รายงานโครงการวิจัย

เรื่อง

การประยุกต์เครื่องมือยึดกะโหลกศีรษะแบบภายนอกมาใช้ยึดกระดูกขากรรไกรบน

(Modification of Halo Frame to be used as Maxillary Bone Distraction Device)

ผศ. เศรษฐกร	พงศ์พานิช	หัวหน้าโครงการ
รศ. วิลาศ	สัตยสัณห์สกุล	ผู้ร่วมโครงการ
ผศ. ปัญญรักษ์	งามศรีตระกูล	ผู้ร่วมโครงการ
รศ. ดร. ชูเกียรติ	ดุปตานนท์	ผู้ร่วมโครงการ
อ. ภาณุ	สุภัทราวิวัฒน์	ผู้ร่วมโครงการ

คณะทันตแพทยศาสตร์ และคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

2550

Modification of Halo Frame used as Maxillary Bone Distraction Device: Skull Model

Abstract

วัตถุประสงค์ : การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อประดิษฐ์เครื่องมือยึดกระดูกขากรรไกรบน แบบใช้ภายนอก ที่มีราคาไม่แพง โดยใช้ร่วมกับเครื่องมือยึดกะโหลกศีรษะ (Halo frame) เพื่อใช้ในการรักษาผู้ป่วยที่มีขนาดกระดูกขากรรไกรบนเล็กมาก เครื่องมือนี้สามารถปรับให้เคลื่อนที่ได้หลายทิศทาง และมีความแข็งแรงพอในการใช้เลื่อนกระดูกขากรรไกรบนออกไปทางด้านหน้า นอกจากนี้ความร่วมมือกันระหว่างคณะทันตแพทยศาสตร์ และคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ในการประดิษฐ์คิดค้นเครื่องมือนี้ เป็นข้อได้เปรียบที่ทำให้เครื่องมือนี้สามารถนำมาใช้กับผู้ป่วยได้จริง และมีกลไกทางวิศวกรรมที่มีประสิทธิภาพ

สารบัญเรื่อง (Table of Contents)

	หน้า
1. กิตติกรรมประกาศ (Acknowledgement)	(1)
2. บทคัดย่อ (Abstract)	(2)
3. บทนำ (Introduction)	1
4. วิธีดำเนินการวิจัย (Materials & Methods)	5
5. ผลการวิจัย (Results)	7
6. อภิปราย/วิจารณ์ (Discussion)	22
7. สรุป (Conclusion)	24
8. บรรณานุกรม (Reference)	25
9. ภาคผนวก (Appendix)	29

สารบัญตาราง (List of Table)

หน้า

1. ตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงดึงสปริงกับระยะยืดของสปริง 19

สารบัญภาพ (List of Illustrations)

	หน้า
1. ภาพด้านขวาของเครื่องมือ	5
2. ภาพด้านบนของเครื่องมือ	6
3. ภาพแสดงกลไกสำหรับตั้งระยะเริ่มต้นให้เครื่องมือปรับระยะต่าง ๆ	7
4. ภาพ Exploded view ของเครื่องมือ	8
5. แบบ Front Cap ของเครื่องมือ	9
6. แบบแป้นเกลียวปรับระยะของเครื่องมือ	10
7. แบบ Rear Cap ของเครื่องมือ	11
8. แบบสลักเกลียวปรับระยะของเครื่องมือ	12
9. แบบตัวยึดอุปกรณ์เข้ากับแกนจับ	13
10. ภาพ Front Cap, Rear Cap, ตัวยึดอุปกรณ์เข้ากับแกนจับ, แป้นเกลียวปรับระยะ	14
11 ภาพการประกอบชิ้นส่วนรูปที่ 10 เข้าด้วยกัน	14
12. ภาพสลักเกลียวปรับระยะของเครื่องมือ	15
13. ภาพการประกอบชิ้นส่วนรูปที่ 11-12 เข้าด้วยกัน	15
14. แกนยึดในแนวดิ่ง	16
15. อุปกรณ์หมุนเกลียวปรับระยะของเครื่องมือ	16
16. ภาพแสดงลักษณะการใช้อุปกรณ์หมุนเกลียวเครื่องมือ	17
17. ภาพราวโลหะยึดฟันและแกนเชื่อมต่อ (dental arch bar with extension rod)	17
18. ภาพข้อต่อโลหะสำเร็จรูป (universal clamp)	18
19. ภาพการใช้ universal clamp ยึดเชื่อมต่อระหว่าง dental arch bar with extension rod	18
20. ชุดยึดกระดูกขากรรไกรทำมาจาก Stainless steel เมื่อประกอบเสร็จสมบูรณ์	19
21. กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงดึงกับระยะยืดของสปริง	20
22. รูปแสดงการใช้แรงดึงของสปริงทดลองยึดกระดูกขากรรไกรด้านล่าง	20
23. ภาพแสดงลักษณะการยืดตัวของสปริง	21
24. ภาพแสดงการยืดตัวของกระดูกขากรรไกรภายใต้สภาวะที่มีแรงกระทำเพื่อให้มีสถานะเหมือนการใช้งานจริง	21

Introduction

ในปัจจุบันนี้ความรู้เรื่องการยืดกระดูกอย่างช้าๆ โดยขณะเดียวกันมีการสร้างกระดูกเพิ่มขึ้นมาใหม่ (distraction osteogenesis) นั้น ได้มีการพัฒนาขึ้นมาก และได้มีการศึกษาวิจัยกันอย่างกว้างขวางหลักการรักษากระดูกหักโดยใช้แรงดึง (traction force) เข้ามาใช้นั้นมีมาตั้งแต่สมัยโบราณ โดยมีหลักฐานว่า Hippocrates ประดิษฐ์เครื่องมือที่มีไม้และหนังมาใช้ในการดึงกระดูกหลักให้เข้าที่ วิวัฒนาการต่อมาของการยืดกระดูกนั้น เกี่ยวข้องกับการพัฒนาและการใช้ร่วมกันของ แรงดึง การยึดของกระดูก และเทคนิคการตัดกระดูก จากหลักฐานพบว่าในคริสต์ศตวรรษที่ 14 Chauliac เป็นคนแรกที่ใช้แรงดึงของกระดูกอย่างต่อเนื่อง (continuous traction) มาใช้ในการรักษาดึงกระดูกขาที่หัก Barton ในปี ค.ศ. 1826 ได้ชื่อว่าเป็นบุคคลแรกที่ทำการผ่าตัดโดยการตัดกระดูก (osteotomy) กลางคริสต์สตวรรษที่ 19 Malagaigne ได้ประดิษฐ์เครื่องมือที่มีลักษณะเป็นตะขอคู่สองด้านเชื่อมกันด้วยสกรูเพื่อใช้ในการรักษากระดูกสะบ้าหัวเข่าที่หัก โดยการใช้ตะขอคู่จิกลงไปบนผิวหนังและลึกลงไปถึงกระดูกสะบ้าหัวเข่า แล้วไขสกรูอย่างช้าๆ เพื่อดึงกระดูกสองส่วนที่หักให้มายึดติดกัน เครื่องมือนี้ถือได้ว่าเป็นต้นแบบของเครื่องมือยึดกระดูกแบบภายนอก (external skeletal fixation) ต้นคริสต์ศตวรรษที่ 20 Codivilla ได้รวมเทคนิคต่างๆ ข้างต้นมาใช้ในการตัดกระดูกขาและยืดขาซึ่งมีเฝือกหุ้มออก โดยใช้แรงดึงออกไปทางปลายเท้าจนได้ความยาวตามต้องการ ต่อมามีศัลยแพทย์หลายคนได้ประยุกต์ใช้วิธีของ Codivilla ไปปรับปรุง ตั้งแต่เทคนิคการตัดกระดูก แบบแผนในการยึดกระดูก และเครื่องมือในการยึดกระดูก ผู้ที่มีส่วนสำคัญในการพัฒนาเรื่องการยืดของกระดูกคือศัลยแพทย์ชาวรัสเซียชื่อ Gavril Ilizarov โดยในปี ค.ศ. 1951 เขาได้ออกแบบเครื่องมือยึดกระดูกแบบใหม่โดยใช้ห่วงโลหะกับลวดยึดกระดูกขาไว้ กระดูกถูกตัดโดยรอบเฉพาะกระดูกส่วนนอก (cortical bone) และเริ่มยืดกระดูกออกหลังการตัดกระดูก 5-7 วัน (latency period) ในอัตรา 1 มิลลิเมตรต่อวัน โดยยืดครั้งละ 0.25 มิลลิเมตร 4 ครั้งต่อวัน ประสบผลสำเร็จในการยืดกระดูกขาโดยมีกระดูกใหม่สร้างขึ้นมาเป็นปกติได้ หลังจากนั้น Ilizarov ได้ทำการทดลองอีกมากมายในเรื่อง distraction osteogenesis ทั้งในคนและสัตว์ทดลอง เขาจึงถือว่าเป็นผู้บุกเบิกความรู้และเทคนิคเรื่องการยืดกระดูกให้แพร่หลายกว้างขวางอย่างแท้จริง

การยืดกระดูกบริเวณกระดูกขากรรไกรและใบหน้านั้น ใช้หลักการเดียวกับการยืดกระดูกบริเวณกระดูกขาตามที่กล่าวมาแล้วข้างต้น โดยในปี ค.ศ. 1927 Rosenthal ได้ทำการเลื่อนกระดูกขากรรไกรล่าง (mandible) ออกเป็นครั้งแรก โดยใช้เครื่องมือในช่องปากยึดติดกับฟัน และออกแรงเลื่อนขากรรไกรล่างออกในระยะเวลา 1 เดือน 10 ปีต่อมา Kazanjian ทำการผ่าตัดเลื่อนขากรรไกรล่างออกมาทางด้านหน้า โดยใช้แรงดึงต่อเนื่องจากยางยืดเป็นเวลา 17 วัน แล้วจึงมัดฟันล่างยึดติดกับฟันบนให้อยู่นิ่งในตำแหน่งที่ขากรรไกรล่างถูกดึงออกมาแล้วเป็นเวลา 11 สัปดาห์ Crawford ในปี ค.ศ. 1948 รักษากระดูกขากรรไกรล่างที่หักในแนวกลาง 2 สัปดาห์มาแล้วและล้มเข้าหากัน โดยการใช้

เครื่องมือค่อยๆ ถ่างออก เป็นเวลา 3 วัน จนกระทั่งเข้าสู่แนวสบฟันที่ปกติ กระดูกใหม่ (callus) ที่ถูกสร้างขึ้นมาก่อนแล้วจะถูกยืดออกไปด้วย หลังจากนั้นขากรรไกรล่างจะถูกยึดไว้กับขากรรไกรบนในตำแหน่งที่ถูกต้อง ในปี ค.ศ. 1959 Kole ได้รักษาปิดช่องห่างระหว่างฟันหน้าบนและฟันหน้าล่าง (anterior openbite) ด้วยการตัดกระดูกขากรรไกรบนส่วนหน้าให้แยกออก แล้วใช้ยางดึงหลังจากการผ่าตัด 10 วัน จนกระทั่งฟันหน้าบนลงมาสบกับฟันหน้าล่างปิดช่องห่างที่เดิมมีอยู่ หลังจากนั้นจึงยึดขากรรไกรบนและล่างไว้เป็นเวลา 3 สัปดาห์ ตามด้วยการใส่เฝือกบริเวณเพดานปากไว้อีก 3 สัปดาห์ ในช่วงแรกเทคนิคการยืดกระดูกอย่างช้าๆ นี้ยังๆ ไม่เป็นที่ยอมรับ เนื่องจากการพัฒนาเครื่องมือในการยึดกระดูกร่วมกับการยืดกระดูกยังไม่ดีเพียงพอ จึงทำให้ไม่สามารถควบคุมทิศทางและความคงที่ของชิ้นกระดูกได้ดี ต่อมาในปี ค.ศ. 1973 ได้มีการประยุกต์ใช้หลักการของ Ilizarov เป็นครั้งแรกในบริเวณกระดูกขากรรไกร โดย Snyder และคณะ ได้ทำการทดลองตัดและยึดกระดูกขากรรไกรล่างในสุนัขประสบผลสำเร็จด้วยเครื่องมือยึดกระดูกแบบภายนอก ไม่กี่ปีถัดมา Michiele และ Miotti ได้ทำการทดลองลักษณะเดียวกัน แต่ใช้เครื่องมือยึดภายในช่องปาก ในปี ค.ศ. 1982 Panikarovski และคณะ ได้ทำการศึกษาเซลล์กระดูกขากรรไกรล่างที่เกิดใหม่จากการยืดกระดูกขากรรไกรล่างในสุนัข 41 ตัว พบว่าเหมือนกับลักษณะที่เกิดขึ้นในกระดูกขาที่เคยมีการศึกษามาก่อน ในปี ค.ศ. 1989 McCarthy และคณะทำการรักษาผู้ป่วยที่มีความผิดปกติของกระดูกขากรรไกรล่างเป็นครั้งแรกโดยการใช้เทคนิคการยืดกระดูกแบบยึดภายนอก ต่อมาได้มีการพัฒนามากขึ้นในการควบคุมทิศทางการยืดกระดูก และสามารถใช้เครื่องมือในช่องปากในการยืดกระดูกขากรรไกรล่าง

ในส่วนของขากรรไกรบน มีการศึกษาครั้งแรกในปี ค.ศ. 1993 โดย Rachmiel และคณะ โดยการยืดกระดูกขากรรไกรบนออกมาด้านหน้าในแกะ 5 ตัว ในปี ค.ศ. 1995 Block และคณะได้ทำการทดลองยืดขากรรไกรบนในสุนัขโดยใช้เครื่องมือในช่องปากที่ยึดติดกับฟัน และต่อมาได้มีการศึกษาเปรียบเทียบการกลับคืนของชิ้นที่ยืดระหว่างการใช้ตัวยึดเป็นฟัน และตัวยึดที่เป็นรากฟันเทียม พบว่าการใช้รากฟันเทียมจะทำให้มีการกลับคืนน้อยกว่า ในปี ค.ศ. 1996 Rachmiel และคณะได้มีการทดลองการยืดขากรรไกรบนในแกะโดยใช้เครื่องมือที่มีการควบคุมการเคลื่อนของขากรรไกรได้หลายทิศทาง (three-dimensional control) นอกจากนี้ Carls และคณะได้มีการทดลองยึดส่วนหลังของกระดูกเพดานปากสุนัข เพื่อลดช่องว่างของช่องจมูกและคอทางด้านหลัง (velopharyngeal incompetence) เป็นผลสำเร็จ

ในการนำเครื่องมือยึดกระดูกขากรรไกรบนและกระดูกใบหน้าส่วนกลาง (midface) แบบยึดภายนอก (Rigid External Distraction Device (RED)) ซึ่งมี Halo frame ยึดกับกระดูกกะโหลกศีรษะมาใช้กับผู้ป่วยจริงนั้น มีรายงานในปี ค.ศ. 1995 โดย Polley และคณะ และได้มีรายงานอีกมากมายตามมาของ Polly และ Figueroa ถึงความสำเร็จของการยืดกระดูกและเนื้อเยื่ออ่อนโดยรอบด้วยเทคนิคนี้ ในช่วงเดียวกัน Cohen ได้พัฒนาเครื่องมือยึดกระดูกขากรรไกรบนภายในช่องปาก เรียก Modular Internal Distraction (MID) system ต่อมาบริษัทเครื่องมือแพทย์ต่างๆ ได้ปรับปรุงและพัฒนา

เครื่องมือยึดกระดูกขากรรไกรบนทั้งแบบยึดภายนอกและยึดภายในช่องปากเป็นของตนเอง และมีการใช้กันอย่างแพร่หลายมากขึ้น ข้อดีของการใช้เครื่องมือแบบยึดภายนอกเมื่อเปรียบเทียบกับแบบยึดภายในนั้น คือสามารถยึดกระดูกออกได้มากกว่า และควบคุมทิศทางของการเคลื่อนที่ของชิ้นกระดูกได้ดีกว่า แต่จะค่อนข้างใหญ่เทอะทะ เห็นอยู่ภายนอก อาจไม่เป็นที่ยอมรับของผู้ป่วย อีกทั้งอาจมีแผลเป็นในบริเวณที่ส่วนยึดแทงทะลุผ่านผิวหนังไปยังกระดูก อย่างไรก็ตามในผู้ป่วยที่มีความผิดปกติของกระดูกขากรรไกรมาก การใช้เครื่องมือแบบยึดภายนอกอาจเป็นสิ่งที่ดีกว่า

ถึงแม้ว่าการผ่าตัดเลื่อนขากรรไกรบนออกมาทันที (orthognathic surgery) เพื่อแก้ไขความผิดปกติ จะเป็นที่ยอมรับและมีการใช้กันอย่างกว้างขวาง แต่มีข้อจำกัดบางอย่างในการดึงกระดูกชิ้นที่ตัดออกมาทางด้านหน้า โดยเฉพาะในรายที่มีความผิดปกติมาก ได้แก่เนื้อเยื่ออ่อนโดยรอบไม่สามารถถูกดึงตามออกมาได้ หรือถึงแม้จะดึงออกมาได้แต่ไม่สามารถคงที่อยู่ในตำแหน่งเดิมได้ จะถูกดึงรั้งกลับเข้าที่เดิมในภายหลัง รวมทั้งอาจมีการละลายของกระดูกและการเปลี่ยนแปลงของเนื้อเยื่อ ทำให้การใช้งานและความสวยงามเสียไป การยืดกระดูกออกอย่างช้าๆ (distraction osteogenesis) จึงเป็นทางเลือกที่ดีในการแก้ไขความผิดปกตินี้ นอกจากจะเพิ่มกระดูกที่สร้างขึ้นใหม่แล้วยังทำให้เนื้อเยื่ออ่อนโดยรอบ ได้แก่ เหงือก หลอดเลือด เส้นเอ็น กระดูกอ่อน กล้ามเนื้อ และเส้นประสาท สามารถปรับตัวให้อยู่ในตำแหน่งใหม่ได้ (distraction histiogenesis) มีผลให้สามารถยืดกระดูกออกได้มากขึ้นกว่าการผ่าตัดแล้วเลื่อนออกมาทันที รวมทั้งการกลับคืนที่เดิมของชิ้นกระดูกมีน้อยกว่ามากด้วย นั่นคือความคงที่ของชิ้นกระดูกที่ถูกเลื่อนออกมาจะมีสูง

ปัจจุบันนี้วิวัฒนาการในการพัฒนาเครื่องมือยึดกระดูกแบบใหม่ๆ ยังไม่หยุดนิ่ง ยังมีผู้คิดค้นออกมาอยู่เรื่อยๆ โดยมีหลายแบบให้เลือกในท้องตลาดของเครื่องมือแพทย์ ซึ่งทั้งหมดผลิตโดยบริษัทต่างประเทศ อนึ่งในเรื่องราคาของเครื่องมือที่ผลิตจากบริษัทต่างประเทศนั้นมีราคาสูงมาก ทางกลุ่มผู้ร่วมงานวิจัยจึงมีแนวคิดในการประดิษฐ์เครื่องมือยึดขากรรไกรบนแบบยึดภายนอกขึ้นโดยประยุกต์ใช้กับเครื่องมือยึดกะโหลกศีรษะ (Halo frame) ที่มีอยู่แล้ว อีกทั้งมีผู้ป่วยหลายรายมีความผิดปกติมากและกำลังอยู่ในขั้นตอนการรักษา จำเป็นจะต้องใช้วิธีการยืดกระดูกขากรรไกรบนออกมาทางด้านหน้า ซึ่งผู้ป่วยกลุ่มใหญ่จะเป็นผู้ป่วยในกลุ่มของผู้ป่วยปากแหว่งและเพดานโหว่ ที่มีการเจริญเติบโตของขากรรไกรบนน้อยกว่าปกติ งานวิจัยนี้จำเป็นต้องอาศัยผู้ร่วมวิจัย 2 กลุ่มร่วมมือกัน กลุ่มแรกเป็นกลุ่มของศัลยแพทย์ช่องปากและแม็กซิลโลเฟเชียล ซึ่งมีแนวคิดและความสามารถในการผ่าตัดเลื่อนขากรรไกรของผู้ป่วยที่มีความผิดปกติได้ และเป็นผู้ดูแลผู้ป่วยในกลุ่มนี้อยู่ อีกกลุ่มหนึ่งจะเป็นกลุ่มของวิศวกรผู้ที่สามารถออกแบบกลไกของเครื่องมือเพื่อนำไปใช้ยึดและเลื่อนกระดูกขากรรไกรบน โดยทั้งสองกลุ่มนี้ต้องทำงานร่วมกัน เพื่อให้ได้เครื่องมือที่มีประสิทธิภาพ นำไปใช้กับผู้ป่วยจริงได้

วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. เพื่อออกแบบและประดิษฐ์เครื่องมือที่มีกลไกในการเคลื่อนยึดกระดูกขากรรไกรบนได้อย่างช้าๆ ในอัตราประมาณ 1 มิลลิเมตรต่อวัน

2. ประยุกต์ใช้เครื่องมือที่ประดิษฐ์ขึ้นใหม่ดังกล่าวข้างต้นร่วมกับเครื่องมือยึดกะโหลกศีรษะที่มีอยู่เดิมแล้ว

3. เพื่อให้สามารถใช้เครื่องมือที่ประยุกต์ใหม่ดังกล่าวข้างต้น เคลื่อนกระดูกขากรรไกรบนในทิศทางที่ต้องการได้เป็น 3 มิติ ได้แก่ เคลื่อนออกไปทางด้านหน้า เคลื่อนลงด้านล่าง และเคลื่อนหมุนในแนวซ้าย-ขวา

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถประยุกต์เครื่องมือที่มีอยู่มาใช้ในการรักษาผู้ป่วยในกลุ่มที่มีขากรรไกรบนเจริญน้อยกว่าปกติได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีความคงที่

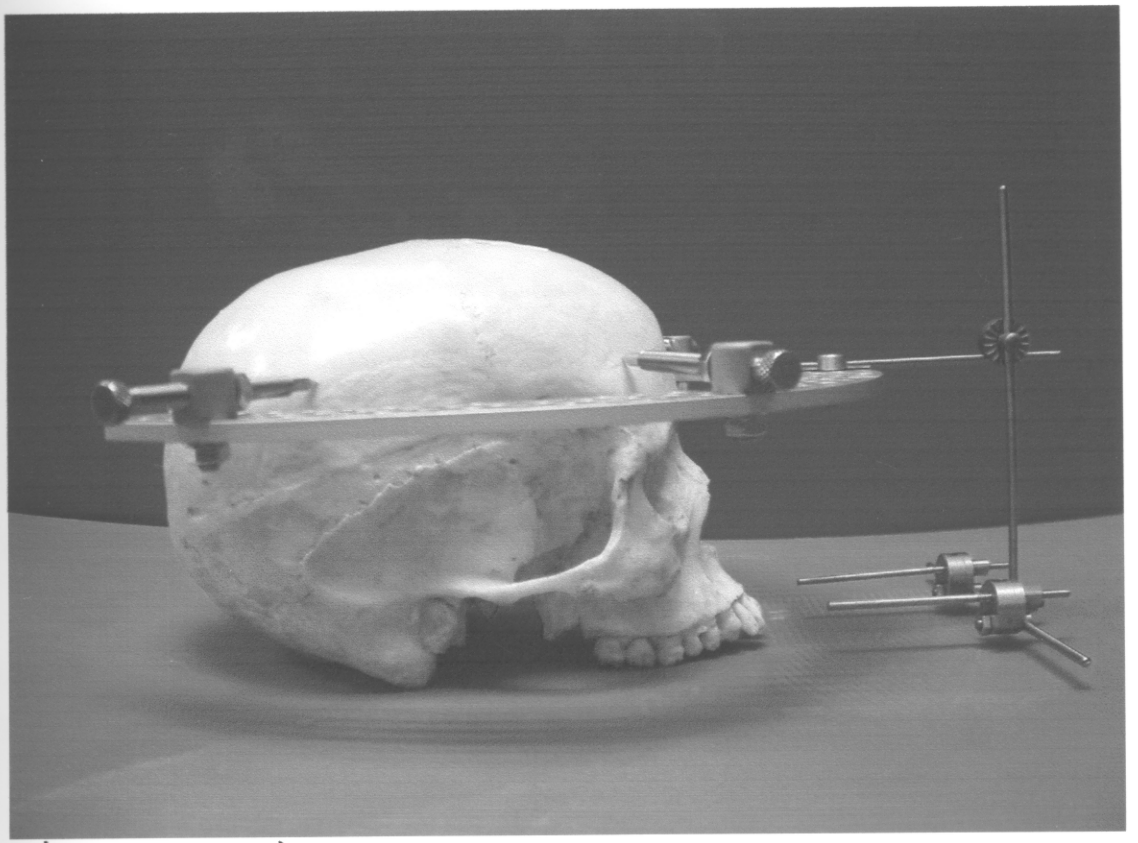
2. ลดต้นทุนในการซื้อเครื่องมือจากต่างประเทศ และลดค่าใช้จ่ายในการรักษาของผู้ป่วย

3. เป็นต้นแบบของการพัฒนาเครื่องมือยึดกระดูกขากรรไกรแบบยึดในช่องปากในอนาคต

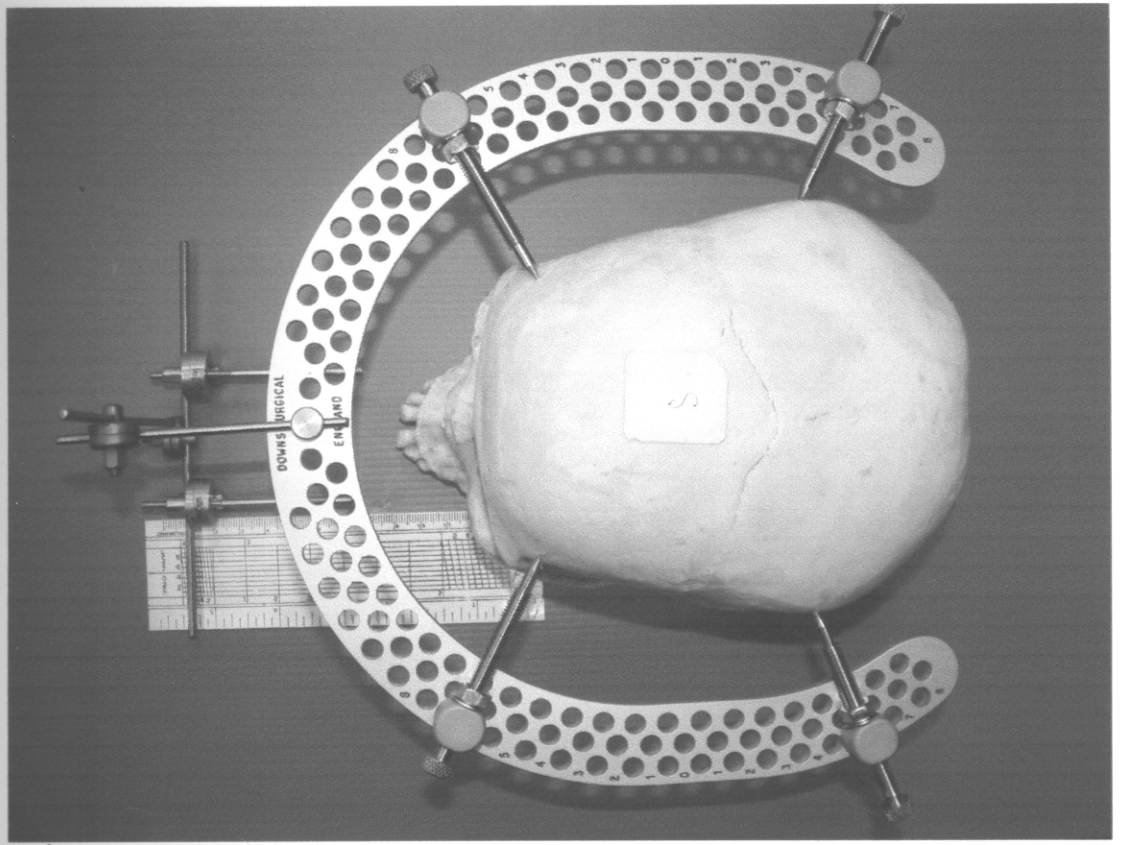
Materials & Methods

แบ่งออกเป็นขั้นตอนตามลำดับได้ดังนี้

1. ออกแบบกลไกของเครื่องมือ โดยใช้เครื่องมือยึดกะโหลกศีรษะ (Halo frame) เดิมที่มีอยู่เชื่อมกับเครื่องมือยึดกระดูกขากรรไกรบน (Maxillary distractor device) ที่ประดิษฐ์ขึ้นใหม่



รูปที่ 1 รูปด้านข้างของเครื่องมือ



รูปที่ 2 รูปด้านบนของเครื่องมือ

รูปที่ 1 และ 2 แสดงเครื่องมือยึดกะโหลกศีรษะและแนวแกนเชื่อมยึดกับขากรรไกรบน ส่วนของกลไกการยึดและเคลื่อนกระดูกขากรรไกรบนได้รับการออกแบบโดยอาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

2. สร้างเครื่องมือตามแบบ

3. ทดลองใช้เครื่องมือในการเคลื่อนกระดูกขากรรไกรบนในหุ่นจำลองของกระดูกกะโหลกศีรษะ เพื่อดูทิศทางของการเคลื่อนว่าสามารถเป็นไปตามแนว 3 มิติที่กำหนดไว้ได้หรือไม่

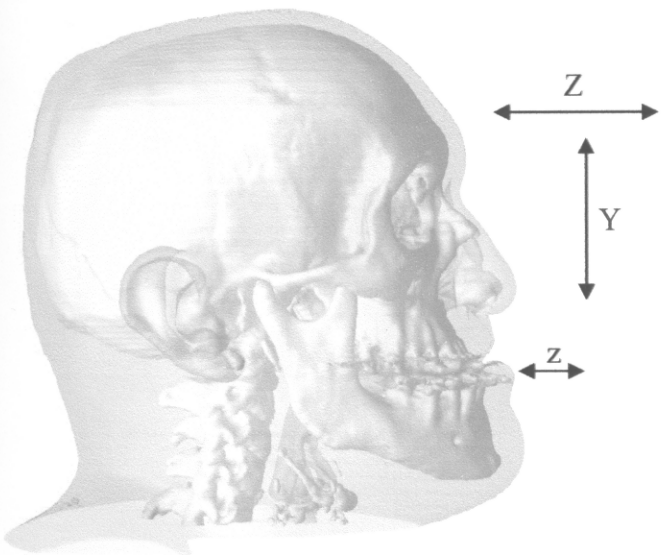
4. ทดสอบการทำงานของเครื่องมือภายใต้สภาวะที่มีแรงกระทำ เพื่อให้มีสถานะเหมือนการใช้งานจริง โดยใช้สปริงแทนส่วนของเนื้อเยื่อที่ถูกดึง

Results

1. ขั้นตอนการออกแบบกลไกของเครื่องมือ

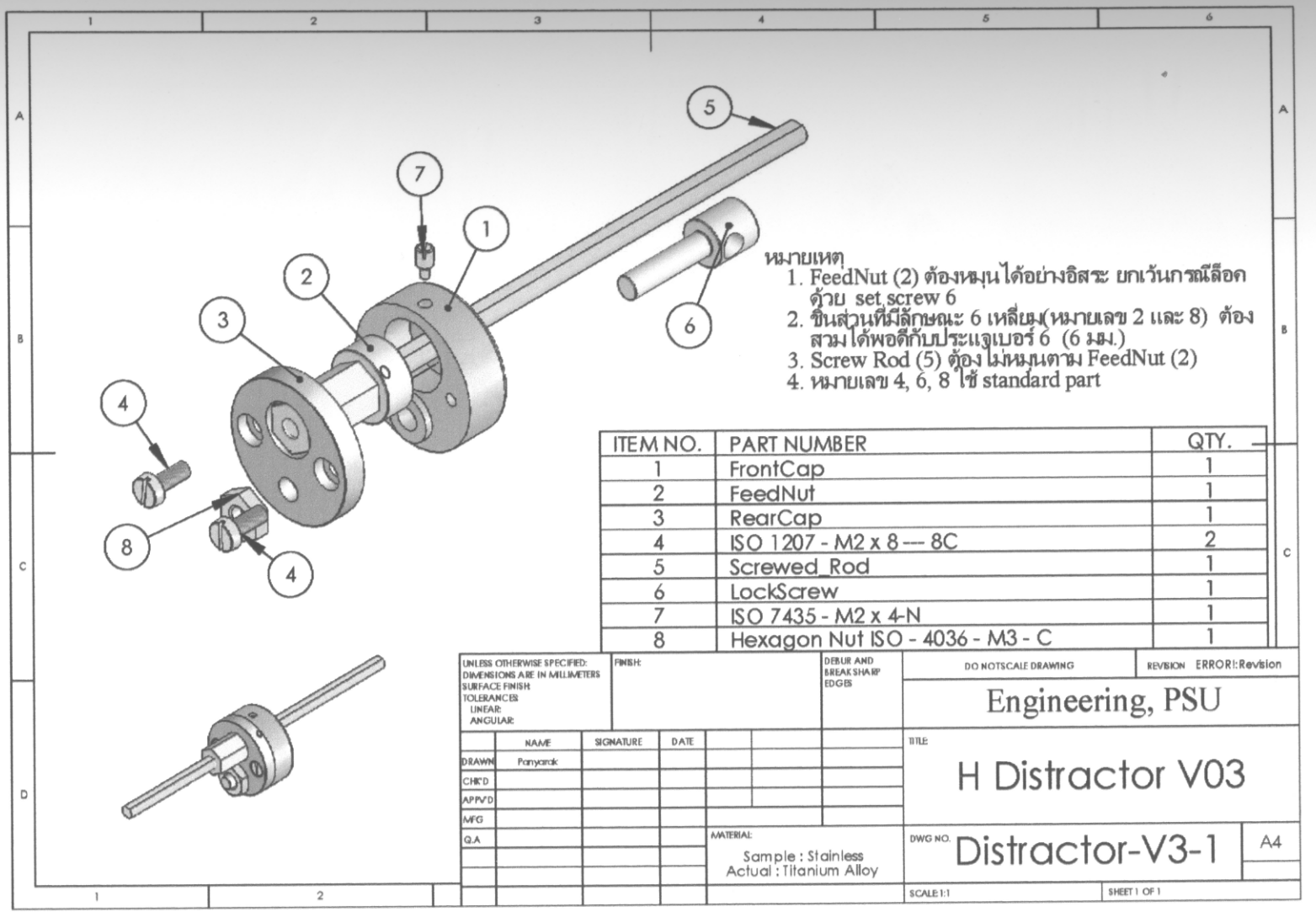
ได้ดำเนินการออกแบบเครื่องมือโดยอาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ โดยได้กำหนดให้เครื่องมือสามารถปรับระยะต่างๆ ได้ดังนี้

1) ตั้งระยะเริ่มต้นในแนวดิ่งได้ (Y)
2) ตั้งระยะเริ่มต้นในแนวนอนในทิศทางซ้าย-ขวาของใบหน้าได้ (X)
3) ตั้งระยะเริ่มต้นในแนวนอนในทิศทางหน้า-หลังได้ (Z)
4) ปรับระยะในแนวนอนในทิศทางหน้า-หลัง(z) เพื่อยึดกระดูกขากรรไกร และให้สามารถปรับระยะของด้านซ้ายและขวาของใบหน้าไม่เท่ากันได้

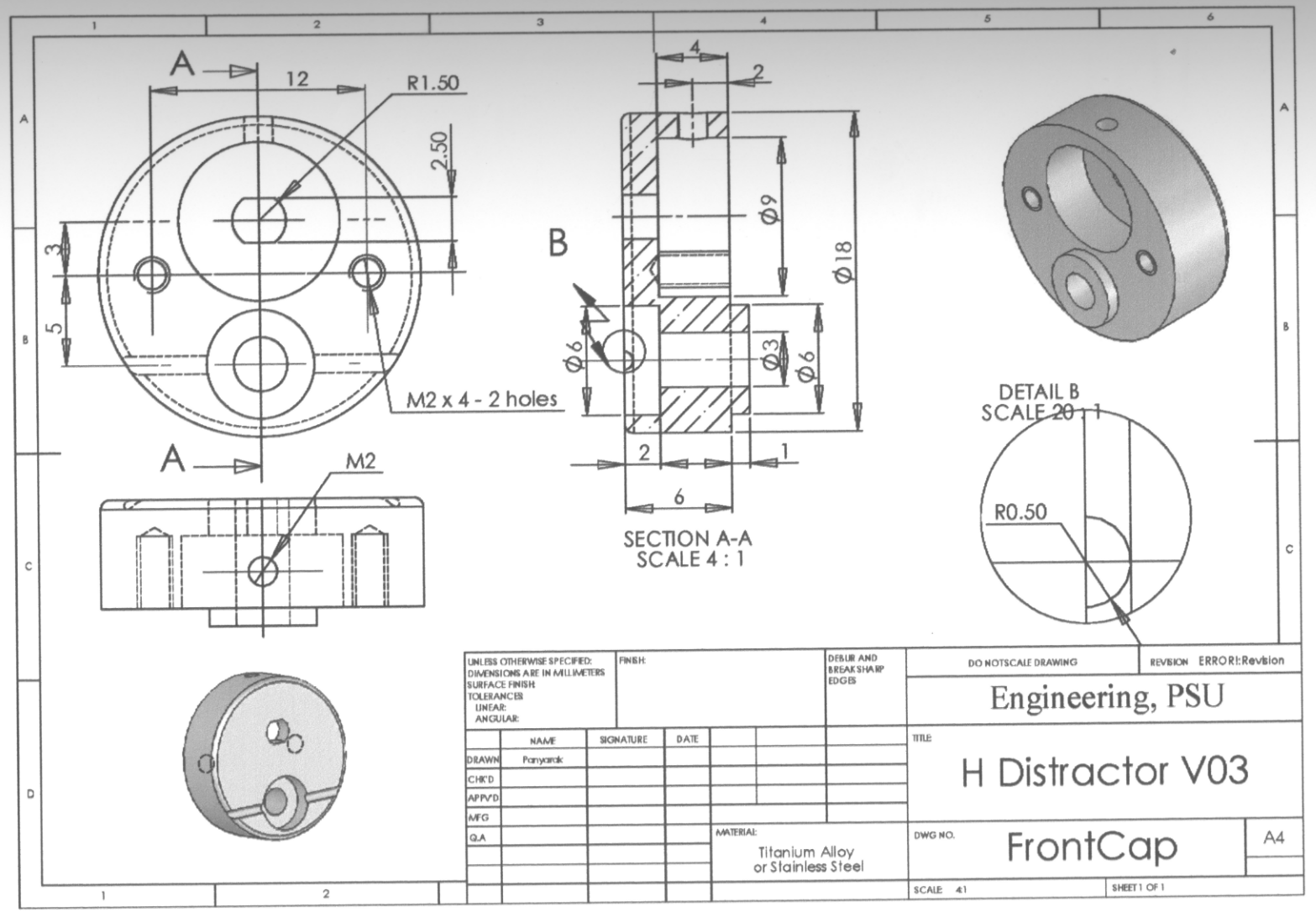


รูปที่ 3 แสดงกลไกสำหรับตั้งระยะเริ่มต้นให้เครื่องมือปรับระยะต่าง ๆ

ส่วนของกลไกสำหรับตั้งค่าเริ่มต้นได้ใช้อุปกรณ์เดิมที่มีอยู่แล้ว แต่ได้ทำการออกแบบตัวปรับระยะในทิศหน้าหลัง(z) โดยได้ทำการปรับปรุงเปลี่ยนแบบกลไกของเครื่องมือหลายครั้ง เพื่อให้ตรงกับวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ จนได้แบบล่าสุด ดังรูปที่ 4-9



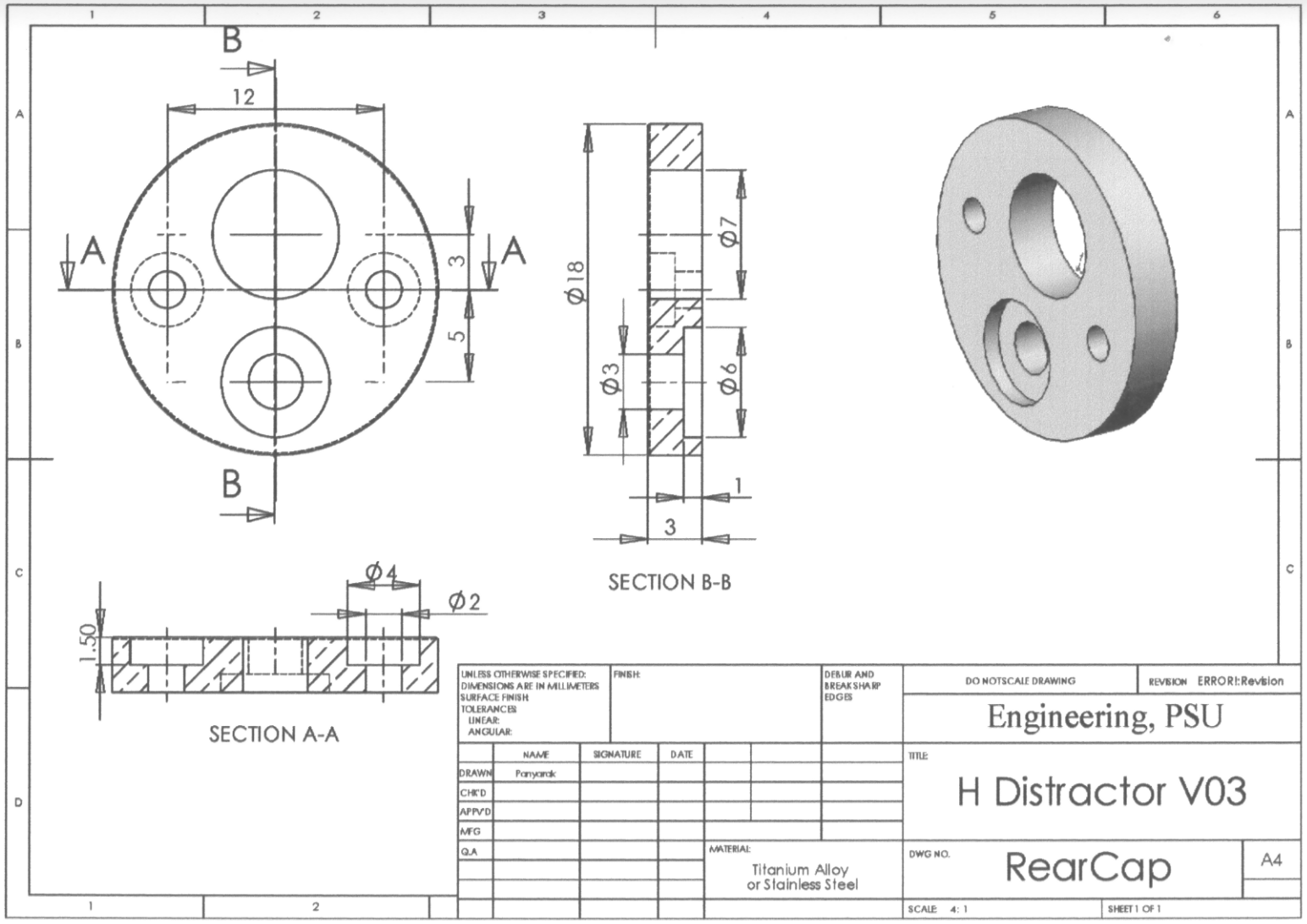
รูปที่ 4 ภาพ Exploded view ของเครื่องมือ

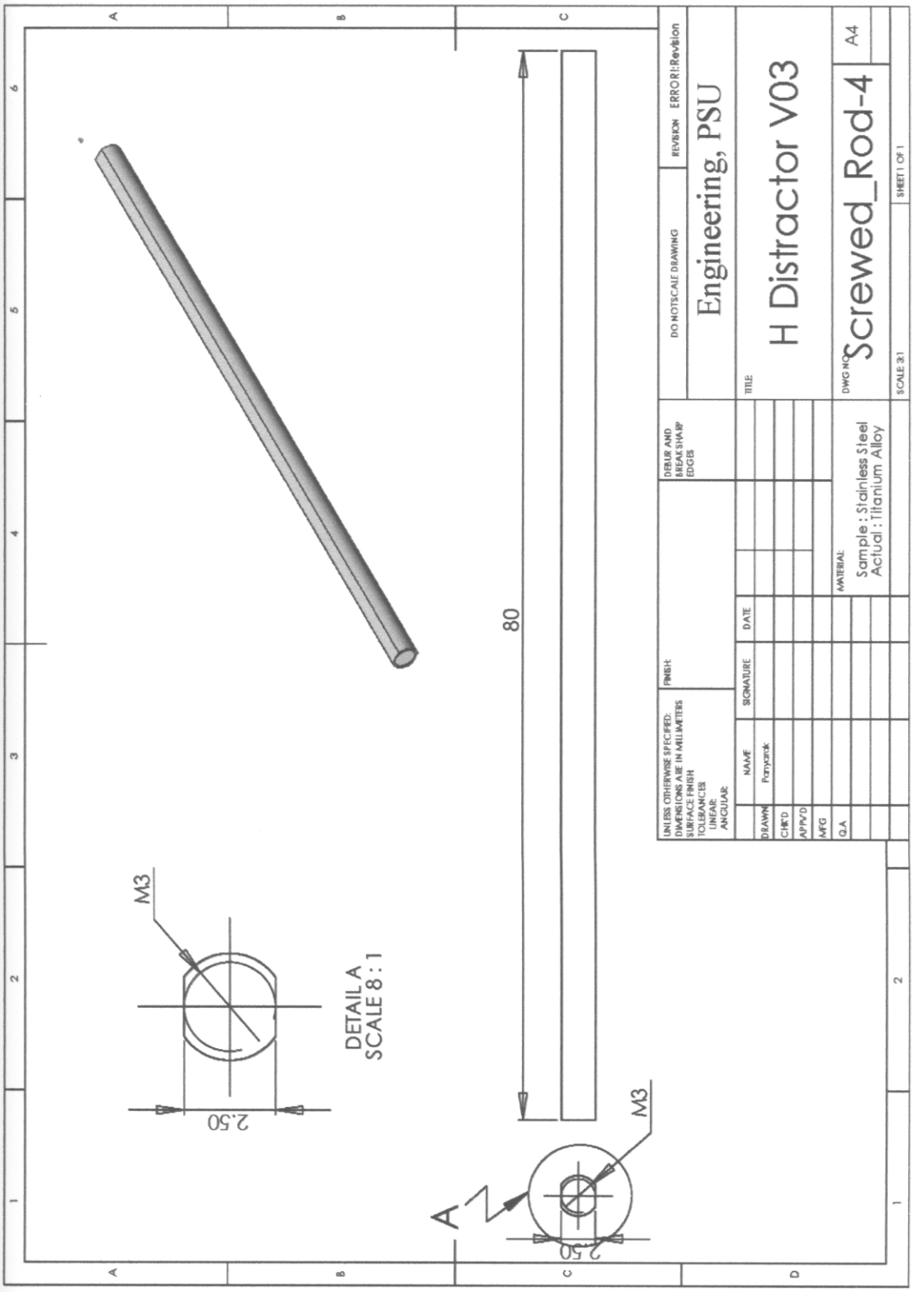


รูปที่ 5 แบบ Front Cap ของเครื่องมือ

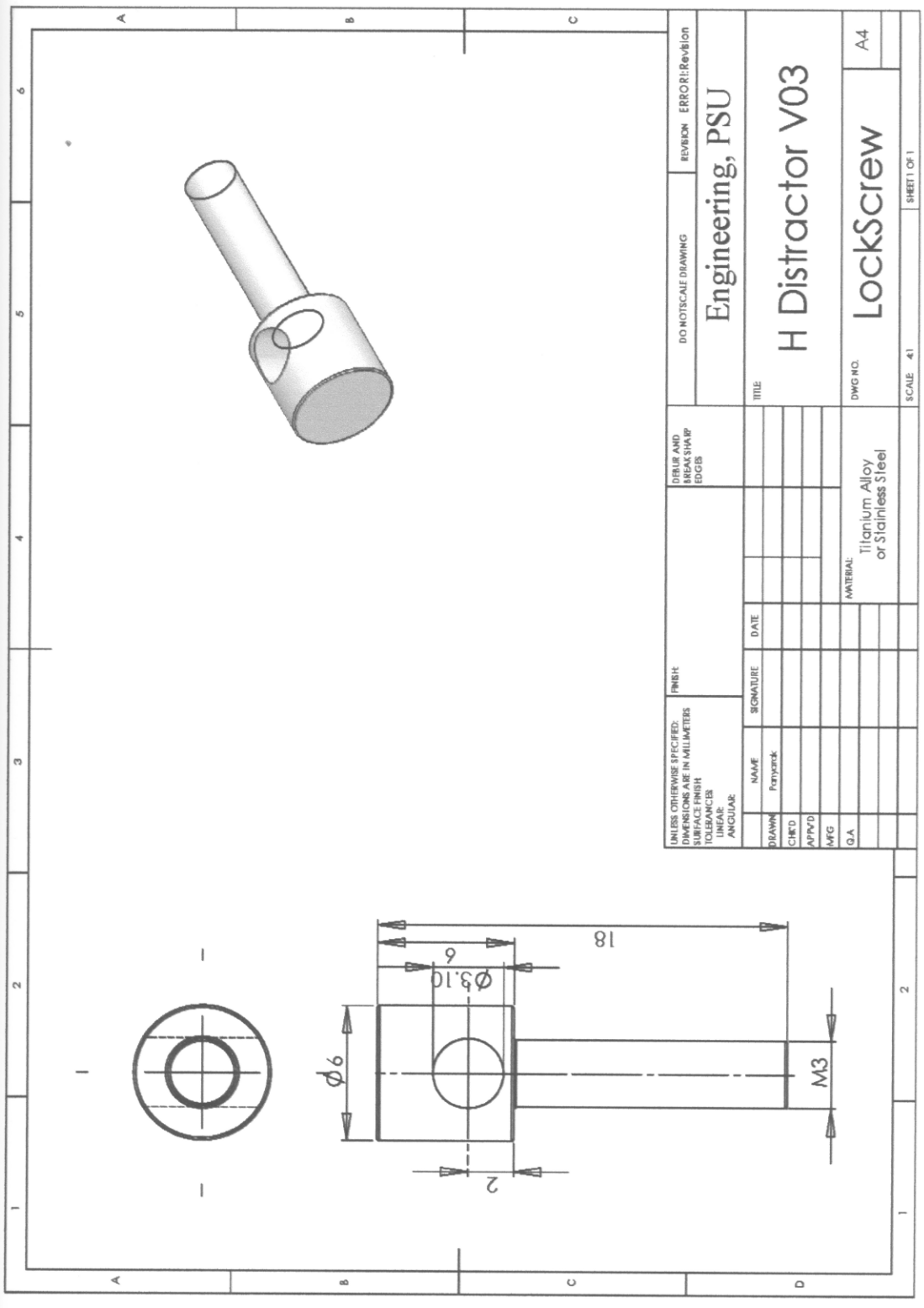
รูปที่ 6 แบบแป้นเกลียวปรับระยะของเครื่องมือ

รูปที่ 7 แบบ Rear Cap ของเครื่องมือ





รูปที่ 8 แบบสลักเกลียวปรับระยะของเครื่องมือ

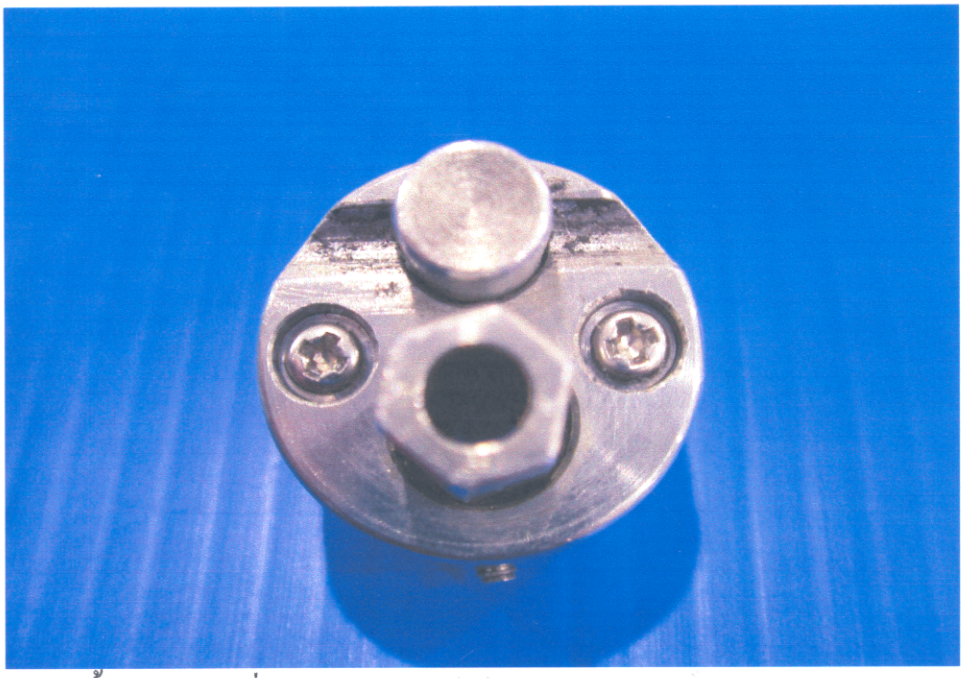


รูปที่ 9 แบบตัวยึดอุปกรณ์เข้ากับแกนจับ

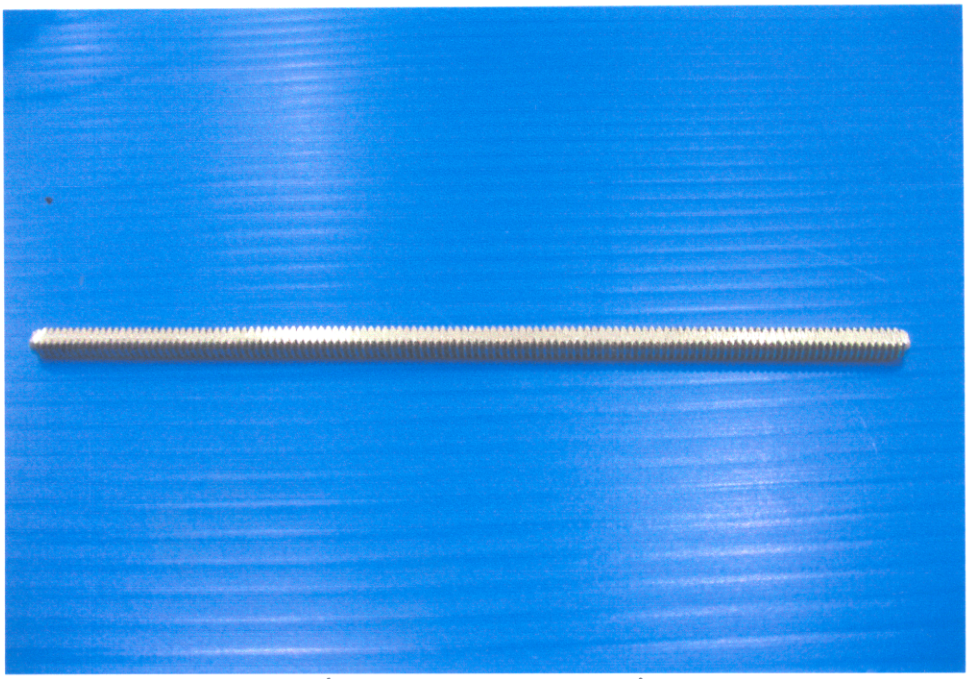
2. ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือตามรูปแบบที่ได้ออกแบบตามหลักวิศวกรรม

เมื่อได้มีการปรับปรุงแบบเครื่องมือยึดกระดูก และเขียนเป็นไดอะแกรมมาแล้วในขั้นแรกได้ว่าจ้างโรงงานผลิตเครื่องมือออกมาตามแบบ โดยใช้วัตถุดิบเป็น Stainless steel ในการผลิตชิ้นส่วนเครื่องมือ ดังแสดงในภาพ

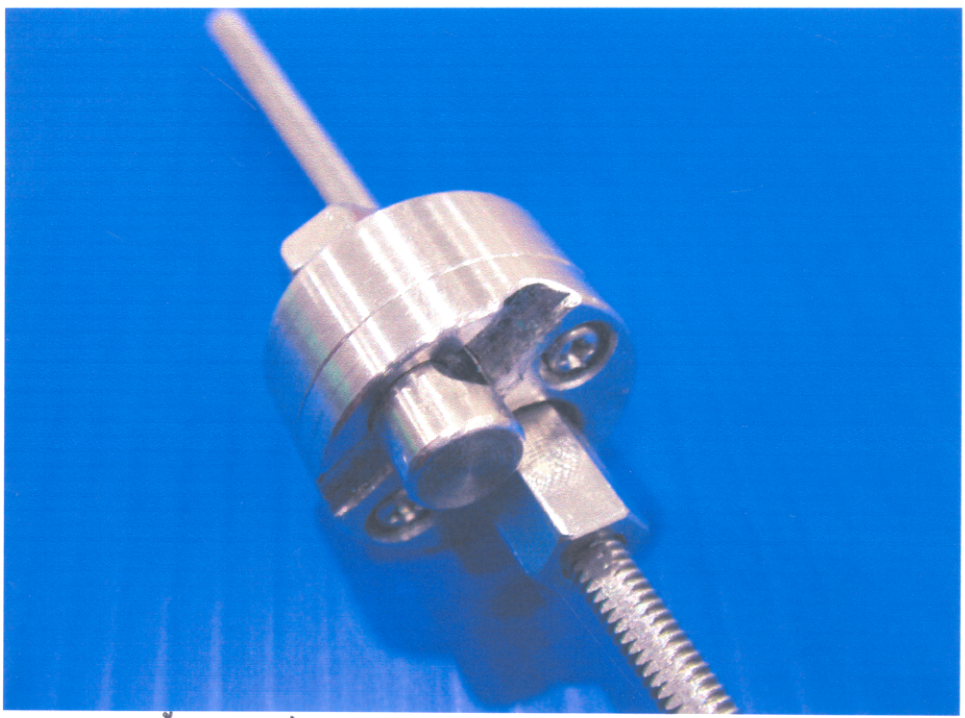
รูปที่ 10 Front Cap, Rear Cap, ตัวยึดอุปกรณ์เข้ากับแกนจับ, แป้นเกลียวปรับระยะของเครื่องมือผลิตตามแบบในรูปที่ 5-9



รูปที่ 11 การนำชิ้นส่วนในรูปที่ 10 มาประกอบเข้าด้วยกัน

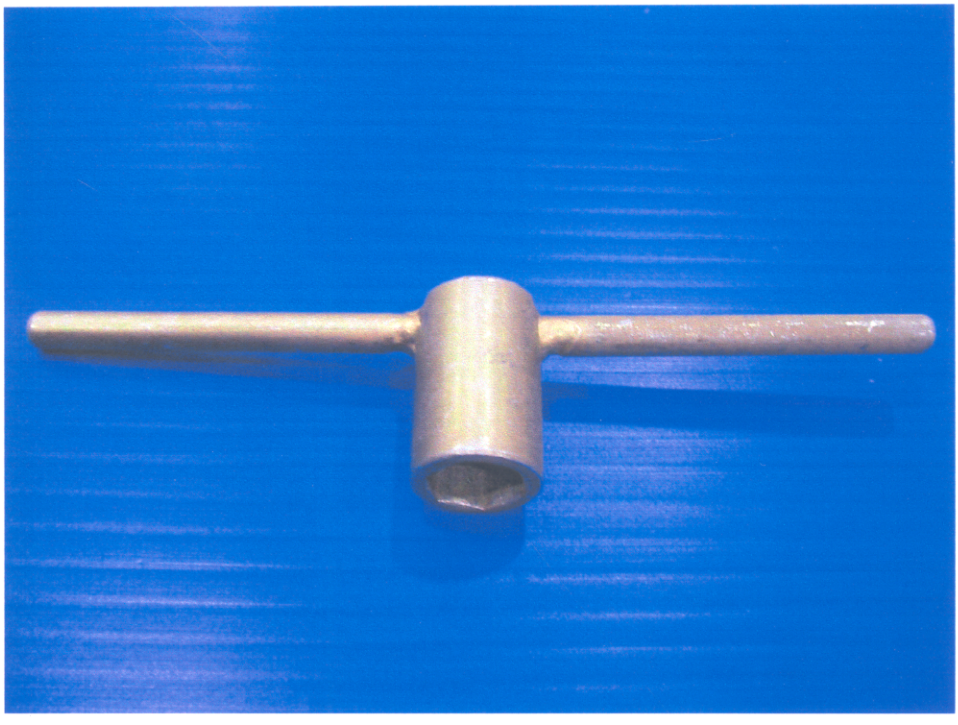


รูปที่ 12 สลักเกลียวปรับระยะของเครื่องมือ ผลิตตามแบบในรูปที่ 8

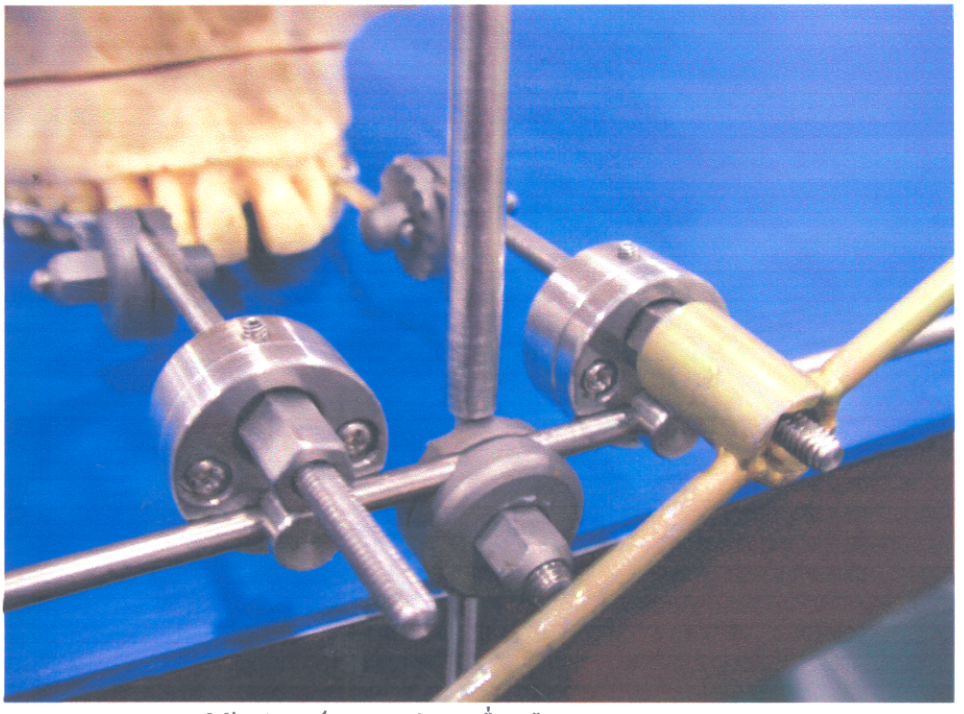


รูปที่ 13 การประกอบชิ้นส่วนรูปที่ 11-12 เข้าด้วยกัน สามารถดูวิธีการประกอบได้จากรูปที่ 4

รูปที่ 14 แกนยึดในแนวดิ่ง



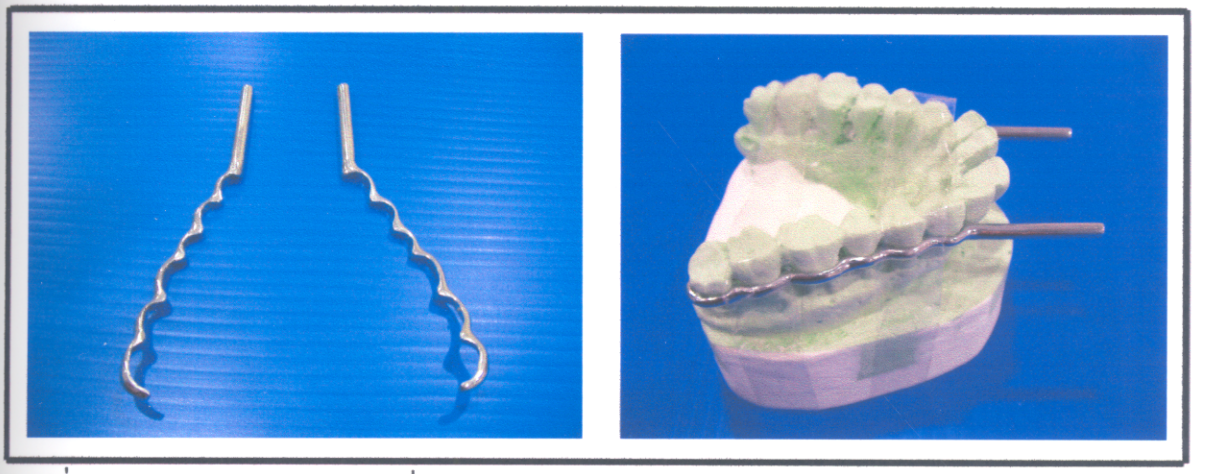
รูปที่ 15 อุปกรณ์หมุนเกลียวปรับระยะของเครื่องมือ



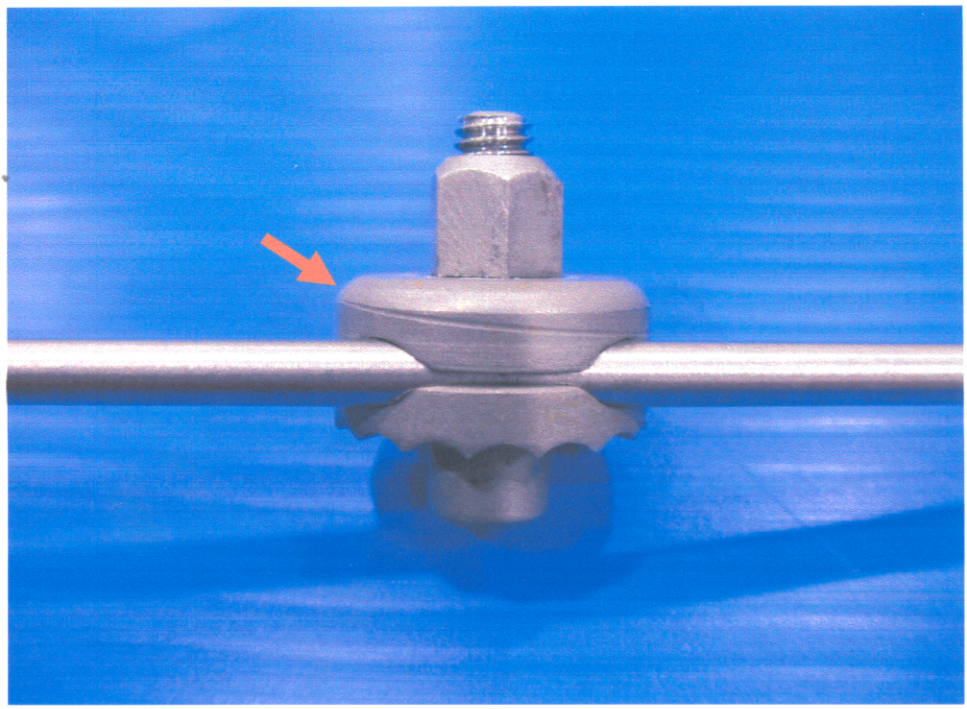
รูปที่ 16 แสดงลักษณะการใช้อุปกรณ์หมุนเกลียวเครื่องมือ

จากการทดลองการใช้อุปกรณ์หมุนเกลียวเครื่องมือในแต่ละรอบ พบว่า 1 รอบทำให้เกิดการเคลื่อนที่ในทิศทางหน้า-หลังเท่ากับ 0.8 มิลลิเมตร ซึ่งเท่ากับระยะพิทช์ของเกลียว

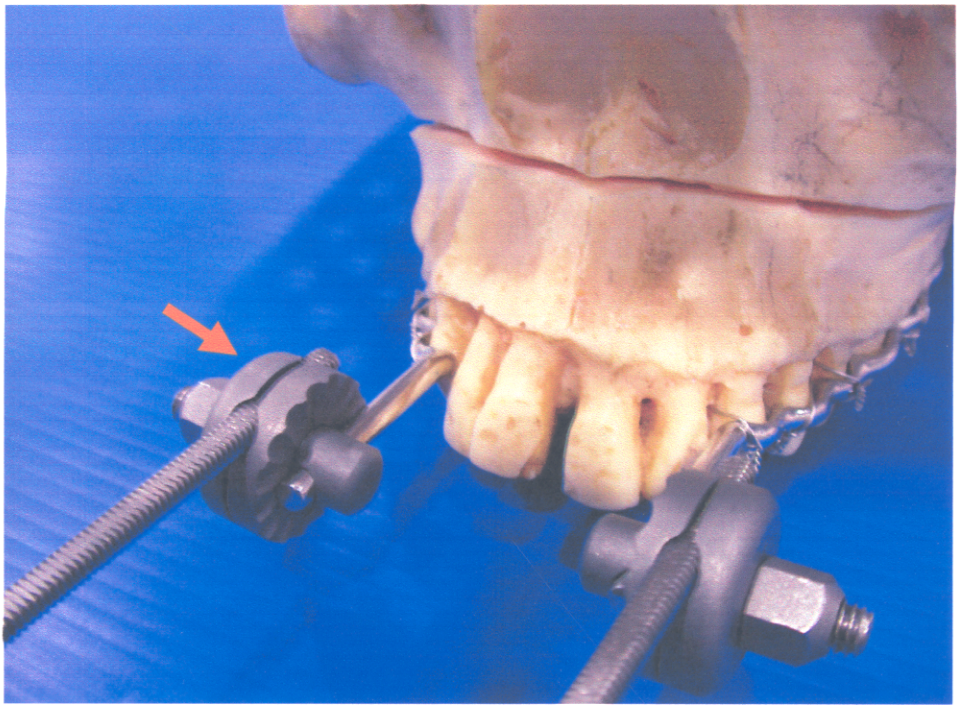
เมื่อได้ชิ้นส่วนเครื่องมือตามแบบที่ได้วางไว้ อาจารย์ภาควิชาศัลยศาสตร์ คณะทันตแพทยศาสตร์ ได้ดำเนินการออกแบบราวโลหะยึดฟันและแกนเชื่อมต่อ (dental arch bar with extension rod) ซึ่งเป็นส่วนที่ยึดกับฟันด้วยลวด โดยมีช่างทันตกรรมของห้องปฏิบัติการพอร์ซเลนและโครม-โคบอลท์ คณะทันตแพทยศาสตร์ เป็นผู้ผลิตชิ้นส่วนดังกล่าว และใช้ข้อต่อโลหะสำเร็จรูป (universal clamp) ยึดเชื่อมต่อระหว่าง dental arch bar with extension rod กับแกนเกลียวของเครื่องมือ



รูปที่ 17 ราวโลหะยึดฟันและแกนเชื่อมต่อ (dental arch bar with extension rod)

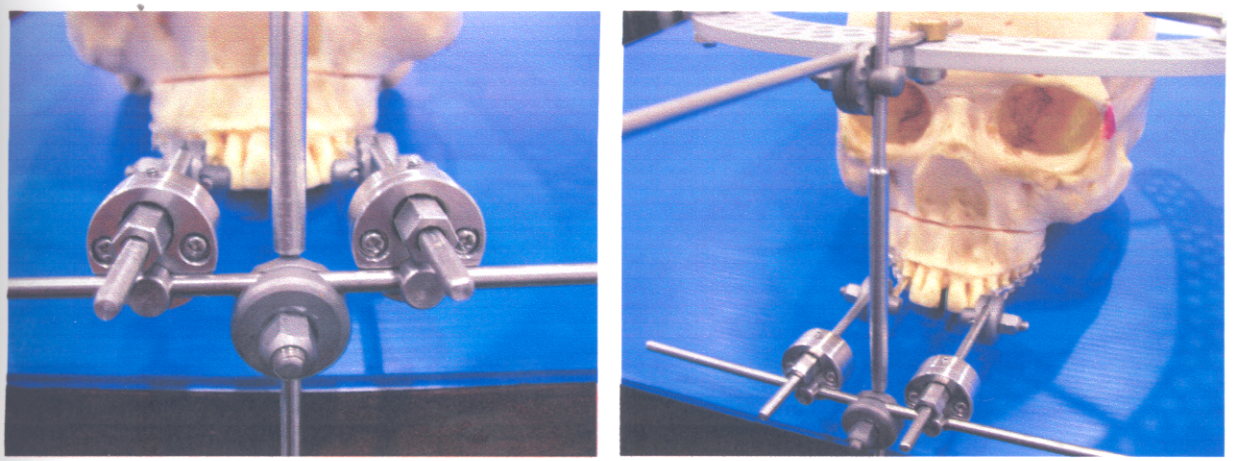


รูปที่ 18 ข้อต่อโลหะสำเร็จรูป (universal clamp)



รูปที่ 19 ใช้ universal clamp ยึดเชื่อมต่อระหว่าง dental arch bar with extension rod กับแกนเกลียวของเครื่องมือ

หลังจากที่ได้ชิ้นส่วนเครื่องมือตามการออกแบบ ก็นำมาประกอบให้เป็นเครื่องมือที่มีลักษณะสมบูรณ์พร้อมที่จะทดลองในขั้นตอนต่อไป



รูปที่ 20 ชุดยึดกระดูกขากรรไกรทำมาจาก Stainless steel เมื่อประกอบเสร็จสมบูรณ์

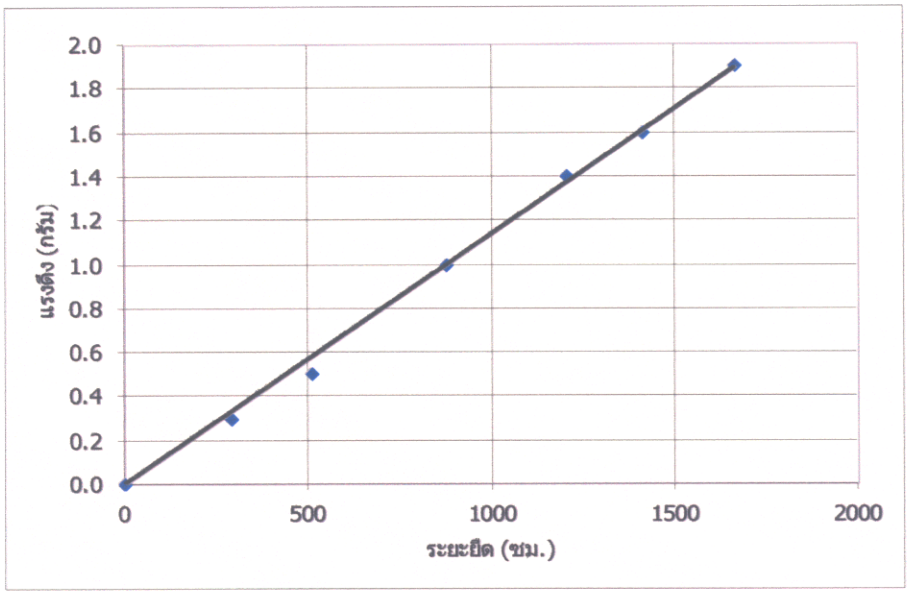
3. ขั้นตอนการทดลองใช้เครื่องมือในการเคลื่อนกระดูกขากรรไกรบนในหุ่นจำลองของกระดูกกะโหลกศีรษะ

การทดลองนี้มีจุดประสงค์เพื่อตรวจสอบการทำงานของเครื่องมือว่า หากยึดกระดูกขากรรไกรในสถานการณ์จริง เครื่องมือจะมีพฤติกรรมอย่างไร ในการทดลองนี้ได้ใช้สปริงแทนแรงต้านที่เกิดจากการทำงานของเนื้อเยื่อ โดยได้ทำการเลือกสปริงที่มีค่าความสัมพันธ์ระหว่างแรงดึงกับระยะยืดใกล้เคียงกับลักษณะเดียวกับเนื้อเยื่อ คือ หากดึงออกเป็นระยะประมาณ 2 ซม. จะต้องใช้แรงดึงประมาณ 2 กิโลกรัม

ตารางที่ 1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงดึงสปริงกับระยะยืดของสปริง

แรงดึง(กรัม)	ระยะยืด(ซม.)
0	0.00
290	0.30
510	0.50
875	1.00
1205	1.40
1415	1.60
1665	1.90

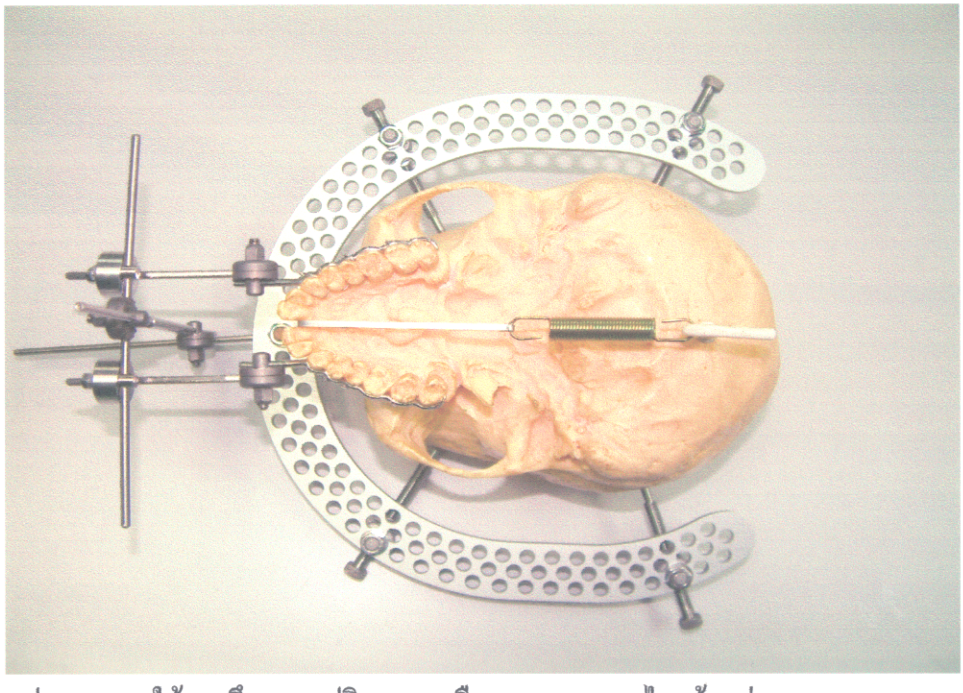
สำนักทรัพยากรการเรียนรู้คุณหญิงหลง อรรถกระวีสุนทร



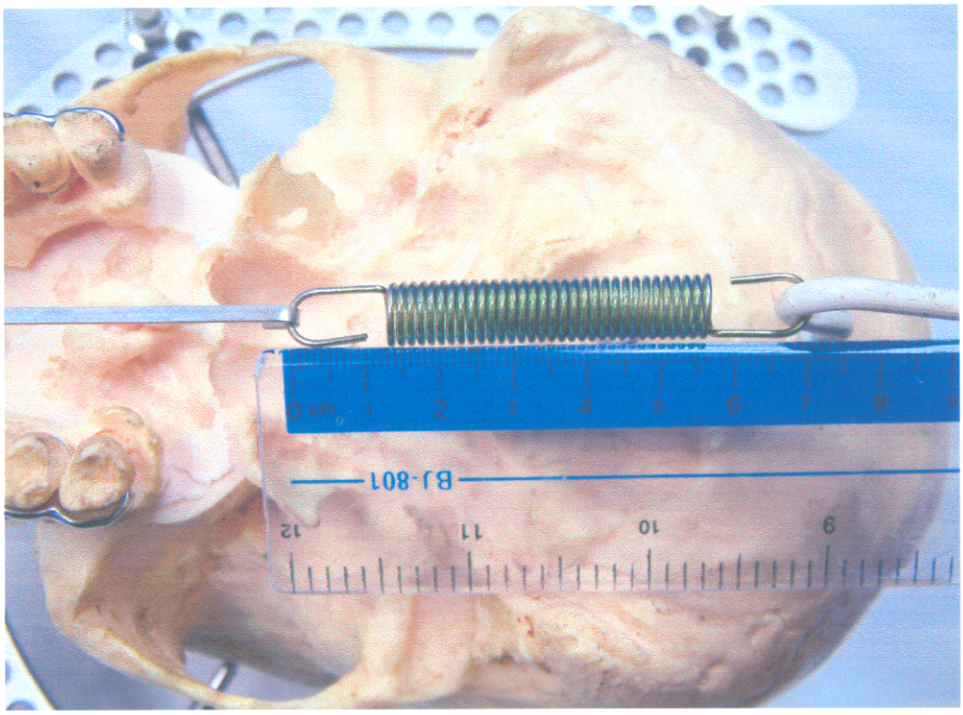
รูปที่ 21 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงดึงกับระยะยืดของสปริง

4. ทดสอบการทำงานของเครื่องมือภายใต้สภาวะที่มีแรงกระทำ เพื่อให้มีสถานะเหมือนการใช้งานจริง โดยใช้สปริงแทนส่วนของเนื้อเยื่อที่ถูกดึง

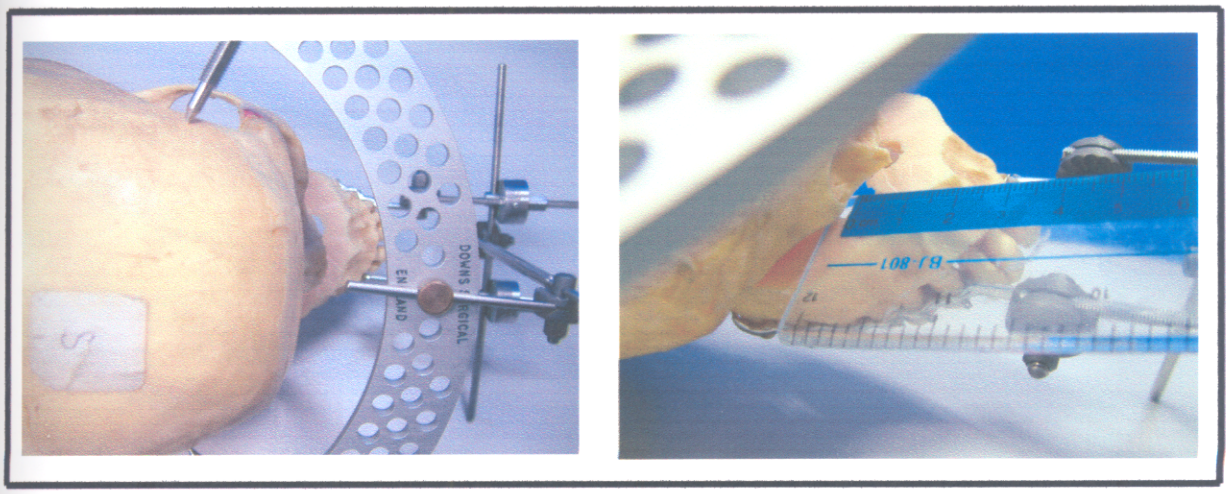
จากการทดลองข้างต้นเพื่อให้มีสถานะเหมือนการใช้งานจริง โดยใช้สปริงแทนส่วนของเนื้อเยื่อที่ถูกดึงดูการเคลื่อนกระดูกขากรรไกร โดยการสังเกตว่าเวลาหมุนเครื่องมือการเคลื่อนกระดูกขากรรไกรจะเคลื่อนออกมา รวมทั้งสังเกตทิศทางของเครื่องมือว่าเวลาหมุนจะขึ้นลง และหันไปในทิศทางใด ซึ่งสามารถสังเกตได้จากรูปภาพดังต่อไปนี้



รูปที่ 22 รูปแสดงการใช้แรงดึงของสปริงทดลองยึดกระดูกขากรรไกรด้านล่าง



รูปที่ 23 แสดงลักษณะการยืดตัวของสปริง



รูปที่ 24 แสดงการยืดตัวของกระดูกขากรรไกรภายใต้สภาวะที่มีแรงกระทำ เพื่อให้มีสถานะเหมือนการใช้งานจริง

Discussion

การประดิษฐ์เครื่องมือยืดกระดูกขากรรไกรบนนี้ เป็นเครื่องมือที่จัดสร้างร่วมกันระหว่างอาจารย์ภาควิชาศัลยศาสตร์ คณะทันตแพทยศาสตร์ และอาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ โดยมีการประยุกต์ใช้กับเครื่องมือยึดกะโหลกศีรษะ (Halo frame) เดิมที่มีอยู่ อาจารย์คณะทันตแพทยศาสตร์คิดออกแบบในภาพรวมของเครื่องมือเพื่อนำไปใช้ในผู้ป่วยที่ได้รับการผ่าตัดเลื่อนกระดูกขากรรไกรบน โดยเฉพาะในผู้ป่วยที่มีขากรรไกรบนเล็กและถอยไปทางด้านหลังมาก ส่วนอาจารย์คณะวิศวกรรมศาสตร์ คิดออกแบบในรายละเอียดกลไกของเครื่องมือที่มีสกรูหมุนเลื่อนเครื่องมือให้เคลื่อนที่ได้ในระยะที่ต้องการ และมีแรงดึงมากเพียงพอ จึงเป็นข้อได้เปรียบของการศึกษานี้ที่อาศัยผู้มีความชำนาญในแต่ละส่วนมาทำงานร่วมกัน เพื่อให้ได้เครื่องมือที่สามารถนำไปใช้ได้จริงอย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งยังแสดงให้เห็นถึงการเสริมสร้างและพัฒนางานวิจัยระหว่างคณะภายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

การออกแบบเริ่มจากการคิดกลไกการยึดของเครื่องมือกับขากรรไกรบนที่ได้รับการผ่าตัดแยกกระดูกให้เป็นอิสระ และตามด้วยคิดกลไกการเลื่อนกระดูกขากรรไกรบนที่เป็นอิสระแล้วออกไปทางด้านหน้าได้อย่างช้าๆ อย่างมาก 1 มิลลิเมตรต่อวัน เพื่อให้มีการสร้างกระดูกตามมาได้ทันตามหลักการของ Distraction Osteogenesis ทำให้มีการยืดกระดูกออกมาได้ ซึ่งเครื่องมือที่ประดิษฐ์ขึ้นนี้สามารถยึดและเคลื่อนที่ไปได้ตามความต้องการที่ระบุไว้ข้างต้น

จากผลการทดลองหาแรงที่ได้จากการดึงของเครื่องมือเมื่อมีการทดลองเลื่อนเครื่องมือออกไปทางด้านหน้าจากกลไกที่ประดิษฐ์ขึ้น จนถึงระยะ 2 เซนติเมตร พบว่าได้แรงดึงของเครื่องมือ 1,800 กรัม ซึ่งเป็นแรงดึงที่มีปริมาณมากพอสมควรแสดงถึงความแข็งแรงของกลไกเครื่องมือ เมื่อนำไปใช้จริงในผู้ป่วยน่าจะเอาชนะแรงต้านจากเนื้อเยื่ออ่อนต่างๆ รอบๆ กระดูกที่ถูกยืดออกไปได้ อนึ่งในระยะทางที่เลื่อนมากขึ้นจะมีแรงต้านกลับมากขึ้นแกนในแนวตั้งของเครื่องมือจะถูกดึงกลับด้วย จึงทำให้มีการโค้งงอของแกนในแนวตั้งได้บ้าง เครื่องมือที่ประดิษฐ์ขึ้นนี้มีการปรับแกนในแนวตั้งให้แข็งแรง โดยมีขนาดใหญ่ขึ้นเพื่อต้านการโค้งงอนี้ การปรับปรุงความแข็งแรงในส่วนนี้อาจมีการพัฒนาต่อไปได้ในอนาคต

ในส่วนของราวโลหะยึดฟัน (dental arch bar) ที่ประดิษฐ์ขึ้น โดยยึดกับฟันด้วยลวดมัดฟันนั้น ฟันของผู้ป่วยจะต้องมีสภาพที่แข็งแรง และมีจำนวนมากพอเพื่อเป็นหลักยึดในการดึงยึดกระดูกขากรรไกรบนทั้งชิ้นออกไป ได้มีแนวคิดของกลุ่มผู้วิจัยในการประดิษฐ์เครื่องมือที่ยึดติดกับกระดูกโดยตรง ใช้ในกรณีที่ฟันของผู้ป่วยไม่แข็งแรงพอ หรือไม่มีฟันให้ยึด ซึ่งจะต้องมีการพัฒนาเครื่องมือในรุ่นต่อไป

โลหะที่ใช้ในการประดิษฐ์ส่วนกลไกของเครื่องมือนั้น เริ่มแรกเครื่องมือต้นแบบได้ใช้โลหะเป็นทองแดง เพื่อใช้ในการทดลองขั้นต้น เนื่องจากเป็นโลหะที่มีราคาไม่แพงมากนัก และสามารถผลิตได้ง่าย แต่เป็นโลหะที่มีความอ่อนจึงมีการสึกหรอได้ง่าย หลังจากพัฒนาได้แบบที่ดีขึ้นแล้วจึงมีการเปลี่ยนเป็นการผลิตโดยใช้โลหะเหล็กกล้าไร้สนิม (Stainless steel) ซึ่งมีความแข็งแรงทนทาน ในอนาคตสามารถพัฒนาแบบการผลิตรุ่นต่อไปด้วยโลหะไททาเนียม (Titanium) ซึ่งมีความแข็งแรงทนทานเช่นกันและน้ำหนักเบากว่า แต่ราคาต้นทุนจะเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามการผลิตเครื่องมือได้เองจะประหยัดกว่าซื้อเครื่องมือจากต่างประเทศเป็นอย่างมาก อีกทั้งยังมีกลไกการเคลื่อนที่ของเครื่องมือที่คิดค้นขึ้นใหม่ซึ่งมีประสิทธิภาพเช่นกัน เครื่องมือยึดกระดูกนี้เป็นเครื่องมือที่ใช้ภายนอกช่องปาก แต่สามารถใช้กลไกเดียวกันพัฒนาเป็นเครื่องมือยึดกระดูกสำหรับใช้ในช่องปากได้ในอนาคต

Conclusion

เครื่องมือยึดกระดูกขากรรไกรบนที่ประดิษฐ์ขึ้นนี้สามารถยึดได้ดีกับแบบจำลองของกะโหลกศีรษะตามแผนที่วางไว้ กลไกการยึดกระดูกขากรรไกรบน สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมทั้ง แรง ระยะทาง และทิศทางในการเคลื่อนที่ของเครื่องมือนั้นเป็นที่น่าพอใจ สามารถนำไปพัฒนาและประยุกต์ใช้ในผู้ป่วยจริงในอนาคตอีกทั้งยังมีราคาที่ถูก เพื่อเปรียบเทียบกับเครื่องมือที่ผลิตจากต่างประเทศ

Reference

1. Peltier LF: External skeletal fixation for the treatment of fractures. In: Fractures: a history and iconography of their treatment, San Francisco, 1990, Norman Publishing.
2. Wiedemann M: Callus distraction: a new method? A historical review of limb lengthening, Clin Orthop 327:291, 1996.
3. Murray JH, Fitch RD: Distraction histogenesis: principles and indications, J Am Acad Orthop Surg 4:317, 1996.
4. Paterson D: Leg-lengthening procedures: a historical review, Clin Orthop 250:27, 1990.
5. Peltier LF: A brief history of traction, J Bone Joint Surg 50A:1603, 1968.
6. Barton JR: On the treatment of anchylosis by the formation of artificial joints, N Am Med surg J 3:279, 1827.
7. Malgaigne JF: Traite des fractures et des luxations, Paris, France, 1847, JB Bailliere.
8. Codivilla A: On the means of lengthening in the lower limbs, the muscles, and tissues, which are shortened through deformity, Am J Orthop Surg 2:353, 1905.
9. Ilizarov GA: The principles of the Ilizarov method, Bull Hosp Jt Dis Orthop Inst 48:1, 1988.
10. Ilizarov GA, Soybelman LM: Some clinical and experimental data concerning lengthening of lower extremities, Exp Khir Arrestar 14:27, 1969.
11. Ilizarov GA: Some possibilities with our method for treating damage to and disorders of locomotor apparatus, J Craniofac Surg 6:352, 1995.
12. Asonova SN: Morphogenetic mechanisms of limb connective tissue structure in the condition of gradual distraction, Genij Ortopedii 2-3:124, 1996.

13. Ilizarov GA: The tension-stress effect on the genesis and growth of tissues: part I: the influence of stability of fixation and soft-tissue preservation, Clin Orthop 238:249, 1989.

14. Ilizarov GA: The tension-stress effect on the genesis and growth of tissues: part II: the influence of the rate and frequency of distraction, Clin Orthop 239:263, 1989.

15. Samchukov ML, Cherkashin AM, Cope JB: Distraction osteogenesis: origins and evolution. In McNamara JA Jr, Trotman CA, editors: Distraction osteogenesis and tissue engineering, Ann Arbor, Mich, 1998, Center for Human Growth and Development, University of Michigan.

16. Cope JB, Samchukov ML, Cherkashin Am: Mandibular distraction osteogenesis: a historical perspective and future directions, Am J Orthod Dentofac Orthop 115:448, 1999.

17. Wassmund M: Lehrbuch der Praktischen Chirurgie des Mundes und der Kiefer, Leipzig, germany, 1935, Hermann Messer.

18. Kazanjian VH: The interrelationship of dentistry and surgery in the treatment of deformities of the face and jaws, Am J Orthod Oral Surg 27:10, 1941.

19. Crawford MJ: Selection of appliances for typical facial fractures, Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1:451, 1948.

20. Köle M: Surgical operations on the alveolar ridge to correct occlusal abnormalities, Part 2, Oral Surg Oral Med Oral Pathol 12:413, 1959.

21. Snyder CC, Levine GA, Swanson HM, Browne EZ Jr: Mandibular lengthening by gradual distraction, Plast Reconstr Surg 51:506, 1973.

22. Michieli S, Miotti B: Lengthening of mandibular body by gradual surgical-orthodontic distraction, J Oral Surg 35:187, 1977.

23. Panikarovski VV, Grigoryan AS, Kaganovich SI, et al: Reparative osteogenesis of the nandible under compression-distraction osteosynthesis (experimental investigation), Stomatologiia 3:21, 1982.

24. Panikarovski VV, Grigoryan AS, Kaganovich SI, et al: Characteristics of mandibular reparative osteogenesis under compression-distraction osteosynthesis (an experimental study), Stomatologiia 61:21, 1982.

25. McCarthy JG, Schreiber JS, Karp NS, et al: Lengthening the human mandible by gradual distraction, Plast Reconstr Surg 89:1, 1992.

26. McCarthy JG: The role of distraction osteogenesis in the reconstruction of the mandible in unilateral craniofacial microsomia, Clin Plast Surg 21:625, 1994.

27. Rachmiel A, Potparic Z, Jackson IT, et al: Midface advancement by gradual distraction, Br J Plast Surg 46:201, 1993.

28. Block MS, Cervini D, Chang A, Gottsegen GB: Anterior maxillary advancement using tooth-supported distraction osteogenesis, J Oral Maxillofac Surg 53:561, 1995.

29. Block MS, Akin R, Chang A, et al: Skeletal and dental movements after anterior maxillary advancement using implant-supported distraction osteogenesis in dogs, J Oral Maxillofac Surg 55:1433, 1997.

30. Rachmiel A, Jackson IT, Potparic Z, Laufer D: Midface advancement in sheep by gradual distraction: a 1-year follow-up study, J Oral Maxillofac Surg 53:525, 1995.

31. Rachmiel A, Levy M, Laufer D, et al: Multiple segmental gradual distraction of facial skeleton: an experimental study, Ann Plast Surg 36:52, 1996.

32. Carls FR, Jackson IT, Topf JS: Distraction osteogenesis for lengthening of hard palate: part I. A possible new treatment concept for velopharyngeal incompetence: experimental study in dogs, Plast Reconstr Surg 100: 1635, 1997.

33. Polley JW, Figueroa AA, Charbel FT, et al: Monoblock craniomaxillofacial distraction osteogenesis in a newborn with severe craniofacial synostosis: a preliminary report, J Craniofac Surg 6:421, 1995.

34. Polley JW, Figueroa AA: Rigid external distraction (RED): its application in cleft maxillary deformities, Plast Reconstr Surg 102:1360, 1998.

35. Figueroa AA, Polley JW, Ko WC: Maxillary distraction for the management of cleft maxillary hypoplasia with a rigid external distraction system, Semin Orthodont 5:46, 1999.

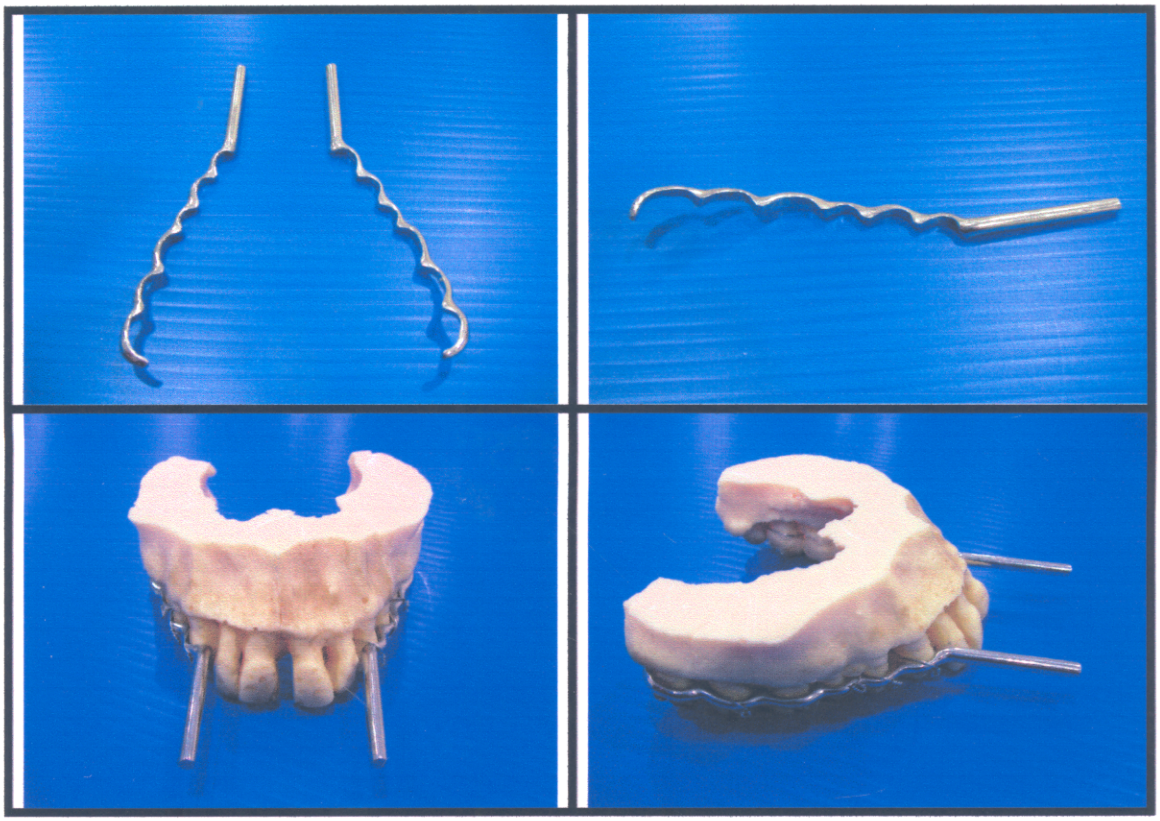
36. Cope JB, Samchukov ML, Cherkashin AM: Historical developmental and evolution of craniofacial distraction osteogenesis. In Samchukov ML, Cherdashin AM, Cope JB, editors: Craniofacial Distraction Osteogenesis, Mosby, Inc., 2001

ภาคผนวก

(Appendix)

- ขั้นตอนการทำ arch bar with extension rod
- ประวัติของคณะผู้ดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนการทำ dental arch bar with extension rod



1. หลังจากได้ชิ้นงาน (Master cast) มาแล้ว นำมาปิดส่วนคอด (under cut) เพื่อไม่ให้วัสดุลอกเลียนแบบ (Agar) ฉีกขาด

2. หลังจากนั้นนำชิ้นงาน ที่ปิดความคอดเรียบร้อยไปเทแบบด้วยวัสดุลอกเลียนแบบ (Agar) แล้วทิ้งไว้ 45 นาที เพื่อให้ Agar แข็งตัว

3. จากนั้นแกะชิ้นงาน (Master cast) ออกจาก Agar แล้วนำแบบที่ได้จากการลอกเลียนแบบ Agar มาเทอินเวสเม้นต์ (Investment) แล้วทิ้งไว้ 45 นาที เพื่อให้อินเวสเม้นต์แข็งตัว จากนั้นแกะอินเวสเม้นต์ออกจาก Agar แล้วนำมาเผาที่อุณหภูมิ 250°C นาน 15 นาที นำออกมาชุบน้ำยาเคลือบผิว แล้วเผาต่ออีก 15 นาที ก็จะได้เป็นแบบหล่อทนไฟ (Refractory cast)

4. นำแบบหล่อทนไฟที่ได้มาวางแบบขี้ผึ้ง (Waxing) ตามการออกแบบบนชิ้นงานหลัก

5. จากนั้นนำมาปิดสปรู และลงริง (ring) ด้วยอินเวสเม้นต์ ทิ้งไว้ 45 นาที รออินเวสเมนต์แข็งตัว

6. นำริงอินเวสเมนต์มาเข้าเตาเผาเพื่อไล่ขี้ผึ้งออกให้มีพื้นที่ว่างสำหรับโลหะเข้าไปแทนที่

7. นำริงที่อยู่ในเตาเผาที่พร้องเหวี่ยงที่อุณหภูมิ 1050°C มาเหวี่ยงด้วยโลหะผสม Cobalt-Crome ออกมาเหวี่ยงด้วยเครื่องเหวี่ยงโลหะไฟฟ้า

8. นำชิ้นงานที่เหวี่ยงเสร็จแล้วมาเคาะเอาอินเวสเมนต์ออกแล้วเป่าทราย เพื่อให้โครงโลหะสะอาด จากนั้นนำโครงโลหะมาตัดสปรู แล้วกรอแต่งให้ลงกับ Master cast เมื่อลงพอดีก็นำมาปัดเงาให้เรียบร้อย

Vitae

ชื่อ นายเศรษฐกร พงศ์พานิช

คุณวุฒิ

พ.ศ.	วุฒิปริญญา	สาขาวิชา	สถาบัน
2530	ทันตแพทยศาสตรบัณฑิต		จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2537	แพทยศาสตรบัณฑิต		มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
2543	Fellowship in Dental Surgery (FDS RCSEd)	Oraland and Maxillofacial Surgery	The Royal College of Surgeons of Edinburgh, UK
2545	อนุมัติบัตรผู้เชี่ยวชาญ	ศัลยศาสตร์ช่องปากและแม็กซิลโลเฟเชียล	ทันตแพทยสภา

ตำแหน่ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ระดับ 8

สถานที่ทำงาน ภาควิชาศัลยศาสตร์ คณะทันตแพทยศาสตร์
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา 90112

โทรศัพท์ (074)429876, 287591, 287594

Vitae

ชื่อ นายวิลาศ สัตยสัณห์สกุล

คุณวุฒิ

วุฒิปริญญา	**สาขาวิชา**	**สถาบัน**
ทันตแพทยศาสตรบัณฑิต (ทบ.)		มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
วิทยาศาสตร์บัณฑิต (วทบ. วิทยาศาสตร์การแพทย์)		มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Master of Medical Science	Oral and Maxillofacial Surgery	University of Sheffield, England, UK.
Certificate training in Oral and Maxillofacial Surgery	Oral and Maxillofacial Surgery	University of Sheffield, England, UK.

ตำแหน่ง รองศาสตราจารย์ ระดับ 9

สถานที่ทำงาน ภาควิชาศัลยศาสตร์ คณะทันตแพทยศาสตร์
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา 90112

โทรศัพท์ (074)429876, 287591, 287594

Vitae

ชื่อ นายปัญญรักษ์ งามศรีตระกูล

คุณวุฒิ

พ.ศ.	**วุฒิปริญญา**	**สาขาวิชา**	**สถาบัน**
2529	M. Eng.	Marine Engineering	University of Tokyo, ประเทศญี่ปุ่น
2525	วศ.บ.	วิศวกรรมเครื่องกล	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ประเทศไทย

การฝึกอบรมอื่น ๆ

พ.ศ.	**สาขา/เรื่อง**	**สถานศึกษา**
2542	Manufacturing	Southern Institute of Metallurgy, ประเทศจีน
2542	Mechatronics	University of Melbourne, Deakin University, Australia
2538	Spectrum Analysis by Autoregressive Method,	Tokyo Institute of Technology, ประเทศญี่ปุ่น
2531	Energy Management in Industry	AIT, ประเทศไทย

ตำแหน่ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ระดับ 8

สถานที่ทำงาน ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา 90112

โทรศัพท์ (074)287035

Vitae

ชื่อ นายชูเกียรติ คุปตานนท์

คุณวุฒิ

พ.ศ.	**วุฒิปริญญา**	**สาขาวิชา**	**สถาบัน**
2530	Doctorat de L'INSA (Civil)		INSAT, France
2524	วศ.ม. (เครื่องกล)		สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า ธนบุรี
2520	วศ.บ. (เครื่องกล)		มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ประวัติการอบรม

- การบริหารหลักสูตร ที่มหาวิทยาลัย Wollongong และมหาวิทยาลัย New South Wales ประเทศออสเตรเลีย (3 เดือน ปี 2542)
- Auditor / Lead Auditor "ISO 900", IQCS Singapore (5 วัน ปี 2541)
- Thai University Administrative Shadowing Program (TUAS) ที่มหาวิทยาลัย Southampton ประเทศอังกฤษ (3 เดือน ปี 2541)

ตำแหน่ง รองศาสตราจารย์ ระดับ 9

สถานที่ทำงาน ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา 90112

โทรศัพท์ (074)287035

Vitae

ชื่อ นายภาณุ สุภัทราวิวัฒน์

คุณวุฒิ

พ.ศ.	**วุฒิปริญญา**	**สาขาวิชา**	**สถาบัน**
2541	ทันตแพทยศาสตรบัณฑิต		จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2547	วุฒิบัตรผู้เชี่ยวชาญ	ศัลยศาสตร์ช่องปาก และแม็กซิลโลเฟเชียล	ทันตแพทยสภา

ตำแหน่ง อาจารย์ระดับ 6

สถานที่ทำงาน ภาควิชาศัลยศาสตร์ คณะทันตแพทยศาสตร์
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา 90112

โทรศัพท์ (074)429876, 287591, 287594