



ผลของการใช้แรงขนาดเบาผ่านเครื่องมือจัดฟันแบบติดแน่นบางส่วน
ในผู้ป่วยที่มีโครงสร้างกะโหลกศีรษะและใบหน้าประเภทที่ 3
ที่หมดการเจริญเติบโตแล้ว

**The Treatment Effect of Light Force Partial Fixed Appliances
on Skeletal Class III Non-Growing Patients**

ศิริพร พนิตจิตบุญ

Siriporn Panitjitboon

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพช่องปาก
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

**A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of
Master of Science in Oral Health Sciences**

Prince of Songkla University

2555

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

๑

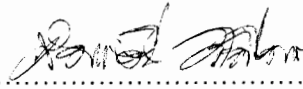
Lib. No. RK527
Bib. Key

ชื่อวิทยานิพนธ์ ผลของการใช้แรงขนาดเบาผ่านเครื่องมือจัดฟันแบบติดแน่นบางส่วน ในผู้ป่วย
ที่มีโครงสร้างกะโหลกศีรษะและใบหน้าประเภทที่ 3 ที่หมดการเจริญเติบโตแล้ว
ผู้เขียน นางสาวศิริพร พนิตจิตบุญ
สาขาวิชา วิทยาศาสตร์สุขภาพช่องปาก

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

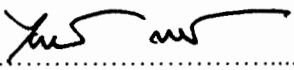
คณะกรรมการสอบ

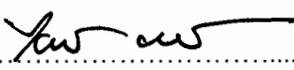

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุดม ทองอุดมพร)

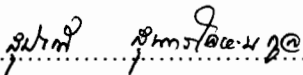

.....ประธานกรรมการ
(ศาสตราจารย์สมรตรี วิถีพร)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม


.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุดม ทองอุดมพร)


.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.ไชยรัตน์ เถลิมรัตน์โรจน์)


.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ไชยรัตน์ เถลิมรัตน์โรจน์)


.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์สุปาณี สุนทรโลหะนะกุล)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้บัณฑิตวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษา ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพช่องปาก


.....
(ศาสตราจารย์ ดร.อมรรัตน์ พงศ์ดารา)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ชื่อวิทยานิพนธ์	ผลของการใช้แรงขนาดเบาผ่านเครื่องมือจัดฟันแบบติดแน่นบางส่วน ในผู้ป่วยที่มีโครงสร้างกะโหลกศีรษะและใบหน้าประเภทที่ 3 ที่หมด การเจริญเติบโตแล้ว
ผู้เขียน	นางสาวศิริพร พนิตจิตบุญ
สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์สุขภาพช่องปาก
ปีการศึกษา	2554

บทคัดย่อ

บทนำ: ผู้ป่วยที่ไม่มีอาการเจริญเติบโตแล้วร่วมกับมีความผิดปกติของโครงสร้างกะโหลกศีรษะและการสบฟันประเภทที่ 3 ในระดับเล็กน้อยถึงปานกลางมักจะได้รับการรักษาแบบอำพรางความผิดปกติของโครงสร้างขากรรไกรด้วยการจัดฟันเพียงอย่างเดียวโดยได้ผลการรักษาที่ดี แต่การให้ได้ความสวยงามของระดับการยิ้มและความสัมพันธ์ระหว่างฟันหน้าบนและริมฝีปากบนกลับเป็นเรื่องยากในการที่จะสร้างให้เกิดขึ้น โดยผู้ป่วยส่วนใหญ่ที่ทำการรักษาเสร็จแล้วมักจะมีปริมาณการเห็นฟันหน้าบนขณะพักที่น้อยกว่าปกติ ซึ่งเทคนิคที่ทำให้เกิดการเคลื่อนฟันแบบล้มเอียงไปทางด้านใกล้ริมฝีปากถ้าไม่มีการควบคุมที่ดีอาจเป็นสาเหตุทำให้ฟันเหล่านี้ถูกกดขึ้น ส่งผลทำให้ปริมาณการเห็นฟันหน้าบนขณะพักยิ่งแย่ลง และอาจทำให้เสี่ยงต่อการเกิดการละลายของกระดูกทางด้านใกล้ริมฝีปาก และอาจตามมาด้วยการมีเหงือกกร่นและหรือการมีรอยเปิดแยกของกระดูก ผู้วิจัยจึงได้พัฒนาเทคนิคใหม่โดยให้ชื่อว่าเครื่องมือจัดฟันแบบติดแน่นบางส่วนที่ให้แรงขนาดเบาเพื่อทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของฟันหน้าบนมาทางด้านหน้าและลงด้านล่าง ตลอดจนทำให้เกิดการปรับรูปของกระดูกทางด้านใกล้ริมฝีปาก โดยเครื่องมือถูกพัฒนามาจากเทคนิคทูบายไฟร์ ร่วมกับการตัดลวดเป็นห่วงรูปตัวยูสำหรับดันฟันหน้าบนและการดึงยางประเภทที่ 3 แบบสั้น

วัตถุประสงค์: การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางภาพรังสีวัดศีรษะด้านข้างของกระดูกขากรรไกร ฟัน และเนื้อเยื่ออ่อน และศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณกระดูกเบ้าฟันของฟันหน้าบนภายหลังการใช้เครื่องมือจัดฟันแบบติดแน่นบางส่วนที่ให้แรงขนาดเบาในการรักษาแบบอำพรางความผิดปกติของโครงสร้างขากรรไกรในผู้ป่วยที่มีโครงสร้างขากรรไกรและการสบฟันผิดปกติประเภทที่ 3 ร่วมกับฟันหน้าสบไขว้ที่หมดการเจริญเติบโตแล้ว **วัสดุและวิธีการ:** ศึกษาในผู้ป่วยจำนวน 10 ราย (อายุ 21.4 ± 4.2 ปี) ผู้ป่วยทุกรายจะได้รับการรักษาโดยใช้เครื่องมือจัดฟันแบบติดแน่นบางส่วนที่ให้แรงขนาดเบา ภาพรังสีวัดศีรษะด้านข้างก่อน (T_0) และหลัง (T_1) แก้วไขฟันหน้าสบไขว้จะถูกวิเคราะห์ด้วยวิธีแบบดั้งเดิมและวิธีที่มีการปรับเปลี่ยนจากการศึกษาของ Pancherz ศึกษาการเปลี่ยนแปลงความหนาของกระดูกเบ้าฟันและความสูงของยอดกระดูกเบ้าฟัน⁽³⁾

ก่อน (CT₀) และหลัง (CT₁) แก่ไขฟันหน้าสบไขว้เป็นระยะเวลา 4 เดือนจากภาพรังสีส่วนตัดอาศัย คอมพิวเตอร์ การทดสอบผลต่างระหว่างค่าเฉลี่ย 2 ประชากรแบบจับคู่ร่วมกับการทำบอนเฟอโรนิน ใช้เพื่อเปรียบเทียบผลของกระดูกขากรรไกร ฟันและเนื้อเยื่ออ่อนที่เปลี่ยนแปลงไป ระหว่างก่อน และหลังแก้ไขฟันหน้าสบไขว้ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.0025 และใช้เพื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงผล ของกระดูกเบ้าฟันทางด้านใกล้ริมฝีปากและใกล้เพดานที่เปลี่ยนแปลงไประหว่างก่อนและหลัง แก้ไขฟันหน้าสบไขว้เป็นระยะเวลา 4 เดือน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.0045 **ผลการศึกษา:** พบว่า ค่า ความเหลื่อมแนวราบมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติประมาณ 4.2 มิลลิเมตรจากค่าที่ติดลบมา เป็นค่าที่ปกติปกติ ($P < .0025$) มีการเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติประมาณ 0.7 องศาของค่ามุม ANB และ SNB ภายหลังจากแก้ไขฟันหน้าสบไขว้ ($P < .0025$) โดยที่ไม่พบความแตกต่างอย่างมี นัยสำคัญของการเพิ่มขึ้นของค่ามุม SN-MP ($P \geq .0025$) ฟันหน้าบนมีความเอียงไปทางด้านใกล้ริม ฟีปากมากขึ้นประมาณ 6.8 องศาและมีการเคลื่อนที่มาทางด้านล่างประมาณ 1 มิลลิเมตรอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติ ($P < .0025$) ซึ่งการเคลื่อนที่มาทางด้านล่างของฟันหน้าบนส่งผลให้ ความสัมพันธ์ระหว่างฟันหน้าบนและริมฝีปากบนดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < .0025$) ตำแหน่งของริมฝีปากบนดีขึ้นประมาณ 1.3 มิลลิเมตรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < .0025$) ค่ามุม แสดงความโค้งเว้าของใบหน้ามีค่าเพิ่มขึ้นประมาณ 2 องศา ($P \geq .0025$) ส่วนกระดูกเบ้าฟันของฟัน หน้าบนพบว่ามีความคงเดิมเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการรักษา โดยไม่พบความแตกต่างอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติของความหนาของกระดูกเบ้าฟันและความสูงของยอดกระดูกเบ้าฟันทางด้านใกล้ ริมฝีปากและใกล้เพดานระหว่างก่อนและหลังแก้ไขฟันหน้าสบไขว้เป็นระยะเวลา 4 เดือน ($P \geq .0045$) **สรุป:** เครื่องมือจัดฟันแบบติดแน่นบางส่วนที่ให้แรงขนาดเบาไม่เพียงแต่มีประสิทธิภาพใน การแก้ไขฟันหน้าสบไขว้ในการรักษาแบบอำพรางความผิดปกติของโครงสร้างขากรรไกรโดยการ จัดฟันเพียงอย่างเดียว ยังสามารถทำให้เกิดการเคลื่อนที่มาทางด้านล่างของฟันหน้าบนซึ่งมี ประโยชน์ในการทำให้ความสัมพันธ์ระหว่างฟันหน้าบนและริมฝีปากบนดีขึ้นรวมถึงมีความ ปลอดภัยต่อกระดูกเบ้าฟันรอบๆ ของฟันหน้าบน

Thesis Title	The Treatment Effect of Light Force Partial Fixed Appliances on Skeletal Class III Non-Growing Patients
Author	Miss Siriporn Panitjitboon
Major Program	Oral Health Sciences
Academic Year	2011

ABSTRACT

Introduction: Non-growing patients with mild to moderate skeletal Class III malocclusion are usually treated by orthodontic camouflage. Usually, reasonably good results have been achieved. However, the esthetics of smile line and upper incisors to upper lip relation is difficult to accomplish. Most of these patients already have decreased upper incisal display at rest. The mechanics used to procline the upper incisors, if not well controlled, may cause simultaneous relative intrusion of these teeth, which worsen the upper incisal display and may be prone to labial bony resorption and, consequently, gingival recession and/or bone dehiscence. The author have developed a novel technique so-called light force parial fixed appliance with the emphasis on the promotion of forward and downward movement of the upper incisors as well as the remodeling of labial alveolar bone. The appliance is applied from 2x4 principle with titanium molybdenum alloy advancing loops and short light class III elastics. **Objectives:** The aim of this study were to cephalometrically evaluate the skeletal, dental and soft tissue changes and to determine the change of the alveolar bone quantity of the upper incisors after use the light force partial fixed appliance on the camouflage treatment of skeletal class III malocclusion with anterior crossbite in non-growing patients. **Materials and methods:** Ten patients (age 21.4 ± 4.2 years). All patients were treated with light force partial fixed appliance. Pre- (T_0) and Post- (T_1) anterior crossbite correction lateral cephalometric films were analyzed with traditional cephalometric and the modified Pancherz analysis methods. Changes of alveolar bone thickness and alveolar crest height were assessed from pre- (CT_0) and post-anterior crossbite for 4 months (CT_1) cone beam computed tomography images. Paired-t test with Bonferroni was used to compare the skeletal, dental and soft tissue changes between T_0 and T_1 ($P < .0025$) and used to compare labial and palatal of alveolar bone changes between CT_0 and CT_1 ($P < .0045$). **Results:** Overjet was significantly increased from negative to normal about 4.2 mm ($P < .0025$).

A statistically significant increase of 0.7° was found in the ANB and SNB angle after anterior crossbite correction ($P < .0025$). There were not significant changed of SN-MP angle ($P \geq .0025$). Upper incisors were significantly proclined 6.8° (UIPP) and moved downward 1 mm. (Is-Sh, $P < .0025$). Downward movement of upper incisors led to a significant improvement in upper incisors to upper lip relationship (IsSts-Sh, $P < .0025$). The upper lip position (Ls-Sv) was significantly improved 1.3 mm. ($P < .0025$). The facial contour angle was increased 2° ($P \geq .0025$). The alveolar bone of upper incisors maintained its original. There were no statistically significant of labial and palatal alveolar bone thickness and alveolar crest height between CT_0 and CT_1 ($P \geq .0045$). **Conclusions:** The light force partial fixed appliance not only was an effective camouflage method to correct anterior crossbite among class III malocclusions, but also produced downward movement of upper incisors that is beneficial in the improvement of upper incisal display and safe for surrounding alveolar bone of upper incisors.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจากบุคคล
หลายๆ ท่านและการสนับสนุนจากหลายๆ ฝ่าย ดังต่อไปนี้

ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.ทพ.อุดม ทองอุดมพร และรศ.ดร.ทพ.ไชยรัตน์ เถลิมนรัตน์
โรจน์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่คอยให้คำแนะนำ ความช่วยเหลือในทุกๆ ด้าน และตลอดเวลา
ในการช่วยตรวจสอบแก้ไขวิทยานิพนธ์

ขอขอบพระคุณ รศ.ดร.ทพญ.ชิตชนก ลีธนะกุล รศ.ทพญ.สุปาณี สุนทร โลหะนะ
กุล ผศ.ทพญ.วิภาพรรณ ฤทธิ์ถกล ผศ.ทพญ.กัญญ์วัลลภ ฐิติโสภณกุล และผศ.ดร.ทพ.บัญญัติ สำรอง
เบญจกุล อาจารย์สาขาทันตกรรมจัดฟัน ภาควิชาทันตกรรมป้องกัน คณะทันตแพทยศาสตร์
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ทุกท่านที่กรุณาให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่างๆซึ่งจะทำให้
วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์มากขึ้น

ขอขอบคุณผู้ป่วยทุกท่านที่เข้าร่วมงานวิจัย และให้ความร่วมมือในการรักษาเป็น
อย่างดียิ่ง ทำให้งานวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบคุณที่ผู้ช่วยทันตแพทย์อัสมิง แวะอะก็อิจี สำหรับความช่วยเหลือในการ
ถ่ายภาพรังสีส่วนตัดคอมพิวเตอร์ และพี่ๆ เจ้าหน้าที่คลินิกรังสี โรงพยาบาลทันตกรรม คณะ
ทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ สำหรับความช่วยเหลือในการถ่ายภาพรังสีวัด
ศีรษะด้านข้าง

ขอขอบคุณพี่ๆ เจ้าหน้าที่ประจำสำนักงานเลขา และพี่ๆ ผู้ช่วยทันตแพทย์ทุกท่าน
ประจำคลินิกทันตกรรมจัดฟัน ภาควิชาทันตกรรมป้องกัน คณะทันตแพทยศาสตร์
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ สำหรับความช่วยเหลือและสนับสนุนในทุกๆ ด้าน

ขอขอบคุณพี่จรรยา ชื่นอารมณ์ พี่เจ้าหน้าที่ประจำห้องทันตวัสดุศาสตร์ ศูนย์วิจัย
กลาง คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ สำหรับคำแนะนำและความช่วยเหลือ
ในระหว่างทำการศึกษานำร่องในห้องปฏิบัติการ

ขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัย หน่วยงานบัณฑิตศึกษา คณะทันตแพทยศาสตร์
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่ให้ทุนสนับสนุนในการทำวิจัยและการศึกษาในระดับบัณฑิตศึกษา

ขอขอบคุณบริษัทเคนทัก แลนด์ จำกัด สำหรับความเอื้อเฟื้อทุนสนับสนุนในการ
ถ่ายภาพรังสีส่วนตัดคอมพิวเตอร์

ขอขอบคุณเพื่อนๆ นักศึกษาหลังปริญญาสาขาทันตกรรมจัดฟันรุ่น 5 ทุกคน
สำหรับกำลังใจในการทำงาน

ทำยนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และครอบครัวที่สนับสนุนและให้
กำลังใจแก่ผู้วิจัยจนสำเร็จการศึกษา

ศิริพร พนิตจิตบุญ

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(9)
รายการตาราง	(11)
รายการรูป	(12)
บทที่	
1 บทนำ	1
บทนำต้นเรื่อง	1
การทบทวนวรรณกรรม	4
การจัดฟันเพื่ออำพรางความผิดปกติของโครงสร้างขากรรไกรประเภทที่ 3	4
การพัฒนาเครื่องมือเพื่อใช้ในการแก้ไขฟันหน้าสบไขว้	4
การศึกษาการเปลี่ยนแปลงของกระดูกเบ้าฟันบริเวณฟันหน้าบน	7
กรอบแนวคิดงานวิจัย	8
วัตถุประสงค์	8
สมมติฐาน	9
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	9
2 วิธีการวิจัย	10
รูปแบบการศึกษา	10
กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย	10
วิธีดำเนินการวิจัย	12
การศึกษานำร่อง	12
การนำเครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่นบางส่วนไปใช้ในกลุ่มตัวอย่าง	15
3 ผลการวิจัย	28
ผลการวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการวัด	28
ผลการวิเคราะห์การแจกแจงของข้อมูล	29
ผลการวิเคราะห์ภาพรังสีวัดศีรษะด้านข้าง	29
ผลการวิเคราะห์ภาพรังสีส่วนตัดอาศัยคอมพิวเตอร์	33
4 บทวิจารณ์	37
5 บทสรุป	50
เอกสารอ้างอิง	51
	(9)

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ภาคผนวก	56
ประวัติผู้เขียน	64

รายการตาราง

ตาราง		หน้า
1	แสดงค่าเฉลี่ยของแรงที่ใช้กดหลอดแต่ละประเภทเป็นระยะทาง 1 มิลลิเมตร	13
2	แสดงค่าเฉลี่ย, ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและการเปรียบเทียบค่าที่วัดได้จากภาพรังสีวัดศีรษะด้านข้างก่อนการรักษา (T_0) และหลังจากเคลื่อนฟันหน้าบนจนได้ค่าความเหลื่อมแนวราบที่ปกติ (T_1) ($n = 10$)	32
3	แสดงค่าเฉลี่ยความกว้างของกระดูกเบ้าฟันทั้งหมดของฟันหน้าบน 4 ซี่ และเปรียบเทียบ ค่าเฉลี่ยของความหนาของกระดูกระหว่างหลังการปรับระดับและเรียงฟัน (CT_0) กับหลัง แก้ไขฟันหน้าสบไขว้จนได้ค่าความเหลื่อมแนวราบที่เป็นปกติแล้วคงสภาพไว้ 4 เดือน (CT_1) ($n=10$)	33
4	แสดงค่าเฉลี่ยความหนาของกระดูกเบ้าฟันทางด้านริมฝีปากและด้านเพดานของฟันหน้าบน 4 ซี่ และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความหนาของกระดูกเบ้าฟันก่อนการแก้ไขฟันหน้าสบ ไขว้ (CT_0) กับหลังจากแก้ไขฟันหน้าสบไขว้จนได้ค่าความเหลื่อมแนวราบที่เป็นปกติแล้วคงสภาพไว้ 4 เดือน (CT_1) ($n=10$)	35
5	แสดงค่าเฉลี่ยความสูงของยอดกระดูกเบ้าฟัน ทางด้านริมฝีปากและด้านเพดานของฟันหน้าบน 4 ซี่ และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความสูงของยอดกระดูกเบ้าฟันก่อนการแก้ไขฟันหน้าสบไขว้ (CT_0) กับหลังจากแก้ไขฟันหน้าสบไขว้จนได้ค่าความเหลื่อมแนวราบที่เป็นปกติแล้วคงสภาพไว้ 4 เดือน (CT_1) ($n=10$)	36
6	แสดงการเปรียบเทียบระหว่างค่าที่วัดได้จากการศึกษานี้กับค่าเฉลี่ยปกติของคนไทยจากการวัดภาพรังสีวัดศีรษะด้านข้าง	42
7	แสดงการประมาณค่าใช้จ่ายต่อผู้เข้าร่วมวิจัย 1 ราย	60

รายการรูป

รูป		หน้า
1	แสดงแผนภาพของกรอบแนวคิดการทำวิจัย	8
2	แสดงเครื่องทดสอบวัสดุเอนกประสงค์และวิธีการทดสอบแรงจากการคัดลวดเป็นห่วงรูปตัวยูสำหรับด้นพื้นหน้าบนในลวดแต่ละประเภทบนแบบจำลองฝึกปฏิบัติทางทันตกรรม	13
3	แสดงตำแหน่งในการดัดยางประเภทที่ 3 แบบสั้นจากห่วงที่อยู่บนลวดเบต้าไททาเนียม บริเวณกึ่งกลางด้านริมฝีปากของฟันเขี้ยวบนมาที่ด้านใกล้กลางของฟันหน้าล่างซี่ที่ 2	14
4	แสดงพื้นหน้าบนและฟันล่างที่ได้ทำการปรับระดับและเรียงฟันจนเป็นระเบียบถึงลวดเหล็กกล้าไร้สนิมขนาด 0.021x0.025 นิ้ว	16
5	แสดงส่วนประกอบของเครื่องมือจัดฟันแบบติดแน่นบางส่วนที่ให้แรงขนาดเบา และการเปิดการสบฟันด้วยการใส่คอมโพเมอร์ซีเมนต์ชนิดฉายแสง ที่ด้านบดเคี้ยวฟันกรามล่างซี่ที่ 1	17
6	แสดงผลของการใช้เครื่องมือจนได้ค่าการสบเหลี่ยมแนวราบที่ปกติ และคงตำแหน่งพื้นหน้าบนด้วยลวดเบตาไททาเนียมหน้าตัดกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.016 นิ้ว ที่มีการดัดเป็นห่วงรูปตัวยูสำหรับด้นพื้นหน้าแบบไม่มีแรงกระทำที่ฟันและหยุดเกี่ยวยาง	18
7	แสดงจุดอ้างอิงในโครงสร้างกะโหลกศีรษะและบนเนื้อเยื่ออ่อนที่ใช้ในการวิเคราะห์ภาพถ่ายรังสีวัดศีรษะด้านข้าง	20
8	แสดงระนาบอ้างอิงที่ใช้ในการวิเคราะห์ภาพถ่ายรังสีวัดศีรษะด้านข้าง	21
9	แสดงการวัดค่าที่เป็นระยะทางจากจุดอ้างอิงต่างๆ กับเส้นระนาบอ้างอิงในการวิเคราะห์ภาพรังสีวัดศีรษะด้านข้าง	23
10	แสดงค่ามุมต่างๆ ที่ใช้ในการวิเคราะห์ภาพรังสีวัดศีรษะด้านข้าง	24
11	แสดงวิธีการกำหนดระดับในการวัดความหนาของกระดูกเบ้าฟันทั้ง 3 ระดับ โดยใช้เส้นที่ลากระหว่างรอยต่อระหว่างผิวเคลือบฟันและผิวเคลือบรากฟันทางด้านใกล้ริมฝีปากและใกล้เพดานเป็นเส้นอ้างอิง	25
12	แสดงการวัดความหนาของกระดูกเบ้าฟันทั้งหมด (T) ความหนาของกระดูกเบ้าฟันทางด้านใกล้ริมฝีปาก (L) และความหนาของกระดูกเบ้าฟันทางด้านใกล้เพดาน (P)	26

รายการรูป (ต่อ)

รูป		หน้า
13	แสดงวิธีการวัดความสูงของยอดกระดุกเข้าพื้นทางด้านใกล้ริมฝีปาก (HL) และใกล้เข่า (HP)	26
14	แสดงตำแหน่งของจุดศูนย์กลางความต้านทานของพินน้ำบน 4 ซึ่งและระบบแรงที่เกิดจากลวดค้ำรูปตัวยูและการดึงยางประเภทที่ 3 แบบสั้นที่กระทำต่อพินน้ำบน	39
15	แสดงการเปรียบเทียบภาพซ้อนทับจากภาพรังสีวัดศีรษะด้านข้างระหว่างก่อน (เส้นสีดำ) และหลังการรักษา (เส้นสีน้ำเงิน) ของการศึกษานี้ (ซ้าย) กับการศึกษาของ Lin และ Gu (ขวา) เพื่อดูการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งของพินน้ำบนในแนวตั้งและความสัมพันธ์ระหว่างพินน้ำบนและริมฝีปากบนที่เปลี่ยนแปลงไป	43

บทที่ 1

บทนำ

1. บทนำต้นเรื่อง

ลักษณะโครงสร้างกะโหลกศีรษะและการสบฟันประเภทที่ 3 (skeletal class III malocclusion) เป็นความผิดปกติของโครงสร้างขากรรไกรประเภทหนึ่งที่เกิดจากความไม่สัมพันธ์กันของกระดูกขากรรไกรบนและล่าง พบความชุกของความผิดปกติในชาวเอเชียมากกว่าชาวตะวันตก¹ โดยพบในคนญี่ปุ่นประมาณ 2.3-13 เปอร์เซ็นต์, คนเกาหลี 9.4-19 เปอร์เซ็นต์, คนจีน 12.8 เปอร์เซ็นต์และคนไทยประมาณ 14.5 เปอร์เซ็นต์² ทำให้ความผิดปกตินี้เป็นปัญหาของผู้ป่วยที่มารับการรักษาทางด้านทันตกรรมจัดฟันมากที่สุด โดยพบประมาณ 20-33 เปอร์เซ็นต์ของผู้ป่วยที่มารับการรักษาทางด้านทันตกรรมจัดฟัน³ ต่างจากประเทศอเมริกาที่พบความชุกของการสบฟันผิดปกติประเภทนี้เพียง 1 เปอร์เซ็นต์ หรือคิดเป็น 5 เปอร์เซ็นต์ของผู้ป่วยที่มารับการรักษาทางทันตกรรมจัดฟันทั้งหมด¹

สาเหตุส่วนหนึ่งที่ทำให้ผู้ป่วยมีลักษณะโครงสร้างกะโหลกศีรษะและใบหน้าประเภทที่ 3 เกิดจากกระดูกขากรรไกรบนมีขนาดเล็ก (retrognathic maxilla) พบประมาณ 16.3 เปอร์เซ็นต์⁴ ส่งผลให้ผู้ป่วยมีปัญหาทั้งในด้านการทำงานของระบบบดเคี้ยวจากการมีฟันหน้าสบไขว้ (anterior crossbite) และปัญหาด้านความสวยงามจากลักษณะใบหน้าที่ด้านข้างที่มีความโค้งเว้า (concave profile) จากใบหน้าที่ส่วนกลางและริมฝีปากบนที่ยุบเข้าด้านในเมื่อเทียบกับหน้าผากและคาง จึงทำให้ผู้ป่วยรู้สึกว่าคุณภาพชีวิตที่ขึ้น นอกจากนี้ จากการสังเกตทางคลินิกและจากรายงานการรักษาผู้ป่วยที่มีลักษณะโครงสร้างกะโหลกศีรษะและใบหน้าประเภทที่ 3 หลายการศึกษา⁵⁻⁷ พบว่าผู้ป่วยกลุ่มนี้มักจะมีปัญหาเรื่องการยิ้มเห็นฟันหน้าบนที่น้อย (low smile line) ที่ส่งผลต่อความสวยงามเช่นกัน⁸ เนื่องจากจะทำให้ผู้ป่วยดูมีอายุมากขึ้นและมากกว่าคนที่ยิ้มเห็นฟันหน้าบนปกติ (normal smile line) ในวัยเดียวกัน การยิ้มเห็นฟันหน้าบนที่น้อยในผู้ป่วยกลุ่มนี้จะสัมพันธ์กับการมีความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งของริมฝีปากบนและฟันหน้าบน (relation of upper incisors to upper lip) ที่ผิดปกติ จากการสำรวจข้อมูลผู้ป่วยที่มีลักษณะโครงสร้างกะโหลกศีรษะและใบหน้าประเภทที่ 3 ร่วมกับการยิ้มเห็นฟันหน้าบนที่น้อย ที่มารับการรักษาทางด้านทันตกรรมจัดฟัน ที่คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ จำนวน 10 ราย พบว่า ผู้ป่วยกลุ่มนี้จะมีค่าความสัมพันธ์ดังกล่าวประมาณ 1.4 ± 1.2 มิลลิเมตร ซึ่งน้อยกว่าค่าปกติที่ระดับปลายฟันหน้าบนควรอยู่ต่ำกว่า

ขอบล่างของริมฝีปากบนประมาณ 2.9 ± 1.8 มิลลิเมตร⁹ สาเหตุที่ทำให้ผู้ป่วยมีความสัมพันธ์ระหว่างริมฝีปากบนและฟันหน้าบนที่น้อยกว่าปกติในผู้ป่วยกลุ่มนี้นั้น เกิดจากการเจริญเติบโตของขากรรไกรบนในแนวตั้งที่น้อยกว่าปกติ¹⁰ จากผลการสำรวจในผู้ป่วยกลุ่มเดียวกัน พบว่า ผู้ป่วยมีความสูงของฟันหน้าบน (upper anterior dental height) เท่ากับ 26.2 มิลลิเมตร ซึ่งน้อยกว่าค่าปกติ (ค่าปกติของความสูงของฟันหน้าบน เท่ากับ 29-31 มิลลิเมตร¹¹) ในขณะที่ความยาวของริมฝีปากบน (upper lip length) จะมีค่าปกติเท่ากับ 23.3 มิลลิเมตร (ค่าปกติของความยาวของริมฝีปากบน เท่ากับ 23-25 มิลลิเมตร)

สำหรับแนวทางการรักษาผู้ป่วยที่มีลักษณะ โครงสร้างกะโหลกศีรษะและใบหน้าประเภทที่ 3 ที่ผ่านช่วงการเจริญเติบโตสูงสุด (pubertal growth spurt) หรือหมดการเจริญเติบโตแล้วจะมีอยู่ 2 วิธี¹²⁻¹³ คือ การจัดฟันเพียงอย่างเดียวเพื่อแก้ไขปัญหาการสบฟันและอำพรางความผิดปกติของโครงสร้างขากรรไกรไว้ (camouflage) และการจัดฟันร่วมกับการผ่าตัด (orthognathic surgery) เพื่อแก้ไขปัญหาการสบฟันและโครงสร้างขากรรไกรที่ผิดปกติ ปัจจัยที่ใช้ประกอบการพิจารณาเลือกวิธีการรักษาที่เหมาะสมสำหรับผู้ป่วย ได้แก่ ลักษณะและความรุนแรงของความผิดปกติ และความต้องการของผู้ป่วย เป็นต้น การรักษาด้วยการจัดฟันเพียงอย่างเดียวเป็นการรักษาที่อาศัยการเคลื่อนฟันหน้าบนไปทางด้านใกล้ริมฝีปาก (labial) และเคลื่อนฟันหน้าล่างไปทางด้านใกล้ลิ้น (lingual) เพื่อแก้ไขปัญหาฟันหน้าสบไขว้และอำพรางความไม่สมดุลระหว่างกระดูกขากรรไกรบน (maxilla) และกระดูกขากรรไกรล่าง (mandible) การรักษาด้วยวิธีนี้จะเหมาะสมสำหรับผู้ป่วยที่มีความผิดปกติของ โครงสร้างกระดูกเพียงเล็กน้อย (mild) ถึงปานกลาง (moderate)¹³ โดยมีเป้าหมายของการรักษาเพื่อให้ได้การสบฟัน (occlusion) ที่ดีขึ้นและความสวยงามที่ยอมรับได้^{8, 13} ส่วนกรณีที่ผู้ป่วยมีความผิดปกติของ โครงสร้างกระดูกขากรรไกรในระดับปานกลางถึงรุนแรง วิธีการรักษาที่เหมาะสม คือ การจัดฟันร่วมกับการผ่าตัด^{8, 13} เนื่องจากเป็นการแก้ไขในส่วน of โครงสร้างกระดูกขากรรไกรที่ผิดปกติโดยตรงทำให้ได้ผลการรักษาเป็นที่น่าพอใจและมีเสถียรภาพมากกว่า¹⁴

จากปัญหาที่พบในผู้ป่วยที่มี โครงสร้างขากรรไกรและการสบฟันประเภทที่ 3 ทั้งในส่วน of ฟันหน้าสบไขว้ ความโค้งเว้าของใบหน้าด้านข้าง และการมีความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งของริมฝีปากบนและฟันหน้าบนที่น้อยกว่าปกติ ทำให้แผนการรักษาที่เหมาะสมสำหรับผู้ป่วยที่รับการรักษาโดยการจัดฟันเพียงอย่างเดียว คือ การเคลื่อนฟันหน้าบนมาทางด้านหน้าและลงด้านล่าง (forward and downward) และหรือการเคลื่อนฟันหน้าล่างเข้าด้านลิ้น และการทำให้ขากรรไกรล่างหมุนไปทางด้านหลัง (clockwise rotation of mandible) เพื่อแก้ไขฟันหน้าสบไขว้ ทำให้ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งของริมฝีปากบนและฟันหน้าบนดีขึ้น และลดความโค้งเว้าของใบหน้าด้านข้าง ปัจจุบันได้มีรายงานผู้ป่วยและการศึกษาหลายการศึกษาในผู้ป่วยกลุ่มนี้ โดยใช้

เครื่องมือชนิดต่างๆ ออกมามากมาย โดยหวังให้เกิดการเคลื่อนฟันแบบทั้งซี่ (bodily movement) แทนการเคลื่อนที่แบบล้มเอียง (tipping) ที่อาจทำให้เสี่ยงต่อการสูญเสียยอดกระดูกเบ้าฟัน (alveolar crest) ทางด้านริมฝีปากไปถึงแม้จะมีการใช้แรงขนาดเหมาะสม (optimum force) ในการเคลื่อนฟัน เนื่องจากการเคลื่อนที่แบบล้มเอียงจะทำให้มีบริเวณที่รับแรงมากอยู่ 2 บริเวณคือ ยอดกระดูกเบ้าฟัน ด้านเดียวกับทิศทางที่ฟันเคลื่อนที่ และปลายรากฟันด้านตรงข้ามกับทิศทางที่ฟันเคลื่อนที่¹⁵ การที่กระดูกเบ้าฟันได้รับแรงที่มากอาจทำให้เกิดการตายของเซลล์แบบไม่ติดเชื้อ (hyalinized tissue) และทำให้เกิดการละลายของกระดูกจากด้านในออกสู่ผิวกระดูกด้านนอก (undermining resorption) จากการส่งสัญญาณผ่านเซลล์กระดูก (osteocytes) ไปทางของเหลวที่อยู่ในเนื้อเยื่อระหว่างเซลล์กระดูก (interstitial bone fluid) ที่อยู่ในคานาไลคิวไล (canaliculi) และออสติโอไซต์ ลากูนา (osteocyte lacuna) ไปกระตุ้นให้เกิดการละลายกระดูกทางด้านนอก¹⁶⁻¹⁷ สอดคล้องกับการศึกษาในสัตว์ทดลองของ Fuhrmann¹⁸ กับ Steiner และ Pearson¹⁹ ที่พบว่า มีการสูญเสียขอบกระดูก (marginal bone) และมีการเกิดรอยเปิดแยกของกระดูก (dehiscence) หลังจากฟันมีการเคลื่อนแบบล้มเอียง และการสูญเสียยอดหรือขอบกระดูกเบ้าฟัน ไปอาจชักนำให้เกิดเหงือกกร่น (gingival recession) ได้ในระยะยาว²⁰⁻²¹

จากรายงานผู้ป่วยของ Janson และคณะ²² ที่มีการใช้เบรคเก็ต (bracket) ระบบไบโอฟังก์ชันนัล (Biofunctional system) ร่วมกับการดึงยางประเภทที่ 3 (class III elastic) จะสังเกตได้ว่า ภายหลังการรักษาฟันหน้าบนยังคงมีการเคลื่อนที่แบบล้มเอียง เช่นเดียวกับการศึกษาของ Lin และ Gu²³ ที่มีการใช้เทคนิคทิปเอจ (Tip-Edge technique) และเทคนิคเบกก์ (Begg light wire technique) ร่วมกับการดึงยางประเภทที่ 3 (class III elastic) ด้วยแรงขนาดเบา (light force) ชนิดต่อเนื่องขนาด 50-60 กรัม ที่พบว่า หลังการรักษาฟันหน้าบนก็ยังคงมีการเคลื่อนที่แบบล้มเอียงเช่นกัน นอกจากนี้ การที่ฟันหน้าบนมีการเคลื่อนที่แบบล้มเอียงยังส่งผลทำให้ฟันหน้าบนถูกกดขึ้น (relative intrusion) ทำให้ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งของริมฝีปากบนและฟันหน้าบนแย่งลง ภายหลังการรักษา และยังไม่มีการศึกษาถึงผลของฟันหน้าบนที่ล้มเอียงต่อกระดูกเบ้าฟันที่รองรับจากการใช้แรงขนาดเบาในการเคลื่อนฟันหน้าบน ทำให้ไม่สามารถบอกผลของการใช้แรงขนาดเบาในการเคลื่อนฟันหน้าบนว่าจะมีความปลอดภัยต่อกระดูกเบ้าฟันแตกต่างจากการใช้แรงขนาดเหมาะสมหรือไม่

ดังนั้น จึงเป็นที่มาของงานวิจัยนี้ที่ต้องการพัฒนาเทคนิคอย่างง่าย (Simple mechanic) ที่ประกอบจากสิ่งที่ใช้อยู่เป็นประจำในคลินิก เพื่อใช้ในการแก้ไขฟันหน้าสบไขว้ โดยทำให้ฟันหน้าบนมีการเคลื่อนที่มาทางด้านหน้าและลงด้านล่างด้วยแรงขนาดเบา และศึกษาการเปลี่ยนแปลงของกระดูกเบ้าฟันของฟันหน้าบน หลังการใช้เครื่องมือชนิดนี้ในการแก้ไขฟันหน้าสบไขว้ในผู้ป่วยที่มีโครงสร้างกะโหลกศีรษะและใบหน้าประเภทที่ 3 ที่หมดการเจริญเติบโตแล้ว

2. ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การจัดฟันเพื่ออำพรางความผิดปกติของโครงสร้างขากรรไกรประเภทที่ 3 (Class III Camouflage)

เป็นการรักษาทางทันตกรรมจัดฟันวิธีหนึ่งที่ใช้การเคลื่อนฟันเพียงอย่างเดียว เพื่อแก้ไขปัญหาการสบฟันผิดปกติและอำพรางความผิดปกติของโครงสร้างกะโหลกศีรษะและใบหน้าที่ผิดปกติประเภทที่ 3 ไว้ การเลือกผู้ป่วยที่เหมาะสมสำหรับการรักษาด้วยวิธีนี้เป็นสิ่งที่สำคัญเพราะเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อความสำเร็จของการรักษา Proffit และ Ackerman²⁴ ได้ทำการศึกษาและนำเสนอ “envelopes of discrepancy” สำหรับเป็นเกณฑ์บอกปริมาณการเคลื่อนฟันที่สามารถทำได้ด้วยการจัดฟันเพียงอย่างเดียว โดยจะสามารถเคลื่อนฟันหน้าบนมาทางด้านริมฝีปากได้ไม่เกิน 2 มิลลิเมตร และเคลื่อนฟันหน้าล่างไปทางด้านใกล้ลิ้นได้ไม่เกิน 3 มิลลิเมตร จึงเป็นข้อจำกัดว่าหากต้องการแก้ไขความผิดปกติในผู้ป่วยที่มีโครงสร้างกระดูกขากรรไกรและการสบฟันประเภทที่ 3 โดยการจัดฟันเพียงอย่างเดียวสามารถทำได้เมื่อผู้ป่วยมีฟันหน้าสบไขว้ไม่เกิน 5 มิลลิเมตร และจากการศึกษาของ Kerr และคณะ²⁵ พบว่า ผู้ป่วยที่มีความผิดปกติของโครงสร้างกระดูกขากรรไกรที่ต้องแก้ไขด้วยการผ่าตัด จะต้องมีความสัมพันธ์ระหว่างกระดูกขากรรไกรบนและขากรรไกรล่าง (มุม ANB) น้อยกว่า -4 องศา ดังนั้นจะได้ว่าผู้ป่วยที่มีโครงสร้างกะโหลกศีรษะและใบหน้าที่ผิดปกติประเภทที่ 3 ที่เหมาะสมสำหรับการรักษาโดยการจัดฟันเพียงอย่างเดียวเพื่อแก้ไขปัญหาร่องฟันหน้าสบไขว้ ควรมีค่าความเหลื่อมแนวราบที่ไม่เกิน -5 มิลลิเมตร และมีค่ามุม ANB มากกว่า -4 องศา จึงจะทำให้การรักษาด้วยวิธีนี้ประสบความสำเร็จได้

การพัฒนาเครื่องมือเพื่อใช้ในการแก้ไขฟันหน้าสบไขว้ (light force partial fixed appliances)

จากการศึกษาและรายงานผู้ป่วย^{5, 22-23} เกี่ยวกับการแก้ไขฟันหน้าสบไขว้ในผู้ป่วยที่มีโครงสร้างกะโหลกศีรษะและใบหน้าประเภทที่ 3 ที่พบว่า ฟันหน้าบนจะมีการเคลื่อนที่ออกมาแบบล้มเอียง และอาจจะส่งผลเสียดต่อดูดูกเบ้าฟันข้างเคียงจากแรงกระทำต่อหน่วยพื้นที่ที่มากเกินไปถึงแม้จะมีการใช้แรงขนาดที่เหมาะสมในการเคลื่อนฟัน ทำให้งานวิจัยชิ้นนี้สนใจที่จะใช้แรงขนาดเบาในการเคลื่อนฟันหน้าบนเพื่อแก้ไขฟันหน้าสบไขว้ ซึ่งแรงขนาดเบา คือ แรงที่มีขนาดเล็กกว่าแรงขนาดเหมาะสม สามารถทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของฟันและกระดูกที่รองรับฟัน ไปพร้อมกัน โดยที่ผู้ป่วยมีความเจ็บปวดและรู้สึกไม่สบายที่น้อยกว่า ทำให้เพิ่มการทำงานของเซลล์ (cellular activity) ของเนื้อเยื่อบริเวณรอบๆ (surrounding tissues) และลดความเสี่ยงต่อการเกิดรากฟันละลาย (root resorption)²⁶ นอกจากนี้ การใช้แรงขนาดเบายังทำให้เกิดการเคลื่อนฟันแบบที่มีการละลาย

ละลายกระดูกจากผิวด้านนอกสู่ด้านใน (frontal bone resorption)²⁷ โดยเป็นการละลายผิวกระดูก (lamina dura) บนด้านที่ถูกกด (pressure side) เข้าสู่กระดูกส่วนถัดเข้าไปเรื่อยๆ และการใช้แรงขนาดเบาเคลื่อนฟันเข้าสู่บริเวณที่เคยมีความวิกรมมาก่อนยังสามารถทำให้เกิดการสร้างกระดูกขึ้นมาได้²⁸ เนื่องจากการใช้แรงขนาดเบาจะทำให้การเคลื่อนที่ของฟันและกระดูกไปพร้อมกัน

อย่างไรก็ตาม จากการทบทวนวรรณกรรมจะพบว่า ยังไม่มีข้อสรุปที่ชัดเจนว่าแรงในการเคลื่อนฟันขนาดเท่าไรที่ถือว่าเป็นแรงขนาดเบา เช่น การศึกษาของ Melsen และคณะ²⁹ ได้ให้ข้อเสนอแนะว่าการตัดสินใจว่าขนาดแรงที่ใช้ในการเคลื่อนฟันเป็นแรงขนาดเบาหรือแรงที่มากจะประเมินจากการตอบสนองของเนื้อเยื่อปริทันต์ (periodontium) บริเวณรอบๆ เท่านั้น ประกอบกับการศึกษาส่วนใหญ่ทำในสัตว์ทดลอง เช่น หนู หรือ สุนัข ซึ่งเมื่อนำมาเทียบเป็นแรงเพื่อใช้ในมนุษย์จะได้แรงขนาดเบาที่มีความหลากหลาย เช่น จากการศึกษาของ Ren และคณะ³⁰ ที่ทำการศึกษาในฟันกรามของหนู โดยเทียบขนาดของฟันกรามของมนุษย์ว่ามีขนาดใหญ่กว่าฟันหนูประมาณ 50 เท่า เพราะฉะนั้นแรงที่ใช้ในมนุษย์ควรจะมากกว่าที่ใช้ในหนูประมาณ 50 เท่า ซึ่งจะแตกต่างจากการศึกษาของ Spyropoulos และ Tsolakis³¹ ที่พบว่าขนาดแรง 60 กรัม ที่ใช้ในการเคลื่อนฟันกรามในหนูเทียบได้กับขนาดแรง 480 กรัมในฟันกรามของมนุษย์ ซึ่งเทียบว่าขนาดแรงที่ใช้ในมนุษย์ควรเป็น 8 เท่าของที่ใช้ในหนู

ดังนั้น งานวิจัยครั้งนี้จึงอ้างอิงปริมาณของแรงขนาดเบาจากการศึกษาของ Iwasaki และคณะ³² และการศึกษาของ Yee และคณะ³³ ที่พบว่า การใช้แรงขนาด 18-50 กรัม ที่เป็นแรงขนาดน้อยกว่าแรงขนาดเหมาะสมในการเคลื่อนฟันเขี้ยวบน สามารถทำให้ฟันเขี้ยวมีการเคลื่อนที่ไปทางด้านไกลกลางได้ด้วยอัตราการเคลื่อนฟันประมาณ 0.8 มิลลิเมตรต่อเดือน ซึ่งไม่ต่างจากการใช้แรงขนาดเหมาะสม เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับขนาดพื้นที่ผิวรากฟัน (root surface area) ของฟันเขี้ยวบนที่อ้างอิงตามการศึกษาของ Lee³⁴ เกี่ยวกับขนาดของพื้นที่ผิวรากฟันของฟันซี่ต่างๆ สำหรับการเคลื่อนที่ในแนวหน้าหลัง (antero-posterior movement) พบว่า ฟันเขี้ยวบนมีขนาดพื้นที่ผิวรากฟันประมาณ 0.75 ตารางเซนติเมตร เพราะฉะนั้นจะทำให้ได้ว่าแรงขนาดเบาสำหรับการเคลื่อนฟันในแนวระนาบ (horizontal force) มีค่าอยู่ในช่วง 24-66.7 (18x0.75 และ 50x0.75) กรัมต่อตารางเซนติเมตร และเมื่อนำมาคำนวณหาแรงขนาดเบาสำหรับฟันหน้าบน 4 ซี่ สำหรับการเคลื่อนฟันในแนวหน้าหลังที่มีขนาดพื้นที่ผิวรากฟันรวมเท่ากับ 1.8 ตารางเซนติเมตรจะได้ว่าแรงขนาดเบาในแนวระนาบมีค่าอยู่ในช่วงประมาณ 43-120 กรัม ส่วนปริมาณแรงในดิ่ง (vertical force) ที่เป็นแรงขนาดเบาสำหรับการเคลื่อนฟันหน้า 4 ซี่ จะอ้างอิงจากการศึกษาของ Reitan³⁵ ที่พบว่า ปริมาณแรงที่ใช้ในการเคลื่อนฟันออกจากกระดูกเบ้าฟัน 1 ซี่ ไม่ควรเกิน 25 กรัม เพราะฉะนั้นแรงในแนวดิ่งสำหรับการเคลื่อนฟันหน้าบน 4 ซี่ในทิศทางออกจากกระดูกเบ้าฟันก็ควรไม่เกิน 100 (25x4) กรัม

จากความต้องการให้ฟันหน้าบนมีการเคลื่อนที่มาทางด้านหน้าและลงด้านล่างจึงได้มีการพัฒนาเทคนิคสำหรับใช้ในการเคลื่อนฟันหน้าบน โดยให้ชื่อว่า เครื่องมือจัดฟันแบบติดแน่นบางส่วน ที่เกิดจากการรวมอุปกรณ์ 3 อย่างเข้าด้วยกัน คือ การติดแบรคเก็ตแบบเทคนิคทูปายโฟ (2X4 appliance), การตัดลวดเป็นห่วงรูปตัวยูสำหรับดันฟันหน้าและการดึงยางประเภทที่ 3 แบบสั้น

เทคนิคทูปายโฟเป็นเทคนิคที่มีการติดแบรคเก็ตเฉพาะบริเวณฟันหน้า 4 ซี่ และติดแบรคเก็ตหรือใส่ปลอกรัดฟัน (band) ที่ฟันกรามซี่ที่ 1 ทั้ง 2 ข้าง โดยเป็นเทคนิคที่มีประโยชน์มากเนื่องจากใช้งานง่าย ผู้ป่วยปรับตัวเข้ากับการติดเครื่องมือแบบนี้ได้ดี และสามารถควบคุมการเคลื่อนฟันในแนวหน้าหลังได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมถึงทำนายทิศทางการเคลื่อนที่ของฟันได้แน่นอน¹⁶ จากการศึกษาของ GU และคณะ¹⁷ เกี่ยวกับการใช้เทคนิคทูปายโฟในการแก้ไขฟันหน้าสบไขว้เปรียบเทียบกับการใช้หน้ากาก (reverse headgear) พบว่า การใช้เทคนิคทูปายโฟร่วมกับการตัดลวดเป็นห่วงรูปตัวยูสำหรับดันฟันหน้าบน (advancing loop) ในลวดเหล็กกล้าไร้สนิม (stainless steel) ขนาด 0.016 นิ้ว สามารถแก้ไขปัญหาฟันหน้าสบไขว้ได้ในปริมาณที่ใกล้เคียงกับการใช้หน้ากาก โดยการใช้เทคนิคทูปายโฟสามารถเปลี่ยนแปลงค่าความเหลื่อมแนวราบได้ 5.2 มิลลิเมตร ขณะที่การใช้หน้ากากสามารถเปลี่ยนแปลงค่าการสบเหลื่อมแนวราบได้ 6.5 มิลลิเมตร ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างนัยสำคัญทางสถิติ และไม่พบการคืนกลับ (relapse) ของค่าการสบเหลื่อมแนวราบในผู้ป่วยที่รักษาด้วยเทคนิคทูปายโฟซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการใช้หน้ากากที่มีการลดลงของค่าความเหลื่อมแนวราบ 1.2 มิลลิเมตร จากการติดตามผลการรักษาเป็นระยะเวลาประมาณ 12 เดือน อย่างไรก็ตาม จากการสังเกตการเปลี่ยนแปลงของฟันหน้าบนพบว่า ฟันหน้าบนยังคงมีการเคลื่อนที่แบบล้มเอียงจากค่าความเอียงของฟันหน้าบนเพิ่มขึ้นภายหลังการศึกษา ทำให้มีโอกาที่จะทำให้ฟันหน้าบนถูกกดขึ้นและยังไม่มีการศึกษาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งของฟันหน้าบนในแนวตั้ง ดังนั้น จึงมีแนวคิดว่าจะต้องมีการรวมเทคนิคอื่นเข้าไปเพิ่มเติมเพื่อที่จะสามารถทำให้เกิดการเคลื่อนฟันหน้าในแนวตั้งร่วมด้วย คือ การดึงยางประเภทที่ 3 แบบสั้น (short class III elastic)

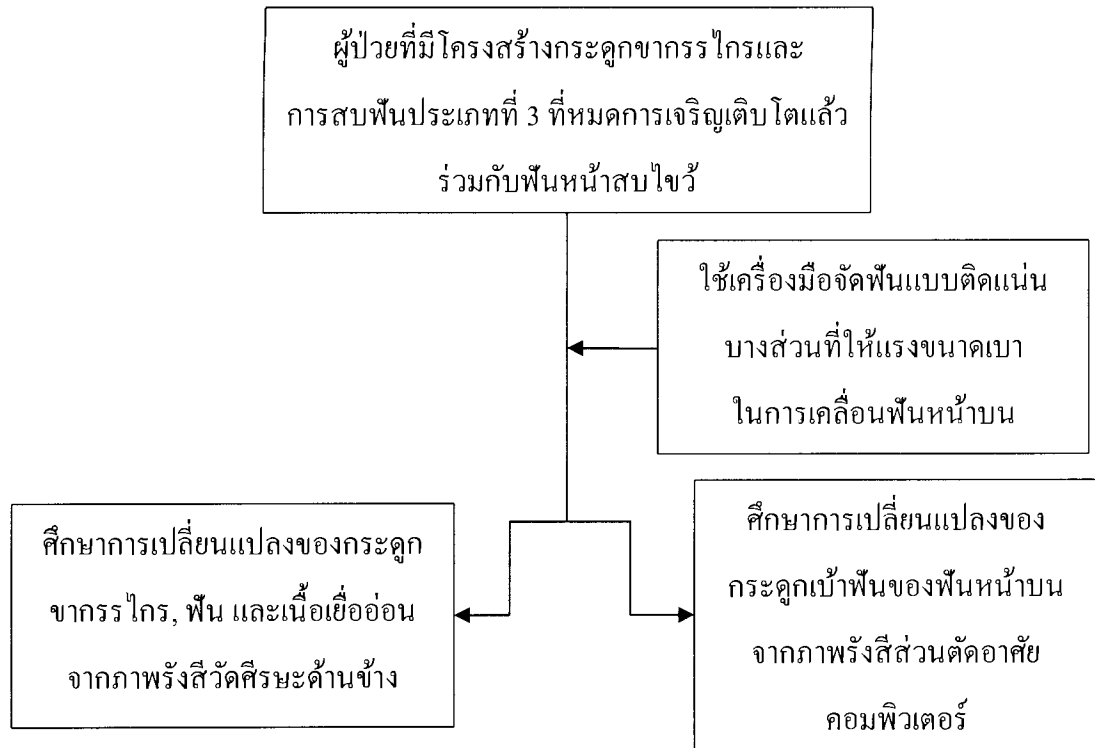
การดึงยางประเภทที่ 3 (class III elastic) คือ การใช้ยางดึงระหว่างฟันหลังบนและฟันหน้าล่างในผู้ป่วยที่มีการสบฟันผิดปกติประเภทที่ 3 โดยเกี่ยวยางที่ตะขอฟันกรามบนซี่แรกหรือฟันกรามบนซี่ที่ 2 มาที่ตะขอของแบรคเก็ตของฟันเขี้ยวล่าง หรือตะขอโคบายาซีที่มัดติดกับแบรคเก็ตของฟันหน้าล่างซี่ข้าง ซึ่งจะทำให้เกิดแรงเคลื่อนฟันหน้าบนไปทางด้านหน้า ดึงฟันหน้าล่างให้เคลื่อนที่ไปทางด้านหลัง และทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของฟันกรามบนออกจากกระดูกเบ้าฟัน แต่หากเปลี่ยนตำแหน่งของการดึงยางมาทางด้านหน้าต่อฟันกรามบนมากขึ้น เช่นบริเวณกึ่งกลางทางด้านริมฝีปากของฟันเขี้ยวบน จะทำให้ผลในการเคลื่อนฟันกรามบนในแนวตั้งลดลง แต่จะมีผล

ทำให้เกิดแรงในแนวตั้งต่อฟันหน้าบนมากขึ้น และทำให้ขนาดของแรงในแนวตั้งเพิ่มขึ้น ดังนั้นเมื่อรวมการติดแบรคเก็ตด้วยเทคนิคทาบายโฟ, การตัดลวดเป็นห่วงรูปตัวยูสำหรับคั่นฟัน และการดึงยางประเภทที่ 3 แบบสั้น เข้าด้วยกันน่าจะสามารถใช้แก้ไขฟันหน้าสบไขว้โดยทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของฟันหน้าบนมาทางด้านและลงด้านล่างได้ และทำให้ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งของริมฝีปากบนและฟันหน้าบนดีขึ้นภายหลังการรักษา

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงของกระดูกเบ้าฟันบริเวณฟันหน้าบน

จะประเมินจากภาพรังสีส่วนตัดอาศัยคอมพิวเตอร์ (computerized tomography) แทนภาพรังสีวัดศีรษะด้านข้าง (lateral cephalometric radiograph) เพราะจากการศึกษาของ Wehrbein และคณะ³⁸ พบว่า การประเมินการลดลงของกระดูกเบ้าฟัน (alveolar bone) หรือแนวกระดูกประสาน (symphysis) ไม่สามารถประเมินได้จากการมองเห็นด้วยตาเปล่า (macroscopic inspection) และการใช้ภาพรังสีวัดศีรษะทางด้านข้าง เนื่องจากเป็นภาพ 2 มิติ (two-dimensional view) ทำให้ตำแหน่งของเพดานและแนวกระดูกที่ได้จากการถ่ายภาพรังสีมีขนาดที่กว้างกว่าความเป็นจริง ส่งผลทำให้ค่าที่ได้มีความคลาดเคลื่อน (error) และทำให้ข้อมูลที่ได้มีความถูกต้อง (accuracy) ลดลง แต่หากประเมินจากการถ่ายภาพรังสีส่วนตัดอาศัยคอมพิวเตอร์จะให้ความถูกต้องมากกว่า เนื่องจากจากการศึกษาของ Fuhrmann และคณะ³⁹ พบว่า การใช้ภาพรังสีส่วนตัดอาศัยคอมพิวเตอร์ในการวัดความหนาของกระดูกเบ้าฟันและตรวจหาตำแหน่งรอยแยกของกระดูก จะได้ข้อมูลที่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการตรวจทางเนื้อเยื่อวิทยา (histological) ดังนั้น การใช้ภาพรังสีส่วนตัดอาศัยคอมพิวเตอร์เพื่อวัดการเปลี่ยนแปลงของกระดูกเบ้าฟันจึงถือว่ามีค่าความถูกต้องมากกว่าวิธีอื่น

3. กรอบแนวคิดการทำวิจัย



รูปที่ 1 แสดงแผนภาพของกรอบแนวคิดการทำวิจัย

4. วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาลักษณะของกระดูกขากรรไกร, ฟันและเนื้อเยื่ออ่อนที่เปลี่ยนแปลงไปใน ภาพรังสีวัดศีรษะด้านข้าง
 2. เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของกระดูกเบ้าฟันทางด้านใกล้ริมฝีปากและใกล้เพดานของ ฟันหน้าบนจากภาพรังสีส่วนตัดอาศัยคอมพิวเตอร์
- ภายหลังการใช้แรงขนาดเบาผ่านเครื่องมือจัดฟันแบบติดแน่นบางส่วน เพื่อแก้ไขฟันหน้า สบไขว้ในผู้ป่วยที่มีโครงสร้างกะโหลกศีรษะและใบหน้าประเภทที่ 3 ที่หมดการเจริญเติบโตแล้ว

5. สมมติฐาน

1. การใช้แรงขนาดเบาผ่านเครื่องมือจัดฟันแบบติดแน่นบางส่วน สามารถใช้ในการแก้ไขฟันหน้าสบไขว้ได้ โดยทำให้ฟันหน้าบนมีการเคลื่อนที่มาทางด้านหน้าและลงด้านล่าง ส่งผลให้ความสัมพันธ์ระหว่างริมฝีปากบนและฟันหน้าบนมีค่าใกล้เคียงค่าปกติ ความสัมพันธ์ของกระดูกขากรรไกรบนและล่างดีขึ้น และลักษณะใบหน้าทางด้านข้างของผู้ป่วยมีความโค้งเว้าลดลง
2. การใช้แรงขนาดเบาผ่านเครื่องมือจัดฟันติดแน่นบางส่วน สามารถคงความหนาและความสูงของกระดูกเบ้าฟันทางด้านใกล้ริมฝีปากและใกล้เพดานของฟันหน้าบนไว้ได้ ภายหลังจากการแก้ไขฟันหน้าสบไขว้

6. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

เทคนิคที่พัฒนาขึ้นเพื่อใช้ในการแก้ไขฟันหน้าสบไขว้ในผู้ป่วยที่มีโครงสร้างกะโหลกศีรษะและใบหน้าประเภทที่ 3 ที่หมดการเจริญเติบโตแล้ว สามารถใช้เคลื่อนฟันหน้าบนมาทางด้านหน้าและลงด้านล่าง ทำให้ความสัมพันธ์ระหว่างริมฝีปากบนและฟันหน้าบนมีค่ามากขึ้น และใกล้เคียงค่าปกติ ผู้ป่วยยิ้มเห็นฟันหน้าบนมากขึ้น ความสัมพันธ์ระหว่างกระดูกขากรรไกรบนและล่างดีขึ้น ใบหน้าด้านข้างของผู้ป่วยมีความโค้งเว้าที่ลดลง และมีความปลอดภัยต่อกระดูกเบ้าฟัน โดยคงความหนากระดูกเบ้าฟันทางด้านใกล้ริมฝีปากและใกล้เพดานของฟันหน้าบนให้เท่าเดิม ภายหลังการรักษา

บทที่ 2

วิธีการวิจัย

1. รูปแบบการศึกษา

การศึกษาในที่นี้เป็นการศึกษาวิจัยเชิงทดลองขั้นต้นในมนุษย์ (Pre-experimental design แบบ one group pretest posttest only design) ซึ่งได้รับความเห็นชอบจากคณะกรรมการจริยธรรมในการวิจัย คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

2. กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย

จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่จะทำการศึกษานี้ได้จากการคำนวณตามสูตรของ กิตติกา⁴⁰

$$\text{ขนาดตัวอย่าง (n)} = \frac{(Z_{(1-\alpha)} + Z_{(1-\beta)})^2 \sigma^2 \text{diff}}{(\bar{x}_2 - \bar{x}_1)^2}$$

ค่าของตัวแปรกำหนดจากการศึกษาของ Ning และคณะ⁴¹

$\bar{x}_2 - \bar{x}_1$ คือ ขนาดความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มที่ต้องการตรวจพบเท่ากับ 2.1

$\sigma^2 \text{diff}$ คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลต่างแต่ละคู่ของข้อมูล 2 กลุ่ม เท่ากับ 2.6

α คือ ระดับนัยสำคัญกำหนดที่ 0.05 ($Z = 1.96$)

β คือ โอกาสที่ไม่สามารถตรวจพบความแตกต่างกำหนดที่ 20 % ($Z = 0.84$)

จะได้จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่จะต้องทำการศึกษาทั้งหมด 12 ราย ทำการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง จากผู้ป่วยที่มารับการรักษาทางทันตกรรมจัดฟัน ณ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ โดยวิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (purposive sampling) ที่ตรงตามเกณฑ์รับเข้าศึกษา (inclusion criteria) ดังต่อไปนี้

1. ผู้ป่วยหมดการเจริญเติบโตแล้ว (non-growing patient) โดยประเมินจากรูปร่างของกระดูกคอ⁴² (Cervical Vertebral Maturation Indicators, CVMI) จากภาพรังสีวัดศีรษะ ด้านข้างที่ต้องมีค่าของอัตราส่วนความสูงของขอบหน้าสุด (Y) ต่อความกว้างของขอบล่างสุด (X) ของกระดูกคอชิ้นที่ 3 ($C_3 \text{ ratio}$) มากกว่าหรือเท่ากับ 0.93 และอัตราส่วน ¹⁰

- ความสูงของขอบหน้าสุด (Y) ต่อกว้างของขอบล่างสุด (X) ของกระดูกคอชั้นที่ 4 (C_4 ratio) มากกว่าหรือเท่ากับ 0.90
2. มีโครงสร้างกะโหลกศีรษะและใบหน้าประเภทที่ 3 โดยมีค่าความสัมพันธ์ของกระดูกขากรรไกรบนและกระดูกขากรรไกรล่างในแนวหน้าหลัง (ANB) อยู่ระหว่าง 0 และ -4 องศา ($-4 \leq ANB \leq 0$)
 3. มีรูปแบบการเจริญเติบโตในแนวตั้งเป็นแบบปกติ (normodivergent pattern) โดยมีค่ามุมที่เกิดจากระนาบ SN ตัดกับระนาบ GoMe อยู่ระหว่าง 29 และ 35 องศา ($29 \leq SN-MP \leq 35$)
 4. มีฟันหน้าสบไขว้ในตำแหน่งการสบฟันในศูนย์กลาง (centric occlusion) โดยมีค่าการสบเหลือมแนวราบ (overjet) อยู่ระหว่างติดลบ 5 ถึง 0 ($-5 < overjet < 0$) และมีแผนการรักษาในการแก้ไขฟันหน้าสบไขว้โดยการเคลื่อนฟันหน้าบนมาทางด้านหน้าและลงด้านล่าง
 5. ไม่มีอาการหรืออาการแสดงของสภาวะปริทันต์อักเสบ
 6. ไม่มีโรคทางระบบซึ่งมีผลต่อกระบวนการปรับรูป (remodel) ของกระดูก ได้แก่ ภาวะขาดวิตามินดี (vitamin D deficiency), เป็นโรคที่เกี่ยวข้องกับระบบต่อมไร้ท่อ (endocrine problems) เช่น ภาวะต่อมไทรอยด์ทำงานน้อย (hypothyroidism), ภาวะต่อมใต้สมองทำงานน้อย (hypopituitarism), ภาวะต่อมใต้สมองทำงานมาก (hyperpituitarism), ภาวะกระดูกพรุน (osteoporosis)
 7. ไม่ได้รับยาที่มีผลต่อกระบวนการปรับรูปของกระดูก ได้แก่ คอร์ติโคสเตอรอยด์ (corticosteroid), ยากลุ่มเอ็น-เสท (NSAID-Non-steroidal antirheumatic drugs), ยาต้านมาลาเรีย (antimalarial), ฟีนโทอิน (phenytoin), เตตราไซคลิน (tetracycline), บิสฟอสโฟเนต (bisphosphonate)
 8. ไม่มีปัญหาข้อต่อกระดูกขากรรไกร
 9. ไม่มีนิสัยทำงานนอกหน้าที่ (parafunctional habit) ได้แก่ นิสัยกัดริมฝีปาก (lip biting), นิสัยการกลืนแบบลิ้นดันฟัน (tongue thrusting swallowing), นิสัยกัดเล็บ (nail biting), นิสัยขบแน่นฟัน (clenching), นอนกัดฟัน (bruxism)

สำหรับเกณฑ์คัดออกจากการศึกษา (exclusion criteria) ประกอบด้วย

1. ผู้ป่วยที่มีการเจริญเติบโตก่อนหรือระหว่างการเจริญเติบโตสูงสุด
2. ผู้ป่วยที่ไม่สามารถมารับการรักษาได้อย่างต่อเนื่องหรือไม่ให้ความร่วมมือระหว่างการรักษา
3. หลังจากขั้นตอนการปรับระดับและเรียงฟันจนฟันเรียงเรียบร้อยแล้ว พบว่า ผู้ป่วยมีค่าสบ

เหลื่อมแนวราบเป็นปกติ (2 มิลลิเมตร) (ผู้ป่วยกลุ่มนี้ยังคงได้รับการรักษาทันตกรรม
จัดฟันตามปกติเพื่อแก้ไขปัญหาในส่วนอื่นที่เหลืออยู่จนเสร็จสมบูรณ์)

3. วิธีดำเนินการวิจัย

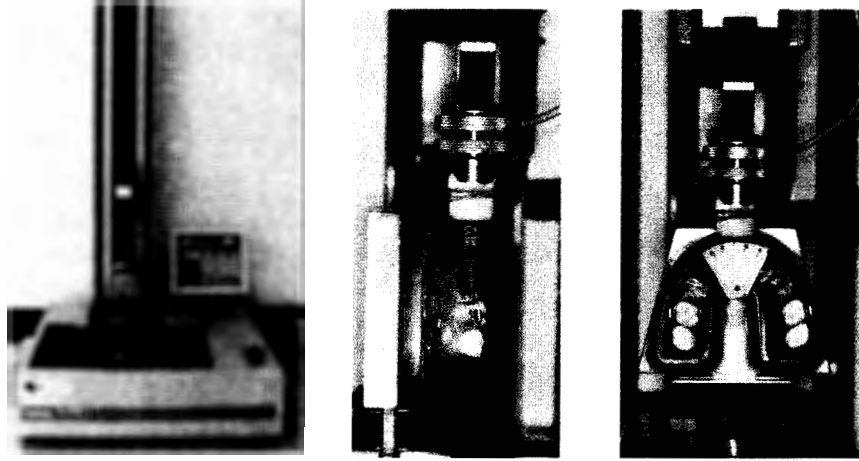
การดำเนินงานวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ระยะ คือ

**ระยะที่ 1 การศึกษานำร่อง (Pilot study) เพื่อให้เครื่องมือจัดฟันแบบติดแน่นบางส่วน
สามารถให้แรงขนาดเบาในการเคลื่อนฟัน**

จากการคำนวณที่ได้ว่าแรงขนาดเบาสำหรับเคลื่อนฟันหน้าบน 4 ซี่ในแนวราบจะมีค่าประมาณ 43-120 กรัม และขนาดแรงที่ใช้ในการเคลื่อนฟันออกจากกระดูกเบ้าฟันไม่ควรเกิน 100 กรัม จึงมีการศึกษานำร่องเพื่อหาชนิดของลวดสำหรับดัดเป็นห่วงรูปตัวยูสำหรับด้นฟันหน้าบนและขนาดของยางสำหรับดัดยางประเภทที่ 3 ที่จะให้แรงขนาดเบาที่ต้องการ โดยทำการศึกษานำร่องในห้องปฏิบัติการใน 2 ส่วน คือ การทดสอบแรงจากการลวดสำหรับด้นฟันหน้า (รูปที่ 1) และการทดสอบแรงที่เกิดจากการดัดยางประเภทที่ 3 แบบสั้นด้วยเครื่องทดสอบวัสดุเอนกประสงค์ (universal testing machine)

สำหรับการทดสอบแรงจากลวดสำหรับด้นฟันหน้า จะทำการทดสอบในลวด 4 ประเภทคือ ลวดเหล็กกล้าไร้สนิม (stainless steel) หน้าตัดกลม ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.016 นิ้ว, ลวดเบต้าไททาเนียม (TMA) หน้าตัดกลม ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.016 นิ้ว, ลวดนิเกิลไทเทเนียม (NiTi) หน้าตัดกลม ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.016 นิ้ว และลวดนิเกิลไทเทเนียม (NiTi) หน้าตัดสี่เหลี่ยมจตุรัส ขนาด 0.016X0.016 นิ้ว ลวดเหล็กกล้าไร้สนิมและลวดเบต้าไททาเนียม จะถูกทำการดัดเป็นห่วงรูปตัวยูสำหรับด้นฟันหน้าบน โดยให้ห่วงรูปตัวยูมีความกว้างประมาณ 3 มิลลิเมตรและสูงประมาณ 5 มิลลิเมตร เพื่อไม่ให้เกิดความรำคาญต่อช่องปากส่วนนอก (vestibule of the mouth) และมีความยืดหยุ่น (flexible) ในการปรับเพื่อให้แรง (activate) ส่วนลวดนิเกิลไทเทเนียมทั้งสองขนาดจะทำการติดตัวรองรับลวดโค้งจัดฟัน (crimpable stop) ทั้งสองด้านบริเวณหน้าต่อท่อข้างแก้มที่ติดอยู่บนแถบรัดจัดฟัน (band) บนฟันกรามแท้บนซี่ที่ 1 ทั้ง 2 ข้าง โดยตำแหน่งที่ทำการติดตัวรองรับลวดโค้งจัดฟันจะเป็นตำแหน่งเดียวกับจุดสิ้นสุดของห่วงรูปตัวยูที่ติดบนลวดเหล็กกล้าไร้สนิมและลวดเบต้าไททาเนียม ลวดแต่ละเส้นจะถูกมัดติดกับแผ่นอะคริลิก (acrylic) ซึ่งทำหน้าที่แทนฟันหน้าบน 4 ซี่ ด้วยเส้นลวดมัดจัดฟัน (ligature) ใส่ลวดแต่ละเส้นลงในท่อข้างแก้มที่ฟันกรามแท้บนซี่ที่ 1 ทั้ง 2 ข้าง ในแบบจำลองฝึกปฏิบัติทางทันตกรรม (typodont) (รูปที่ 2) ทำการทดสอบแรงที่ได้จากลวดแต่ละเส้น จากการใช้แท่งโลหะทรงกระบอกกดไปที่ลวดโดยกำหนดระยะ

ของการกดลวดเท่ากับ 1 มิลลิเมตรในทุกเส้น ลวดแต่ละประเภทจะถูกทดสอบแรงจำนวน 10 เส้น
เส้นละ 3 ครั้ง บันทึกแรงที่ใช้ในการกดลวดแต่ละเส้นและนำมาหาค่าเฉลี่ย ดังแสดงในตารางที่ 1



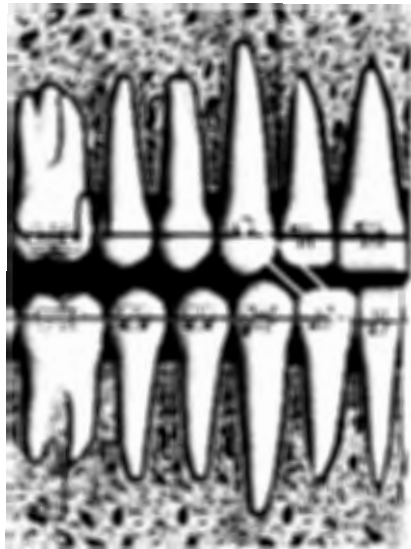
รูปที่ 2 แสดงเครื่องทดสอบวัสดุเอนกประสงค์และวิธีการทดสอบแรงจากการกดลวดเป็นห่วงรูป
ตัวยูสำหรับค้นพื้นหน้าบนในลวดแต่ละประเภทบนแบบจำลองฝึกปฏิบัติทางทันตกรรม

ตารางที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ยของแรงที่ใช้กดลวดแต่ละประเภทเป็นระยะทาง 1 มิลลิเมตร

ชนิดของลวดที่ทำการทดสอบ	ค่าเฉลี่ยของแรงที่ใช้กดลวด เป็นระยะทาง 1 มิลลิเมตร (กรัม)
ลวดเหล็กกล้าไร้สนิมหน้าตัดกลม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.016 นิ้ว (Highland®) ตัดเป็นห่วงรูปตัวยูขนาดกว้าง 3 มิลลิเมตรและสูง 5 มิลลิเมตร	82.2 ± 20.8
ลวดเบต้าไททาเนียมหน้าตัดกลม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.016 นิ้ว (Ormco®) ตัดเป็นห่วงรูปตัวยูขนาดกว้าง 3 มิลลิเมตรและสูง 5 มิลลิเมตร	38.4 ± 4.0
ลวดนิเกิลไทเทเนียมหน้าตัดกลมที่มีตัวรองรับลวดโค้งจัด ฟัน ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.016 นิ้ว (Highland®)	83.1 ± 7.7
ลวดนิเกิลไทเทเนียมหน้าตัดสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่มีตัวรองรับลวด โค้งจัดฟัน ขนาด 0.016X0.016 นิ้ว (Highland®)	126.5 ± 11.4

จากการทดสอบแรงด้วยเครื่องทดสอบวัสดุเอนกประสงค์ เพื่อหาขนาดที่เหมาะสม สำหรับการตัดเป็นห่วงรูปตัวยูสำหรับคั่นฟันหน้าบน พบว่าขนาดเบต้าไททานเนียมหน้าตัดกลม ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.016 นิ้ว จะให้แรงในการเคลื่อนฟันหน้าบน 4 ซี่ในแนวระนาบน้อยที่สุด ประมาณ 38.4 ± 4.0 กรัม

การทดสอบแรงที่เกิดจากการดัดยางประเภทที่ 3 แบบสั้น จะเลือกทำการทดสอบ ในยางขนาด 5/16 นิ้ว (8 มิลลิเมตร) 2 ออนซ์ (oz) (Ormco®) ซึ่งเป็นขนาดยางที่ทำให้แรงเคลื่อนฟัน น้อยที่สุดที่มีในคลินิกทันตกรรมจัดฟัน คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ กำหนดตำแหน่งที่จะดัดยางประเภทที่ 3 แบบสั้น ในขากรรไกรบนจากห่วง (helix) ที่อยู่บนลวด เบต้าไททานเนียมบริเวณกึ่งกลางด้านริมฝีปากของฟันเขี้ยวบนมาที่ด้านใกล้กลางของฟันหน้าล่างซี่ที่ 2 ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 แสดงตำแหน่งในการดัดยางประเภทที่ 3 แบบสั้นจากห่วงที่อยู่บนลวดเบต้าไททานเนียม บริเวณกึ่งกลางด้านริมฝีปากของฟันเขี้ยวบนมาที่ด้านใกล้กลางของฟันหน้าล่างซี่ที่ 2

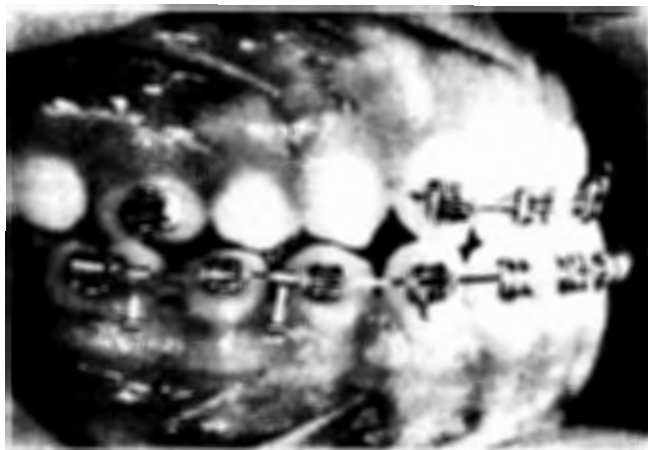
จากการทดสอบการดัดยางในตำแหน่งที่กำหนดในช่องปากของผู้ป่วยจำนวน 10 ราย พบว่า การดัดยางแบบดังกล่าวจะทำให้เกิดแรงที่แตกต่างกัน เนื่องจากผู้ป่วยแต่ละรายจะมีระยะ ระหว่างบริเวณกึ่งกลางด้านริมฝีปากของฟันเขี้ยวบนมาที่ด้านใกล้กลางของฟันหน้าล่างซี่ที่ 2 แตกต่างกัน โดยขนาดของแรงที่เกิดขึ้นจากการดัดยางจะอยู่ที่ประมาณ 25-40 กรัม และมุมที่เกิดจาก การดัดยางกระทำต่อระนาบการสบฟัน (occlusal plane) ก็มีความแตกต่างกันในผู้ป่วยแต่ละราย โดยมีค่ามุมอยู่ระหว่าง 30 – 45 องศา เมื่อนำมาคำนวณหาขนาดของแรงที่เกิดจากการดัดยางประเภทที่ 3 แบบสั้นขนาด 5/16 นิ้ว 2 ออนซ์ จำนวน 1 เส้น จะได้แรงที่ทำให้เกิดการเคลื่อนฟันในแนวระนาบ

ประมาณ 18-34 กรัม และแรงที่ทำให้เกิดการเคลื่อนฟันแนวตั้งประมาณ 13-28 กรัม แต่การดึงข้างจริงในคลินิกผู้ป่วยจะมีการดึงข้างจำนวน 2 เส้น ด้านซ้ายและด้านขวาเพราะฉะนั้นแรงที่ได้จากการดึงประเภทที่ 3 แบบสั้นสำหรับการเคลื่อนฟันในแนวระนาบจะมีค่าประมาณ 36-68 กรัม และแรงในแนวตั้งมีค่าประมาณ 26-56 กรัม

ดังนั้น จากศึกษานำร่องในห้องปฏิบัติการทำให้ได้ข้อสรุปว่า เครื่องมือจัดฟันแบบติดแน่นบางส่วน ที่ประกอบด้วยการตัดลวดเป็นห่วงรูปตัวยูสำหรับดันฟันหน้า ควรใช้เป็นลวดเบต้าไททานเนียมหน้าตัดกลม ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.016 นิ้ว ขนาดกว้าง 3 มิลลิเมตรและสูง 5 มิลลิเมตร ที่ทำการปรับลวดให้ห่างจากฐานของแบรคเก็ตของฟันหน้าบนประมาณ 1 มิลลิเมตร และการดึงข้างประเภทที่ 3 แบบสั้นจากบริเวณกึ่งกลางด้านริมฝีปากของฟันเขี้ยวบนมาที่ด้านใกล้กลางของฟันหน้าล่างซี่ที่ 2 ด้วยยางที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 5/16 นิ้ว ขนาด 2 ออนซ์ จะทำให้เกิดแรงในแนวระนาบเท่ากับ $(36-68) + 38 = 74-106$ กรัม และเกิดแรงในแนวตั้งเท่ากับ 26-56 กรัม ซึ่งไม่เกินแรงขนาดเบาที่คำนวณได้ (แรงขนาดเบาในแนวระนาบสำหรับเคลื่อนฟันหน้าบน 4 ซี่ในแนวหน้าหลังจะมีค่าประมาณ 43-120 กรัม และขนาดแรงที่ใช้ในการเคลื่อนฟันออกจากกระดูกเบ้าฟันไม่ควรเกิน 100 กรัม)

ระยะที่ 2 การนำเครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่นบางส่วนไปใช้ในกลุ่มตัวอย่าง

ผู้ป่วยทุกรายจะถูกติดแบรคเก็ต (pre-adjusted edgewise fixed appliance) (Ormco, 3M) ที่ฟันหน้าบน 4 ซี่ ด้วยแบรคเก็ตขนาด 0.022x0.028 นิ้ว ส่วนฟันกรามบนซี่ที่ 1 ใส่เป็นท่อข้างแก้ม ขนาด 0.022 นิ้ว ในฟันล่างจะทำการติดแบรคเก็ตทุกซี่ด้วยแบรคเก็ตขนาดเดียวกับที่ติดบริเวณฟันหน้าบน จากนั้นทำการปรับระดับและเรียงฟันในฟันหน้าบน 4 ซี่ และในฟันล่างทั้งหมดจนฟันเรียงเป็นระเบียบถึงลวดเหล็กกล้าไร้สนิมหน้าตัดสี่เหลี่ยมผืนผ้า (rectangular) ที่มีพื้นที่หน้าตัด 0.021x0.025 นิ้ว รวบ (coligate) ฟันหน้าบน 4 ซี่ให้เป็นกลุ่มเดียวกันด้วยลวดมัดจัดฟัน (รูปที่ 4)



รูปที่ 4 แสดงฟันหน้าบนและฟันล่างที่ได้ทำการปรับระดับและเรียงฟันจนเป็นระเบียบถึงลวด เหล็กกล้าไร้สนิมขนาด 0.021x0.025 นิ้ว

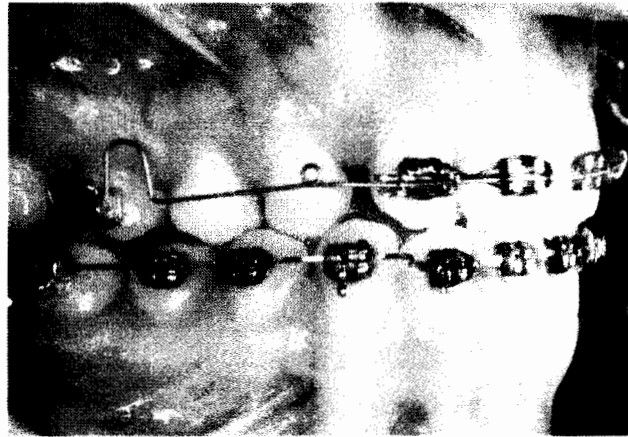
ใส่ลวดเบต้าไททาเนียมหน้าตัดกลม ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.016 นิ้ว ที่มีการตัดลวดเป็นห่วงรูปตัวยูสำหรับคั่นฟันหน้า ขนาดกว้าง 3 มิลลิเมตรและสูง 5 มิลลิเมตร และมีห่วงสำหรับค้ำยางบริเวณด้านใกล้ริมฝีปากของฟันเขี้ยวบน เมื่อใส่ลวดเข้าไปในท่อข้างแก้มของฟันกรามแท็บเล็ตที่ 1 ตำแหน่งของลวดทางด้านใกล้ริมฝีปากจะห่างจากฐานของแบรคเก็ตฟันหน้าบนประมาณ 1 มิลลิเมตร พับปลายลวด (cinch back) ทางด้านหลังของท่อข้างแก้มของฟันกรามแท็บเล็ตที่ 1 ทั้งสองข้าง เพื่อป้องกันการเลื่อนหลุดของลวดออกจากท่อข้างแก้มระหว่างที่ค้ำยาง สาธิตวิธีการค้ำยางและให้ผู้ป่วยลองทำเองจนคล่อง อธิบายเวลาที่ต้องค้ำยางว่าจะต้องทำการค้ำยางตลอดเวลา ยกเว้นเวลาทานอาหารและเวลาแปรงฟัน และความสำคัญของการค้ำยาง ในกรณีที่ฟันหน้าล่างขวางการเคลื่อนที่ของฟันหน้าบนจากการมีการสบเหลี่ยมแนวดิ่ง (over bite) จะมีการเพิ่มคอมโพเมอร์ซีเมนต์ชนิดฉายแสง (light cured compomer cement) (Bandlok[®], Unitek, 3M) ใส่ในตำแหน่งของฟันกรามล่างซี่ที่ 1 เพื่อเปิดการสบฟัน ดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 แสดงส่วนประกอบของเครื่องมือจัดฟันแบบติดแน่นบางส่วนที่ให้แรงขนาดเบา และการเปิดการสบฟันด้วยการใส่คอมโพเมอร์ซีเมนต์ชนิดฉายแสง ที่ด้านบดเคี้ยวฟันกรามล่างซี่ที่

1

นักผู้ป่วยมาทำการปรับลดเบตาไทเทเนียมทุก 1 เดือน จนได้ค่าการสบเหลี่ยมแนวราบที่ปกติ (รูปที่ 6) จึงหยุดการปรับเครื่องมือและหยุดดึงยาง กรอส่วนของคอมโพเมอร์ซีเมนต์ชนิดฉายแสงที่ด้านบดเคี้ยวฟันกรามล่างซี่ที่ 1 ออกก่อนส่งผู้ป่วยไปถ่ายภาพรังสีวัดศีรษะด้านข้าง และคงตำแหน่งของฟันหน้าบนไว้ที่เดิมด้วยลวดเบตา-ไททาเนียมหน้าตัดกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.016 นิ้ว ที่มีการตัดเป็นห่วงรูปตัวยูสำหรับดันฟันหน้าแบบไม่มีแรงกระทำที่ฟัน (passive) เป็นเวลา 4 เดือน เพื่อรอให้กระดูกมีการปรับรูป³⁹ ก่อนส่งถ่ายภาพรังสีส่วนตัดอาศัยคอมพิวเตอร์ โดยในช่วง 4 เดือนที่รอกระดูกมีการปรับรูปจะมีการนัดผู้ป่วยทุก 1 เดือน เพื่อเก็บข้อมูลเกี่ยวกับค่าการสบเหลี่ยมแนวราบและแนวโค้งที่เปลี่ยนแปลงไปภายหลังฟันสบไขว้ได้รับการแก้ไขแล้ว



รูปที่ 6 แสดงผลของการใช้เครื่องมือจนได้ค่าการสบเหลี่ยมแนวราบที่ปกติ และคงตำแหน่งฟันหน้าบนด้วยลวดเบตาไททาเนียมหน้าตัดกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.016 นิ้ว ที่มีการตัดเป็นห่วงรูปตัวยูสำหรับคั่นฟันหน้าแบบไม่มีแรงกระทำที่ฟันและหยุดเกี่ยวยาง

กรณีที่ทำกรเคลื่อนฟันหน้าบนด้วยเครื่องมือเป็นเวลา 3 เดือน แล้วพบว่ากรรักษาไม่เป็นไปตามแผนกรรักษาที่วางไว้ จะทำกรหยุดกรใช้เครื่องมือ และเปลี่ยนไปใช้เครื่องมือและแรงขนาดที่ใช้อยู่เป็นปกติทางคลินิก ในการเคลื่อนฟันหน้าบนเพื่อแก้ลักษณะฟันหน้าสบไขว้ต่อไป

การเก็บข้อมูล

ประกอบด้วย ข้อมูลที่ได้จากภาพรังสีวัดศีรษะด้านข้างและภาพรังสีส่วนตัดอาศัยคอมพิวเตอร์

ภาพรังสีวัดศีรษะด้านข้าง

ในการวัดการเปลี่ยนแปลงของกระดูกขากรรไกร, ฟันหน้าและเนื้อเยื่ออ่อน จะทำกรถ่ายภาพรังสีวัดศีรษะด้านข้าง จำนวน 2 ครั้ง คือ

- ก่อนเริ่มกรรักษา (T_0) เพื่อเป็นข้อมูลเบื้องต้นของผู้ป่วยและประกอบการพิจารณาว่าผู้ป่วยมีคุณสมบัติตรงตามเกณฑ์รับเข้าศึกษาหรือไม่
- หลังจากเคลื่อนฟันหน้าบนมาทางด้านหน้าจนได้ค่าการสบเหลี่ยมแนวราบที่ปกติ (T_1) เพื่อเป็นข้อมูลที่ใช้ในการบอกผลของการใช้เครื่องมือ

ในการถ่ายภาพรังสีวัดศีรษะด้านข้างทุกครั้ง จะมีการจัดตำแหน่งของผู้ป่วยให้ศีรษะอยู่ในตำแหน่งศีรษะตามธรรมชาติ (natural head position) โดยตาของผู้ป่วยจะต้องมองตรง

ไปที่กระจกทางด้านหน้าซึ่งอยู่ในระดับสายตาร่วมกับการใช้อุปกรณ์จัดตำแหน่งศีรษะ (cephalostat) และถ่ายภาพรังสีด้วยเครื่องๆ เดิมตลอดการรักษา

การบันทึกรอยภาพรังสีวัดศีรษะ (cephalometric tracing) จะใช้กระดาษอะซิเตท (acetate paper) ร่วมกับคินสอขนาด 0.3 มิลลิเมตร กำหนดจุดอ้างอิง (reference point) ที่จะใช้ในการวิเคราะห์ด้วยมือโดยผู้วิจัยเพียงคนเดียว

จุดอ้างอิงที่ใช้ในการวิเคราะห์ภาพถ่ายรังสีวัดศีรษะทางด้านข้าง (รูปที่ 7) ประกอบด้วย

จุดอ้างอิงในโครงสร้างกระดูกใบหน้า ซึ่งแบ่งออกได้เป็น 3 กลุ่ม คือ

1. จุดในโครงสร้างฐานกะโหลกศีรษะ⁴³

- N (Nasion): จุดที่อยู่หน้าสุดของแนวกระดูกประสานของกระดูกจมูกและกระดูกหน้าผาก (Naso-frontal suture) บนระนาบกึ่งกลางหน้า (Midsagittal)
- S (Sella): จุดกึ่งกลางของส่วนที่กว้างที่สุดของช่องกระดูก (bony crypt) ของเซลล์เทอซิก้า (Sella turcica) แนวกึ่งกลางหน้า (Midsagittal)

2. จุดในขากรรไกรบน

- A (Subspinale): จุดลึกสุดบนขอบกระดูกรองรับฟันหน้าบน (alveolar process) อยู่ระหว่างจุดสไปนัล (Spinal point) และพรอสโทอออน (Prosthion)
- ANS (Anterior nasal spine): จุดปลายสุดของกระดูกขากรรไกรบนส่วนหน้าในแนวกึ่งกลางใบหน้า
- PNS (Posterior nasal spine): จุดที่อยู่หลังสุดของกระดูกเพดาน
- Is (Incision superius): จุดปลายสุดและหน้าสุดของขอบด้านตัดของฟันหน้าซี่กลางบนที่ยื่นที่สุด
- Is₂ (Apical point): จุดปลายสุดของปลายรากฟันหน้าซี่กลางบนที่ยื่นที่สุด

3. จุดในขากรรไกรล่าง

- B (Supramentale): จุดลึกสุดบนขอบด้านหน้าของกระดูกรองรับฟันล่าง
- Pg (Pogonion): จุดที่อยู่หน้าสุดของกระดูกขากรรไกรล่างในแนวกึ่งกลางใบหน้า
- Me (Menton): จุดที่อยู่ต่ำสุดของรอยประสานกระดูกขากรรไกรล่าง (Mandibular symphysis)
- Go (Gonion): จุดหลังสุดต่ำสุดของมุมกระดูกขากรรไกรล่าง โดยเป็นจุดตัดของเส้นแบ่งครึ่งมุมระหว่างระนาบเรมัส (Ramus plane) ตัดกับระนาบขากรรไกรล่าง (Mandibular plane)

- Ii (Incision inferius): จุดปลายสุดและหน้าสุดของขอบด้านตัดของฟันหน้าล่างซึ่งที่ยื่นที่สุด

- Ii_a (Apical point): จุดปลายสุดของปลายรากฟันหน้าล่างซึ่งที่ยื่นที่สุด

จุดอ้างอิงในส่วนเนื้อเยื่ออ่อน ประกอบด้วย

- Ls (Labiale superius): จุดหน้าสุดของริมฝีปากบนในแนวกึ่งกลางใบหน้า

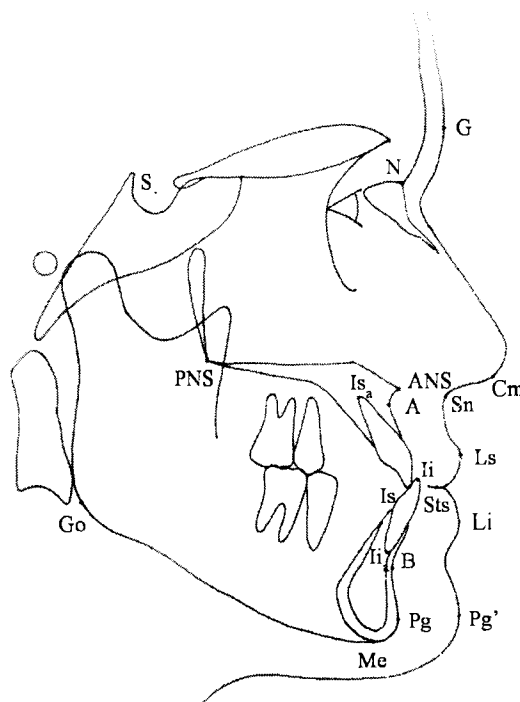
- Li (Labiale inferius): จุดหน้าสุดของริมฝีปากล่างในแนวกึ่งกลางใบหน้า

- G (Soft tissue glabella): จุดที่นูนที่สุดของหน้าผากในแนวกึ่งกลางใบหน้า

- Sn (Subnasale): จุดต่อระหว่างขอบล่างของจมูกกับส่วนเริ่มต้นของริมฝีปากบนที่แนวกึ่งกลางใบหน้า

- Pg' (Soft tissue pogonion): จุดที่นูนสุดหรืออยู่หน้าสุดของคางในแนวกึ่งกลางใบหน้า

- Sts (Stomion superius): จุดต่ำสุดของริมฝีปากบน

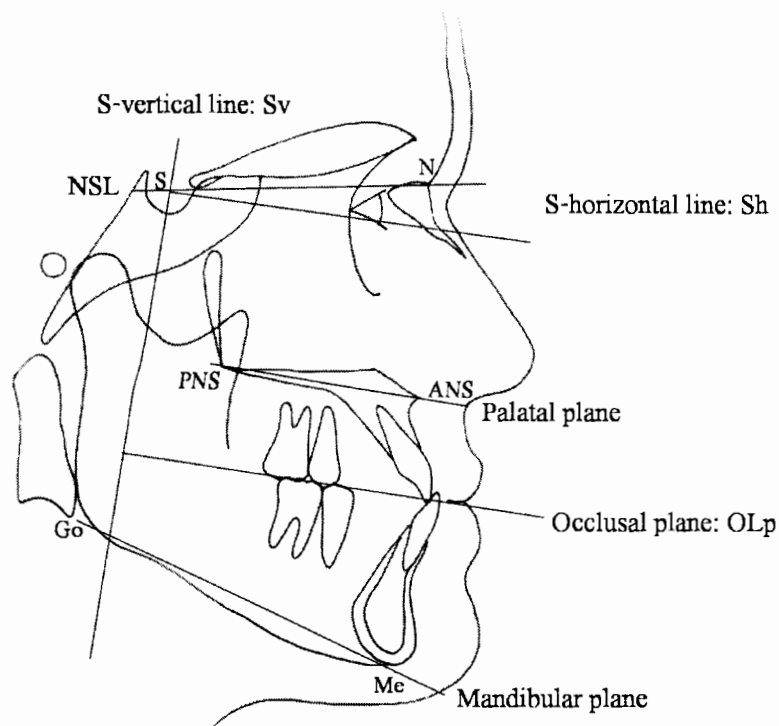


รูปที่ 7 แสดงจุดอ้างอิงในโครงสร้างกะโหลกศีรษะและบนเนื้อเยื่ออ่อนที่ใช้ในการวิเคราะห์ภาพถ่ายรังสีวัดศีรษะข้าง

ระนาบอ้างอิงที่ใช้ในการวิเคราะห์ภาพถ่ายรังสีวัดศีรษะทางด้านข้าง (รูปที่ 8)

ประกอบด้วย

- NSL (Nasion-sella line): ระนาบที่ลากเชื่อมระหว่างจุด N และจุด S
- ระนาบเพดาน (Palatal plane: PP): ระนาบที่ลากเชื่อมระหว่างจุด ANS และจุด PNS
- ระนาบการสบฟัน (Occlusal plane: OLp): ระนาบที่ลากผ่านยอดปุ่ม (cusp) ของฟันกรามและฟันกรามน้อย
- ระนาบขากรรไกรล่าง (Mandibular plane: MP): ระนาบที่ลากเชื่อมระหว่างจุด Me และจุด Go
- S-vertical (Sv): เส้นแนวตั้งที่ผ่านจุด S และตั้งฉากกับระนาบการสบฟัน
- S-horizontal (Sh): เส้นแนวนอนที่ผ่านจุด S และขนานกับเส้นระนาบการสบฟัน



รูปที่ 8 แสดงระนาบอ้างอิงที่ใช้ในการวิเคราะห์ภาพถ่ายรังสีวัดศีรษะด้านข้าง

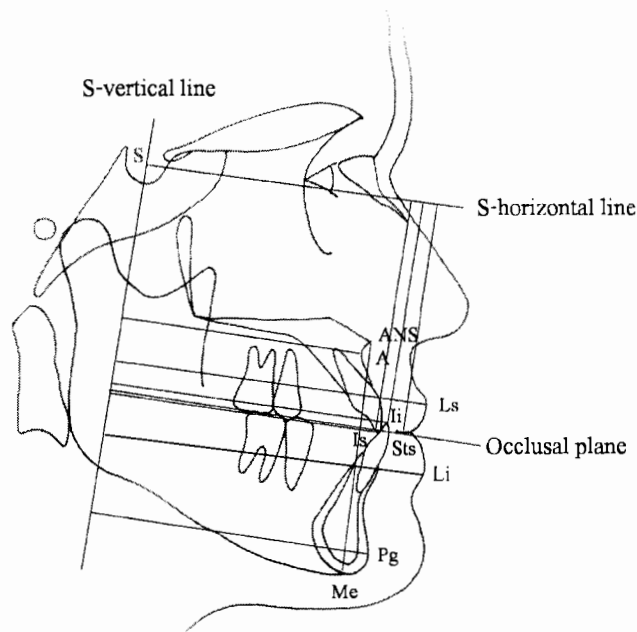
การวิเคราะห์ภาพถ่ายรังสีวัดศีรษะ (cephalometric analysis) จะทำการวัดการเปลี่ยนแปลงในส่วนของความยาว (linear) ของจุดอ้างอิง ซึ่งเป็นวิธีการที่ปรับมาจากการศึกษาของ Pancherz⁴⁴ และค่ามุม (angular) ระหว่างช่วงเวลา T_0 และ T_1 โดยในการวัดการเปลี่ยนแปลงของความยาวของจุดอ้างอิงจะใช้ระนาบอ้างอิง (reference grids) 2 เส้น คือ เส้น Sv เพื่อวัดการเปลี่ยนแปลงของจุดอ้างอิงในแนวนอน และเส้น Sh เพื่อวัดการเปลี่ยนแปลงของจุดอ้างอิงใน

เปลี่ยนแปลงของจุดอ้างอิงในแนวนอน และเส้น S_h เพื่อวัดการเปลี่ยนแปลงของจุดอ้างอิงในแนวดิ่งโดยระนาบอ้างอิงดังกล่าวที่ได้จากภาพถ่ายรังสีวัดศีรษะด้านข้างที่เวลา T_0 จะถูกคัดลอกเพื่อนำไปใช้เป็นระนาบอ้างอิงในการวัดการเปลี่ยนแปลงของจุดอ้างอิงบนภาพถ่ายรังสีวัดศีรษะด้านข้างที่เวลา T_1 เพื่อบอกการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเทียบกับเวลา T_0 ได้ชัดเจนขึ้น ค่าที่ใช้ในการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของภาพรังสีวัดศีรษะด้านข้างประกอบด้วย

ค่าที่เป็นระยะทาง (มิลลิเมตร) (รูปที่ 9) ประกอบด้วย

- ค่าแสดงตำแหน่งของกระดูกขากรรไกรบน: วัดระยะระหว่างจุด A ถึงระนาบ S-vertical (A-Sv)
- ค่าแสดงตำแหน่งของกระดูกขากรรไกรล่าง: วัดระยะระหว่างจุด Pg ถึงระนาบ S-vertical (Pg-Sv)
- ค่าแสดงตำแหน่งของพื้นหน้ากลางบนในแนวนอน: วัดระยะระหว่างจุด Is ถึงระนาบ S-vertical (Is-Sv)
- ค่าแสดงตำแหน่งของพื้นหน้ากลางบนในแนวดิ่ง: วัดระยะระหว่างจุด Is ถึงระนาบ S-horizontal (Is-Sh)
- ค่าแสดงตำแหน่งของพื้นหน้ากลางล่างในแนวนอน: วัดระยะระหว่างจุด Ii ถึงระนาบ S-vertical (Ii-Sv)
- ค่าแสดงตำแหน่งของพื้นหน้ากลางล่างในแนวดิ่ง: วัดระยะระหว่างจุด Ii ถึงระนาบ S-horizontal (Ii-Sh)
- ค่าการสบเหลี่ยมแนวราบ: ได้จากผลต่างของค่าที่แสดงตำแหน่งของพื้นหน้าบนและพื้นหน้าล่างในแนวนอน (OJ)
- ค่าการสบเหลี่ยมแนวดิ่ง: ได้จากผลต่างของค่าที่แสดงตำแหน่งของพื้นหน้าบนและพื้นหน้าล่างในแนวดิ่ง (OB)
- ค่าแสดงตำแหน่งของริมฝีปากบนในแนวนอน: วัดระยะจากจุด Ls ถึงระนาบ S-vertical (Ls-Sv)
- ค่าแสดงตำแหน่งของริมฝีปากล่างในแนวนอน: วัดระยะจากจุด Li ถึงระนาบ S-vertical (Li-Sv)
- ค่าแสดงตำแหน่งของริมฝีปากบนในแนวดิ่ง: วัดระยะจากจุด Sts ถึงระนาบ S-horizontal (Sts-Sh)
- ค่าแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งของริมฝีปากบนและพื้นหน้าบน: ได้จากผลต่างระหว่างค่าที่แสดงตำแหน่งของพื้นหน้าบนกับค่าที่แสดงตำแหน่งของริมฝีปากบนในแนวดิ่ง (Sts-Is)

ใบหน้าส่วนล่าง

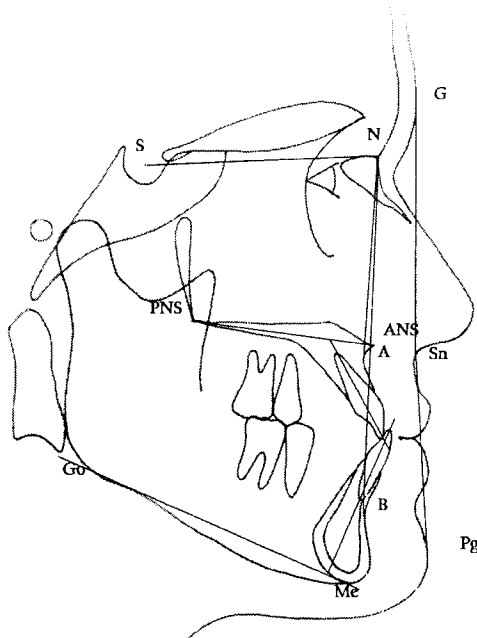


รูปที่ 9 แสดงการวัดค่าที่เป็นระยะทางจากจุดอ้างอิงต่างๆ กับเส้นระนาบอ้างอิง ในการวิเคราะห์ ภาพรังสีวัดศีรษะด้านข้าง

ค่ามุม (องศา) (รูปที่ 10) ประกอบด้วย

- มุม SNA คือ มุมที่เกิดจากระนาบ SN ตัดกับระนาบ NA เป็นมุมที่บอกถึงตำแหน่งของกระดูกขากรรไกรบนในแนวหน้าหลัง (Maxillary position)
- มุม SNB คือ มุมที่เกิดจากระนาบ SN ตัดกับระนาบ NB เป็นมุมที่บอกถึงตำแหน่งของกระดูกขากรรไกรล่างในแนวหน้าหลัง (Mandibular position)
- มุม ANB คือ มุมที่เกิดจากระนาบ SN ตัดกับระนาบ AB ที่จุด N เป็นมุมที่แสดงความสัมพันธ์ของกระดูกขากรรไกรบนและกระดูกขากรรไกรล่างในแนวหน้าหลัง (Sagittal jaw relation)
- มุม SN-MP คือ มุมที่เกิดจากระนาบ SN ตัดกับระนาบ GoMe เป็นมุมที่แสดงความสัมพันธ์ในแนวตั้ง (Vertical relationship)
- มุม UI (เส้นที่ลากจากจุด Is ถึงจุด Is_u แสดงแนวแกนฟันหน้าบน) -PP คือ มุมของแนวแกนของฟันหน้าซี่กลางบนกับระนาบเพดาน (Maxillary incisors inclination)
- มุม LI (เส้นที่ลากจากจุด Ii ถึงจุด Ii_u แสดงแนวแกนฟันหน้าล่าง) -MP คือ มุมของแนวแกนของฟันหน้าซี่กลางล่างกับระนาบขากรรไกรล่าง (Mandibular incisors inclination)

- มุมรูปหน้าด้านข้าง (Profile angle): มุมที่เกิดจากเส้นที่ลากจากจุด G กับจุด Sn ตัดกับเส้นที่ลากจากจุด Sn กับจุด Pg' (FCA)



รูปที่ 10 แสดงค่ามุมต่างๆ ที่ใช้ในการวิเคราะห์ภาพรังสีวัดศีรษะด้านข้าง

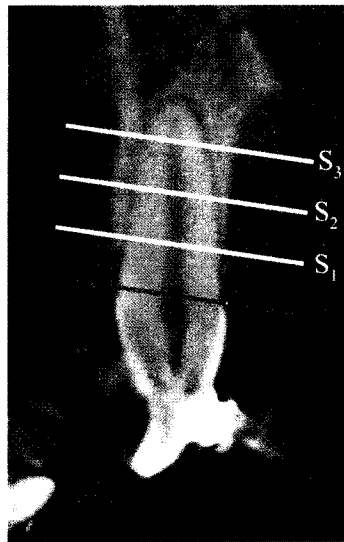
ภาพรังสีส่วนตัดอาศัยคอมพิวเตอร์

ผู้ป่วยจะได้รับการถ่ายภาพรังสีส่วนตัดอาศัยคอมพิวเตอร์ด้วยเครื่อง Veraviewepocs J Morita MPG (80 kv, 5 mA) เพื่อใช้ในการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงความหนาของกระดูกเบ้าฟันทั้งหมด ความหนาของกระดูกเบ้าฟันทางด้านใกล้ริมฝีปากและด้านใกล้เพดาน รวมถึงความสูงของยอดกระดูกเบ้าฟันทางด้านใกล้ริมฝีปากและด้านใกล้เพดานของฟันหน้าบน 4 ซี่ โดยจะทำการเก็บข้อมูล 2 ครั้งคือ หลังทำการปรับระดับและเรียงฟัน (CT_0) และหลังจากแก้ไขฟันหน้าสบไขว้จนได้ค่าการสบเหลี่ยมแนวราบที่ปกติ เป็นเวลา 4 เดือน (CT_1) ในการถ่ายภาพรังสีส่วนตัดอาศัยคอมพิวเตอร์ผู้ป่วยจะถูกตรึงศีรษะให้อยู่ในตำแหน่งเดิม และมีเส้นอ้างอิง 2 เส้น คือ เส้นในแนวระนาบและเส้นในแนวค้ำ เป็นตัวกำหนดตำแหน่งศีรษะอีกทางหนึ่ง ภาพรังสีส่วนตัดอาศัยคอมพิวเตอร์ที่ได้จะถูกวัดด้วยโปรแกรม One volume viewer ซึ่งความหนาที่วัดได้จากโปรแกรมนี้จะเท่ากับความหนาจริงของกระดูกเบ้าฟัน วิธีวัดจะใช้วิธีการเดียวกับการศึกษาของ Fuhrmann และคณะ³⁹ และ Sarikaya และคณะ⁴⁵ ที่ใช้เส้นซึ่งลากจากรอยต่อระหว่างผิวเคลือบฟันและผิวเคลือบรากฟัน (cementoenamel junction) ทางด้านใกล้ริมฝีปากและใกล้เพดาน เป็นเส้นอ้างอิงเริ่มต้นในการวัดแต่ละครั้ง โดยจะทำการวัดความหนาของกระดูกเบ้าฟันที่ 3 ระดับ แต่ละ

ระดับจะห่างกัน 3 มิลลิเมตร ดังรูปที่ 11 คือ

- ระดับ 1 (S_1) เป็นระดับที่ตั้งฉากกับแนวแกนฟันและห่างจากเส้นอ้างอิงเริ่มต้น 3 มิลลิเมตร
- ระดับ 2 (S_2) เป็นระดับที่ตั้งฉากกับแนวแกนฟันและห่างจากเส้นอ้างอิงเริ่มต้น 6 มิลลิเมตร
- ระดับ 3 (S_3) เป็นระดับที่ตั้งฉากกับแนวแกนฟันและห่างจากเส้นอ้างอิงเริ่มต้น 9 มิลลิเมตร

ในแต่ละระดับจะทำการวัดความหนาของกระดูกเข้าฟันทั้งหมด (T) ในแนวใกล้ริมฝีปากใกล้เพดาน (labio-palatal) โดยวัดความกว้างบริเวณกึ่งกลางคลองรากฟัน (root canal) ความหนาของกระดูกเข้าฟันทางด้านใกล้ริมฝีปาก (L) จะทำการวัดระยะของเส้นที่ลากตั้งฉากกับขอบกระดูกด้านนอกสุดทางด้านใกล้ริมฝีปากกับเคลือบรากฟันและความหนาของกระดูกเข้าฟันทางด้านใกล้เพดาน (P) จะทำการวัดระยะของเส้นที่ลากตั้งฉากกับขอบกระดูกด้านนอกสุดทางด้านใกล้เพดานกับเคลือบรากฟันดังรูปที่ 12

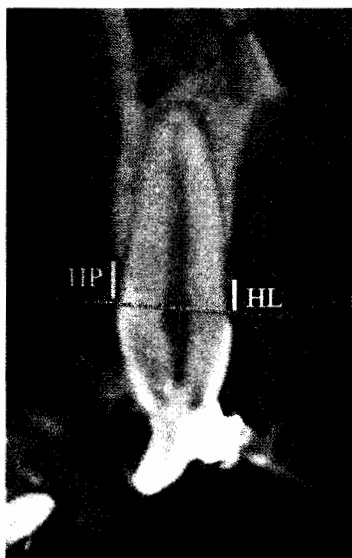


รูปที่ 11 แสดงวิธีการกำหนดระดับในการวัดความหนาของกระดูกเข้าฟันทั้ง 3 ระดับ โดยใช้เส้นที่ลากระหว่างรอยต่อระหว่างผิวเคลือบฟันและผิวเคลือบรากฟันทางด้านใกล้ริมฝีปากและใกล้เพดานเป็นเส้นอ้างอิงเริ่มต้น



รูปที่ 12 แสดงการวัดความหนาของกระดูกเบ้าฟันทั้งหมด (T) ความหนาของกระดูกเบ้าฟันทางด้าน ไกล่ริมฝีปาก (L) และความหนาของกระดูกเบ้าฟันทางด้านใกล้เพดาน (P)

ส่วนการวัดการเปลี่ยนแปลงความสูงของยอดกระดูกเบ้าฟัน ทั้งทางด้าน ไกล่ริมฝีปากและด้านใกล้เพดาน จะทำการวัดวิธีเดียวกับการศึกษาของ Kim และคณะ⁴⁶ โดยวัดระยะของเส้นตั้งฉากกับเส้นอ้างอิงที่เชื่อมระหว่างรอยต่อของผิวเคลือบฟันและผิวเคลือบรากฟัน ไปถึงจุดสูงสุดของยอดกระดูกเบ้าฟันทางด้าน ไกล่ริมฝีปากและใกล้เพดาน (รูปที่ 13)



รูปที่ 13 แสดงวิธีการวัดความสูงของยอดกระดูกเบ้าฟันทางด้าน ไกล่ริมฝีปาก (HL) และใกล้เพดาน (HP)

ก่อนเริ่มทำการบันทึกรอยภาพรังสีวัดศีรษะด้านข้างและวัดความหนาของกระดูกเบ้าฟันจากภาพรังสีส่วนตัดอาศัยคอมพิวเตอร์ จะมีการหาความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากผู้วัดในการกำหนดจุดและการวัดและทำการปรับมาตรฐานของผู้วัดก่อนเริ่มทำการวัดจริง ภาพรังสีแต่ละภาพจะถูกบันทึกรอยภาพและทำการวัดใหม่อีกครั้ง โดยมีระยะห่างจากครั้งแรกประมาณ 4 สัปดาห์ ความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากผู้วัดในการหาค่าระยะทางและค่ามุมคำนวณโดยใช้วิธีของ Dahlberg⁴⁷

$$\text{Method error} = \sqrt{\sum d^2 / 2n}$$

d คือ ค่าความแตกต่างของแต่ละค่าที่เกิดจากการวัด 2 ครั้ง

n คือ จำนวนของภาพที่วัด

ค่าความคลาดเคลื่อนที่วัดได้จะต้องมีค่าไม่เกิน 0.59 มิลลิเมตร ซึ่งเป็นค่ามาตรฐานของค่าความคลาดเคลื่อนทั้งหมดที่เกิดจากการวัดที่ได้จากการศึกษาของ Trpkova และคณะ⁴⁸ และทดสอบความน่าเชื่อถือของผู้วัดระหว่างก่อนและหลังการวัดทั้งสองครั้ง (internal reliability) โดยใช้ Paired-t test ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

การวิเคราะห์ทางสถิติ

ทำการวัดการกระจายของข้อมูล (normality of data) ที่วัดได้จากภาพรังสีวัดศีรษะด้านข้างและภาพรังสีส่วนตัดอักษะคอมพิวเตอร์ ด้วยการทดสอบ Shapiro-Wilks เพื่อเลือกสถิติที่เหมาะสมในการวิเคราะห์ความแตกต่างของข้อมูลจากภาพรังสีวัดศีรษะด้านข้างระหว่าง T_0 และ T_1 และวิเคราะห์ความแตกต่างของความหนาของกระดูกเบ้าฟันจากภาพรังสีส่วนตัดอักษะคอมพิวเตอร์ระหว่าง CT_0 และ CT_1 กรณีที่ทดสอบการกระจายของข้อมูลแล้วพบว่า มีการกระจายของข้อมูลแบบปกติ (normal distribution) จะใช้การทดสอบผลต่างระหว่างค่าเฉลี่ย 2 ประชากรแบบจับคู่ (Paired-t test) ในการวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างก่อนและหลังการใช้เครื่องมือ แต่หากข้อมูลที่วัดได้มีการกระจายของข้อมูลแบบไม่ปกติ (non-normal distribution) จะเลือกใช้การทดสอบวิลคอกซัน (Wilcoxon Signed - Rank for match paired) ในการวิเคราะห์แทน โดยกำหนดค่าของระดับนัยสำคัญ (significant level) ที่ 0.05 แต่เนื่องจากมีตัวแปรที่จะทำการวัดหลายตัวทำให้มีโอกาสเกิดความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ดังนั้นจึงมีการทำบอนเฟอโรน (Bonferroni adjustment)⁴⁹ เพื่อปรับค่าของระดับนัยสำคัญ ซึ่งจะทำได้ค่าของระดับนัยสำคัญสำหรับใช้ในการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่วัดได้จากภาพรังสีวัดศีรษะด้านข้างที่มีการวัดตัวแปรทั้งหมด 20 ตัวแปร มีค่า $p < .0025$ และค่าของระดับนัยสำคัญสำหรับใช้ในการวิเคราะห์ความแตกต่างของข้อมูลที่วัดได้จากภาพรังสีส่วนตัดอักษะคอมพิวเตอร์ที่มีการวัดตัวแปรทั้งหมด 11 ตัวแปร จะมีค่า $p < .0045$

บทที่ 3

ผลการวิจัย

งานวิจัยครั้งนี้ทำการศึกษาในผู้ป่วยจำนวน 10 ราย ที่มีคุณสมบัติตรงตามเกณฑ์การรับเข้าศึกษา แบ่งเป็นเพศหญิงจำนวน 8 รายและเพศชายจำนวน 2 ราย อายุเฉลี่ยเท่ากับ 21.4 ± 4.2 ปี จากการประเมินการเจริญเติบโตของผู้ป่วยโดยใช้การประเมินรูปร่างของกระดูกคอ จากภาพรังสีวัดศีรษะด้านข้าง จะได้ค่า C_3 ratio และ C_4 ratio เท่ากับ 0.93 ± 0.08 และ 0.90 ± 0.09 ตามลำดับ ซึ่งแปลผลได้ว่าผู้ป่วยทุกรายไม่มีการเจริญเติบโตแล้ว⁴²

ระยะเวลาที่ใช้ในการรักษาทั้งหมดตั้งแต่เริ่มต้นจนแก้ไขฟันหน้าสบไขว้ได้เท่ากับ 11.7 ± 2.1 เดือน แบ่งเป็นระยะเวลาที่ใช้ในการปรับระดับและเรียงฟันเท่ากับ 6.9 ± 1.7 เดือน และระยะเวลาที่ใช้ในการแก้ไขฟันหน้าสบไขว้จนได้ค่าความเหลื่อมแนวราบที่ปกติเท่ากับ 4.9 ± 1.5 เดือน

ผลการวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการวัด (Measurement error analysis)

จากการทำการวัดซ้ำของภาพรังสีวัดศีรษะด้านข้าง และภาพรังสีส่วนตัดอาศัยคอมพิวเตอร์ โดยมีระยะห่างจากการวัดครั้งแรกประมาณ 4 สัปดาห์ เพื่อหาความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการวัดด้วยวิธีของ Dahlberg⁴⁷ พบว่า ความคลาดเคลื่อนจากการวัดภาพรังสีวัดศีรษะด้านข้างใน ส่วนของการวัดมุมมีค่าเท่ากับ 0.5 องศา (0.0-1.0 องศา) ส่วนของการวัดระยะทางมีค่าเท่ากับ 0.5 มิลลิเมตร (0.0-1.0 มิลลิเมตร) ความคลาดเคลื่อนจากการวัดภาพรังสีส่วนตัดอาศัยคอมพิวเตอร์ที่เป็นระยะทางมีค่าเท่ากับ 0.13 มิลลิเมตร (0.00-0.69 มิลลิเมตร) ซึ่งไม่เกิน 0.59 มิลลิเมตร ที่เป็นค่ามาตรฐานของความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการวัด⁴⁸ และจากการวิเคราะห์ทางสถิติด้วย Paired t-test เพื่อทดสอบความสามารถในการวัดซ้ำของค่ามุมและระยะทางของผู้วิจัย ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 พบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของการวัดซ้ำระหว่างก่อนและหลัง จึงสรุปได้ว่า ข้อมูลที่ได้จากการวัดในงานวิจัยครั้งนี้มีความน่าเชื่อถือเพียงพอ

ผลการวิเคราะห์การแจกแจงของข้อมูล

จากการวิเคราะห์การแจกแจงของข้อมูลจากภาพรังสีวัดศีรษะด้านข้างและภาพรังสีส่วนตัดอ้าคัยคอมพิวเตอร์ โดยการทดสอบ Shapiro-Wilks พบว่า ข้อมูลที่ได้มีการแจกแจงแบบปกติ ดังนั้น จึงใช้ Paired t-test ในการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยที่ได้จากภาพรังสีวัดศีรษะด้านข้างระหว่าง T_0 และ T_1 และค่าเฉลี่ยที่ได้จากวัดภาพรังสีส่วนตัดอ้าคัยคอมพิวเตอร์ระหว่าง CT_0 และ CT_1

ผลการวิเคราะห์ภาพรังสีวัดศีรษะด้านข้าง (ตารางที่ 2)

จากการวิเคราะห์ภาพรังสีวัดศีรษะด้านข้างก่อนการรักษา พบว่า ผู้ป่วยมีโครงสร้างกะโหลกศีรษะและใบหน้าประเภทที่ 3 โดยมีค่ามุม ANB เท่ากับ -1.0 ± 0.9 องศา (ค่าปกติเท่ากับ 3.0 ± 2.0 องศา) และมีการเจริญเติบโตในแนวตั้งแบบนอร์โมโดเวอร์เจนท์ โดยมีค่ามุม SN-MP เท่ากับ 34.7 ± 3.6 องศา (ค่าปกติเท่ากับ 29.0 ± 6.0 องศา) ฟันหน้าบนมีความเอียงด้านหลัง จากค่ามุม UIPP ที่มีค่าเท่ากับ 115.1 ± 7.9 องศา (ค่าปกติเท่ากับ 119.0 ± 2.0 องศา) เช่นเดียวกับฟันหน้าล่างที่มีความเอียงด้านหลังจากค่ามุม LIMP ที่มีค่าเท่ากับ 86.4 ± 6.0 องศา (ค่าปกติเท่ากับ 97.0 ± 5.0 องศา) มีฟันหน้าบนสบไขว้โดยมีค่าความเหลื่อมแนวราบ เท่ากับ -1.7 ± 0.9 มิลลิเมตร (ค่าปกติเท่ากับ 3.0 ± 1.0 มิลลิเมตร) และความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งของริมฝีปากบนและฟันหน้าบนมีค่าน้อยกว่าปกติ (IsSts-Sh) เท่ากับ 1.4 ± 1.3 มิลลิเมตร (ค่าปกติเท่ากับ 2.9 ± 1.8 มิลลิเมตร)

การเปลี่ยนแปลงของกระดูกขากรรไกร (Skeletal change) (ตารางที่ 2)

หลังการแก้ไขฟันหน้าสบไขว้จนได้ค่าความเหลื่อมที่ปกติ (T_1) พบว่า ความสัมพันธ์ของกระดูกขากรรไกรบนและล่างมีค่าเพิ่มขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ANB, $p < .0025$) เกิดจากกระดูกขากรรไกรล่างมีการหมุนตามเข็มนาฬิกา (clockwise rotation) ทำให้ตำแหน่งถอยไปทางด้านหลัง (SNB, Pg-SV, $p < .0025$) แต่ไม่พบว่าการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งของกระดูกขากรรไกรบน (SNA, A-SV, $p \geq .0025$) เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการรักษา (T_0) ส่วนการเปลี่ยนแปลงในแนวตั้ง พบว่า ค่ามุม SNMP มีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อยประมาณ 0.8 องศา ($p \geq .0025$) ซึ่งเกิดจากการหมุนของกระดูกขากรรไกรล่างไปทางด้านหลังเช่นเดียวกัน ทำให้ความสูงของใบหน้าส่วนล่าง (ANS-Me) เพิ่มขึ้นประมาณ 1 มิลลิเมตร ($p \geq .0025$)

การเปลี่ยนแปลงของฟัน (Dental change) (ตารางที่ 2)

ภายหลังการแก้ไขฟันหน้าสบไขว้ พบว่า ค่าความเหลื่อมแนวราบมีค่าเพิ่มขึ้นจาก -2.0 ± 1.1 เป็น 2.5 ± 0.7 มิลลิเมตร ($p < .0025$) โดยเกิดจากฟันหน้าบนมีการเคลื่อนที่ไปทางด้านใกล้ริมฝีปากมากขึ้น จากค่า Is-Sv ที่เพิ่มขึ้นประมาณ 2 มิลลิเมตร ($p < .0025$) และฟันหน้าล่างมีการเคลื่อนที่ไปทางด้านใกล้ลิ้นเพิ่มขึ้น จากค่า Ii-Sv ที่ลดลงประมาณ 1.5 มิลลิเมตร ($p \geq .0025$) ลักษณะการเคลื่อนที่ของฟันหน้าบนและฟันหน้าล่างมีการเคลื่อนที่แบบล้มเอียงจากค่า UIPP ที่เพิ่มขึ้นประมาณ 6.8 องศาซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p < .0025$) และค่า LIMP ที่มีค่าลดลงประมาณ 3 องศา ($p \geq .0025$) ส่วนการเปลี่ยนแปลงในแนวตั้งของฟันหน้าบน พบว่า ฟันหน้าบนมีการเคลื่อนที่มาทางด้านล่าง จากค่า Is-Sh ที่มีค่าเพิ่มขึ้น 1.0 ± 0.6 มิลลิเมตร ($p < .0025$) ในขณะที่ฟันหน้าล่างมีการเคลื่อนที่เข้าไปในกระดูกเบ้าฟันมากขึ้น จากค่า Ii-Sh ที่มีค่าเพิ่มขึ้นประมาณ 0.7 มิลลิเมตร ทำให้ค่าความเหลื่อมแนวตั้งมีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อยประมาณ 0.1 มิลลิเมตร ($p \geq .0025$) เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการแก้ไขฟันหน้าสบไขว้

การเปลี่ยนแปลงของเนื้อเยื่ออ่อน (Soft tissue change) (ตารางที่ 2)

หลังจากฟันหน้าสบไขว้ถูกแก้ไขแล้ว พบว่า ค่ามุมรูปหน้าด้านข้าง (FCA) มีค่าเพิ่มขึ้นประมาณ 2 องศาจาก 3.8 ± 6.1 เป็น 4.7 ± 5.2 องศา ($p \geq .0025$) จากการที่กระดูกขากรรไกรล่างมีการหมุนไปทางด้านหลัง ริมฝีปากบนมีการเคลื่อนที่ไปทางด้านหน้า (Ls-Sv) ประมาณ 1.3 มิลลิเมตร ($p < .0025$) และขึ้นด้านบนประมาณ 0.5 มิลลิเมตร ($p \geq .0025$) เป็นผลมาจากการเคลื่อนที่ของฟันหน้าบนมาทางด้านใกล้ริมฝีปาก ค่าแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งของริมฝีปากบนและฟันหน้าบน (IsSvs-Sh) มีค่าเพิ่มขึ้นประมาณ 1.4 มิลลิเมตรจาก 1.4 ± 1.2 มิลลิเมตร เป็น 2.7 ± 1.2 มิลลิเมตร ($p < .0025$) ซึ่งเกิดจากการที่ฟันหน้าบนมีการเคลื่อนที่มาทางด้านล่าง คิดเป็นร้อยละประมาณ 70 ร่วมกับริมฝีปากบนมีการเคลื่อนที่ไปทางด้านบน คิดเป็นร้อยละ 30 ส่วนการเปลี่ยนแปลงของริมฝีปากล่าง พบว่า มีการถอยไปทางด้านหลังของริมฝีปากล่างประมาณ 0.4 มิลลิเมตร ตามฟันหน้าล่างที่เคลื่อนที่ไปทางด้านใกล้ลิ้น แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq .0025$)

กล่าวโดยสรุป เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในภาพรังสีวัดศีรษะด้านข้าง ภายหลังการใช้แรงขนาดเบาผ่านเครื่องมือจัดฟันแบบติดแน่นบางส่วน เพื่อแก้ไขฟันหน้าสบไขว้ จนได้ค่าความเหลื่อมแนวราบที่เป็นปกติแล้ว พบว่า ค่าความสัมพันธ์ของกระดูกขากรรไกรบนและล่างมีค่าเพิ่มขึ้น จากการที่ขากรรไกรล่างมีการหมุนไปทางด้านหลัง ส่งผลทำให้ค่ามุมรูปหน้าด้านข้างดีขึ้น ค่าแสดงความสัมพันธ์ในแนวตั้งของขากรรไกรและความสูงของใบหน้าส่วนล่างมีค่าเพิ่มขึ้น ส่วนค่าความเหลื่อมแนวราบมีค่าปกติจากการเคลื่อนที่ของฟันหน้าบนไปทางด้านใกล้ริม

ฝีปากและพื้นน้ำล่างเคลื่อนที่ไปทางด้านหลัง โดยเป็นการเคลื่อนที่แบบลึ้มเอียง และพื้นน้ำบนมีการเคลื่อนที่ไปทางด้านล่างร่วมด้วย ทำให้ค่าแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งของริมฝีปากบนและพื้นน้ำบนดีขึ้น แต่ไม่มีผลทำให้เกิดการเพิ่มขึ้นของค่าความเหลื่อมแนวตั้งเนื่องจากพื้นน้ำล่างมีการเคลื่อนที่เข้าสู่กระดุกเบ้าพื้นมากขึ้น

ตารางที่ 2 แสดงค่าเฉลี่ย, ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและการเปรียบเทียบค่าที่วัดได้จากภาพรังสีวัด
 ศีรษะด้านข้างก่อนการรักษา (T_0) และหลังจากเคลื่อนฟันหน้าบนจนได้ค่าความเหลื่อม
 แนวราบที่ปกติ (T_1) ($n = 10$)

ค่าที่วัดการ เปลี่ยนแปลง	Norm		T_0		T_1		$T_1 - T_0$ [†]		<i>p</i> -value
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	
ในแนวหน้า-หลัง									
SNA (องศา)	84.0	4.0	81.9	4.5	81.9	4.8	0.0	0.4	1.000
SNB (องศา)	81.0	4.0	83.0	4.8	82.3	4.7	-0.7	0.4	.001*
ANB (องศา)	3.0	2.0	-1.0	0.9	-0.3	0.9	0.7	0.4	.001*
A-Sv (มิลลิเมตร)			75.6	4.1	75.6	3.8	-0.1	0.5	.758
Pg-Sv (มิลลิเมตร)			86.7	6.5	85.6	6.9	-1.1	1.2	.021
UIPP (องศา)	119.0	2.0	115.1	7.9	122.0	7.1	6.9	3.4	<.001*
LIMP (องศา)	97.0	5.0	86.4	6.0	83.4	4.8	-3.0	4.3	.055
Is-Sv (มิลลิเมตร)			84.5	5.6	86.7	5.1	2.2	0.8	<.001*
Ii-Sv (มิลลิเมตร)			85.9	5.3	84.4	5.1	-1.5	1.5	.013
OJ (มิลลิเมตร)	3.0	1.0	-1.7	0.9	2.5	0.7	4.2	0.9	<.001*
Ls-Sv (มิลลิเมตร)			97.6	6.8	98.9	6.3	1.3	0.9	.001*
Li-Sv (มิลลิเมตร)			98.0	5.0	97.6	5.1	-0.4	0.2	.005
FCA (องศา)	9.0	4.0	2.7	5.4	4.7	5.2	2.0	1.6	.004
ในแนวตั้ง									
SNMP (องศา)	29.0	6.0	34.7	3.6	35.5	3.9	0.8	1.3	.101
Is-Sh (มิลลิเมตร)			62.0	7.4	62.9	7.1	1.0	0.6	.001*
Ii-Sh (มิลลิเมตร)			60.5	7.3	61.2	7.1	0.7	1.4	.138
OB (มิลลิเมตร)	3.0	1.0	1.6	1.3	1.6	0.7	0.1	1.5	.836
Sts-Sh (มิลลิเมตร)			60.5	6.8	60.0	7.0	-0.5	0.6	.023
IsSts-Sh (มิลลิเมตร)	2.9	1.8	1.4	1.2	2.7	0.6	1.4	0.8	<.001*
ANS-ME (มิลลิเมตร)			71.3	5.3	72.5	5.0	1.2	1.0	.005

* $p < .0025$; NS, not significant

[†] Paired t-test ร่วมกับ Bonferroni adjustment

ผลการวิเคราะห์ภาพรังสีส่วนตัดอาศัยคอมพิวเตอร์

จากการวิเคราะห์ภาพรังสีส่วนตัดอาศัยคอมพิวเตอร์ระหว่างหลังการปรับระดับและเรียงฟัน (CT_0) และหลังจากแก้ไขฟันหน้าสบไขว้จนได้ค่าความเหลื่อมแนวราบที่ปกติแล้วคงสภาพไว้ 4 เดือน (CT_1) พบว่า ความกว้างของกระดูกเบ้าฟันทั้งหมดของฟันหน้าบน 4 ซี่ ส่วนใหญ่มีค่าลดลงเล็กน้อยภายหลังจากการแก้ไขฟันหน้าสบไขว้จนได้ค่าความเหลื่อมแนวราบที่ปกติ แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq .0045$) ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงค่าเฉลี่ยความกว้างของกระดูกเบ้าฟันทั้งหมดของฟันหน้าบน 4 ซี่ และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความหนาของกระดูกระหว่างหลังการปรับระดับและเรียงฟัน (CT_0) กับหลังแก้ไขฟันหน้าสบไขว้จนได้ค่าความเหลื่อมแนวราบที่เป็นปกติแล้วคงสภาพไว้ 4 เดือน (CT_1) (n=10)

ฟัน	ระดับ	ความกว้างของกระดูกเบ้าฟันทั้งหมด (T)						
		CT_0		CT_1		$CT_1 - CT_0^\dagger$		
		Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	p-value
ฟันตัดข้างบนด้านขวา	S1	7.53	0.80	7.50	0.79	-0.04	0.15	.602
	S2	7.40	0.88	7.32	0.98	-0.07	0.12	.182
	S3	7.40	0.79	7.33	0.84	-0.07	0.09	.072
ฟันตัดกลางบนด้านขวา	S1	7.81	0.92	7.67	0.81	-0.14	0.19	.101
	S2	7.84	0.60	7.79	0.56	-0.06	0.12	.253
	S3	8.07	0.65	7.84	0.34	-0.23	0.38	.153
ฟันตัดกลางบนด้านซ้าย	S1	8.06	0.75	8.02	0.71	-0.04	0.19	.618
	S2	7.99	0.57	7.98	0.70	-0.01	0.22	.866
	S3	8.40	0.74	8.22	0.53	-0.18	0.44	.291
ฟันตัดข้างบนด้านซ้าย	S1	7.29	0.91	7.28	0.86	0.00	0.17	.967
	S2	7.15	0.92	7.15	1.09	0.00	0.33	.975
	S3	7.11	0.79	6.98	0.87	-0.14	-0.21	.103

Significant different $p < .0045$

[†] Paired t-test ร่วมกับ Bonferroni adjustment

เมื่อวิเคราะห์ความหนาของกระดูกเบ้าฟันทางด้านใกล้ริมฝีปากและด้านใกล้เพดาน (ตารางที่ 4) พบว่า ความหนาของกระดูกเบ้าฟันทางด้านใกล้ริมฝีปากของฟันหน้าบน 4 ซึ่งส่วนใหญ่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นภายหลังฟันหน้าสบไขว้ถูกแก้ไขแล้ว แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq .0045$) ส่วนความหนาของกระดูกเบ้าฟันทางด้านใกล้เพดาน พบว่า ส่วนใหญ่มีแนวโน้มลดลงภายหลังฟันหน้าสบไขว้ถูกแก้ไขแล้ว และไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นกัน ($p \geq .0045$)

และเมื่อเปรียบเทียบความสูงของยอดกระดูกเบ้าฟันทางด้านใกล้ริมฝีปากและด้านใกล้เพดาน (ตารางที่ 5) พบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq .0045$) ของความสูงของยอดกระดูกเบ้าฟันทั้งทางด้านใกล้ริมฝีปากและด้านใกล้เพดาน ระหว่างก่อนและหลังการแก้ไขฟันหน้าสบไขว้

กล่าวโดยสรุป เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับกระดูกเบ้าฟันของฟันหน้าบน 4 ซึ่งจากภาพรังสีส่วนตัดอาศัยคอมพิวเตอร์ พบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq .0045$) ของความกว้างของกระดูกเบ้าฟันทั้งหมด ความหนาของกระดูกเบ้าฟันทางด้านใกล้ริมฝีปากและด้านใกล้เพดาน รวมถึงความสูงของยอดกระดูกเบ้าฟันทางด้านใกล้ริมฝีปากและใกล้เพดาน เมื่อเปรียบเทียบระหว่างก่อน (CT_0) และหลัง (CT_1) การแก้ไขฟันหน้าสบไขว้ จึงได้ค่าความเหลื่อมแนวราบที่ปกติด้วยการใช้แรงขนาดเบาผ่านเครื่องมือจัดฟันติดแน่นบางส่วน

ตารางที่ 4 แสดงค่าเฉลี่ยความหนาของกระดูกขาพื้นทางด้านริมฝีปากและด้านเพดานของฟันหน้าบน 4 ซี่ และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความหนาของกระดูกขาพื้นหลังการปรับระดับและเรียงฟัน (CT_0) กับหลังจากแก้ไขฟันหน้าสบไขว้จนได้ค่าความเหลื่อมแนวราบที่เป็นปกติแล้วคงสภาพไว้ 4 เดือน (CT_1) (n=10)

ฟัน	ระดับ	ความหนาของกระดูกขาพื้นทางด้านริมฝีปาก (L)							ความหนาของกระดูกขาพื้นทางด้านเพดาน (P)						
		CT_0		CT_1		$CT_1 - CT_0^\dagger$			CT_0		CT_1		$CT_1 - CT_0^\dagger$		
		Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	p-value	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	p-value
ฟันตัดข้างบนด้านขวา	S1	0.44	0.42	0.59	0.27	0.15	0.34	.343	0.40	0.26	0.49	0.26	0.10	0.21	.313
	S2	0.13	0.19	0.15	0.17	0.20	0.23	.840	1.25	0.40	1.15	0.24	-0.10	0.38	.524
	S3	0.13	0.31	0.18	0.25	0.06	0.25	.586	2.79	1.08	2.29	0.52	-0.50	0.81	.191
ฟันตัดกลางบนด้านขวา	S1	0.59	0.47	0.62	0.44	0.03	0.11	.489	0.88	0.46	0.80	0.36	-0.08	0.24	.399
	S2	0.37	0.19	0.60	0.31	0.23	0.21	.029	1.86	0.57	1.44	0.63	-0.42	0.36	.022
	S3	0.34	0.35	0.70	0.65	0.36	0.45	.078	3.16	1.02	2.60	0.86	-0.57	0.64	.057
ฟันตัดกลางบนด้านซ้าย	S1	0.78	0.59	0.96	0.71	0.18	0.18	.028	0.71	0.47	0.61	0.42	-0.09	0.27	.354
	S2	0.51	0.21	0.87	0.54	0.36	0.49	.079	1.64	0.70	1.34	0.81	-0.30	0.37	.053
	S3	0.66	0.41	1.06	0.58	0.40	0.53	.072	3.03	0.95	2.38	0.88	-0.65	0.57	.015
ฟันตัดข้างบนด้านซ้าย	S1	0.48	0.47	0.47	0.48	-0.01	0.19	.888	0.36	0.22	0.54	0.20	0.18	0.28	.109
	S2	0.04	0.07	0.28	0.33	0.25	0.35	.082	1.21	0.53	1.00	0.33	-0.20	0.54	.328
	S3	0.03	0.07	0.16	0.17	0.14	0.18	.070	2.43	0.70	2.05	0.57	-0.37	0.50	.071

Significant different $p < .0045$, † Paired t-test ร่วมกับ Bonferroni adjustment

ตารางที่ 5 แสดงค่าเฉลี่ยความสูงของยอดกระดูกเข่าพื้น ทางด้านริมฝีปากและด้านเพดานของฟันหน้าบน 4 ซี่ และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความสูงของยอดกระดูกเข่าพื้นหลังการปรับระดับและเรียงฟัน (CT₀) กับหลังจากแก้ไขฟันหน้าสบไขว้จนได้ค่าความเหลื่อมแนวราบที่เป็นปกติแล้วคงสภาพไว้ 4 เดือน (CT₁) (n=10)

ฟัน	ความสูงของยอดกระดูกเข่าพื้นทางด้านริมฝีปาก (HL)							ความสูงของยอดกระดูกเข่าพื้นทางด้านเพดาน (HP)						
	CT ₀		CT ₁		CT ₁ -CT ₀ [†]			CT ₀		CT ₁		CT ₁ -CT ₀ [†]		
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	p-value	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	p-value
ฟันตัดข้างบนด้านขวา	2.07	0.60	2.01	0.59	-0.05	0.53	.401	2.04	1.40	1.69	0.51	-0.35	0.95	.064
ฟันตัดกลางบนด้านขวา	1.95	0.78	1.16	1.34	-0.78	1.30	1.59	1.81	0.58	1.76	0.73	-0.05	0.52	.807
ฟันตัดกลางบนด้านซ้าย	1.79	0.44	1.65	0.44	-0.14	0.22	.118	1.80	0.60	1.66	0.57	-0.14	0.17	.052
ฟันตัดข้างบนด้านซ้าย	1.91	0.81	1.93	0.83	0.02	0.11	.590	1.75	0.78	1.59	0.71	-0.16	0.41	.308

Significant different $p < .0045$

[†] Paired t-test ร่วมกับ Bonferroni adjustment

บทที่ 4

บทวิจารณ์

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบเทคนิคใหม่สำหรับการแก้ไขฟันหน้าสบไขว้ในผู้ป่วยที่มีโครงสร้างขากรรไกรประเภทที่ 3 ที่หมดการเจริญเติบโตแล้ว โดยมุ่งเน้นให้ฟันหน้าบนมีการเคลื่อนที่มาทางด้านหน้าและลงด้านล่าง อันจะเป็นการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งของริมฝีปากบนและฟันหน้าบนให้ดีขึ้น ซึ่งเป็นปัจจัยหนึ่งที่จะส่งเสริมให้ผู้ป่วยยิ้มเห็นฟันหน้าบนมากขึ้น โดยที่ยังสามารถคงความหนาของกระดูกเบ้าฟันและความสูงของยอดกระดูกเบ้าฟันทางด้านริมฝีปากให้คงเดิม จากผลการศึกษา พบว่า การใช้แรงขนาดเบาผ่านเครื่องมือทันตกรรมแบบติดแน่นบางส่วน สามารถทำให้ฟันหน้าบนมีการเคลื่อนที่มาทางด้านหน้าและลงด้านล่างได้ ทำให้ค่าความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งของริมฝีปากบนและฟันหน้าบนเพิ่มขึ้นจนใกล้เคียงกับค่าปกติ และสามารถคงความหนาของกระดูกทึบและความสูงของยอดกระดูกเบ้าฟันทางด้านใกล้ริมฝีปากของฟันหน้าบนไว้ได้

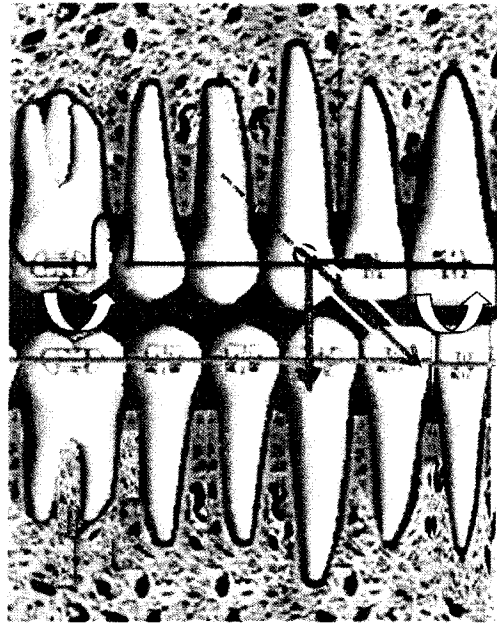
อย่างไรก็ตาม ฟันหน้าบนที่มีการเคลื่อนที่มาทางด้านหน้าและลงด้านล่างนั้น ไม่ได้มีการเคลื่อนที่แบบทั้งซี่ฟัน แต่มีการเคลื่อนที่แบบล้มเอียง ทำให้ค่าความเอียงของฟันหน้าบนมีค่าเพิ่มมากขึ้น การที่ฟันหน้าบนมีการเคลื่อนที่แบบล้มเอียงนั้นมีสาเหตุมาจาก 2 ประการคือ

1. แรงที่ให้ในการเคลื่อนฟันไม่ผ่านจุดศูนย์กลางความต้านทาน (center of resistance) ของฟันหน้าบน¹⁰ ซึ่งตำแหน่งของจุดศูนย์กลางความต้านทานในฟันหน้าบน 4 ซี่ จะอยู่ที่บริเวณครึ่งหนึ่งของระยะทางระหว่างฟันตัดกลางและฟันตัดข้างเมื่อมองจากทางด้านข้าง (lateral view) และบริเวณกึ่งกลางเพดานระหว่างกึ่งกลางรากฟันตัดกลางซ้ายและขวา แต่ตำแหน่งที่แรงจากลวดกระทำต่อฟันหน้าบนเพื่อผลักดันให้ฟันหน้าบนเคลื่อนไปทางด้านหน้าจะอยู่ที่บริเวณแบรกกีตซึ่งอยู่ต่ำกว่าจุดศูนย์กลางความต้านทานและแรงจากการดึงยางประเภทที่ 3 จะผ่านหลังและต่ำกว่าจุดศูนย์กลางความต้านทาน ทำให้ระบบแรงที่เกิดขึ้นจากเครื่องมือทั้งสองชนิดมีผลทำให้ฟันหน้าบนมีการเคลื่อนที่แบบล้มเอียงและมีการเคลื่อนมาทางด้านล่างในปริมาณที่น้อย ดังรูปที่ 14

2. เกิดจากการใช้ลวดหน้าตัดกลมมาดัดเป็นห่วงรูปตัวยูสำหรับดันฟันหน้าบนซึ่งไม่สามารถจะควบคุมความเอียงของตัวฟันได้เหมือนกับลวดชนิดหน้าตัดสี่เหลี่ยมผืนผ้า การที่ต้องใช้ลวดหน้าตัดกลมก็เนื่องจากการออกแบบเครื่องมือเพื่อใช้ในการเคลื่อนฟันหน้าต้องการให้ได้เป็นแรงขนาดเบา ซึ่งจากการศึกษานำร่องในห้องปฏิบัติการก็พบว่า จำเป็นต้องใช้ลวดหน้าตัดกลมที่เป็นเบต้าไททาเนียม ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.016 นิ้ว จึงจะให้แรงขนาดเบาตามที่ต้องการได้

แต่การที่พินหน้าบนมีลักษณะการเคลื่อนที่แบบสั่นเอียงนั้นไม่ได้ส่งผลทำให้เกิดการสูญเสียยอดกระดูกเบ้าฟันทางด้านใกล้ริมฝีปากไป เพราะเมื่อเปรียบเทียบความสูงของยอดกระดูกเบ้าฟันทางด้านใกล้ริมฝีปากระหว่างก่อนและหลังแก้ไขพินหน้าสบไขว้พบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .0045$) ทั้งนี้อาจเนื่องจากการใช้แรงขนาดเบาในการเคลื่อนพินหน้าบนทำให้ถึงแม้พินหน้าบนจะเกิดการเคลื่อนที่แบบสั่นเอียงแรงที่ลงบริเวณยอดกระดูกเบ้าฟันก็ไม่มากเกินจนทำให้เกิดการตายของเซลล์แบบไม่ติดเชื้อ และเกิดการละลายของยอดกระดูกเบ้าฟันข้างเคียงแบบที่มีการละลายของกระดูกจากด้านในออกมาสู่ผิวกระดูกด้านนอก และการใช้แรงขนาดเบายังมีข้อดีอีกประการหนึ่งคือ ทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของพินหน้าบนและกระดูกเบ้าฟันไปพร้อมกัน ทำให้สามารถคงความหนาของกระดูกเบ้าฟันทางด้านใกล้ริมฝีปากและด้านใกล้เพดานไว้ได้ภายหลังการแก้ไขพินหน้าสบไขว้ ทำให้มีกระดูกเบ้าฟันทางด้านใกล้ริมฝีปากที่จะใช้สำหรับการปรับความเอียงของพินหน้าบนให้มีค่าใกล้เคียงกับค่าปกติมากขึ้นในภายหลัง ซึ่งจะส่งผลดีต่อเสถียรภาพของตำแหน่งของพินหน้าบนภายหลังการรักษาจากการที่มีค่าความเอียงของพินที่ใกล้เคียงค่าปกติ

ส่วนพินหน้าบนที่ยังมีการเคลื่อนที่ลงมาทางด้านล่างทั้งที่มีการเคลื่อนที่แบบสั่นเอียงซึ่งน่าจะทำให้พินหน้าบนถูกกดขึ้นนั้น อาจจะเป็นผลมาจากการออกแบบเครื่องมือให้มีการดิ่งข้างประเภทที่ 3 แบบสั้น ทำให้มีแรงในดิ่งมากขึ้นกว่าการดิ่งข้างประเภทที่ 3 แบบปกติ อีกส่วนที่มีผลส่งเสริมให้เกิดผลดังกล่าว คือ การกำหนดตำแหน่งในการดิ่งข้างประเภทที่ 3 แบบสั้น ที่มีการออกแบบให้มีการดิ่งข้างจากห้วงที่อยู่บนลวดเบต้าไททานเนียมบริเวณกึ่งกลางด้านริมฝีปากของพิน เขี้ยวบนมาที่ด้านใกล้กลางของพินหน้าล่างซี่ที่ 2 ซึ่งการดิ่งข้างลักษณะดังกล่าว นอกจากจะทำให้เกิดแรงในแนวดิ่งที่มากขึ้นแล้วยังเป็นตำแหน่งที่อยู่ใกล้กับพินหน้าบนทำให้แรงในแนวดิ่งที่เกิดขึ้นจะมีผลต่อพินหน้าบนมากกว่าพินกรามแท่นซี่ที่ 1 จึงทำให้เกิดการเคลื่อนที่ลงมาทางด้านล่าง ร่วมกับการเคลื่อนที่ออกไปทางด้านใกล้ริมฝีปากของพินหน้าบน



● จุดศูนย์กลางความต้านทาน
ของฟันหน้าบน 4 ซี่

รูปที่ 14 แสดงตำแหน่งของจุดศูนย์กลางความต้านทานของฟันหน้าบน 4 ซี่ และระบบแรงที่เกิดจาก
ลวดดัดรูปตัวยูและการดึงยางประเภทที่ 3 แบบสั้นที่กระทำต่อฟันหน้าบน

และอีกส่วนที่มีความสำคัญที่ทำให้ฟันหน้าบนมีการเคลื่อนที่ลงมาด้านล่าง คือ ความร่วมมือของผู้ป่วยในการดึงยาง ซึ่งผู้ป่วยทุกรายที่เข้าร่วมงานวิจัยมีความร่วมมือในการดึงยาง เป็นอย่างดี โดยประเมินจากการบันทึกการใช้ยางของผู้ป่วยที่ทำให้ทำการบันทึกการใช้ยางโดยขีดไปที่ ซองยางเพื่อเป็นสิ่งเตือนใจไม่ให้ผู้ป่วยลืมว่าจะต้องทำการดึงยางและต้องมีการเปลี่ยนยางที่ใช้ในการ ดึงทุกวันเพื่อให้เกิดแรงในการดึงที่สม่ำเสมอ และจากผลที่มีการเคลื่อนของฟันหน้าบนมา ทางด้านล่างก็เป็นเครื่องยืนยันอีกสิ่งหนึ่งว่าผู้ป่วยได้มีการดึงยางจริง

สำหรับผลของการใช้แรงขนาดเบาผ่านเครื่องมือทันตกรรมติดแน่นบางส่วนต่อ การเปลี่ยนแปลงของกระดูกขากรรไกร พบว่า เครื่องมือไม่ได้ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของกระดูก ขากรรไกรบน แต่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเฉพาะในส่วนของกระดูกขากรรไกรล่างซึ่งเป็นผลโดย อ้อมจากการที่ทำให้เกิดการหมุนของกระดูกของกรรไกรล่างไปทางด้านหลัง ส่งผลให้ ความสัมพันธ์ระหว่างกระดูกขากรรไกรบนและขากรรไกรล่างดีขึ้น รวมถึงทำให้ความโค้งเว้าของ ไบหน้ำลดลง และทำให้ความสูงของไบหน้าเพิ่มขึ้นในปริมาณที่เล็กน้อย เมื่อเปรียบเทียบกับก่อน การรักษา การเกิดการหมุนของกระดูกขากรรไกรล่างไปทางด้านหลังอาจจะเป็นผลมาจากการ เคลื่อนที่ของฟันกรามบนซี่ที่ 1 มาทางด้านล่างจากผลของการดึงยางประเภทที่ 3 แบบสั้นที่ให้แรง ในแนวตั้งเพิ่มขึ้น ถึงแม้ว่าตำแหน่งที่ดึงยางจะค่อนข้างมาทางฟันหน้าบนแต่อาจเนื่องจากห่วงที่ใช้ เกี่ยววางอยู่ลวดเบต้าไทเทเนียมที่ยึดติดกับท่อข้างแก้มของฟันกรามแท้ซี่ที่ 1 ร่วมกับการพับปลาย

ลวด ทำให้แรงในแนวตั้งที่เกิดขึ้นจากดิ่งข้างอาจมีผลทำให้พินแกรมแท่นบนซี่ที่ 1 มีการเคลื่อนที่มาทางด้านล่างร่วมด้วยและทำให้เกิดการหมุนของกระดูกขากรรไกรล่างไปทางด้านหลังดังกล่าว

ส่วนการความเอียงของพินหน้าบนและพินหน้าล่างที่เปลี่ยนแปลงไปไม่มีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งของจุด A และ B ตามการศึกษาของ Abdwan⁵¹ ที่พบว่า การเปลี่ยนแปลงความเอียงของพินหน้าประมาณ 10 องศาจะมีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งของจุด A และจุด B จากการที่มีการปรับรูปร่างของกระดูกบริเวณจุด A และจุด B ตามการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งของปลายรากของพินหน้านั้น อาจเนื่องมาจากปริมาณความเอียงของพินหน้าที่เปลี่ยนแปลงไปมีค่าน้อยกว่าการศึกษาของ Abdwani โดยในพินหน้าบนมีค่าความเอียงของพินเพิ่มขึ้น 6.8 ± 3.4 องศา ส่วนพินหน้าล่างมีค่าความเอียงของพินลดลง 4.6 ± 2.4 องศา ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า การใช้แรงขนาดเบาผ่านเครื่องมือทันตกรรมติดแน่นบางส่วนไม่ได้มีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของกระดูกขากรรไกรบนและล่างโดยตรง ถึงแม้จะมีการเปลี่ยนแปลงของความเอียงของพินหน้าบนและพินหน้าล่าง

เนื่องจากงานวิจัยครั้งนี้ต้องการศึกษาถึงผลของเครื่องมือที่ออกแบบขึ้นต่อทิศทางเคลื่อนที่ของพินหน้าบนในการแก้ไขพินหน้าสบไขว้ จึงมีการวางแผนให้มีการควบคุมไม่ให้เกิดการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งของพินหน้าล่างจากผลของการดิ่งข้างประเภทที่ 3 ที่อาจจะมีผลทำให้พินหน้าล่างมีการเคลื่อนที่ไปทางด้านใกล้ลิ้น โดยการใช้ลวดเหล็กกล้าไร้สนิมหน้าตัดเหลี่ยมขนาด 0.021×0.025 นิ้ว ที่มีขนาดใหญ่เกือบเต็มความจุของร่องของเบร็กเก็ต แต่จากผลของการศึกษาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงความเหลื่อมแนวราบกลับพบว่า พินหน้าสบไขว้ที่ถูกแก้ไขจนได้ค่าความเหลื่อมแนวราบที่เป็นปกตินั้นส่วนหนึ่งเป็นผลมาจากมีการเคลื่อนที่ของพินหน้าล่างเข้าไปทางด้านใกล้ลิ้นร่วมด้วย ซึ่งสาเหตุอาจเกิดจากผลของคอมโพเมอร์ซีเมนต์ชนิดฉายแสงที่ใส่ทางด้านบนของพินแกรมล่างซี่ที่ 1 ในระหว่างการแก้ไขพินหน้าสบไขว้ เพื่อไม่ให้พินหน้าล่างขวางการเคลื่อนที่ของพินหน้าบนในการเคลื่อนที่มาทางด้านใกล้ริมฝีปาก ที่มีแรงกระทำทำให้พินหน้าล่างถูกกดเข้าสู่กระดูกเบ้าฟันและล้มไปทางด้านหลัง เกิดการหมุนของระนาบการสบพินล่างแบบทวนเข็มนาฬิกา (counter clockwise rotation) และดิ่งให้พินหน้าล่างเกิดการล้มตามเข้าไปทางด้านใกล้ลิ้น

และจากที่กล่าวไปแล้วว่าการใช้แรงขนาดเบาผ่านเครื่องมือจัดฟันแบบติดแน่นบางส่วน ไม่ได้มีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของกระดูกขากรรไกรบนและล่างโดยตรง ดังนั้นผลของเครื่องมือในการแก้ไขพินหน้าสบไขว้จนได้ค่าความเหลื่อมแนวราบที่เป็นปกติ จึงเป็นผลที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของพินหน้าบนและพินหน้าล่างเป็นหลัก

ส่วนผลของการใช้เครื่องมือต่อการเปลี่ยนแปลงของเนื้อเยื่ออ่อน พบว่า ภายหลังการรักษาผู้ป่วยมีความโค้งเว้าของโบน้าลดลง ซึ่งเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของ 3 ส่วนคือ ริมฝีปาก

บนมีการเคลื่อนที่มาทางด้านหน้าและริมฝีปากล่างมีการเคลื่อนที่เข้าด้านในตามการเคลื่อนที่ของ ฟันหน้าบนและฟันหน้าล่าง และการหมุนของขากรรไกรล่างไปทางด้านหลังทำให้ตำแหน่งคางมีการถอยไปทางด้านหลังตามไปด้วย นอกจากนี้ขากรรไกรล่างที่มีการหมุนไปทางด้านหลังยังส่งผลทำให้ความยาวของโอบหน้าส่วนล่างเพิ่มขึ้นประมาณ 1.2 มิลลิเมตร แต่เมื่อพิจารณาทางคลินิกจะเห็นว่าไม่ทำให้เห็นการเพิ่มขึ้นของความสูงโอบหน้าส่วนล่างที่ชัดเจนนัก ประกอบกับผู้ป่วยที่ทำการศึกษาในงานวิจัยนี้มีรูปแบบการเจริญเติบโตในแนวตั้งแบบปกติ ทำให้ความสูงของโอบหน้าเพิ่มขึ้นไม่มีผลต่อความสวยงาม

การเปรียบเทียบผลของการเปลี่ยนแปลงกับกระดูกขากรรไกร ฟันและเนื้อเยื่ออ่อนทางภาพรังสีวัดศีรษะด้านข้างจากการใช้แรงขนาดเบาผ่านเครื่องมือจัดฟันแบบติดแน่นบางส่วน กับค่าเฉลี่ยปกติของคนไทย (ตารางที่ 6)

ในส่วนการเปลี่ยนแปลงของกระดูกขากรรไกร พบว่า ค่าแสดงตำแหน่งกระดูกขากรรไกรล่าง (SNB) มีค่าลดลงแต่ยังคงมีค่ามากกว่าค่ากึ่งกลางเฉลี่ยที่แสดงตำแหน่งกระดูกขากรรไกรล่างของคนไทย เช่นเดียวกับ ค่าแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกระดูกขากรรไกรบนและล่างที่พบว่า ภายหลังการแก้ไขฟันหน้าสบไขว้จะทำให้ค่าดังกล่าวเพิ่มขึ้นแต่ก็ยังน้อยกว่าค่ากึ่งกลางเฉลี่ยที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกระดูกขากรรไกรบนและล่าง ซึ่งแปลผลได้ว่า ความสัมพันธ์ของกระดูกขากรรไกรบนและล่างดีขึ้นแต่ยังคงมีลักษณะโครงสร้างขากรรไกรประเภทที่ 3 ส่วนค่าที่แสดงความสัมพันธ์ของกระดูกขากรรไกรในแนวตั้ง พบว่า มีค่ามากกว่าค่าเฉลี่ยปกติไปประมาณ 0.5 องศา

การเปลี่ยนแปลงในส่วนของฟัน พบว่า ฟันหน้าบนมีความเอียงของฟันมากกว่า และฟันหน้าล่างมีความเอียงของฟันน้อยกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยปกติที่แสดงความเอียงของฟันหน้าบนและฟันหน้าล่างของคนไทย ซึ่งถือเป็นเรื่องปกติของการรักษาทางทันตกรรมจัดฟันแบบอำพรางความผิดปกติของ โครงสร้างขากรรไกรประเภทที่ 3 ที่แก้ไขปัญหาการสบฟันด้วยการจัดฟันเพียงอย่างเดียว ทำให้ไม่มีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของโครงสร้างกระดูกขากรรไกร และด้วยลักษณะ โครงสร้างขากรรไกรที่ผิดปกติมาตั้งแต่เริ่มต้น ทำให้ฟันหน้าบนต้องมีความเอียงของตัวฟันมากขึ้นและฟันหน้าล่างจะต้องมีความเอียงของตัวฟันน้อยลงเพื่อชดเชยกระดูกขากรรไกรบนและล่างที่ไม่สัมพันธ์กันและไม่ได้แก้ไข

ส่วนการเปลี่ยนแปลงของเนื้อเยื่ออ่อนซึ่งประเมินจากค่ามุมโอบหน้าด้านข้าง พบว่า ค่าที่วัดได้จากการศึกษานี้มีค่ามุมเพิ่มขึ้นแต่ยังคงน้อยกว่าค่าเฉลี่ยของปกติของคนไทย ทั้งนี้เพราะค่ามุมโอบหน้าด้านข้างเป็นผลส่วนหนึ่งที่เกิดจากความสัมพันธ์ของขากรรไกรบนและล่าง ผลจาก

การใช้เครื่องมือถึงแม้จะทำให้ความสัมพันธ์ของขากรรไกรบนและล่างดีขึ้นแต่ยังคงมีความสัมพันธ์แบบประเภทที่ 3 ดังนั้น จึงทำให้ค่ามุมไบหน้าด้านข้างที่วัดได้ถึงแม้จะดีขึ้นกว่าก่อนการรักษาแต่ยังคงมีลักษณะของไบหน้าด้านข้างประเภทที่ 3

ตารางที่ 6 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างค่าที่วัดได้จากการศึกษานี้กับค่าเฉลี่ยปกติของคนไทยจากการวัดภาพรังสีวัดศีรษะด้านข้าง

ค่าที่วัดการเปลี่ยนแปลง	ค่าเฉลี่ยปกติของคนไทย		ค่าที่วัดได้จากการศึกษานี้ ก่อนการแก้ไข ฟันหน้าสบไขว้		ค่าที่วัดได้จากการศึกษานี้ ภายหลังจากแก้ไข ฟันหน้าสบไขว้	
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
ในแนวหน้า-หลัง						
SNA (องศา)	84.0	4.0	81.9	4.5	81.9	4.8
SNB (องศา)	81.0	4.0	83.0	4.8	82.3	4.7
ANB (องศา)	3.0	2.0	-1.0	0.9	-0.3	0.9
UIPP (องศา)	119.0	2.0	115.1	5.6	122.0	7.1
LIMP (องศา)	97.0	5.0	86.4	5.3	83.4	4.8
OJ (มิลลิเมตร)	3.0	1.0	-1.7	5.0	2.5	0.7
FCA (องศา)	9.0	4.0	2.7	5.4	4.7	5.2
ในแนวตั้ง						
SNMP (องศา)	29.0	6.0	34.7	3.6	35.5	3.9
OB (มิลลิเมตร)	3.0	1.0	1.6	1.3	1.6	0.7

การเปรียบเทียบผลของการใช้แรงขนาดเบาผ่านเครื่องมือจัดฟันแบบติดแน่นบางส่วนกับการศึกษาอื่นๆ เพื่อแก้ไขฟันหน้าสบไขว้ ในผู้ป่วยที่มีโครงสร้างขากรรไกรประเภทที่ 3 ที่หมดการเจริญเติบโตแล้ว

จากการเปรียบเทียบกับการศึกษาของ Lin และ Gu²³ ที่มีการใช้เทคนิคทิวเอชและเทคนิคเบกก์ ร่วมกับการดัดยางประเภทที่ 3 โดยการใช้แรงขนาดเบาและต่อเนื่องขนาด 50-60 กรัม เพื่อแก้ไขปัญหาฟันหน้าสบไขว้ พบว่า ฟันหน้าบนมีการเคลื่อนที่แบบล้มเอียง ทำให้ค่ามุมเอียงของฟันหน้าบนมีค่าเพิ่มขึ้น 5.9 ± 6.1 องศา ซึ่งใกล้เคียงกับการศึกษานี้ที่มีการเพิ่มขึ้นของค่ามุมเอียง

ของฟันหน้าบน 6.8 ± 3.4 องศา ภายหลังจากที่ฟันหน้าสบไขว้ได้รับการแก้ไขแล้ว ส่วนผลที่เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของฟันหน้าบนในแนวตั้งที่มีผลต่อความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งของริมฝีปากบนและฟันหน้าบนและผลที่มีต่อกระดูกขากรรไกรทางด้านใกล้ริมฝีปาก จากการที่ฟันมีการเคลื่อนที่แบบล้มเอียง Lin และ Gu ไม่ได้ทำศึกษาในส่วนนี้จึงไม่สามารถนำมาเปรียบเทียบกับผลของการศึกษานี้ได้โดยตรง แต่หากจะประเมินตำแหน่งการเปลี่ยนแปลงของฟันหน้าบนในแนวตั้งโดยอ้อมจากการแสดงภาพซ้อนทับของภาพรังสีวัดศีรษะด้านข้างระหว่างก่อนและหลังการรักษาในการศึกษาของ Lin และ Gu พบว่า ตัวอย่างผู้ป่วยที่นำมาแสดงไม่พบการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งของฟันหน้าบนในแนวตั้งและเมื่อดูความสัมพันธ์ระหว่างฟันหน้าบนและริมฝีปากพบว่า มีความสัมพันธ์ที่น้อยกว่าค่าปกติ ซึ่งให้ผลต่างจากการศึกษานี้ ดังแสดงในรูปที่ 15



รูปที่ 15 แสดงการเปรียบเทียบภาพซ้อนทับจากภาพรังสีวัดศีรษะด้านข้างระหว่างก่อน (เส้นสีดำ) และหลังการรักษา (เส้นสีน้ำเงิน) ของการศึกษานี้ (ซ้าย) กับการศึกษาของ Lin และ Gu (ขวา) เพื่อดูการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งของฟันหน้าบนในแนวตั้งและความสัมพันธ์ระหว่างฟันหน้าบนและริมฝีปากบนที่เปลี่ยนแปลงไป

การเปรียบเทียบผลที่มีต่อกระดูกขากรรไกร พบว่า การศึกษาของ Lin และ Gu มีการเคลื่อนของจุด A มาทางด้านหน้าซึ่งต่างจากการศึกษานี้ที่ไม่พบการเปลี่ยนแปลงของจุด A อาจจะเป็นผลมาจากผู้ป่วยที่ทำการศึกษามีความแตกต่างกัน โดยผู้ป่วยในการศึกษาของ Lin และ

Gu มีอายุเฉลี่ยเท่ากับ 13.7 ± 2.5 ปี ซึ่งน้อยกว่าการศึกษานี้ที่มีอายุเฉลี่ยของผู้ป่วยที่ทำการศึกษาเท่ากับ 21.44 ± 4.22 ปี และไม่ได้มีการประเมินการเจริญเติบโตของผู้ป่วยว่าหมดการเจริญเติบโตแล้วหรือยังก่อนเริ่มการรักษา จึงอาจทำให้ผลที่มีต่อกระดูกขากรรไกรบนระหว่าง 2 การศึกษามีความแตกต่างกัน

และเมื่อเปรียบเทียบกับรายงานผู้ป่วยของ Janson และคณะ²² ที่มีการใช้เครื่องมือระบบไบโอฟังก์ชันนัลร่วมกับการดัดยางประเภทที่ 3 เพื่อแก้ไขฟันหน้าสบไขว้ โดยต้องการให้ฟันหน้าบนมีการเคลื่อนที่แบบทั้งซี่ พบว่า ฟันหน้าบนมีการเคลื่อนที่แบบล้มเอียงเช่นกันโดยมีค่าความเอียงของฟันหน้าเพิ่มขึ้น 12.9 องศาซึ่งเพิ่มขึ้นมากกว่าการศึกษานี้ นอกจากนี้ เมื่อศึกษาภาพซ้อนทับจากภาพรังสีวัดศีรษะด้านข้างเปรียบเทียบระหว่างก่อนและหลังการรักษาก็พบว่า ฟันหน้าบนมีการเคลื่อนที่แบบล้มเอียงและถูกกดขึ้น ส่งผลทำให้ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งของริมฝีปากบนและฟันหน้าบนแย่งภายหลังการรักษา

สรุป จากการเปรียบเทียบผลการรักษาด้วยเครื่องมือจัดฟันแบบติดแน่นบางส่วนที่ใช้แรงขนาดเบากับเครื่องมือในการศึกษาอื่น พบว่า ฟันหน้าบนมีการเคลื่อนที่แบบล้มเอียงไม่ต่างกัน แต่ผลของเครื่องมือที่เหนือกว่าการศึกษานี้ คือ การทำให้ฟันหน้าบนมีการเคลื่อนที่ลงมาทางด้านล่างไม่ถูกกดขึ้นเหมือนการศึกษานี้ ทำให้ความสัมพันธ์ระหว่างริมฝีปากบนและฟันหน้าบนดีขึ้น ร่วมกับการใช้แรงขนาดเบาในการเคลื่อนฟันทำให้ถึงแม้ว่าฟันหน้าบนจะมีการเคลื่อนที่แบบล้มเอียง ก็ไม่มีผลทำให้เกิดการละลายของขอดกระดูกเบ้าฟันและสามารถคงความหนาของกระดูกเบ้าฟันทางด้านริมฝีปากไว้ได้ภายหลังการรักษา อย่างไรก็ตาม ยังมีข้อจำกัดของการนำผลของการศึกษานี้ไปเปรียบเทียบกับการศึกษาอื่น เนื่องจากผลของเครื่องมือในการศึกษาอื่นๆ จะเป็นผลที่เปรียบเทียบระหว่างก่อนการรักษาและหลังจากสิ้นสุดการรักษาแล้ว ทำให้ผลที่ได้จากการใช้เครื่องมือในการศึกษาอื่น ไม่ได้เป็นผลที่เกิดจากการใช้เครื่องมือในระยะที่ทำการแก้ไขฟันหน้าสบไขว้เพียงอย่างเดียวเหมือนการศึกษานี้ แต่เป็นผลรวมการแก้ไขที่เกิดขึ้นในระยะเสร็จสิ้นการรักษา (finishing phase) ด้วย

สิ่งที่ควรปรับปรุงจากการใช้เครื่องมือจัดฟันแบบติดแน่นบางส่วนร่วมกับการใช้แรงขนาดเบาในการแก้ไขฟันหน้าสบไขว้

จากการนำเครื่องมือชนิดนี้ไปใช้ในการศึกษา พบว่า มีสิ่งที่ต้องทำการปรับปรุงคือ

1. การจะทำให้ฟันหน้าบนมีการเคลื่อนที่มาทางด้านล่างนั้น จะต้องอาศัยการดัดยางประเภทที่ 3 แบบสั้น ดังนั้น ปัจจัยที่จะเข้ามามีผลทำให้ฟันหน้าบนมีการเคลื่อนที่เป็นไปตามที่

ออกแบบไว้ คือ ความร่วมมือของผู้ป่วยในการดัดยาง ถึงแม้การศึกษาครั้งนี้ได้มีวิธีการในการที่จะควบคุมให้ผู้ป่วยดัดยาง แต่ต้องยอมรับว่าสิ่งจะมีผลอย่างมากต่อการดัดยางของผู้ป่วย คือ ตัวผู้ป่วยเองว่าจะให้ความร่วมมือมากน้อยแค่ไหน ซึ่งการศึกษานี้ พบว่า ผู้ป่วยทุกรายให้ความร่วมมือในการดัดยางดีมาก จึงทำให้ผลการรักษาออกมาตามที่คาดการณ์ไว้ อาจจะเนื่องมาจากผู้ป่วยที่เข้าร่วมงานวิจัยเป็นผู้ป่วยซึ่งมีความสนใจที่จะทำการรักษาเป็นอย่างมาก แต่หากนำเครื่องมือชนิดนี้ไปใช้งานจริงทางคลินิกอาจจะไม่ได้ผลตามนี้ เนื่องจากไม่สามารถที่จะประเมินความร่วมมือของผู้ป่วยแต่ละรายได้ชัดเจน ดังนั้น จึงจะเป็นการดีกว่าหากจะมีการพัฒนาเครื่องมือชนิดนี้ให้สามารถทำให้เกิดการเคลื่อนฟันหน้าบนมาทางด้านหน้าและลงด้านล่าง โดยที่ไม่ต้องอาศัยความร่วมมือของผู้ป่วยเข้ามาเกี่ยวข้อง

2. การที่ต้องการออกแบบเครื่องมือให้มีการเคลื่อนฟันหน้าบนด้วยแรงขนาดเบา ทำให้จำเป็นต้องใช้ลวดเบต้าไททาเนียมชนิดหน้าตัดกลม ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.016 นิ้ว ที่มีการตัดลวดเป็นห่วงรูปตัวยูสำหรับคั่นฟันหน้าบน เพราะจากการศึกษานำร่องในห้องปฏิบัติการ พบว่าสามารถให้แรงขนาดเบาตามที่ต้องการได้ เมื่อมีการปรับลวดเพื่อให้แรงเป็นระยะทาง 1 มิลลิเมตร แต่จากการนำไปใช้งานทางคลินิก พบว่า จะมีการหย่อนของลวดเบตาไททาเนียมในระหว่างที่มีการดัดยางประเภทที่ 3 ทำให้อาจเสี่ยงต่อการเกิดการหักของลวดระหว่างการใช้งาน จึงจำเป็นต้องมีการอธิบายให้ผู้ป่วยระมัดระวังในการดัดยาง และหากมีการหักของลวดเกิดขึ้นให้ผู้ผู้ป่วยรีบกลับมาเปลี่ยนลวดเพื่อให้ฟันหน้าบนได้รับแรงในการเคลื่อนฟันที่สม่ำเสมอ จากปัญหาที่พบทางผู้วิจัยจึงคิดว่าหากจะนำเทคนิคนี้ไปใช้ในการแก้ไขฟันหน้าสบไขว้ ให้ได้ผลของเทคนิคอย่างเต็มที่อาจจะต้องมีการปรับปรุงส่วนของลวดที่จะนำมาใช้ตัดเป็นห่วงรูปตัวยูที่มีความแข็งแรงเพิ่มขึ้นแต่ให้แรงในการเคลื่อนฟันที่เป็นแรงขนาดเบาแทนลวดเบตาไททาเนียมที่มีความแข็งแรงน้อย (low stiffness) และมีขนาดเล็ก

3. ในกรณีที่มีค่าความเหลื่อมแนวตั้งจะต้องมีการใช้คอมโพเมอร์ซีเมนต์ชนิดฉายแสงใส่บริเวณฟันกรามล่างแท้ซี่ที่ 1 เพื่อเปิดการสบฟันไม่ให้ฟันหน้าล่างขวางการเคลื่อนที่ของฟันหน้าบนขณะแก้ไขฟันหน้าสบไขว้ ซึ่งทำให้เกิดปัญหาฟันกรามล่างตำแหน่งที่ใส่คอมโพเมอร์ซีเมนต์ชนิดฉายแสงถูกกดเข้าไปในกระดูกเบ้าฟัน ส่งผลทำให้เกิดการหมุนของระนาบการสบฟันล่างในลักษณะทวนเข็มนาฬิกาและทำให้ฟันหน้าล่างมีการล้มเข้ามาทางด้านใกล้ขึ้นมากขึ้น ทำให้ไม่สามารถประเมินผลของเครื่องมือต่อการเปลี่ยนแปลงของฟันหน้าล่างได้โดยตรง

จุดเด่นและจุดด้อยของการศึกษาวิจัย

จุดเด่นของการศึกษาวิจัยนี้ คือ

1. การประเมินการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของกระดูกคอ จากภาพรังสีวัดศีรษะด้านข้าง แทนการใช้อายุตามปฏิทิน (Chronological age) เหมือนการศึกษาของ Lin และ Gu²³ หรือการประเมินจากภาพรังสีมือและข้อมือ (Hand and wrist radiograph) ในการประเมินการเจริญเติบโตของผู้ป่วย เพราะจากการศึกษาหลายการศึกษาที่ผ่านมาพบว่า การประเมินการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของกระดูกคอ สามารถใช้เป็นตัวบ่งชี้ระยะการเจริญเติบโตของกระดูกของร่างกายในขณะนั้นรวมทั้งสามารถประเมินปริมาณการเจริญเติบโตของกระดูกที่เหลืออยู่ก่อนสิ้นสุดการเจริญเติบโตในอนาคตได้ โดยไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการประเมินจากภาพรังสีมือและข้อมือ⁵²⁻⁵⁴ นอกจากนี้ยังมีข้อดีอีกประการหนึ่งคือ ผู้ป่วยไม่จำเป็นต้องได้รับรังสีเพิ่มเติม เพราะสามารถประเมินการเจริญเติบโตของผู้ป่วยได้โดยตรงจากภาพรังสีวัดศีรษะด้านข้าง ซึ่งเป็นภาพรังสีที่มีความจำเป็นในการวินิจฉัยความผิดปกติของผู้ป่วยจัดฟัน และจากผลการประเมินการเจริญเติบโตของผู้ป่วยก็พบว่า ก่อนเริ่มการรักษาผู้ป่วยทุกรายหมดการเจริญเติบโตแล้ว ดังนั้น ผลการศึกษาที่ได้ในการศึกษานี้จึงเป็นผลที่เกิดจากการใช้เครื่องมือเพียงอย่างเดียวไม่ได้มีผลจากการเจริญเติบโตของผู้ป่วยร่วมด้วย

2. การใช้ภาพรังสีส่วนตัดอาศัยคอมพิวเตอร์มาประเมินการเปลี่ยนแปลงของกระดูกเบ้าฟันของฟันหน้าบนภายหลังการใช้เครื่องมือ ทำให้สามารถบอกผลของการใช้แรงขนาดเบาต่อกระดูกเบ้าฟันของฟันหน้าบนได้ชัดเจนขึ้น ซึ่งต่างจากการศึกษาของ Lin และ Gu²³ ที่มีการใช้แรงขนาดเบาในการแก้ไขฟันหน้าสบไขว้เช่นกันแต่ไม่มีการประเมินการเปลี่ยนแปลงของกระดูกเบ้าฟันร่วมด้วย ประกอบกับจากการศึกษาที่ผ่านมา³⁸⁻³⁹ พบว่า การใช้ภาพรังสีส่วนตัดอาศัยคอมพิวเตอร์เป็นวิธีที่สามารถใช้ประเมินการเปลี่ยนแปลงของกระดูกเบ้าฟันได้โดยมีความคลาดเคลื่อนน้อยเมื่อเทียบกับวิธีอื่น และสามารถวัดความหนาของกระดูกเบ้าฟันได้โดยไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับการตรวจทางจุลกายวิภาคศาสตร์เนื้อเยื่อ ทำให้ผลการศึกษานี้ที่ พบว่า การใช้แรงขนาดเบาผ่านเครื่องมือจัดฟันแบบติดแน่นบางส่วนในการแก้ไขฟันหน้าสบไขว้สามารถคงความหนาของกระดูกเบ้าฟันและยอดกระดูกเบ้าฟันของฟันหน้าบนมีความน่าเชื่อถือมากขึ้น และเป็นหลักฐานส่วนหนึ่งที่สามารถยืนยันได้ว่าการเคลื่อนฟันด้วยแรงขนาดเบามีความปลอดภัยต่ออวัยวะปริทันต์ของฟันที่เคลื่อนจริง

จุดด้อยของการศึกษาวิจัยนี้ คือ

1. จำนวนของกลุ่มตัวอย่างที่ทำการศึกษามีจำนวนน้อย เนื่องจากข้อจำกัดของระยะเวลาในการทำวิจัย ส่งผลให้อำนาจการทดสอบทางสถิติ (power of test) ของผลการศึกษา

ลดลง แต่หากมีการเพิ่มจำนวนของกลุ่มตัวอย่างให้มากขึ้นก็จะทำให้สามารถนำผลของการศึกษาไปทำนายผลที่จะเกิดกับประชากรได้มากขึ้น

2. วิธีการวัดการเปลี่ยนแปลงของความหนาของกระดูกเบ้าฟันจากภาพรังสีส่วนตัดอาศัยคอมพิวเตอร์ โดยใช้แนวแกนฟันเป็นเส้นอ้างอิงอาจทำให้ผลการวัดมีความคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริงได้ เนื่องจากแนวแกนฟันมีการเปลี่ยนแปลงจากการที่ฟันหน้าบนมีการเคลื่อนที่แบบล้มเอียงทำให้ตำแหน่งของแนวแกนฟันที่ใช้วัดความหนาของกระดูกเบ้าฟันก่อนและหลังการใช้เครื่องมือเป็นคนละตำแหน่งกัน อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาความหนาของกระดูกเบ้าฟันทางด้านโกสิริมฝีปาก และด้านโกสิเพดาน จากภาพรังสีส่วนตัดอาศัยคอมพิวเตอร์ภายหลังการรักษา จะพบว่า กระดูกเบ้าฟันยังคงมีความหนาที่ไม่แตกต่างจากก่อนรักษา แสดงให้เห็นว่ามีการปรับรูปของกระดูกเบ้าฟันตามการเคลื่อนที่ของรากฟันที่เปลี่ยนแปลงไป แต่หากต้องการให้ผลที่วัดได้มีความถูกต้องมากขึ้น อาจหาเป็นตำแหน่งอ้างอิงภายนอก (external reference) ที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงภายหลังการรักษาและสามารถทำซ้ำได้ในตำแหน่งเดิม

3. การศึกษาครั้งนี้ไม่สามารถบอกผลของเครื่องมือต่อการเปลี่ยนแปลงของกระดูกเบ้าฟันในระยะยาวและการคงสภาพของฟันหน้าบนภายหลังการแก้ไขฟันหน้าสบไขว้ได้ชัดเจน เนื่องจากข้อจำกัดของระยะเวลาในการทำวิจัย ซึ่งหากมีการติดตามผลในระยะเวลาที่ยาวนานขึ้นก็จะทำให้สามารถบอกผลดังกล่าวได้ชัดเจนขึ้น

กล่าวโดยสรุป การที่การศึกษาวิจัยนี้พยายามที่จะออกแบบเครื่องมือเพื่อใช้แก้ไขฟันหน้าสบไขว้โดยต้องการให้ฟันหน้าบนมีการเคลื่อนที่มาทางด้านหน้าและลงด้านล่างด้วยแรงขนาดเบา เนื่องจากเหตุผล 4 ประการ คือ

1. ฟันหน้าบนที่มีการเคลื่อนที่มาทางด้านหน้าและลงด้านล่างทำให้ความสัมพันธ์ระหว่างริมฝีปากบนและฟันหน้าบนดีขึ้นทันทีภายหลังการแก้ไขฟันหน้าสบไขว้ ซึ่งเป็นปัจจัยที่ส่งเสริมให้การยิ้มของผู้ป่วยดีขึ้นตามไปด้วย โดยที่ไม่ต้องรอนจนถึงระยะเสร็จสิ้นการรักษา

2. จากการศึกษาหลายการศึกษาที่พบว่า ฟันหน้าบนที่เคลื่อนที่ออกมาทางด้านริมฝีปากเพื่อแก้ไขฟันหน้าสบไขว้มักจะมีการเคลื่อนที่แบบล้มเอียงซึ่งจะทำให้ฟันหน้าบนถูกกดขึ้น การพยายามที่จะควบคุมไม่ให้ฟันหน้าถูกกดขึ้นก็จะเป็นผลดีมากกว่า เนื่องจากไม่จำเป็นต้องมาทำการเคลื่อนฟันหน้าบนลงมาทางด้านล่างอีกภายหลังจากที่แก้ไขฟันหน้าสบไขว้แล้ว ทำให้ฟันหน้าไม่ต้องเกิดการเคลื่อนที่กลับไปกลับมา (giggling effect) ทำให้ลดโอกาสเสี่ยงต่อการเกิดรากฟันละลายได้

3. ถึงแม้ว่าการเคลื่อนฟันโดยเครื่องมือชนิดนี้จะทำให้ฟันหน้าบนมีการเคลื่อนที่แบบล้มเอียง แต่เนื่องจากการใช้แรงขนาดเบาในการเคลื่อนฟันจึงทำให้สามารถที่จะคงความหนาของกระดูกที่บวมทางด้านโกสิริมฝีปากและความสูงของยอดกระดูกเบ้าฟันไว้ได้ ทำให้ลดความเสี่ยง

ต่อการเกิดภาวะเหงื่อกร่นภายหลังการรักษาและทำให้สามารถปรับความเอียงตัวของฟันหน้าให้ดีขึ้นได้เนื่องจากยังมีกระดูกเบ้าฟันทางด้านใกล้ริมฝีปากที่จะใช้ในการปรับตำแหน่งของรากฟันมาทางด้านใกล้ริมฝีปาก (labial root torque) ได้

การนำไปใช้ทางคลินิก

จากการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับผลของเครื่องมือจัดฟันแบบติดแน่นบางส่วนที่ให้แรงขนาดเบา ในการแก้ไขฟันหน้าสบไขว้ในผู้ป่วยที่มีโครงสร้างขากรรไกรประเภทที่ 3 ที่หมดการเจริญเติบโตแล้ว พบว่า สามารถใช้ในการแก้ไขฟันหน้าสบไขว้ได้ โดยเกิดจากผลการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับฟันเกือบทั้งหมด โดยทำให้เกิดการเคลื่อนของฟันหน้าบนมาทางด้านหน้าและฟันหน้าล่างมีการเคลื่อนเข้าทางด้านใน ร่วมกับการเคลื่อนที่ของฟันหน้าบนมาทางด้านล่าง ส่งผลให้ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งของริมฝีปากบนและฟันหน้าบนดีขึ้นภายหลังการรักษา โดยที่ไม่ทำอันตรายต่ออวัยวะปริทันต์ข้างเคียง ส่วนลักษณะความโค้งเว้าของไบหน้าที่ลดลงเป็นผลมาจากการหมุนของขากรรไกรล่างไปทางด้านหลังทำให้ตำแหน่งคางมีการถอยไปทางด้านหลัง ทำให้ไบหน้าส่วนล่างมีความยาวมากขึ้น และจากริมฝีปากบนมีการเคลื่อนที่มาทางด้านหน้าและริมฝีปากล่างมีการเคลื่อนที่เข้าด้านในตามการเคลื่อนที่ของฟันหน้าบนและฟันหน้าล่าง นอกจากนี้การทำให้ฟันหน้าบนมีการเคลื่อนที่ลงมาทางด้านล่างต้องอาศัยการดึงยางประเภทที่ 3 แบบสั้น ความสำเร็จของการรักษาโดยใช้เครื่องมือชนิดนี้ส่วนหนึ่งจึงมาจากความร่วมมือของผู้ป่วยในการเกี่ยวยาง

ดังนั้น ผู้ป่วยที่มีความเหมาะสมที่จะใช้เครื่องมือชนิดนี้สำหรับแก้ไขฟันหน้าสบไขว้ จะต้องมึลักษณะดังต่อไปนี้ คือ

1. มีโครงสร้างขากรรไกรประเภทที่ 3 ที่เกิดจากขากรรไกรบนหดสั้น (retrognathic maxilla) แต่ขากรรไกรล่างมีตำแหน่งที่ปกติ (orthognathic mandible) หรือมาทางด้านหน้าเล็กน้อย (mild prognathic mandible) เพราะการที่มีฟันหน้าบนเคลื่อนมาทางด้านหน้าจะเป็นการชดเชยความผิดปกติของตำแหน่งของขากรรไกรบนที่อยู่ไปทางด้านหลัง ส่วนการเคลื่อนที่ของฟันหน้าล่างเข้าทางด้านใน ก็จะไม่ทำให้ตำแหน่งของคางของผู้ป่วยดูเด่นชัดมากขึ้น เพราะมีการหมุนของคางไปทางด้านหลังร่วมด้วย

2. มีรูปแบบการเจริญเติบโตในแนวตั้งที่เป็นปกติร่วมกับมีส่วนของความยาวของไบหน้าที่ปกติหรือมีส่วนของความยาวไบหน้าส่วนล่างที่น้อยกว่าปกติเล็กน้อย เนื่องจากเครื่องมือจะทำให้เกิดการหมุนของขากรรไกรล่างไปทางด้านหลังซึ่งจะทำให้ความยาวของไบหน้าส่วนล่างเพิ่มขึ้น

3. มีการยืมเห็นพื้นหน้าบนน้อย ร่วมกับมีค่าความสัมพันธ์ของพื้นหน้าบนและริมฝีปากบนที่น้อยกว่าปกติ ที่มีสาเหตุมาจากการเจริญเติบโตในแนวตั้งของขากรรไกรบนที่น้อย ในขณะที่มีความยาวของริมฝีปากบนที่ปกติ เนื่องจากเครื่องมือจะทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของพื้นหน้าบนในทิศทางที่มาทางด้านหน้าและลงด้านล่างซึ่งจะทำให้ความสัมพันธ์ดังกล่าวดีขึ้น รวมถึงทำให้ผู้ป่วยมีการยืมเห็นพื้นหน้าบนมากขึ้นหลังจากแก้ไขพื้นหน้าสบไขว้แล้ว

4. มีความร่วมมือในการรักษาเป็นอย่างดี เนื่องจากการจะทำให้พื้นหน้าบนมีการเคลื่อนที่มาทางด้านล่างจำเป็นต้องอาศัยความร่วมมือของผู้ป่วยในการดื่งยาง ถ้าหากผู้ป่วยไม่ให้ความร่วมมือผลการรักษาก็จะไม่เป็นไปตามผลการศีกษาวิจัยนี้

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยในอนาคต

1. จากปัญหาของการใช้คอมโพเมอร์ซีเมนต์ชนิดฉายแสงใส่บริเวณฟันกรามล่างแท้ซี่ที่ 1 เพื่อเปิดการสบฟัน ทำให้ฟันกรามล่างถูกกดเข้าไปในกระดูกเบ้าฟัน เกิดการหมุนของระนาบการสบฟันล่างในลักษณะทวนเข็มนาฬิกาและทำให้พื้นหน้าล่างมีการล้มเข้ามาทางด้านใกล้ลิ้นมากขึ้น ดังนั้น คงจะเป็นการดีหากสามารถพัฒนาเทคนิคนี้ให้สามารถแก้ไขได้ทั้งปัญหาพื้นหน้าสบไขว้ รวมถึงแก้ไขปัญหาในแนวตั้งโดยการกดพื้นหน้าล่างเข้าไปในกระดูก หรือทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของฟันหลังออกจากกระดูกเบ้าฟันได้ไปพร้อมกัน เพื่อลดการใช้คอมโพเมอร์ซีเมนต์ชนิดฉายแสงและอาจทำให้ลดระยะเวลาในการรักษาลงจากการแก้ไขความผิดปกติหลายๆ อย่างไปพร้อมกัน

2. จากระยะเวลาในการรักษาตั้งแต่เริ่มต้นจนสามารถแก้ไขพื้นหน้าสบไขว้ จะใช้เวลาทั้งหมด 12 เดือน โดยจะเป็นเวลาในช่วงการปรับระดับและเรียงพื้นหน้าบนค่อนข้างนานประมาณ 7 เดือน เพื่อให้ได้ลวดเส้นหลักขนาดใหญ่ก่อนการแก้ไขพื้นหน้าสบไขว้ คงจะเป็นการดีหากสามารถลดระยะเวลาในขั้นตอนนี้ลงได้โดยอาจจะใช้วิธีการติดเครื่องมือแบบคงตำแหน่งฟันไว้ที่เดิม (passive bonding) เพื่อให้สามารถปรับขนาดของลวดให้เป็นลวดหลักเส้นใหญ่ได้เร็วขึ้น

บทที่ 5

บทสรุป

จากการคำนึงถึงความสำคัญของการมีความสัมพันธ์ของริมฝีปากบนและฟันหน้าบน ซึ่งจะทำให้ผู้ป่วยมีการยิ้มที่ปกติ รวมถึงสามารถเคลื่อนฟันหน้าบนได้อย่างปลอดภัย จึงได้มีการพัฒนาเครื่องมือจัดฟันติดแน่นบางส่วนที่ใช้แรงขนาดเบามาใช้ในการแก้ไขฟันหน้าสบไขว้ ในผู้ป่วยที่มีโครงสร้างขากรรไกรประเภทที่ 3 ที่หมดการเจริญเติบโตแล้ว และจากข้อจำกัดของการศึกษา สามารถสรุปผลของการใช้แรงขนาดเบาผ่านเครื่องมือจัดฟันติดแน่นบางส่วนได้ดังนี้

1. สามารถทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของฟันหน้าบนในทิศทางทางด้านหน้าและลงด้านล่างได้ ทำให้ความสัมพันธ์ระหว่างฟันหน้าบนและริมฝีปากบน และการยิ้มของผู้ป่วยที่การยิ้มเห็นฟันหน้าบนน้อยดีขึ้นภายหลังการแก้ไขฟันหน้าสบไขว้
2. ทำให้ความสัมพันธ์ระหว่างขากรรไกรบนและล่างดีขึ้น รวมถึงทำให้ความโค้งเว้าของใบหน้าด้านข้างลดลง
3. มีความปลอดภัยต่อกระดูกเบ้าฟันของฟันหน้าบน

เอกสารอ้างอิง

1. Graber TM, Vanarsdall RL, Vig KWL. Orthodontics. Current Principles and Techniques, ed 4th. St Louis: Mosby; 2005. p. 565.
2. วินัย ศิริจิตร. ความชุกของฟันล่างครอบฟันบนกับการรักษาทางทันตกรรมจัดฟัน. *ว.ทันต.* 2535; 42(3): 109-121.
3. Fu M, et al. The prevalence of malocclusion in China—an investigation of 25,392 children. *Chinese Journal of Stomatology* 2002; 37: 371-3.
4. สมศักดิ์ กิจสหวงศ์. ลักษณะโครงสร้างกะโหลกศีรษะและใบหน้าชนิดที่ 3 แบบไฮเปอร์ไดเวอร์เจนท์ และแบบไฮโปไดเวอร์เจนท์ ในกลุ่มอายุต่างๆ: การศึกษาจากภาพถ่ายรังสีกะโหลกศีรษะด้านข้าง [วิทยานิพนธ์]. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยมหิดล; 2540.
5. Daher W, Caron J, Wechsler MH. Nonsurgical treatment of an adult with a Class III malocclusion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2007; 132: 243-51.
6. Shahidqazi H, Ali HA, Ahmad FS. Mild skeletal class III malocclusion treated non-surgically with a combination of compensation mechanics and fixed orthodontic appliance: case report. *Pakistan Oral & Dental Journal*; 28(2): 211-4.
7. Camara CA. Angle class III malocclusion with severe anteroposterior discrepancy. *Dental Press J Orthod* 2010; 15(2): 122-37.
8. Proffit WR, Fields HW, Sarver DM. Contemporary orthodontics. 3th ed. St Louis: Mosby; 2000. p. 107-129.
9. Wazzan KA. The visible portion of anterior teeth at rest. *The Journal of Contemporary Dental Practice* 2004; 5(1): 1-7.
10. Talapaneni KA, Kumar KP, Kommi PB, Nuvvula S. Interceptive orthopedics for the correction of maxillary transverse and sagittal deficiency in the early mixed dentition period. *Contemporary Clinical of Dentistry* 2011; 2(4): 331-6.
11. กนก สรเทศน์. การวิเคราะห์ภาพถ่ายรังสีของกะโหลกศีรษะด้านข้างของคนไทยเพื่อการรักษาทางทันตกรรมจัดฟัน ร่วมกับการผ่าตัด. *ว.ทันต* 2531; 38: 190-200.
12. Rabie AM, Wong RW, Min GU. Treatment in Borderline Class III Malocclusion: Orthodontic Camouflage (Extraction) Versus Orthognathic Surgery. *The Open Dentistry Journal* 2008; 2: 38-48.

13. Troy BA, et al. Comparison of incisor inclination in patients with Class III malocclusion treated with orthognathic surgery or orthodontic camouflage. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2009; 135: 146.e1-146.e9.
14. Uslu O, Akcam MO. Evaluation of long-term satisfaction with orthodontic treatment for skeletal class III individuals. *J of Oral Science* 2007; 49: 31-9.
15. Reitan K. Some factors determining the evaluation of forces in orthodontics. *Am J Orthod* 1957; 43: 32-45.
16. Frost HM. The mechanical bone signals; the RAP. In: The Utah paradigm of skeletal physiology. International Society of Musculoskeletal and Neuronal Interactions, Athens, Greece 2004: 136-140.
17. Gluhak HJ, et al. Mechanical loading stimulates expression of connexin 43 in alveolar bone cells in the tooth movement model. *Cell Commun Adhes* 2006; 13: 115-25.
18. Fuhrmann R. Three-dimensional interpretation of periodontal lesions and remodeling during orthodontic treatment. *J Orofac Orthop/Fortschr Kieferorthop* 1996; 57: 224-37.
19. Steiner GG, Pearson JK, Ainamo J. Changes of the marginal periodontium as a result of labial tooth movement in monkeys. *J Periodontol* 1981; 52: 314-20.
20. Batenhorst KF, Bowers GM, Williams JE. Tissue changes resulting from facial tipping and extrusion of incisors in monkeys. *J Periodontol* 1974; 45: 660-8.
21. Zachrisson BU. Clinical interrelations of orthodontics and periodontics. In: Barrer H, editor. Orthodontics: the state of the art. Philadelphia: University of Pennsylvania Press; 1980. p. 105-14.
22. Janson G, et al. Extreme dentoalveolar compensation in the treatment of Class III malocclusion. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2005; 128: 787-94.
23. Lin J, Gu Y. Preliminary Investigation of Nonsurgical Treatment of Severe Skeletal Class III Malocclusion in the Permanent Dentition. *Angle Orthod* 2003; 73: 401-10.
24. Proffit WR, Ackermann JL. A systematic approach to orthodontic diagnosis and treatment planning. In: Graber TM, Swain BF, editors. Current orthodontic concepts and techniques. 4th ed. Saint Louis: C. V. Mosby; 1985.
25. Kerr WJ, Miller S, Dawber JE. Class III malocclusion: surgery or orthodontics ?. *Br J Orthod* 1992; 19: 21-24.

26. Thilander B, Rygh P, Reitan K. Tissue reactions in orthodontics. In: Graber TM, Vanarsdall RL Jr, Vig KWL, eds. *Orthodontics. Current Principles & Techniques*. 4th ed. St Louis, Mo: Elsevier Inc; 2005. p. 145–21.
27. William RP, Henry WF. The biological basis of orthodontic therapy. In: William RP, Henry WF, eds. *Contemporary Orthodontics*. 3rd ed. St Louis, Mo: Mosby Inc; 2000. p. 296–325.
28. Hibino K, Wong R. Orthodontic tooth movement enhancing bony apposition in alveolar bony defect: a case report. *Cases Journal* 2009; 2: 116 (1-4).
29. Melsen B, et al. The importance of force levels in relation to tooth movement. *Semin Orthod* 2007; 13: 220-33.
30. Ren Y, Maltha JC, Kuijpers-Jagtman AM. The rat as a model for orthodontic tooth movement—a critical review and a proposed solution. *Eur J Orthod* 2004; 26: 483-90.
31. Spyropoulos A, Tsolakis AI. Mechanobiological perspectives of tooth movement related to bone biology. *Essentials of Facial Growth*; Enlow DH, Hans MG. Second Edition Needham Press, Ann Arbor, MI 2008.
32. Iwasaki L, Haack JE, Nickel JC, Morton J. Human tooth movement in response to continuous stress of low magnitude. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2000; 117: 175-83.
33. Yee JA, et al. Rate of tooth movement under heavy and light continuous orthodontic forces. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2009; 136: 150.e1-150.e9.
34. Lee B. Forced used in bioprogressive therapy. In: Ricketts RM, Brench RW, Gugino CF, Hilger JJ, Schulhof RJ, editors. *Bioprogressive therapy*. Rocky mountain; 1979. p. 93-109.
35. Reitan K. Some factors determining the evaluation of forces in orthodontics. *Am J Orthod* 1957; 43: 32-45.
36. Dowsing P, Sandler PJ. How to effectively use a 2X4 appliance. *Journal of Orthodontics* 2004; 3: 248-258.
37. Gu Y, Rabie BM, Hägg U. Treatment effects of simple fixed appliance and reverse headgear in correction of anterior crossbites. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2000; 117: 691-9.
38. Wehrbein H, Bauer W, Diedrich PR. Mandibular incisors, alveolar bone, and symphysis after orthodontic tooth movement. A retrospective study. *Am J Orthod Dentofacial*

- Orthop* 1996; 110: 239-46.
39. Fuhrmann RAW, et al. Assesment of the dentate alveolar process with high resolution computed tomography. *Dentomaxillofac Radiol* 1995; 24: 50-4.
 40. กิตติกา กาญจนรัตน์กร. การพิจารณาขนาดตัวอย่างและกำลังของการทดสอบใน: วีระพร วุฒยวนิช นิมิตมรกต กิตติการ กาญจนรัตน์กร (บรรณาธิการ) วิจัยทางการแพทย์ (Medical research) โครงการตำราคณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 2542 หน้า 185-203.
 41. Ning F, Duan Y, Huo N. Camouflage treatment in skeletal Class III cases combined with severe crowding by extraction of four premolars. *Orthodontic Waves* 2009; 68: 80-87.
 42. ฤทัยลัยค์ จูดีโสสมกุล และ ปิยจิตร ณ ระนอง (จุลมณี โชติ). การประเมินสภาวะการเจริญเติบโตจากภาพถ่ายรังสีกะโหลกศีรษะด้านข้างในเด็กไทยกลุ่มหนึ่ง. *ว.ทันต.* 2545; 52 (6): 356-67.
 43. มนเทียร มโนสุดประสิทธิ์. ตำราทันตกรรมจัดฟัน.ขอนแก่น: โรงพิมพ์คลังนานาวิทยา; 2548.
 44. Pancherz H. The mechanism of Class II correction in Herbst appliance treatment, a cephalometric investigation. *Am J Orthod* 1982; 82: 107-113.
 45. Sarikaya S. Changes in alveolar bone thickness due to retraction of anterior teeth. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2002; 122: 15-26.
 46. Kim Y, Park JU, Kook YA. Alveolar Bone Loss around Incisors in Surgical Skeletal Class III Patients: A Retrospective 3-D CBCT Study. *Angle Orthod* 2009; 79: 676-682.
 47. Dahlberg G. Statistical Methods for Medical and Biological Students. London, UK: Allen and Unwin; 1940. p. 122-132.
 48. Trpkova B, Major P, Prasad N, Nebbe B. Cephalometric landmarks identification and reproducibility: A Meta analysis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1997; 112: 165-170.
 49. Perneger TV. What's wrong with Bonferroni adjustments?. *British Medical Journal* 1998; 316: 1236-8.
 50. Reimann S, Keilig L, A. Jager, Bourauel C. Biomechanical finite-element investigation of the position of the centre of resistance of the upper incisors. *Eur J Orthod* 2007; 29: 219-24.
 51. Abdwani, Moles DR, Noar JH. Change of Incisor Inclination Effects on Points A and B. *Angle Orthod* 2009; 79: 462-7.

52. Hassel B, Farman AG. Skeletal maturation evaluation using cervical vertebrae. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1995; 107: 58-66.
53. Garcia-Fernandez P, Torre H, Biren S, Arun T. The cervical vertebrae as maturational indications. *J Clin Orthod* 1998; 32: 221-5.
54. Kucukkeles N, Acar A, Biren S, Arun T. Comparisons between cervical vertebrae and hand-wrist maturation for assessment of skeletal maturity. *J Pediatr Dent* 1999; 24: 47-52.

ภาคผนวก

ภาคผนวก 1

หนังสือรับรองผ่านการพิจารณาและได้รับความเห็นชอบจากคณะกรรมการจริยธรรมในการวิจัย



ที่ ศธ 0521.1.03/ ๒34

คณะทันตแพทยศาสตร์
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ตู้ไปรษณีย์เลขที่ 17
ที่ทำการไปรษณีย์โทรเลขคอหงส์
อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา 90112

หนังสือฉบับนี้ให้ไว้เพื่อรับรองว่า

โครงการวิจัยเรื่อง "ผลของการใช้แรงขนาดเบาผ่านเครื่องมือจัดฟันแบบติดแน่นบางส่วน ในผู้ป่วยที่มีโครงสร้างกะโหลกศีรษะและใบหน้าประเภทที่ 3 ทั้งหมดการเจริญเติบโตแล้ว"

หัวหน้าโครงการ ทันตแพทย์หญิงศิริพร พนิตจิตรบุญ

สังกัดหน่วยงาน นักศึกษาหลังปริญญา ภาควิชาทันตกรรมป้องกัน คณะทันตแพทยศาสตร์
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ได้ผ่านการพิจารณาและได้รับความเห็นชอบจากคณะกรรมการจริยธรรมในการวิจัย (Ethics Committee) ซึ่งเป็นคณะกรรมการพิจารณาการศึกษาการวิจัยในคนของคณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ แล้วในคราวประชุมครั้งที่ 1/4553 เมื่อวันที่ 29 มกราคม 2553

ให้ไว้ ณ วันที่ 15 มีนาคม 2553

(รองศาสตราจารย์ ทพ.หญิง นันทานันท์)

รองคณบดีฝ่ายวิจัย

ประธานกรรมการ

กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทพญ. สุวรรณา จิตภักดิ์จันทร์)

กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทพ.นพ. สุรพงษ์ วงศ์วิธานนท์)

กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทพญ. อังคณา เขียวมนต์)

กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทพญ. สรียา ศรีสินทร)

กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นพ.พรชัย สติรปัญญา)

กรรมการ
(อาจารย์วาทิน สุวรรณรัตน์)

ภาคผนวก 2

ใบเชิญชวน

ขอเชิญเข้าร่วมโครงการวิจัยเรื่อง “ผลของการใช้แรงขนาดเบาผ่านเครื่องมือจัดฟันแบบติดแน่นบางส่วน ในผู้ป่วยที่มีโครงสร้างกะโหลกศีรษะและใบหน้าประเภทที่ 3 ที่หมดการเจริญเติบโตแล้ว”

เรียน ท่านผู้อ่านที่นับถือ

ข้าพเจ้า ทพญ.ศิริพร พนิตจิตบุญ นักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาทันตกรรมจัดฟัน ภาควิชาทันตกรรมป้องกัน คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ขอแจ้งรายละเอียดเกี่ยวกับ โครงการวิจัยและขอเชิญชวนท่านผู้สนใจเข้าร่วม โครงการฯ ดังนี้

โครงการวิจัยนี้จัดทำขึ้นเพื่อพัฒนาวิธีการที่ใช้ในการแก้ไขฟันหน้าสบไขว้ด้วยแรงขนาดเบา ซึ่งคาดหวังว่าภายหลังการรักษาแล้วฟันหน้าบนจะมีค่าองศาที่ใกล้เคียงค่าปกติของคนทั่วไป ใบหน้าทางด้านข้างมีความเว้าลดลงและความสัมพันธ์ระหว่างริมฝีปากบนและฟันหน้าบนใกล้เคียงค่าปกติ ซึ่งจะช่วยให้มีความสวยงามและลดความเสี่ยงต่อการเกิดผลข้างเคียงต่ออวัยวะปริทันต์ เช่น การเกิดเหงือกกร่น (gingival recession) การมีรอยเปิดแยกของกระดูก (bony dehiscence) หรือช่องกระดูกโหว่ (bony fenestration)

ผู้เข้าร่วมวิจัยจะได้รับการตรวจและบันทึกข้อมูลซึ่งประกอบด้วยการซักประวัติ เช่น ข้อมูลทั่วไป ประวัติทางทันตกรรม ประวัติทางการแพทย์ ได้รับการตรวจนอกช่องปากและภายในช่องปาก การถ่ายภาพภายนอกและภายในช่องปาก การถ่ายภาพรังสีวัดศีรษะด้านข้าง (lateral cephalometric radiograph) ภาพถ่ายรังสีพานoramิก (panoramic radiograph) และภาพถ่ายรังสีส่วนตัดอาศัยคอมพิวเตอร์ (computer tomography radiograph) โดยมีขั้นตอนในการรักษา คือ

- บันทึกข้อมูลเบื้องต้นก่อนการรักษา
- ติดเครื่องมือจัดฟันติดแน่น
- ปรับระดับฟันหน้าบนและฟันล่าง
- บันทึกข้อมูลก่อนการใช้เครื่องมือที่ออกแบบในงานวิจัย
- ทำการเคลื่อนฟันหน้าบนมาทางด้านหน้าและลงล่างจนกว่าจะมีลักษณะการสบฟัน

หน้าที่ดี (normal overjet and overbite)

- บันทึกข้อมูลหลังการใช้เครื่องมือที่ออกแบบในงานวิจัย
- ให้ความสำคัญผิดปกติของการสบฟันในตำแหน่งอื่นตามแผนการรักษาจนกว่าการรักษาจะเสร็จ

ในช่วงการรักษาจัดฟันที่เป็นงานวิจัย ผู้เข้าร่วมวิจัยต้องมารับการรักษาจัดฟัน 12 ครั้ง เดือนละ 1 ครั้ง ตลอดระยะเวลาในงานวิจัยรวม 1 ปี โดยมาปรับระดับฟัน 3 ครั้ง เคลื่อนฟันหน้าโดยใช้เครื่องมือที่ออกแบบในงานวิจัย 3 ครั้ง ติดตามผลในช่วงคงตำแหน่งฟันตัดบน 6 ครั้ง รวมเป็น 12 ครั้ง หลังจากนั้นจะให้การรักษาดตามแผนการรักษาต่อเนื่องจนเสร็จซึ่งระยะเวลาในการรักษาขึ้นกับแผนการรักษาในผู้ร่วมวิจัยแต่ละราย

หากใช้วิธีการเคลื่อนฟันตัดบนด้วยเครื่องมือที่ใช้แรงขนาดเบาเป็นระยะเวลาประมาณ 3 เดือนแล้วไม่สามารถเคลื่อนฟันตัดบนเพื่อแก้ไขลักษณะฟันหน้าสบไขว้ได้ จะทำการเปลี่ยนแผนการรักษาไปใช้แรงในการเคลื่อนฟันที่ใช้อยู่เป็นปกติทางคลินิก โดยผู้เข้าร่วมวิจัยไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมจากค่าใช้จ่ายที่ระบุไว้ในแผนการรักษา

ผู้เข้าร่วมวิจัยจะรับผิดชอบค่าใช้จ่ายในการจัดฟันตามปกติโดยมีค่าใช้จ่ายในการเก็บข้อมูล, พิมพ์ปาก, ถ่ายรูป, การจัดฟันแบบติดแน่นและภาพถ่ายรังสีในการรักษา ซึ่งเป็นค่ารักษาในอัตราปกติของคลินิกทันตกรรมจัดฟัน และ แผนกรังสี โรงพยาบาลทันตกรรม คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ส่วนค่าใช้จ่ายสำหรับภาพถ่ายรังสีวัดศีรษะด้านข้างหลังการแก้ไขฟันหน้าสบไขว้ 1 ครั้ง และการถ่ายภาพรังสีส่วนตัดคอมพิวเตอร์ (Cone beam computed tomogram) ที่ฟันหน้าบน 4 ซี่ จำนวน 2 ครั้ง ทางผู้วิจัยจะรับผิดชอบค่าใช้จ่ายในส่วนนี้ให้

ตารางที่ 7 แสดงการประมาณค่าใช้จ่ายต่อผู้เข้าร่วมวิจัย 1 ราย

ผู้รับผิดชอบ	รายการ	ค่าใช้จ่าย
ผู้เข้าร่วมวิจัย	ค่าจัดฟันแบบติดแน่นตลอดการรักษา (รวม retainer)	24,000 บาท
	ค่าพิมพ์ปาก, ถ่ายรูป, เก็บข้อมูล	600 บาท
	ภาพถ่ายรังสีวัดศีรษะด้านข้างตลอดการรักษา ประมาณ 3 ฟิล์ม	360 บาท
	ภาพถ่ายรังสี panoramic ตลอดการรักษา ประมาณ 3 ฟิล์ม	600 บาท
	รวม	25,560บาท
คณะผู้วิจัย	ภาพถ่ายรังสีวัดศีรษะด้านข้าง 1 ฟิล์ม	120 บาท
	การถ่ายภาพรังสีส่วนตัดอาศัยคอมพิวเตอร์ ที่พื้น หน้าบน 4 ซี 2 ครั้ง (ครั้งละ 2,500 บาท)	5,000 บาท
	รวม	5,120บาท

ในแง่ของการควบคุมความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้น เนื่องจากปริมาณแรงที่ใช้ในการเคลื่อนฟันเป็นแรงที่น้อยกว่าแรงที่ใช้ในการเคลื่อนฟันเป็นปกติในคลินิก จึงมีความปลอดภัยในการเคลื่อนฟันไม่แตกต่างจากการเคลื่อนฟันด้วยวิธีการรักษาปกติ อย่างไรก็ตามผู้เข้าร่วมวิจัยจะได้รับการตรวจประเมินอาการและอาการแสดงที่บ่งชี้ว่ามีความผิดปกติอันเกิดจากการเคลื่อนฟัน ในทุก ๆ ครั้งที่มาพบทันตแพทย์ผู้ให้การรักษา หากตรวจพบมีความผิดปกติจะหยุดการรักษาในทันที

ถ้าท่านตัดสินใจเข้าร่วมโครงการวิจัยนี้ จะมีขั้นตอนของการวิจัยที่จำเป็นต้องขอความร่วมมือของท่านตามที่กล่าวมาข้างต้น ซึ่งจะไม่ก่อให้เกิดความเจ็บปวดและอันตรายต่อเนื้อเยื่อมากไปกว่าการใช้เครื่องมือจัดฟันติดแน่นชนิดอื่นแต่อย่างใด โดยผู้เข้าร่วมโครงการฯต้องมารับการรักษาและติดตามผล ณ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ตามระยะเวลาที่กำหนดอย่างเคร่งครัด

ไม่ว่าท่านจะเข้าร่วมในโครงการวิจัยนี้หรือไม่ ท่านจะยังคงได้รับการรักษาที่ดี เช่นเดียวกับผู้ป่วยอื่นๆ และถ้าท่านต้องการที่จะถอนตัวออกจากการศึกษานี้เมื่อใดท่านก็สามารถทำได้อย่างอิสระ

หากท่านมีคำถามใดๆ ก่อนที่จะตัดสินใจเข้าร่วมโครงการนี้ โปรดซักถามจาก คณะผู้วิจัยได้อย่างเต็มที่

ขอขอบคุณเป็นอย่างสูง
ทพญ.ศิริพร พนิตจิตบุญ

***หมายเหตุ :- กรุณาอ่านข้อความให้เข้าใจก่อนเซ็นชื่อยินยอมเข้าร่วมโครงการ**

แบบยินยอมเข้าร่วมการศึกษา

โครงการวิจัยเรื่อง ผลของการใช้แรงขนาดเบาผ่านเครื่องมือจัดฟันแบบติดแน่น
บางส่วน ในผู้ป่วยที่มีโครงสร้างกะโหลกศีรษะและใบหน้าประเภทที่ 3 ที่หมดการเจริญเติบโตแล้ว

วันที่ _____ เดือน _____ พ.ศ. _____

ข้าพเจ้า _____ อายุ _____ ปี
อาศัยอยู่บ้านเลขที่ _____ หมู่ _____ ถนน _____
ตำบล _____ อำเภอ _____
จังหวัด _____ ได้รับการอธิบายถึงวัตถุประสงค์ของการวิจัย

วิธีการวิจัย อันตรายที่อาจเกิดขึ้นจากการวิจัย รวมทั้งประโยชน์ที่จะเกิดขึ้นจากการวิจัยอย่าง
ละเอียด และมีความเข้าใจดีแล้ว

หากข้าพเจ้ามีข้อสงสัยประการใด หรือเกิดผลข้างเคียงจากการวิจัยสามารถติดต่อ
กับ ทพญ.ศิริพร พนิตจิตบุญ ได้ที่ ภาควิชาทันตกรรมป้องกัน คณะทันตแพทยศาสตร์
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ หมายเลขโทรศัพท์ 074-287601 และ 086-4881024 หรือ เมื่อมีปัญหา
ใดๆ เกิดขึ้นเนื่องจากการทำวิจัยในเรื่องนี้ ข้าพเจ้าสามารถร้องเรียนได้ที่คณะ
ทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัย สงขลานครินทร์ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา 90112 หมายเลขโทรศัพท์ 074-
287510

หากผู้วิจัยมีข้อมูลเพิ่มเติมทั้งทางด้านประโยชน์และโทษที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยนี้
ผู้วิจัยจะแจ้งให้ข้าพเจ้าทราบอย่างรวดเร็วโดยไม่มีปิดบัง

ข้าพเจ้ามีสิทธิ์ที่จะขอถอนการเข้าร่วมโครงการวิจัย โดยจะแจ้งให้ทราบล่วงหน้าโดย
การงดการเข้าร่วมการวิจัยนี้จะไม่ผลต่อการได้รับบริการหรือการรักษาที่ข้าพเจ้าจะได้รับแต่อย่าง
ใด

ผู้วิจัยรับรองว่าจะเก็บข้อมูลเฉพาะที่เกี่ยวกับตัวข้าพเจ้าเป็นความลับ จะไม่เปิดเผย
ข้อมูลหรือผลการวิจัยของข้าพเจ้าเป็นรายบุคคลต่อสาธารณชน แต่จะเปิดเผยได้ในรูปแบบที่เป็นสรุป
ผลการวิจัย หรือการเปิดเผยข้อมูลต่อผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับการสนับสนุนและกำกับดูแลการวิจัย

ข้าพเจ้าได้อ่าน/ได้รับการอธิบายข้อความข้างต้นแล้ว และมีความเข้าใจดีทุก
ประการ จึงได้ลงนามในใบยินยอมนี้ด้วยความเต็มใจ โดยนักวิจัยได้ให้สำเนาแบบยินยอมที่ลงนาม
แล้วกับข้าพเจ้าเพื่อเก็บไว้เป็นหลักฐาน จำนวน 1 ชุด

ลงชื่อ.....ผู้ยินยอม
 ลงชื่อ.....หัวหน้าโครงการ
 ลงชื่อ.....พยาน
 ลงชื่อ.....พยาน

หรือ ในกรณีผู้ยินยอมเข้าร่วมโครงการฯยังไม่บรรลุนิติภาวะ จะต้องได้รับการยินยอมจากผู้ปกครอง
 ให้ผู้เกี่ยวข้องเซ็นชื่อ ดังนี้

ลงชื่อ.....ผู้ยินยอม
 ลงชื่อ.....บิดา/ผู้ใช้อำนาจปกครอง
 ลงชื่อ.....มารดา
 ลงชื่อ.....หัวหน้าโครงการ
 ลงชื่อ.....พยาน
 ลงชื่อ.....พยาน

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ สกุล นางสาวศิริพร พนิตจิตบุญ

รหัสประจำตัวนักศึกษา 5310820023

วุฒิการศึกษา

วุฒิ	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
ทันตแพทยศาสตรบัณฑิต	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	2549

ทุนการศึกษา (ที่ได้รับในระหว่างการศึกษา)

ทุนอุดหนุนการศึกษาระดับบัณฑิตศึกษาภายในประเทศ โรงพยาบาลเว็
งอำเภอเวียง จังหัดนราธิวาส ปีการศึกษา 2552 –2555

ตำแหน่งและสถานที่ทำงาน

ทันตแพทย์ชำนาญการ กลุ่มงานทันตกรรม โรงพยาบาลเว็
งอำเภอเวียง จังหัดนราธิวาส

การตีพิมพ์เผยแพร่ผลงาน

ศิริพร พนิตจิตบุญ, อุดม ทองอุดมพร, ไชยรัตน์ เฉลิมรัตนโรจน์. การเปลี่ยนแปลงทางภาพรังสีวัด
ศีรษะจากการใช้แรงขนาดเบาผ่านเครื่องมือจัดฟันแบบติดแน่นบางส่วนอย่างง่ายสำหรับการ
รักษาแบบอำพรางความผิดปกติของโครงสร้างขากรรไกรประเภทที่ 3 ในผู้ป่วยหญิงไทยกลุ่ม
หนึ่ง. ในการประชุมวิชาการ การเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาแห่งชาติ ครั้งที่ 23;
23-24 ธันวาคม 2554; จังหัดนคธาธาสิมา, ประเทศไทย. คณะวิทยาศาสตร์และศิลปศาสตร์,
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน; 2554.