอีกหนึ่งตัวเลือกที่ถูกคาดหวังว่าจะมีคุณสมบัติการสร้างกระดูกและคงรูปวางปริมาตรของการเสริมกระดูกได้⁽⁴⁸⁾ ดังนั้นจึงยังมีการศึกษาเพื่อหาคำตอบสำหรับวัสดุทดแทนกระดูกที่ดีที่สุดเมื่อยกพื้นไขสันหลัง จึงนำมาสู่การเริ่มต้นการศึกษาการสร้างกระดูกใหม่ในไขสันหลังด้วยเทคนิคการยกไขสันหลังปราศจากการเสริมกระดูก

ความแตกต่างที่สำคัญระหว่างเทคนิคการยกไขสันหลังด้วยวิธีหน้าต่างด้านข้าง (lateral window) และส่วตอกกระดูกนั้น ได้แก่ ระยะเวลาการเชื่อมประสานกระดูก เพราะรากเทียมที่ใส่ในเทคนิคหน้าต่างด้านข้างนี้จะถูกฝังในกระดูกเทียมที่มีปริมาตรขนาดใหญ่ ซึ่งอาจมีพื้นที่ตั้งแต่ 5-10 มิลลิเมตรจากปลายรากเทียม⁽³⁶⁾ ในขณะที่เทคนิคส่วตอกกระดูกถูกจำกัดอยู่เพียงแค่ 1-3 มิลลิเมตรจากปลายรากเทียม ซึ่งวิธีการการยกไขสันหลังด้วยส่วตอกกระดูกปราศจากการเสริมกระดูกมักจะเริ่มจากการตอกผนังไขสันหลังให้สูงขึ้นไปเพื่อให้เกิดการแตกของกระดูกที่ปลายรากเทียมนำไปสู่กระบวนการมีลิ่มเลือด (blood clot) มาคั่งที่ตำแหน่งนี้ และเป็นจุดเริ่มต้นให้เกิดการสร้างกระดูกใหม่ ซึ่งปริมาณและการคงอยู่อย่างเสถียรของลิ่มเลือด (stability of blood clot) รวมถึงการคงรูปวางของระดับที่ยกไขสันหลัง (space maintainning) จะเป็นการเหนี่ยวนำให้เซลล์สร้างเส้นเลือด (angiogenic cells) และเซลล์สร้างกระดูก (osteogenic cells) ในปริมาณที่มากพอเข้ามาซ่อมและสร้างกระดูกใหม่ในบริเวณนี้⁽⁴⁹⁾ ซึ่งเป็นปัจจัยที่สำคัญสำหรับการสร้างกระดูก อย่างไรก็ตาม

ตามพบว่าเยื่อบุพื้นไซนัสฉีกขาด (sinus membrane perforation) เป็นภาวะแทรกซ้อนที่เกิดขึ้นได้บ่อยที่สุดระหว่างหัตถการยกพื้นไซนัส⁽⁵⁰⁾ ทำให้การคงอยู่ของลิ่มเลือด (blood retention) ลดน้อยลง⁽⁴⁹⁾ ผลที่ตามมาคือเกิดการสร้างกระดูกใหม่ลดน้อยลง เช่นเดียวกับในการศึกษานี้ที่พบว่าเมื่อมีการยกพื้นไซนัส 1 มิลลิเมตร พบการสร้างกระดูกใหม่ในไซนัสร้อยละ 100 ในขณะที่เมื่อมีการเพิ่มระดับการยกไซนัส การสร้างกระดูกใหม่ในไซนัสมีแนวโน้มลดลงเป็น 82.88 และ 79.4 ตามลำดับ เนื่องจากยิ่งเพิ่มความสูงในการยกพื้นไซนัส โอกาสของการทะลุ หรือการฉีกขาดของเยื่อหุ้มไซนัสยิ่งเพิ่มขึ้นตาม⁽⁵⁰⁾ จึงอาจเป็นสาเหตุที่ทำให้การสร้างกระดูกมีแนวโน้มลดลง แต่อย่างไรก็ตามการตรวจทางคลินิกของผู้เข้าร่วมงานวิจัยทั้ง 27 คนไม่มีอาการภาวะแทรกซ้อนจากเยื่อบุไซนัสทะลุ เช่นมีเลือดไหลออกทางจมูกภายหลังการผ่าตัดหรือมีอาการภาวะไซนัสอักเสบ

มีการศึกษาเปรียบเทียบการใส่กระดูกเทียมและไม่ใส่กระดูกเทียมร่วมกับการผ่าตัดยกไซนัสด้วยวิธีส่วตอกกระดูกพบว่าการสร้างกระดูกใหม่ในไซนัสไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่ผลการศึกษาแสดงให้เห็นถึงแนวโน้มการลดลงของกระดูกสร้างใหม่ในกลุ่มที่ไม่ใส่กระดูกเมื่อเทียบกับกลุ่มที่ใส่กระดูกของตนเองที่มีระดับกระดูกก่อนการผ่าตัดน้อยกว่า 4 มิลลิเมตร (residual bone height <4 mm) หรือมีการละลายของกระดูกรุนแรง (severely atrophic maxilla)⁽³¹⁾ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษานี้ที่พบว่ากระดูกสร้างใหม่ในไซนัสมีแนวโน้มลดลงเมื่อมีการยกระดับไซนัสเพิ่มขึ้น และมีการศึกษาการยกไซนัสด้วยเทคนิคส่วตอกกระดูกที่มีการยกระดับไซนัสเฉลี่ยสูงถึง 7.28 มิลลิเมตรด้วยกระดูกเทียม⁽⁵¹⁾ เพื่อให้มีการคงรูปร่างของระดับที่ยกไซนัสและลิ่มเลือดที่เพียงพอ อีกทั้งยังได้คุณสมบัติการช่วยเป็นโครงสร้างของการสร้างกระดูก (osteoconductive) จากกระดูกเทียม ดังนั้นเพื่อผลในระยะยาวของระดับกระดูกที่ปลายรากเทียม อาจจะมีความจำเป็นต้องใส่กระดูกเทียมร่วมด้วยเมื่อมีการยกไซนัสด้วยเทคนิคส่วตอกกระดูกมากกว่า 3 มิลลิเมตร แต่ทั้งนี้ก็พบว่า มีการศึกษาที่ติดตามผลของการยกไซนัสด้วยเทคนิคส่วตอกกระดูกปราศจากการเสริมกระดูกในระยะยาว 4-9 ปี ที่แสดงให้เห็นว่าการกระดูกสร้างใหม่ในไซนัสมีแนวโน้มลดลง แต่ไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับระดับของกระดูกในวันที่ปักรากเทียมพร้อมกับยกไซนัสทันที⁽⁵²⁾ และยังมีการศึกษา Nedir ที่ไม่พบการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญของระดับกระดูกในไซนัสหลังการผ่าตัดด้วยเทคนิคเดียวกันกับการศึกษานี้ เมื่อเปรียบเทียบระดับกระดูกที่ปีที่ 1 และปีที่ 3 ในขณะที่การศึกษานี้⁽⁵³⁾ แสดงให้เห็นถึงอัตราการละลายตัวของวัสดุทดแทนกระดูกอย่างชัดเจนเมื่อเวลาผ่านไป

ระดับกระดูกที่เหลือก่อนการผ่าตัดและระดับการยกไซนัสเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการสร้างกระดูกในไซนัส ในการศึกษานี้พบว่า ระดับกระดูกที่เหลือก่อนการผ่าตัดมีความสัมพันธ์เชิง

บวกกับการสร้างกระดูกในไซนัส จากข้อตกลงร่วมกันของการฟื้นฟูไซนัสในกระดูกขากรรไกรบน ในปี ค.ศ.1996 (the consensus conference on maxillary sinus elevation in 1996) พบว่า ระดับกระดูกเหลือก่อนการผ่าตัดเป็นปัจจัยหลักของการเลือกวิธีการยกไซนัส หากเหลือระดับกระดูก 4-6 มิลลิเมตร ควรเลือกเป็นวิธีเปิดหน้าต่างด้านข้างแทนการใช้ส่วตอกกระดูก จากการศึกษานี้มีกระดูกที่เหลืออยู่ตั้งแต่ 6.0-9.1 มิลลิเมตร เนื่องจากความเสถียรขั้นต้น (primary stability) ภายหลังการปักรากเทียมยังคงเป็นปัจจัยสำคัญสำหรับการสร้างกระดูกใหม่และการเกิดกระดูกเชื่อมประสาน (osseointegration) ดังนั้นหากมีกระดูกที่เหลืออยู่ก่อนการผ่าตัดเพียงพอ ย่อมทำให้เกิดความเสถียรขั้นต้นได้มากขึ้น ผลที่ตามมาคือ รากเทียมที่ทำหน้าที่เป็นเหมือน โครงสร้าง (tenting effect) ของลิมเลือด เกิดการขยายน้อยในช่วงระยะการหายของแผล จึงช่วย ส่งเสริมการสร้างกระดูกใหม่ในไซนัสให้สมบูรณ์มากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ SI MS ที่พบความสัมพันธ์ทางบวกกับระดับกระดูกที่เหลืออยู่ก่อนปักรากเทียม⁽⁵²⁾ เช่นเดียวกันกับการศึกษาของ Nedir ที่มีกระดูกที่เหลือก่อนการผ่าตัดอยู่ในช่วงตั้งแต่ 1-7 มิลลิเมตร มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับการสร้างกระดูกในไซนัสเมื่อวัดผลด้วยภาพรังสีรอบปลายราก ซึ่งในการศึกษานี้ได้ผลการศึกษาไปในทิศทางเดียวกันคือ ระดับการสร้างกระดูกใหม่ในไซนัสมีความสัมพันธ์ทางบวกอย่างมาก ($R=0.755$) กับระดับกระดูกที่เหลืออยู่ก่อนการผ่าตัด

นอกเหนือจากระดับกระดูกที่เหลือก่อนการผ่าตัดแล้ว ระดับการยกไซนัสด้วยส่วตอกกระดูกก็เป็นปัจจัยที่มีผลต่อการสร้างกระดูกใหม่ เช่น การศึกษาของ Yang และคณะ⁽⁵⁴⁾ ที่มีการติดตามผลของรากเทียม 51 ตำแหน่ง ที่มีความยาวรากเทียมตั้งแต่ 6-12 มิลลิเมตร ได้วัดระดับของการยกไซนัสด้วยเทคนิคส่วตอกกระดูกและพบว่ามีความสัมพันธ์เชิงบวกกับการสร้างกระดูกใหม่ในไซนัส เมื่อติดตามผลที่ 18 เดือน เช่นเดียวกันกับการศึกษาของ Nedir⁽³³⁾ ที่ใช้ความยาวรากเทียม ตั้งแต่ 6-10 มิลลิเมตร และวัดผล 3 ปีด้วยภาพรังสีรอบปลายราก โดยทั้งสองการศึกษาเลือกใช้ความยาวที่แตกต่างกันไปในแต่ละผู้ป่วย ดังนั้นจะเห็นว่าการเลือกความยาวของรากเทียมเพื่อยกระดับไซนัสเป็นปัจจัยที่ถูกนำมาพิจารณาเพื่อวางแผนระยะที่ต้องการยกไซนัส การเลือกความยาวของรากเทียมให้เหมาะสม ขึ้นอยู่กับเทคนิคการผ่าตัดที่เลือกใช้ รวมถึงระดับกระดูกที่เหลืออยู่ ตัวอย่างเช่น หากเลือกใช้เป็นเทคนิคส่วตอกกระดูกในการยกไซนัสไม่ว่าจะใส่กระดูกร่วมด้วยหรือไม่ ระดับไซนัสไม่ควรถูกยกมากเกินไปกว่า 4 มิลลิเมตรเพื่อป้องกันการฉีกขาดของผนัง⁽⁵⁵⁾ ดังนั้นความยาวของรากเทียมจะถูกพิจารณาร่วมกับระดับกระดูกที่เหลือเป็นลำดับต่อมา โดยทั่วไปแล้วรากเทียมที่ถูกใช้จะอยู่ในช่วง 8-12 มิลลิเมตร การยิ่งเพิ่มความยาวของรากเทียมจะยิ่งเพิ่มความเสี่ยงต่อการฉีกขาดของเยื่อผนังไซนัส ก่อให้เกิดการยุบตัวของเยื่อผนังไซนัสและ

ผลต่อการสร้างลิ่มเลือดและกระดูกใหม่บ่งพร่อง (impair bone formation in tented space)⁽⁵⁵⁾ ในการศึกษาที่มีความยาวรากเทียมตั้งแต่ 7- 10 มิลลิเมตร และความยาวที่ 8 มิลลิเมตรเป็นความยาวที่ใช้มากที่สุด (ร้อยละ 54.8) มีระดับการยกไซนัสเฉลี่ยเท่ากับ 2.02 ± 0.735 มิลลิเมตร และมีการสร้างกระดูกเฉลี่ยเท่ากับ 1.8 ± 0.793 มิลลิเมตร ซึ่งระดับการยกไซนัสมีความสัมพันธ์เชิงบวก ($R= 0.563$) กับการสร้างกระดูกใหม่ในไซนัส สามารถอธิบายได้จากปรากฏการณ์เต็นท์นิง (tenting effect) หมายถึงการยกพื้นไซนัสขึ้นไปเพื่อให้เกิดเป็นช่องที่เต็มไปด้วยลิ่มเลือดซึ่งจะทำหน้าที่เป็นเหมือนโครงค้ำยันตามธรรมชาติ (natural scaffold) สำหรับการสร้างกระดูกใหม่⁽⁵⁶⁾ ดังนั้นจึงมีการศึกษาที่แนะนำความยาวของรากเทียมที่เหมาะสมเท่ากับ 10 มิลลิเมตรเพื่อให้เกิดปรากฏการณ์เต็นท์นิงที่มีประสิทธิภาพ⁽⁵⁷⁾

ผลการสร้างกระดูกกับรูปร่างของรากเทียม

ความเสถียรของรากเทียม (implant stability) มีคำจำกัดความคือ การอยู่นิ่งของรากเทียม ณ ช่วงเวลาที่วัด ซึ่งสามารถวัดได้ในวันที่ปักรากเทียมเรียกว่า เสถียรปฐมภูมิ (primary stability) และอีกครั้งหลังจากเกิดการเชื่อมประสานของกระดูกแล้ว เรียกว่าเสถียรทุติยภูมิ (secondary stability) ทั้งสองตัวแปรนี้มีความสัมพันธ์กัน กล่าวคือหากมีค่าเสถียรปฐมภูมิสูง ค่าของเสถียรทุติยภูมิก็จะสูงตามไปด้วย ส่งผลทำให้รากเทียมมีการเชื่อมประสานของกระดูกที่สมบูรณ์ พร้อมรับแรงบดเคี้ยว และนำไปสู่ความสำเร็จของรากเทียม ดังนั้นหากเสถียรปฐมภูมิบ่งพร่อง อาจจะเป็นสาเหตุให้เกิดความล้มเหลวของรากเทียมได้⁽⁵⁸⁾ เช่นเดียวกันกับการสร้างกระดูกใหม่ในไซนัส หลังยกไซนัสด้วยเทคนิคสลิ๊ตออกกระดูกปราศจากการเสริมกระดูกที่จำเป็นต้องมีความเสถียรของรากเทียมเข้ามาเกี่ยวข้อง โดยเฉพาะอย่างยิ่งเสถียรปฐมภูมิที่วัดค่าได้หลังจากปักรากเทียมซึ่งมีหลายปัจจัยที่มีผลต่อความเสถียรนี้ ได้แก่ คุณภาพของกระดูก ปริมาณกระดูก และรูปทรงของรากเทียม ซึ่งปัจจุบันยังเป็นประเด็นที่ถกเถียงถึงการออกแบบรูปทรงของรากเทียมเพื่อให้เกิดความเสถียรที่ขึ้นหลังปักรากเทียม เพราะความเสถียรของรากเทียมจะเป็นปัจจัยสำคัญที่จะลดการสร้างเนื้อเยื่อเส้นใยรอบๆรากเทียม (reducing fibrous tissue formation) และก่อให้เกิดการหายของแผลแบบการสร้างกระดูก (osteogenesis) มีการศึกษาที่กล่าวว่ารากเทียมในอุดมคติควรมีความสมดุลระหว่างแรงกดกับแรงดึง และมีแรงเฉือนน้อยที่สุดเมื่อถูกแรงกระทำ ซึ่งรูปร่างของรากเทียมควรช่วยลดการเคลื่อนที่ระดับไมโครให้ต่ำกว่า 50-150 ไมโครเมตร ระหว่างช่วงการหายของแผล⁽⁵⁹⁾ ไม่เพียงแต่การออกแบบรูปทรงของรากเทียมแต่ยังรวมถึง ความหนาแน่น (density) ความสามารถในการตัด (cutting ability) ของรากเทียมที่จะมีผลต่อชีวกลศาสตร์

(biomechanics) ระหว่างรากเทียมและกระดูกยึดผิวรากเทียม ทำให้ความเสถียรของรากเทียมให้ดีขึ้นได้⁽⁶⁰⁾ มีการศึกษาที่พบว่ารากเทียมล้มเหลวในระยะเริ่มต้น(early failure) เพราะความเสถียรปฐมภูมิบกพร่อง (poor primary implant stability)⁽⁵⁸⁾ ดังนั้นความเสถียรปฐมภูมิและทุติยภูมิของรากเทียมเป็นปัจจัยที่สำคัญที่ก่อให้เกิดความสำเร็จของรากเทียม

มีการศึกษาของ Lozano-Carrascal⁽⁵⁸⁾ ที่เปรียบเทียบความเสถียรของรากเทียมสองชนิด คือ 1. รากเทียมรูปทรงกรวย (tapered MIS7) 2. รากเทียมรูปทรงกระบอก (cylindrical Astra) ทั้งในขากรรไกรบนและขากรรไกรล่าง ด้วยการวัดค่าไอเอสคิว (ISQ) และค่าทอร์กขณะใส่รากเทียม (insertion torque) พบว่ารากเทียมรูปทรงกรวยมีค่าไอเอสคิวและค่าทอร์กขณะใส่รากเทียมในขากรรไกรบนมากกว่ารากเทียมรูปทรงกระบอกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จากผลการศึกษาแนะนำว่ารากเทียมรูปทรงกรวยมีแนวโน้มของความเสถียรปฐมภูมิได้มากกว่ารูปทรงกระบอก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในขากรรไกรบน ซึ่งสอดคล้องกับอีกหลายการศึกษา^(61, 62) Rok และคณะ⁽⁶³⁾ แนะนำว่ารากเทียมที่มีรูปทรงกรวยมีความสามารถในการเบียดกระดูกไปด้านข้าง (lateral compressive force) รอบๆรากเทียม ดังนั้นในบริเวณที่กระดูกมีคุณภาพและปริมาณน้อย จึงควรเลือกใช้รากเทียมรูปทรงกรวยมากกว่ารูปทรงกระบอกเพื่อให้ได้ความเสถียรปฐมภูมิที่ดีขึ้น ซึ่งในบริเวณพื้นหลังของขากรรไกรบนที่มีข้อจำกัดทั้งคุณภาพของกระดูกที่มีความหนาแน่นน้อยกว่าขากรรไกรล่าง และมียังมีลักษณะกายวิภาคของไซนัสที่เป็นอุปสรรคต่อการปักรากเทียม ดังนั้นการเลือกใช้รูปทรงของรากเทียมเพื่อช่วยเสริมความเสถียรของรากเทียมหลังปักจึงเป็นสิ่งที่ควรคำนึงถึงด้วย การปักรากเทียมพร้อมกับยกไซนัสด้วยเทคนิคสลิวดอกกระดูกปราศจากการเสริมกระดูกนั้น ความเสถียรปฐมภูมิของรากเทียมเป็นสิ่งที่จำเป็นอย่างมาก เนื่องจากหากรากเทียมไม่มีการขยับ และมั่นคงอยู่กับที่ การเกิดปรากฏการณ์เด็นท์นิงจึงเกิดขึ้นได้อย่างสมบูรณ์เพราะมีรากเทียมที่อยู่หนึ่งเป็นเหมือนโครงค้ำยันให้กับลิ้มเลือดที่เกิดจากการตอกกระดูกของสลิวดอกกระดูก ส่งผลให้สภาวะแวดล้อมรอบๆปลายรากเทียมเหมาะสมสำหรับการเปลี่ยนแปลงเซลล์ในลิ้มเลือดเป็นกระดูกใหม่ในไซนัส (bone cell differentiation) ในการศึกษาพบว่าการสร้างกระดูกใหม่ในไซนัสของรูปทรงกรวยและรูปทรงตรงไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แม้ว่าระดับการสร้างกระดูกใหม่ในไซนัสของรากเทียมรูปทรงตรงจะมากกว่ารูปทรงกรวย คือมีระดับกระดูกใหม่ในไซนัสเท่ากับ 2.051 ± 0.871 มิลลิเมตรและ 1.595 ± 0.681 มิลลิเมตร ตามลำดับ

Gehrke⁽⁶⁴⁾ และคณะได้ทำการศึกษาในสัตว์เกี่ยวกับการออกแบบปลายรากเทียม (apical design) ที่มีผลต่อการเกิดกระดูกเชื่อมประสานทั้งแง่ของด้านชีวกลศาสตร์ (biomechanics) ที่สามารถวัดได้จากค่าไอเอสคิว และในแง่ของเนื้อเยื่อวิทยา (histology) ในการศึกษานี้ได้

เปรียบเทียบลักษณะของเกลียว (threads) ของรากเทียมที่ต่างกัน 3 กลุ่มคือ 1. ลักษณะเกลียวเป็นสี่เหลี่ยมและตำแหน่งตรงกลางถึงปลายรากเทียมมีลักษณะตัดเกลียวเอง (2/3 self-tapping) 2. มีเกลียวสองชนิดคือเกลียวด้านบนรากเทียมแบนและสั้น (flat tip) ส่วนเกลียวด้านล่างแบนและยาว ส่วนปลายรากเทียมมีบริเวณที่เป็นลักษณะตัดเกลียวเองอยู่เล็กน้อย 3. ลักษณะเกลียวเป็นสามเหลี่ยมที่มีความลึกของเกลียวเพิ่มขึ้นที่จากคอถึงปลายรากเทียม (increasing depth of the threads from the cervical portion to the apex) แต่มีส่วนของเกลียวตัดเองอยู่บริเวณเล็กน้อย โดยรากเทียมทุกชิ้นใช้พื้นผิวและความยาวเดียวกันเพื่อเป็นตัวแปรควบคุม ผลการศึกษาพบว่า รากเทียมในกลุ่มที่ 2 มีค่าไอเอสคิวสูงสุดที่ 6 และ 8 สัปดาห์ และพบความสัมพันธ์เชิงบวกค่าไอเอสคิวของกลุ่มรากเทียมแบบที่ 2 กับระดับกระดูกที่เกาะติดกับผิวรากเทียม (bone-to-implant contact, BIC) เมื่อวัดผลที่ 6 สัปดาห์ ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ และมีร้อยละของระดับกระดูกที่เกาะติดกับผิวรากเทียมสูงสุดจากสามกลุ่มในช่วงเวลาที่ 8 สัปดาห์และ 12 สัปดาห์ ในขณะที่รูปร่างของรากเทียมแบบที่ 1 ที่มีลักษณะตัดเกลียวเองมากที่สุดในกลุ่มพบว่ามีบริเวณส่วนของกระดูกตาย (necrotic bone) รอบๆรากเทียมมากที่สุด แต่อย่างไรก็ตามไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของค่าไอเอสคิวและระดับกระดูกที่เกาะติดกับผิวรากเทียมของทั้งสามกลุ่ม ดังนั้นการศึกษานี้จึงสรุปว่าการออกแบบรูปร่างของรากเทียมโดยเฉพาะส่วนปลายของรากเทียมมีอิทธิพลต่อความเสถียรและระดับกระดูกที่เกาะติดกับผิวรากเทียม โดยที่รากเทียมที่มีการออกแบบเกลียวให้มีความสามารถตัดกระดูกได้รุนแรง (aggressive design) จะมีแนวโน้มของความเสถียรและกระดูกที่เกาะติดผิวรากเทียมได้น้อยกว่ารากเทียมที่มีการออกแบบให้มีความสามารถในการตัดกระดูกอย่างนุ่มนวลมากกว่า (smoother design) เมื่อมาพิจารณารากเทียมในกลุ่มที่ 2 (MIS Seven) ที่ดูเหมือนว่าจะมีแนวโน้มของผลการศึกษาเหนือกว่ากลุ่มที่เหลือ พบว่ารากเทียมกลุ่มที่ 2 นี้มีลักษณะการออกแบบของเกลียวเป็นเกลียวคู่คือด้านบนเป็นเกลียวขนาดเล็กประมาณหนึ่งในสามของความยาวรากเทียมแล้วจึงเป็นเกลียวขนาดใหญ่ขึ้นตามความยาวที่เหลือ และมีส่วนของลักษณะตัดเกลียวเองแค่เพียงเพียงปานกลาง (medium self-tapping) เท่านั้น ซึ่งคล้ายกับรูปร่างของรากเทียมรูปทรงตรงในการศึกษานี้ (Astra TechS and Straumann BL) แม้ว่าการศึกษานี้จะไม่มีการวัดระดับกระดูกที่เกาะติดกับผิวรากเทียมด้วยกล้องจุลทรรศน์แต่ระดับกระดูกที่สร้างใหม่ในไซนัสก็แสดงให้เห็นในภาพรังสีคอมพิวเตอร์โทโมกราฟีว่ารากเทียมรูปทรงตรงมีแนวโน้มการสร้างกระดูกใหม่ในไซนัสที่มากกว่ารากเทียมรูปทรงกรวย อาจเป็นเพราะในการศึกษานี้รากเทียมรูปทรงตรงทั้งหมดมีลักษณะเกลียวตัดกระดูกที่รุนแรงน้อยกว่าเมื่อเทียบกับรากเทียมรูปทรงกรวยที่มีลักษณะของเกลียวที่แหลมกว่าและมีส่วนของลักษณะตัดเกลียวเอง (self tapping) ที่มากกว่า

(Osstem TSIII, Dentium Superline) ซึ่งอาจทำให้เกิดการทำลายกระดูกที่มากกว่าโดยเฉพาะอย่างยิ่งในกระดูกขากรรไกรบนด้านหลังที่มีความหนาแน่นของกระดูกน้อยกว่าตำแหน่งอื่นๆ

นอกเหนือจากนี้ยังมีการศึกษาที่หาความสัมพันธ์ของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของรากเทียมและความเสถียรของแต่ละรูปร่างของรากเทียม พบว่ารากเทียมรูปร่างทรงกรวยมีแนวโน้มของค่าไอเอสคิวและค่าทอร์กขณะใส่รากเทียมเพิ่มขึ้นเมื่อรากเทียมมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพิ่มขึ้น แต่อย่างไรก็ตาม Lozano⁽⁵⁸⁾ ไม่พบความสัมพันธ์เชิงบวกทางสถิติ ในขณะที่กลุ่มรากเทียมที่มีรูปร่างกระบอกพบความสัมพันธ์เชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของรากเทียมและค่าไอเอสคิวและค่าทอร์กขณะใส่รากเทียม ซึ่งขัดแย้งกับการศึกษาของ Han และคณะ⁽⁶⁵⁾ ที่สรุปว่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของรากเทียมรูปร่างทรงตรงไม่ได้เป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อความเสถียรของรากเทียมซึ่งจะช่วยสนับสนุนการสร้างกระดูกใหม่รอบๆ รากเทียม เช่นเดียวกับการศึกษานี้ที่พบว่าเส้นผ่านศูนย์กลางของรากเทียมไม่ได้เป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการสร้างกระดูกใหม่ในไซนัสด้วย การศึกษานี้รากเทียมมีเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 3.6 - 5.4 มิลลิเมตร โดยมีรากเทียมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5.0 มิลลิเมตร จำนวนมากที่สุด (ร้อยละ 41.9) และพบว่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางทั้งรากเทียมรูปร่างทรงตรงและทรงกรวยไม่มีความสัมพันธ์กับการสร้างกระดูกใหม่ในไซนัส ($p=0.773$ และ $p=0.43$) ตามลำดับ

ผลการศึกษาส่วนใหญ่มีแนวโน้มที่พบว่ารากเทียมรูปร่างทรงกรวยมีคุณสมบัติที่ให้ความเสถียรได้เหนือกว่ารูปร่างกระบอก⁽⁶¹⁻⁶³⁾ ทั้งในสภาวะที่กระดูกเหลือน้อยหรือบริเวณนั้นมีความหนาแน่นของกระดูกน้อยกว่า ดังนั้นเมื่อความเสถียรของรากเทียมรูปร่างทรงกรวยเหนือกว่าความสามารถในการสร้างกระดูกควรจะมากขึ้นตามไปด้วย แต่ในการศึกษานี้กลับพบว่ากระดูกที่สร้างใหม่รอบๆ รากเทียมรูปร่างทรงตรงมีแนวโน้มที่มากกว่า แม้ว่าจะไม่แตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ นั่นเป็นเพราะปัจจัยในการสร้างกระดูก ไม่ได้ขึ้นอยู่กับความเสถียรของรากเทียมเพียงปัจจัยเดียว ยังมีปัจจัยของพื้นผิวของรากเทียมที่ส่งผลต่อการเกิดกระดูกเชื่อมประสาน (osseointegration)⁽⁶⁶⁾ และในการศึกษานี้รากเทียมรูปร่างทรงตรงมีพื้นผิวออกซิไดส์ปิดทั้ง 7 ตำแหน่งและคิดเป็นร้อยละ 50 ของรากเทียมรูปร่างทรงตรงทั้งหมด ทำให้อาจจะเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อการสร้างกระดูกรอบๆ รากเทียมได้เช่นกัน

ผลการสร้างกระดูกกับพื้นผิวของรากเทียม

นอกเหนือจากเรื่องการออกแบบรูปร่าง ความสูง และความสามารถในการตัดกระดูกของรากเทียมที่มีผลต่อชีวกลศาสตร์ที่จะช่วยให้รากเทียมมีความเสถียรที่ดีแล้ว ยังมีอีกหนึ่งปัจจัยที่

สำคัญที่ช่วยให้เกิดกระดูกเชื่อมประสานได้เร็วขึ้นนั่นคือ พื้นผิวของรากเทียม เพราะเป็นตำแหน่งที่กระดูกเข้ามาเกาะโดยตรง⁽⁶⁷⁾ ปัจจุบันมีพื้นผิวรากเทียมหลายชนิดขึ้นกับบริษัทผู้ผลิต ทั้งความแตกต่างของระดับความหยาบของพื้นผิว สารเคมีที่เคลือบผิว (surface chemistry) และความสามารถในการดูดน้ำสู่รากเทียม (wettability) ซึ่งคุณสมบัติเหล่านี้ถูกสร้างเพื่อให้เหมาะสมกับกระบวนการทางชีวภาพ (biological process) ด้วยการเป็นสื่อกลาง (mediating) ที่ทำปฏิกิริยาโดยตรงกับเซลล์สร้างกระดูกในช่วงระหว่างการเกิดกระดูกเชื่อมประสาน⁽⁶⁸⁾ แนวโน้มการศึกษาเรื่องพื้นผิวรากเทียมในปัจจุบันมีจุดประสงค์เพื่อพัฒนาคุณภาพของรากเทียมให้มีคุณสมบัติในการเกิดกระดูกเชื่อมประสานให้เร็วขึ้นมากกว่าเดิม หรือลดระยะเวลาการหายของแผล เพื่อให้รากเทียมมีการยึดติดกับกระดูกและพร้อมรับแรงบดเคี้ยวได้เร็วขึ้น (early loading protocols) และยังหวังผลให้มีระดับกระดูกที่เกาะติดกับผิวรากเทียมในระยะยาวโดยปราศจากละลายของสันกระดูก (marginal bone loss)⁽⁶⁹⁾

ในการศึกษานี้กลุ่มประชากรรากเทียมประกอบด้วยผิวรากเทียม 2 ชนิดคือ 1.กลุ่มพื้นผิวออกซิไอสปิด และ 2.กลุ่มพื้นผิวเอสแอลเอ ซึ่งทั้งสองกลุ่มสามารถสร้างกระดูกใหม่ในไซนัสเฉลี่ย 2.377 ± 0.761 มิลลิเมตร และ 1.633 ± 0.734 มิลลิเมตร ตามลำดับ และคิดเป็นร้อยละ 114.77 และ ร้อยละ 81.65 จากระดับที่ตอกยกไซนัสขึ้นไป ตามลำดับ การสร้างกระดูกใหม่บนผิวรากเทียมในไซนัสสามารถอธิบายได้จากกระบวนการเกิดกระดูกเชื่อมประสานซึ่งเริ่มต้นจากหัวเจาะรากเทียม (implant drilling) เจาะตัดกระดูกให้เกิดเป็นช่องว่าง (cavity) และให้มีความลึกต่ำกว่าระดับของกระดูกที่เหลืออยู่ประมาณ 1 มิลลิเมตรจากพื้นไซนัส แล้วจึงใช้ส่วตอกกระดูกบางๆนั้นขึ้นไปในไซนัสให้ได้ระดับที่ต้องการใส่รากเทียม กระบวนการเจาะกระดูกและยกไซนัสนี้ทำให้เยื่อหุ้มกระดูกฉีกขาด เลือดและเซลล์จากไขกระดูก (bone marrow) ไหลออกไปด้านนอก ใต้ต่อพื้นไซนัส นำไปสู่ขั้นตอนการหายของแผล (wound healing) ซึ่งเริ่มต้นจากเซลล์และพลาสมาในการห้ามเลือด (plasmatic hemostasis) ทำให้เกิดการก่อตัวของไฟบริน (fibrin) และลิ่มเลือดที่เป็นเสมือนบริเวณแมทริกซ์ (matrix) กับการสร้างเส้นเลือดใหม่ (neoangiogenesis) และการสร้างกระดูกใหม่ กระดูกที่สร้างขึ้นนี้สามารถจำแนกได้ 2 ชนิดตามแหล่งที่มาได้แก่ 1.กระดูกสร้างใหม่ที่เกิดจากกระดูกรอบๆช่องว่างจากหัวเจาะรากเทียม เรียกว่า การสร้างกระดูกระยะไกล (distance osteogenesis) ซึ่งเซลล์สร้างกระดูกจะเคลื่อนที่มาจากช่องว่างที่ถูกเจาะนั้น 2. กระดูกสร้างใหม่ที่เกิดจากผิวรากเทียม เรียกว่า การสร้างกระดูกระยะใกล้ (contact osteogenesis) คือมีเซลล์สร้างกระดูกเคลื่อนที่โดยตรงมาบนผิวรากเทียมและสร้างเป็นกระดูกใหม่ (De novo bone)⁽⁷⁰⁾ กระบวนการสร้างกระดูกระยะใกล้นี้ มีความสำคัญกับการสร้างกระดูกรอบๆปลายรากเทียมใน

ไชนัส ดังนั้นรากเทียมที่ถูกฝังในบริเวณนี้อาจจำเป็นต้องมีพื้นผิวที่มีคุณสมบัติในการเรียกเซลล์สร้างกระดูกให้มาสะสมบริเวณนี้ ซึ่งรายละเอียดจะมีแตกต่างกันไปตามแต่ชนิดของพื้นผิวและบริษัทผู้ผลิต⁽⁶⁸⁾

จากผลการศึกษาพบว่าเมื่อจำแนกรากเทียมตามกลุ่มพื้นผิว กลุ่มพื้นผิวออกซิไอสปิดมีความสามารถในการสร้างกระดูกใหม่ในไชนัสได้สูงถึง ร้อยละ 114.77 จากระดับที่ตอกยกไชนัสด้วยเทคนิคส่วตอกกระดูก มีการศึกษาเกี่ยวกับพื้นผิวออกซิไอสปิดที่อธิบายวัตถุประสงค์ของการผลิตและกระบวนการผลิต กล่าวคือออกซิไอสปิดเป็นพื้นผิวที่ถูกดัดแปลงระดับนาโน (modifications of nanotopography) ที่มีความละเอียดสูงขึ้นมากกว่าการดัดแปลงระดับไมโครของพื้นผิวเอสแอลเอ (modifications of microtopography) การดัดแปลงพื้นผิวระดับนาโนมีเป้าหมายต่อระดับเซลล์และโปรตีน ส่งผลต่อการยึดติดของเซลล์สร้างกระดูก (adhesion of osteogenesis) กับรากเทียม ทำให้เกิดการสร้างกระดูกใหม่ได้ดีขึ้น พื้นผิวออกซิไอสปิดเป็นรากเทียมของบริษัทแอสตราเทค (AstraTech) ที่มีการพัฒนาพื้นผิวเพิ่มขึ้นอีกสองขั้นตอนหลัก คือการเคลือบผิวด้วยไทเทเนียมออกไซด์ (TiOblast) เพื่อให้เกิดเป็นพื้นผิวขรุขระระดับไมโคร (microscale surface roughness) แล้วตามด้วยการใช้กรดไฮโดรฟลูออริก (hydrofluoric acid) เพื่อทำให้เกิดพื้นผิวรากเทียมระดับนาโน ทำให้เกิดการสะสมของฟลูออไรด์ที่ผิวรากเทียม ซึ่งในการศึกษาระดับเซลล์แสดงให้เห็นว่าพื้นผิวออกซิไอสปิดสามารถเพิ่มการแตกแขนงของเซลล์สร้างกระดูก (branched cell morphology of osteoblast) และการแสดงออกของยีน รวมถึงเหนี่ยวนำกระบวนการสร้างกระดูกในเมสเซนไคมอลสเต็มเซลล์ เมื่อเปรียบเทียบกับพื้นผิวไทโอบลาสในห่องปฏิบัติการ⁽⁷¹⁾ จะเห็นว่าพื้นผิวออกซิไอสปิดถูกพัฒนาทั้งด้านเชิงกลจากการเปลี่ยนแปลงความละเอียดพื้นผิวระดับนาโนและด้านเคมีจากการสะสมของฟลูออไรด์ที่ผิวรากเทียม ทำให้มีการสร้างกระดูกใหม่และยึดติดกับผิวรากเทียมได้ดีขึ้น นอกจากนี้การศึกษานี้ยังพบว่าพื้นผิวออกซิไอสปิดมีค่าทอร์กขณะถอนรากเทียมออกมากกว่ากลุ่มรากเทียมควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งแสดงถึงความเสถียรทุติยภูมิ และยังมีระดับกระดูกที่ติดกับผิวรากเทียม (BIC) มากกว่ากลุ่มควบคุมเมื่อวัดผลภายหลัง 1 และ 3 เดือน⁽⁷²⁾ สำหรับการศึกษาในมนุษย์ ผลการศึกษาส่วนใหญ่จะแนะนำว่ารากเทียมพื้นผิวออกซิไอสปิดมีผลทางคลินิกที่คาดการณ์ได้ (predictable) Mertens and Steveling⁽⁷³⁾ ได้ติดตามผลทางคลินิกของรากเทียมออกซิไอสปิด 42 ตำแหน่ง ระยะเวลา 5 ปี พบว่ามีอัตราการอยู่รอดสูงถึงร้อยละ 97 และมีการละลายของสันกระดูกเพียงแค่ 0.1 มิลลิเมตร ซึ่งถือว่าเป็นอัตราการละลายที่น้อยมากที่ระยะเวลา 5 ปี

ขณะที่พื้นผิวเอสแอลเอ หรือ sandblasted, large grit, acid-etched เป็นพื้นผิวที่ถูกพัฒนามาจากพื้นผิวเรียบแบบดั้งเดิม (polished or machined surfaces) ด้วยกระบวนการพ่นทราย และใช้กรดกัดผิวเพื่อให้เกิดเป็นพื้นผิวขรุขระระดับไมโคร เพื่อเพิ่มพื้นที่ผิวสัมผัสทำให้เกิดระดับกระดูกเกาะติดกับผิวรากเทียมมากขึ้น ตามที่ Albrektsson และ Wennerberg⁽⁷⁴⁾ ได้กล่าวไว้ว่าความขรุขระที่อยู่ในช่วง 1-2 ไมโครเมตรเป็นความขรุขระที่เหมาะสมต่อการเกิดกระดูกเชื่อมประสาน ซึ่งพื้นผิวเอสแอลเอเป็นพื้นผิวที่ผ่านกระบวนการด้วย $\text{HCl}/\text{H}_2\text{SO}_4$ ด้วยอุณหภูมิที่สูง ทำให้ได้พื้นผิวที่มีระดับความขรุขระอยู่ที่ 1.3 ไมโครเมตร ซึ่งช่วยให้การยึดติดกับเซลล์ดีขึ้น⁽⁷⁵⁾ Buser และคณะ⁽⁷⁶⁾ ได้ทำการศึกษาในห้องปฏิบัติการพบว่าพื้นผิวที่ผ่านการพัฒนามีระดับกระดูกที่เกาะติดผิวรากเทียมมากกว่าพื้นผิวแบบเรียบอย่างมีนัยสำคัญ กล่าวคือ พื้นผิวเอสแอลเอมีความสามารถในการเกาะติดผิวรากเทียมได้ร้อยละ 50-60 ซึ่งเหนือกว่าพื้นผิวชนิดอื่นๆ (plasma-sprayed, electropolished implants) ที่เกาะติดผิวรากเทียมได้เพียงร้อยละ 20-40 เท่านั้น นอกจากนี้ยังพบว่ารากเทียมพื้นผิวเอสแอลเอมีค่าทอร์กขณะถอนรากเทียมออกมากกว่ารากเทียมพื้นผิวเรียบดั้งเดิม⁽⁷⁷⁾ ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความสามารถของความเสถียรทุติยภูมิที่เกิดจากกระดูกเชื่อมประสานที่ดีขึ้น สำหรับการศึกษาในมนุษย์พบว่าเมื่ออัตราการอยู่รอดและความสำเร็จของรากเทียมร้อยละ 98.8 และ 97.0 ตามลำดับ เมื่อเวลาผ่านไป 10 ปี เช่นเดียวกันกับ Cochran และคณะ⁽⁷⁸⁾ พบว่าจากรากเทียมเอสแอลเอทั้งหมด 120 ตำแหน่งที่มีการใส่ครอบฟันภายใน 2-3 เดือน หลังการผ่าตัด (early loading) มีอัตราการอยู่รอดและความสำเร็จสูงถึงร้อยละ 99.1 และ 98.8 ตามลำดับเมื่อเวลาผ่านไป 5 ปี จากการศึกษาที่ผ่านมาจะเห็นว่าผิวเอสแอลเอช่วยปรับปรุงคุณสมบัติชีวกลศาสตร์ของรากเทียมช่วยการยึดกระดูกกับผิวรากเทียมเชิงกลได้ดีขึ้น ในการศึกษาพบว่าจากรากเทียมพื้นผิว 24 ตำแหน่ง สามารถสร้างกระดูกใหม่ในไซนัสได้ร้อยละ 81.65 จากระดับที่ตอกยกไซนัสขึ้นไป อาจเป็นเพราะรากเทียมพื้นผิวเอสแอลเอถูกพัฒนาเฉพาะด้านเชิงกลที่ทำให้พื้นผิวขรุขระเพิ่มขึ้นจากพื้นผิวเรียบแบบดั้งเดิม แต่ยังไม่มีความสมบูรณ์ทางเคมีที่จะมีผลต่อทั้งเซลล์และระดับโปรตีนทำให้สามารถสะสมเซลล์สร้างกระดูกได้มากขึ้นเหมือนกับรากเทียมดัดแปลงระดับนาโน (modifications of nanotopography) ที่มีการพัฒนาทั้งด้านชีวกลศาสตร์และเคมี จึงอาจเป็นเหตุผลที่ทำให้ร้อยละการสร้างกระดูกใหม่ของพื้นผิวเอสแอลเอน้อยกว่าพื้นผิวออกซิไอส์ปิดในการศึกษานี้

อย่างไรก็ตามการจากผลการศึกษานี้จะเห็นว่าทั้งพื้นผิวออกซิไอส์ปิดและเอสแอลเอ ต่างก็มีความสามารถในการสร้างกระดูกใหม่ได้เช่นเดียวกัน แม้จะว่าร้อยละของการสร้างกระดูกใหม่ในการศึกษานี้จะเกิดขึ้นกับพื้นผิวออกซิไอส์ปิดได้มากกว่า แต่การสร้างกระดูกของรากเทียมทั้งสอง

กลุ่มนี้ก็ไม่สามารถนำมาเปรียบเทียบทางสถิติได้เนื่องจากจำนวนของประชากรของรากเทียมทั้งสองกลุ่มแตกต่างกัน

จากผลการศึกษาพบว่ารากเทียมทั้ง 31 ตำแหน่งสามารถใช้งานได้ดีในช่องปากและมีเกณฑ์ครบตามหลักของ Buser ทั้ง 4 ข้อ คือมีอัตราความสำเร็จและอัตราการอยู่รอดในช่องปากร้อยละ 100 แต่การศึกษานี้วัดผลในระยะสั้นที่ 6 เดือน และประชากรส่วนใหญ่ไม่มีโรคประจำตัวหรือมีโรคประจำตัวที่อยู่ภายใต้การควบคุมของแพทย์อย่างสม่ำเสมอ จึงทำให้ได้ผลสำเร็จสูง การติดตามผลในระยะยาวทั้งด้านการใช้งานและระดับการสร้างกระดูกในไซนัสยังคงต้องมีการศึกษาต่อไป โดยเฉพาะในกลุ่มผู้ป่วยที่มีโรคประจำตัว เช่น เบาหวาน โรคกระดูกพรุน หรือเคยได้รับรังสีรักษามาก่อนการผ่าตัดรากเทียม ซึ่งกลุ่มผู้ป่วยเหล่านี้มักมีความบกพร่องของระบบภูมิคุ้มกันและการสร้างหรือซ่อมแซมเนื้อเยื่อ ดังนั้นเพื่อช่วยลดโอกาสของการล้มเหลวของรากเทียมที่อาจเกิดขึ้น รากเทียมที่ถูกใช้กับผู้ป่วยเหล่านี้ควรมีคุณสมบัติของรูปร่าง ขนาด ความยาว ที่เหมาะสมเพื่อช่วยให้เกิดความเสถียรสูงสุดภายหลังปักการรากเทียมพร้อมกับยกพื้นไซนัส และพื้นผิวของรากเทียมควรมีคุณสมบัติชีวกัมมันต์ (bioactive) เพื่อช่วยเร่งการเกิดกระดูกเชื่อมประสานภายหลังการใส่รากเทียมร่วมด้วย⁽⁷⁹⁾

สรุปผลการศึกษา

การศึกษานี้พบว่าการใช้รากเทียมร่วมกับการยกไซนัสด้วยเทคนิคสลิวดอกกระดูกปราศจากการเสริมกระดูกสามารถสร้างกระดูกใหม่ในไซนัสได้เมื่อมีการยกกระดูกไซนัสตั้งแต่ 1-3 มิลลิเมตร และพบว่าระดับกระดูกที่เหลืออยู่ก่อนการผ่าตัดและระดับการยกไซนัสด้วยสลิวดอกกระดูกมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับการสร้างกระดูกใหม่ในไซนัส

รากเทียมทั้ง 31 ตำแหน่งมีอัตราการอยู่รอดและใช้งานได้ดีในช่องปากร้อยละ 100 ดังนั้นปัจจัยของขนาด ความยาว รูปทรง และพื้นผิวของรากเทียมไม่มีผลต่อคุณภาพของรากเทียมตามเกณฑ์ของการศึกษานี้ แต่อย่างไรก็ตามปัจจัยเหล่านี้มีผลต่อการสร้างกระดูกรอบๆรากเทียม โดยเฉพาะปัจจัยด้านพื้นผิว ทั้งพื้นผิวเอสแอลเอและออกซิไฮดรอกซีอะปาทิตมีผลต่อการสร้างกระดูกใหม่ที่ปลายรากเทียมหลังจากการผ่าตัดยกไซนัสที่แตกต่างกัน แต่เนื่องจากการศึกษานี้มีจำนวนประชากรการศึกษาแต่ละกลุ่มค่อนข้างน้อยและจำนวนแตกต่างกัน ดังนั้นในการศึกษาต่อไปอาจต้องมีจำนวนประชากรการศึกษาที่มากขึ้น เพื่อให้ได้ผลการศึกษาที่มีการเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มได้ดีขึ้น

ภาคผนวก

ตาราง 14 แสดงข้อมูลการวัดระดับกระดูกจากภาพรังสีโคนปริมคอมพิวเตดโทโมกราฟฟีทั้ง 31 ตำแหน่ง

N	Residual bone height (Before,mm)	Bone height After surgery (mm)		Average Bone gain (mm)	Endo sinus bone gain (Difference of bone height, mm)
		Buccal site	Palatal site		
1	8.1	9.8	12.7	11.25	3.15
2	6.5	8.1	8.1	8.1	1.6
3	6.3	7.3	8.4	7.85	1.55
4	6.3	10.7	9.6	10.15	3.85
5	6.45	6.13	8.82	7.47	1.02
6	7.5	8.89	9.02	8.95	1.45
7	8	7.65	9.57	8.61	0.61
8	6.74	8.38	7.66	8.02	1.28
9	6.07	8.77	8.5	8.63	2.56
10	6.19	9.83	8.88	9.35	3.16
11	6	7.12	7.02	7.07	1.07
12	7.2	7.86	8.65	8.25	1.05

13	7.32	9.21	8.53	8.87	1.55
14	5.85	7.49	7.88	7.68	1.83
15	6.01	8.01	7.89	7.95	1.94
16	6.65	8.78	8.5	8.64	1.99
17	5.82	7.1	7.2	7.15	1.33
18	6.05	7.2	7.15	7.17	1.12
19	9.8	11.8	10.6	11.2	1.4
20	7.8	9.3	10.9	10.1	2.3
21	9.8	11.1	11	11.05	1.25
22	8.5	8.6	8.8	8.7	0.2
23	8.6	9.9	10.5	10.2	1.6
24	7.1	8.4	10.8	9.6	2.5
25	6.9	9	9.1	9.05	2.15
26	7.7	10.8	10.1	10.45	2.75
27	6.9	8.8	8.8	8.8	1.9
28	8	10.4	9.4	9.9	1.9
29	6.4	10.5	6.9	8.7	2.3
30	7.1	9.8	9.2	9.5	2.4
31	7.8	8.9	8.8	8.85	1.05

ตาราง 15 แสดงตำแหน่งของซี่ฟันและระดับการตอกยกไขสันหลังทั้ง 31 ตำแหน่ง

No.	Tooth	Residual bone height (Before,mm)	Average Bone gain (mm)	Endo sinus bone gain (Difference of bone height, mm)	Protrusion (mm)
1	16	8.1	11.25	3.15	2
2	16	6.5	8.1	1.6	2
3	26	6.3	7.85	1.55	2
4	27	6.3	10.15	3.85	3
5	16	6.45	7.47	1.02	2
6	16	7.5	8.95	1.45	1
7	17	8	8.61	0.61	1
8	26	6.74	8.02	1.28	2.5
9	24	6.07	8.63	2.56	2.5
10	16	6.19	9.35	3.16	3
11	16	6	7.07	1.07	1
12	17	7.2	8.25	1.05	1
13	15	7.32	8.87	1.55	2
14	26	5.85	7.68	1.83	3
15	27	6.01	7.95	1.94	2

16	16	6.65	8.64	1.99	2
17	16	5.82	7.15	1.33	3
18	17	6.05	7.17	1.12	1
19	26	9.8	11.2	1.4	1
20	26	7.8	10.1	2.3	3
21	25	9.8	11.05	1.25	1
22	26	8.5	8.7	0.2	1.5
23	16	8.6	10.2	1.6	1.5
24	26	7.1	9.6	2.5	2
25	17	6.9	9.05	2.15	2
26	16	7.7	10.45	2.75	1.5
27	16	6.9	8.8	1.9	2
28	24	8	9.9	1.9	3
29	15	6.4	8.7	2.3	3
30	27	7.1	9.5	2.4	3
31	26	7.8	8.85	1.05	2

ตาราง 16 แสดงข้อมูลรายละเอียดการสร้างกระดูกใหม่กับรูปร่างของรากเทียมทั้ง 31 ตำแหน่ง

No	Shape	Residual bone height (Before,mm)	Average Bone gain (mm)	Endo sinus bone gain (Difference of bone height, mm)	Protrusion (mm)
1	Straight	8.1	11.25	3.15	2
2	Straight	6.5	8.1	1.6	2
3	Straight	6.3	7.85	1.55	2
4	Straight	6.3	10.15	3.85	3
5	taper	6.45	7.47	1.02	2
6	Taper	7.5	8.95	1.45	1
7	Taper	8	8.61	0.61	1
8	Taper	6.74	8.02	1.28	2.5
9	Taper	6.07	8.63	2.56	2.5
10	Taper	6.19	9.35	3.16	3
11	Taper	6	7.07	1.07	1
12	Taper	7.2	8.25	1.05	1
13	Taper	7.32	8.87	1.55	2
14	Taper	5.85	7.68	1.83	3
15	Straight	6.01	7.95	1.94	2

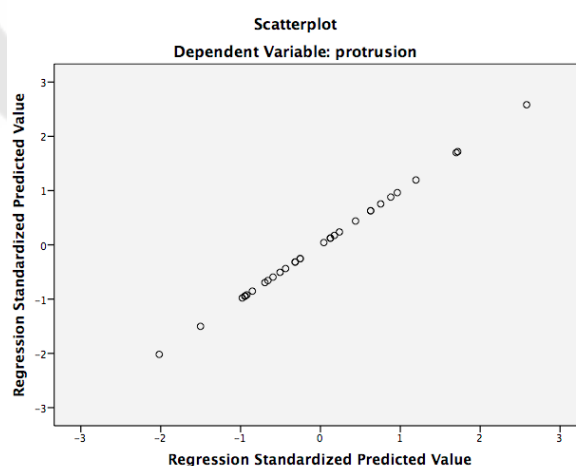
16	Taper	6.65	8.64	1.99	2
17	Straight	5.82	7.15	1.33	3
18	Taper	6.05	7.17	1.12	1
19	Taper	9.8	11.2	1.4	1
20	Taper	7.8	10.1	2.3	3
21	Taper	9.8	11.05	1.25	1
22	Straight	8.5	8.7	0.2	1.5
23	Straight	8.6	10.2	1.6	1.5
24	Straight	7.1	9.6	2.5	2
25	Straight	6.9	9.05	2.15	2
26	Straight	7.7	10.45	2.75	1.5
27	Straight	6.9	8.8	1.9	2
28	Straight	8	9.9	1.9	3
29	Straight	6.4	8.7	2.3	3
30	Taper	7.1	9.5	2.4	3
31	Taper	7.8	8.85	1.05	2

ตาราง 17 แสดงการคำนวณทางสถิติโดยใช้ paired sample t-Test เพื่อเปรียบเทียบระดับกระดูกก่อนและหลังการผ่าตัดดักไซนัส

Paired Samples Test									
		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	bonegain - residual	1.80145	.79343	.14250	1.51042	2.09248	12.641	30	.000

ตาราง 18 แสดงการคำนวณทางสถิติโดยใช้ independent samples t-Test เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการสร้างกระดูกใหม่ในไซนัสเฉลี่ยของรากเทียมรูปร่างทรงตรงและทรงกรวย

Independent Samples Test										
		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
EndoSinusBonegain	Equal variances assumed	.197	.660	1.636	29	.113	.45584	.27868	-.11411	1.02580
	Equal variances not assumed			1.597	24.364	.123	.45584	.28550	-.13293	1.04461



ภาพประกอบ 9 การวิเคราะห์การถดถอย (linear regression) ของระยะการยกไซนัสด้วยสวิตดอ

กระดูกและการสร้างกระดูกใหม่ในไซนัส

บรรณานุกรม

1. Fugazzotto PA. Augmentation of the posterior maxilla: a proposed hierarchy of treatment selection. *J Periodontol*. 2003;74(11):1682-91.
2. Johansson B, Grepe A, Wannfors K, Hirsch JM. A clinical study of changes in the volume of bone grafts in the atrophic maxilla. *Dentomaxillofac Radiol*. 2001;30(3):157-61.
3. Pjetursson BE, Tan WC, Zwahlen M, Lang NP. A systematic review of the success of sinus floor elevation and survival of implants inserted in combination with sinus floor elevation. *J Clin Periodontol*. 2008;35(8 Suppl):216-40.
4. Pramstraller M, Farina R, Franceschetti G, Pramstraller C, Trombelli L. Ridge dimensions of the edentulous posterior maxilla: a retrospective analysis of a cohort of 127 patients using computerized tomography data. *Clin Oral Implants Res*. 2011;22(1):54-61.
5. Summers RB. The osteotome technique: Part 3--Less invasive methods of elevating the sinus floor. *Compendium*. 1994;15(6):698, 700, 2-4 passim; quiz 10.
6. Ferrigno N, Laureti M, Fanali S. Dental implants placement in conjunction with osteotome sinus floor elevation: a 12-year life-table analysis from a prospective study on 588 ITI implants. *Clin Oral Implants Res*. 2006;17(2):194-205.
7. Jang HW, Kang JK, Lee K, Lee YS, Park PK. A retrospective study on related factors affecting the survival rate of dental implants. *J Adv Prosthodont*. 2011;3(4):204-15.
8. Kim YK, Ahn KJ, Yun PY. A retrospective study on the prognosis of single implant placed at the sinus bone graft site. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol*. 2014;118(2):181-6.
9. Song S, Lee J-K, Um H-S, Chang B-S. Factors affecting the survival of implants: a long-term retrospective study. *Journal of Dental Rehabilitation and Applied Science*. 2015;31(1):10-9.
10. Levin L, Schwartz-Arad D. The effect of cigarette smoking on dental implants and related surgery. *Implant Dent*. 2005;14(4):357-61.
11. Cho-Lee GY, Naval-Gias L, Castrejon-Castrejon S, Capote-Moreno AL, Gonzalez-Garcia R, Sastre-Perez J, et al. A 12-year retrospective analytic study of the implant

survival rate in 177 consecutive maxillary sinus augmentation procedures. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2010;25(5):1019-27.

12. Anitua E, Alkhraisat MH. Is Alveolar Ridge Split a Risk Factor for Implant Survival? *J Oral Maxillofac Surg*. 2016;74(11):2182-91.

13. Gehrke SA, Perez-Albacete Martinez C, Piattelli A, Shibli JA, Markovic A, Calvo Guirado JL. The influence of three different apical implant designs at stability and osseointegration process: experimental study in rabbits. *Clin Oral Implants Res*. 2017;28(3):355-61.

14. Fugazzotto PA, Vlassis J. Long-term success of sinus augmentation using various surgical approaches and grafting materials. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 1998;13(1):52-8.

15. Baldi D, Menini M, Pera F, Ravera G, Pera P. Sinus floor elevation using osteotomes or piezoelectric surgery. *Int J Oral Max Surg*. 2011;40(5):497-503.

16. Brizuela A, Martin N, Fernandez-Gonzalez FJ, Larrazabal C, Anta A. Osteotome sinus floor elevation without grafting material: Results of a 2-year prospective study. *J Clin Exp Dent*. 2014;6(5):e479-84.

17. French D, Nadji N, Shariati B, Hatzimanolakis P, Larjava H. Survival and Success Rates of Dental Implants Placed Using Osteotome Sinus Floor Elevation Without Added Bone Grafting: A Retrospective Study with a Follow-up of up to 10 Years. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 2016;36 Suppl:s89-97.

18. Nedir R, Nurdin N, Vazquez L, Abi Najm S, Bischof M. Osteotome Sinus Floor Elevation without Grafting: A 10-Year Prospective Study. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2016;18(3):609-17.

19. He LL CX, Liu Y. Sinus floor elevation using osteotome technique without grafting materials: a 2-year retrospective study. *Clin Oral Impl Res*. 2013; 24((Suppl. A100)):63–7.

20. Aranyarachkul P, Caruso J, Gantes B, Schulz E, Riggs M, Dus I, et al. Bone density assessments of dental implant sites: 2. Quantitative cone-beam computerized tomography. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2005;20(3):416-24.

21. Buser D, MericskeStern R, Bernard JP, Behneke A, Behneke N, Hirt HP, et al.

- Long-term evaluation of non-submerged ITI implants .1. 8-year life table analysis of a prospective multi-center study with 2359 implants. *Clin Oral Implan Res.* 1997;8(3):161-72.
22. Kaufman E, Wang PD. Localized vertical maxillary ridge augmentation using symphyseal bone cores: a technique and case report. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2003;18(2):293-8.
23. Tatum H, Jr. Maxillary and sinus implant reconstructions. *Dent Clin North Am.* 1986;30(2):207-29.
24. Danesh-Sani SA, Loomer PM, Wallace SS. A comprehensive clinical review of maxillary sinus floor elevation: anatomy, techniques, biomaterials and complications. *Br J Oral Maxillofac Surg.* 2016;54(7):724-30.
25. Wallace SS, Froum SJ, Cho SC, Elian N, Monteiro D, Kim BS, et al. Sinus augmentation utilizing anorganic bovine bone (Bio-Oss) with absorbable and nonabsorbable membranes placed over the lateral window: histomorphometric and clinical analyses. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2005;25(6):551-9.
26. Jensen OT, Shulman LB, Block MS, Iacono VJ. Report of the Sinus Consensus Conference of 1996. *Int J Oral Max Impl.* 2016;31(3):11-32.
27. Li TF. Sinus floor elevation: a revised osteotome technique and its biological concept. *Compend Contin Educ Dent.* 2005;26(9):619-20, 22, 24-6 passim; quiz 30, 69.
28. Woo I, Le BT. Maxillary sinus floor elevation: review of anatomy and two techniques. *Implant Dent.* 2004;13(1):28-32.
29. Emmerich D, Att W, Stappert C. Sinus floor elevation using osteotomes: A systematic review and meta-analysis. *J Periodontol.* 2005;76(8):1237-51.
30. Nakajima K, Kusama Y. Cone Beam Computed Tomography Evaluation of Bone Remodeling Following the Osteotome Sinus Floor Elevation Technique for Future Site Development. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2016;36(4):497-505.
31. Lai HC, Zhuang LF, Lv XF, Zhang ZY, Zhang YX, Zhang ZY. Osteotome sinus floor elevation with or without grafting: a preliminary clinical trial. *Clin Oral Implan Res.* 2010;21(5):520-6.
32. Pjetursson BE, Rast C, Bragger U, Schmidlin K, Zwahlen M, Lang NP. Maxillary

sinus floor elevation using the (transalveolar) osteotome technique with or without grafting material. Part I: implant survival and patients' perception. *Clin Oral Implan Res.* 2009;20(7):667-76.

33. Nedir R, Bischof M, Vazquez L, Nurdin N, Szmukler-Moncier S, Bernard JP. Osteotome sinus floor elevation technique without grafting material: 3-year results of a prospective pilot study. *Clin Oral Implan Res.* 2009;20(7):701-7.

34. Lundgren S, Andersson S, Gualini F, Sennerby L. Bone reformation with sinus membrane elevation: a new surgical technique for maxillary sinus floor augmentation. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2004;6(3):165-73.

35. Palma VC, Magro-Filho O, de Oliveria JA, Lundgren S, Salata LA, Sennerby L. Bone reformation and implant integration following maxillary sinus membrane elevation: an experimental study in primates. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2006;8(1):11-24.

36. Hatano N, Sennerby L, Lundgren S. Maxillary sinus augmentation using sinus membrane elevation and peripheral venous blood for implant-supported rehabilitation of the atrophic posterior maxilla: Case series. *Clin Implant Dent R.* 2007;9(3):150-5.

37. Sohn DS, Lee J, Ahn M, Shin H. New bone formation in the maxillary sinus without bone grafts. *Implant Dent.* 2008;17(3):321-6.

38. Nedir R, Bischof M, Vazquez L, Szmukler-Moncier S, Bernard JP. Osteotome sinus floor elevation without grafting material: a 1-year prospective pilot study with ITI implants. *Clin Oral Implan Res.* 2006;17(6):679-86.

39. Nedir R, Nurdin N, Vazquez L, Szmukler-Moncier S, Bischof M, Bernard JP. Osteotome sinus floor elevation technique without grafting: a 5-year prospective study. *J Clin Periodontol.* 2010;37(11):1023-8.

40. Kim HK, Lee EY, Kim JJ. Five-year retrospective radiographic follow-up study of dental implants with sandblasting with large grit, and acid etching-treated surfaces. *J Korean Assoc Oral Maxillofac Surg.* 2015;41(6):317-21.

41. Mafee MF, Tran BH, Chapa AR. Imaging of rhinosinusitis and its complications: plain film, CT, and MRI. *Clin Rev Allergy Immunol.* 2006;30(3):165-86.

42. Peleg M, Chaushu G, Mazor Z, Ardekian L, Bakoon M. Radiological findings of the

post-sinus lift maxillary sinus: a computerized tomography follow-up. *J Periodontol.* 1999;70(12):1564-73.

43. Rahpeyma A, Khajehahmadi S. Open Sinus Lift Surgery and the Importance of Preoperative Cone-Beam Computed Tomography Scan: A Review. *J Int Oral Health.* 2015;7(9):127-33.

44. Misch CE, Perel ML, Wang HL, Sammartino G, Galindo-Moreno P, Trisi P, et al. Implant success, survival, and failure: the International Congress of Oral Implantologists (ICOI) Pisa Consensus Conference. *Implant Dent.* 2008;17(1):5-15.

45. Daelemans P, Hermans M, Godet F, Malevez C. Autologous bone graft to augment the maxillary sinus in conjunction with immediate endosseous implants: a retrospective study up to 5 years. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 1997;17(1):27-39.

46. Esposito M, Grusovin MG, Coulthard P, Worthington HV. The efficacy of various bone augmentation procedures for dental implants: A Cochrane systematic review of randomized controlled clinical trials. *Int J Oral Max Impl.* 2006;21(5):696-710.

47. Mehta A, Zitzmann N, Rudd PM, Block TM, Dwek RA. Alpha-glucosidase inhibitors as potential broad based anti-viral agents. *FEBS Lett.* 1998;430(1-2):17-22.

48. Del Fabbro M, Testori T, Francetti L, Weinstein R. Systematic review of survival rates for implants placed in the grafted maxillary sinus. *Int J Periodont Rest.* 2004;24(6):565-+.

49. Kaneko T, Masuda I, Horie N, Shimoyama T. New bone formation in nongrafted sinus lifting with space-maintaining management: a novel technique using a titanium bone fixation device. *J Oral Maxillofac Surg.* 2012;70(3):e217-24.

50. Ardekian L, Oved-Peleg E, Mactei EE, Peled M. The clinical significance of sinus membrane perforation during augmentation of the maxillary sinus. *J Oral Maxillofac Surg.* 2006;64(2):277-82.

51. Nakajima K, Kusama Y. Cone Beam Computed Tomography Evaluation of Bone Remodeling Following the Osteotome Sinus Floor Elevation Technique for Future Site Development. *Int J Periodont Rest.* 2016;36(4):497-505.

52. Si MS, Shou YW, Shi YT, Yang GL, Wang HM, He FM. Long-term outcomes of

osteotome sinus floor elevation without bone grafts: a clinical retrospective study of 4-9 years. *Clin Oral Implants Res.* 2016;27(11):1392-400.

53. Hatano N, Shimizu Y, Ooya K. A clinical long-term radiographic evaluation of graft height changes after maxillary sinus floor augmentation with a 2:1 autogenous bone/xenograft mixture and simultaneous placement of dental implants. *Clin Oral Implants Res.* 2004;15(3):339-45.

54. Yang J, Xia T, Fang J, Shi B. Radiological Changes Associated with New Bone Formation Following Osteotome Sinus Floor Elevation (OSFE): A Retrospective Study of 40 Patients with 18-Month Follow-Up. *Med Sci Monit.* 2018;24:4641-8.

55. Lundgren S, Cricchio G, Hallman M, Jungner M, Rasmusson L, Sennerby L. Sinus floor elevation procedures to enable implant placement and integration: techniques, biological aspects and clinical outcomes. *Periodontol 2000.* 2017;73(1):103-20.

56. Jung UW, Unursaikhan O, Park JY, Lee JS, Otgonbold J, Choi SH. Tenting effect of the elevated sinus membrane over an implant with adjunctive use of a hydroxyapatite-powdered collagen membrane in rabbits. *Clin Oral Implants Res.* 2015;26(6):663-70.

57. Thor A, Sennerby L, Hirsch JM, Rasmusson L. Bone formation at the maxillary sinus floor following simultaneous elevation of the mucosal lining and implant installation without graft material: an evaluation of 20 patients treated with 44 Astra Tech implants. *J Oral Maxillofac Surg.* 2007;65(7 Suppl 1):64-72.

58. Lozano-Carrascal N, Salomo-Coll O, Gilabert-Cerda M, Farre-Pages N, Gargallo-Albiol J, Hernandez-Alfaro F. Effect of implant macro-design on primary stability: A prospective clinical study. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal.* 2016;21(2):e214-21.

59. Abuhussein H, Pagni G, Rebaudi A, Wang HL. The effect of thread pattern upon implant osseointegration. *Clin Oral Implants Res.* 2010;21(2):129-36.

60. Chang PC, Lang NP, Giannobile WV. Evaluation of functional dynamics during osseointegration and regeneration associated with oral implants. *Clin Oral Implants Res.* 2010;21(1):1-12.

61. Aleo E, Varvara G, Scarano A, Sinjari B, Murmura G. Comparison of the Primary Stabilities of Conical and Cylindrical Endosseous Dental Implants: An in-Vitro Study. *J Biol*

Reg Homeos Ag. 2012;26(1):89-96.

62. O'Sullivan D, Sennerby L, Meredith N. Influence of implant taper on the primary and secondary stability of osseointegrated titanium implants. *Clin Oral Implan Res.* 2004;15(4):474-80.
63. Rokn A, Ghahroudi AR, Mesgarzadeh A, Miremadi A, Yaghoobi S. Evaluation of stability changes in tapered and parallel wall implants: a human clinical trial. *J Dent (Tehran).* 2011;8(4):186-200.
64. Gehrke SA, Perez-Albacete C, Martinez, Piattelli A, Shibli JA, Markovic A, et al. The influence of three different apical implant designs at stability and osseointegration process: experimental study in rabbits. *Clin Oral Implan Res.* 2017;28(3):355-61.
65. Han J, Lulic M, Lang NP. Factors influencing resonance frequency analysis assessed by Osstell mentor during implant tissue integration: II. Implant surface modifications and implant diameter. *Clin Oral Implants Res.* 2010;21(6):605-11.
66. Svensson B, Adell R, Johansson C, Albrektsson T, Holm S. Revascularisation of costochondral grafts: An experimental study in domestic pigs. *Scand J Plast Recons.* 2001;35(3):247-59.
67. Gehrke SA, Marin GW. Biomechanical evaluation of dental implants with three different designs: Removal torque and resonance frequency analysis in rabbits. *Ann Anat.* 2015;199:30-5.
68. Dohan Ehrenfest DM, Coelho PG, Kang BS, Sul YT, Albrektsson T. Classification of osseointegrated implant surfaces: materials, chemistry and topography. *Trends Biotechnol.* 2010;28(4):198-206.
69. Smeets R, Stadlinger B, Schwarz F, Beck-Broichsitter B, Jung O, Precht C, et al. Impact of Dental Implant Surface Modifications on Osseointegration. *Biomed Res Int.* 2016.
70. Junker R, Dimakis A, Thoneick M, Jansen JA. Effects of implant surface coatings and composition on bone integration: a systematic review. *Clin Oral Implants Res.* 2009;20 Suppl 4:185-206.
71. Galli S, Jimbo R, Tovar N, Yoo DY, Anchieta RB, Yamaguchi S, et al. The effect of

osteotomy dimension on osseointegration to resorbable media-treated implants: a study in the sheep. *J Biomater Appl.* 2015;29(8):1068-74.

72. Ellingsen JE, Johansson CB, Wennerberg A, Holmen A. Improved retention and bone-to-implant contact with fluoride-modified titanium implants. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2004;19(5):659-66.

73. Mertens C, Steveling HG. Early and immediate loading of titanium implants with fluoride-modified surfaces: results of 5-year prospective study. *Clin Oral Implants Res.* 2011;22(12):1354-60.

74. Albrektsson T, Wennerberg A. Oral implant surfaces: Part 1--review focusing on topographic and chemical properties of different surfaces and in vivo responses to them. *Int J Prosthodont.* 2004;17(5):536-43.

75. Fischer K, Stenberg T. Prospective 10-year cohort study based on a randomized controlled trial (RCT) on implant-supported full-arch maxillary prostheses. Part 1: sandblasted and acid-etched implants and mucosal tissue. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2012;14(6):808-15.

76. Buser D, Schenk RK, Steinemann S, Fiorellini JP, Fox CH, Stich H. Influence of surface characteristics on bone integration of titanium implants. A histomorphometric study in miniature pigs. *J Biomed Mater Res.* 1991;25(7):889-902.

77. Li D, Ferguson SJ, Beutler T, Cochran DL, Sittig C, Hirt HP, et al. Biomechanical comparison of the sandblasted and acid-etched and the machined and acid-etched titanium surface for dental implants. *J Biomed Mater Res.* 2002;60(2):325-32.

78. Cochran DL, Jackson JM, Bernard JP, ten Bruggenkate CM, Buser D, Taylor TD, et al. A 5-year prospective multicenter study of early loaded titanium implants with a sandblasted and acid-etched surface. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2011;26(6):1324-32.

79. Gomez-de Diego R, Mang-de la Rosa Mdel R, Romero-Perez MJ, Cutando-Soriano A, Lopez-Valverde-Centeno A. Indications and contraindications of dental implants in medically compromised patients: update. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal.* 2014;19(5):e483-9.



ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	ทญ.ภณพร สุขอาจ
วัน เดือน ปี เกิด	17 เมษายน 2533
สถานที่เกิด	จังหวัดชุมพร
วุฒิการศึกษา	จบทันตแพทยศาสตรบัณฑิตจากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปีการศึกษา 2556
ที่อยู่ปัจจุบัน	53/4 ซอย ปรมินทรมรรคา 26 หมู่ 1 ต.บางหมาก อ.เมือง จ.ชุมพร 86000
ผลงานตีพิมพ์	Chiewpattanakul P,Thongsong P,Suk-Arj P,Kitisriworrapan. The study of efficiency of 5 herbal crude plant extracts and 0.12% chlorhexidine effecting to antimicrobial activity against Streptococcus mutans.Srinakrarinwirot dental J. 2014,7:76-89

