

ผลของการเชื่อมแนวประสานเชิงกรานส่วนหน้าโดยใช้ศัลยกรรมเย็บแข็ง  
ต่อการพัฒนากระดูกเชิงกรานในหนูตะเภา



นางสาวพิมพ์กัตร์ กลับวิเศษ

สถาบันวิทยบริการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาศัลยศาสตร์ทางสัตวแพทย์ ภาควิชาศัลยศาสตร์

คณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2550

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

EFFECT OF PUBIC SYMPHYSECTOMY BY CRYOSURGERY  
ON PELVIC DEVELOPMENT IN GUINEA PIGS



Miss Pimpak Klubvises

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of Master of Science Program in Veterinary Surgery

Department of Veterinary Surgery

Faculty of Veterinary Science


Chulalongkorn University

Academic Year 2007


Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์ ผลของการเชื่อมแนวประสานเชิงกรานส่วนหน้าโดยใช้ศัลยกรรมเย็บอกแข็ง  
ต่อการพัฒนากระดูกเชิงกรานในหนูตะเภา  
โดย นางสาวพิมพ์ภัทรา กลับวิเศษ  
สาขาวิชา ศัลยศาสตร์ทางสัตวแพทย์  
อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ น.สพ.ดร.กัมปนาท สุนทรวิภาต  
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ศาสตราจารย์ น.สพ.อดิชาติ พรหมาสา  
รองศาสตราจารย์ น.สพ.ดร.วิจิตร บรรลุনারา

คณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็น  
ส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบัณฑิต

  
..... คณบดีคณะสัตวแพทยศาสตร์  
(ศาสตราจารย์ น.สพ.ดร.อรอนงพ คุณาวงษ์กฤต)

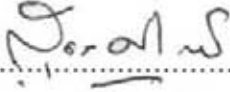
คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

  
..... ประธานกรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ น.สพ.ดร.วรพันธุ์ ณ สงขลา)

  
..... อาจารย์ที่ปรึกษา  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ น.สพ.ดร.กัมปนาท สุนทรวิภาต)

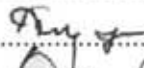
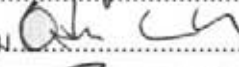

  
..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม  
(ศาสตราจารย์ น.สพ.อดิชาติ พรหมาสา)

  
..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม  
(รองศาสตราจารย์ น.สพ.ดร.วิจิตร บรรลุনারา)

  
..... กรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ น.สพ.ดร.สุดสรร์ ศิริไวยไทยพงศ์)

พิมพ์กัทร กัลป์วิเศษ: ผลของการเชื่อมแนวประสานเชิงกรานส่วนหน้าโดยใช้ศัลยกรรมเยือกแข็งต่อการพัฒนากระดูกเชิงกรานในหนูตะเภา (EFFECT OF PUBIC SYMPHYSECTOMY BY CRYOSURGERY ON PELVIC DEVELOPMENT IN GUINEA PIGS) อ. ที่ปรึกษา: ผศ.น.สพ.ดร.กัมปนาท สุนทรวิภาต, อ.ที่ปรึกษาร่วม: ศ.น.สพ.อติชาติ พรหมมาสา, รศ.น.สพ.ดร.วิจิตร บรรณาราช, 70 หน้า

การเชื่อมแนวประสานเชิงกรานส่วนหน้าในหนูตะเภาเพศผู้ อายุประมาณ 4 สัปดาห์ จำนวน 23 ตัว แบ่งหนูตะเภาออกเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มควบคุม 7 ตัว กลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมจี้ไฟฟ้าโดยใช้เครื่องจี้ไฟฟ้าแบบหนึ่งขั้ว 6 ตัว และกลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมเยือกแข็งโดยใช้ไนโตรเจนเหลว 10 ตัว ในช่วงสัปดาห์แรกหลังทำศัลยกรรมพบหนูตะเภาตายจำนวน 4 ตัว โดยแบ่งเป็น หนูตะเภาในกลุ่มควบคุมจำนวน 1 ตัว กลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมจี้ไฟฟ้าจำนวน 1 ตัว และหนูตะเภาในกลุ่มศัลยกรรมเยือกแข็ง 2 ตัว ประเมินผลการเปลี่ยนแปลงของเบ้ากระดูกเชิงกรานจากค่ามุม Norberg มุม DAR และมุม DARS จากภาพถ่ายทางรังสี ก่อนทำศัลยกรรม หลังทำศัลยกรรมที่ 2, 4, 6, 8, 12 และ 16 สัปดาห์ และผลทางจุลพยาธิวิทยาหลังทำศัลยกรรมที่ 2, 8 และ 16 สัปดาห์ เพื่อดูการเปลี่ยนแปลงของเซลล์กระดูกอ่อนบริเวณแนวประสานเชิงกรานส่วนหน้า ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าค่าเฉลี่ยของมุม Norberg มุม DAR ในหนูตะเภาในกลุ่มศัลยกรรมจี้ไฟฟ้าและกลุ่มศัลยกรรมเยือกแข็งเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) ในขณะที่ค่ามุม DARS ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมในสัปดาห์ที่ 16 หลังศัลยกรรม และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มศัลยกรรมจี้ไฟฟ้าและกลุ่มศัลยกรรมเยือกแข็งพบว่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \geq 0.05$ ) ผลทางจุลพยาธิวิทยาพบการตายของเซลล์กระดูกอ่อนบริเวณแนวประสานเชิงกรานส่วนหน้าในหนูตะเภาในกลุ่มศัลยกรรมจี้ไฟฟ้า และกลุ่มศัลยกรรมเยือกแข็ง แต่ในกลุ่มศัลยกรรมเยือกแข็งพบว่าการแทนที่ของกระดูกจนเกือบสมบูรณ์ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 8 หลังศัลยกรรม จากการศึกษาขั้นสรุปได้ว่าการเชื่อมแนวประสานเชิงกรานส่วนหน้าในหนูตะเภาโดยใช้ศัลยกรรมเยือกแข็ง มีผลให้เกิดการปิดตัวก่อนกำหนดของแนวประสานเชิงกรานและเบ้ากระดูกเชิงกรานคลุมหัวกระดูกต้นขาหลังได้มากขึ้น ดังนั้นวิธีศัลยกรรมเยือกแข็งจึงเป็นแนวทางเลือกหนึ่งเพื่อไปประยุกต์ใช้ในการบำบัดโรคข้อสะโพกเจริญผิดปกติในลูกสุนัขต่อไป

ภาควิชา ศัลยศาสตร์	ลายมือชื่อนิสิต.....พิมพ์กัทร กัลป์วิเศษ.....
สาขาวิชา ศัลยศาสตร์ทางสัตวแพทย์	ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา..... 
ปีการศึกษา 2550	ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม..... 
	ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม..... 

## 4875560331 : MAJOR VETERINARY SURGERY

KEY WORD: PUBIC SYMPHYSECTOMY / CRYOSURGERY / ELECTROSURGERY / GUINEA PIG / PELVIC DEVELOPMENT

PIMPAK KLUBVISES: EFFECT OF PUBIC SYMPHYSECTOMY BY CRYOSURGERY ON PELVIC DEVELOPMENT IN GUINEA PIGS. THESIS ADVISOR: ASST. PROF. KUMPANART SOONTORNVIPART, D.V.M., Ph.D. THESIS CO-ADVISOR: PROF. ATICHAT BRAHMASA, D.V.M., M.S., ASSOC. PROF. WIJIT BANLUNARA, D.V.M., Ph.D. 70 pp.

The pubic symphysectomy was performed in 23 four-week-old male guinea pigs. Guinea pigs were divided to 3 groups, including control (sham-operated) group (C) (n=7), electrosurgical symphysectomy group (E) by using monopolar electrocautery (n=6) and cryosurgical symphysectomy group (Cr) by using liquid nitrogen (n=10). Four guinea pigs (c=1, E=1, Cr=2) were died at first period after surgery ( within 1<sup>st</sup> week). Norberg angle (NA), dorsal acetabular rim angle (DARA) and dorsal acetabular rim slope (DARS) were evaluated for acetabular ventroversion changes at before and 2, 4, 6, 8, 12 and 16 weeks after surgery from radiographs. At 2 and 8 weeks after surgery, one guinea pig from each group was euthanized for histological examination. The rest of guinea pigs in each group were euthanized at 16 weeks after surgery (20 weeks of age) for histological examination. Guinea pigs of the electrosurgery group and cryosurgery group had increased NA and DARA while DARS had decreased comparing with the control group ( $p < 0.05$ ). In contrast, there was no significant differences between electrosurgery group and cryosurgery group in NA, DARA and DARS at 16 weeks after surgery ( $p \geq 0.05$ ). Histological examination showed the column of chondrocytes in control group while the electrosurgery group and cryosurgery group showed the death of chondrocytes. However, bony union had occurred in cryosurgery group since 8 weeks after surgery. In conclusion, pubic symphysectomy by cryosurgery can be applied to use in canine for an alternative treatment of canine hip dysplasia.

Department Veterinary Surgery

Field of study Veterinary Surgery

Academic year 2007

Student's signature..... *Pimpak Klubvises* .....

Advisor's signature..... *K* .....

Co-advisor's signature..... *Atichat Brahmasa* .....

Co-advisor's signature..... *Wit Banlunara* .....

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีเนื่องจากความเมตตา การช่วยเหลือ และสละเวลาให้คำแนะนำ คำปรึกษา ที่แนะแนวทางที่เป็นประโยชน์จาก ศาสตราจารย์ นายสัตวแพทย์ อติชาติ พรหมมาสา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นายสัตวแพทย์ ดร.กัมปนาท สุนทรวิภาต และรองศาสตราจารย์ นายสัตวแพทย์ ดร.วิจิตร บรรณนารา จึงใคร่ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ เป็นอย่างสูงที่เป็นส่วนสำคัญอย่างยิ่งในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นายสัตวแพทย์ ดร.วรพันธุ์ ฦ สงขลา และรองศาสตราจารย์ นายสัตวแพทย์ ดร.สุตธรรม ศิริไวยพวงศ์ คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ทุกท่านที่กรุณาสละเวลาและให้คำแนะนำต่างๆ ซึ่งทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีคุณค่าและมีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณอาจารย์ประจำและบุคลากรภาควิชาสัตวศาสตร์ทุกท่าน โดยเฉพาะอย่างยิ่งบุคลากรห้องผ่าตัด ห้องเอกซเรย์ ห้องตรวจโรค ตลอดจนคุณรังสิมา ทิมอรุณ และคุณ อัมพร แสงสว่าง ฝ่ายธุรการภาควิชาสัตวศาสตร์ ที่ให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวก ตลอดจนงานวิจัย

ขอขอบคุณบุคลากรภาควิชาพยาธิวิทยาทุกท่าน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง คุณสุประดิษฐ์ หวังในธรรม เจ้าหน้าที่บริการวิทยาศาสตร์หน่วยพยาธิวิทยา ภาควิชาพยาธิวิทยา ที่ให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกตลอดงานวิจัย

ขอขอบคุณภาควิชาสัตวศาสตร์ และคณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย สำหรับการเอื้อเฟื้อสถานที่และทุนสนับสนุนการค้นคว้างานวิจัย

ขอขอบคุณหน่วยส่งเสริมและพัฒนาทางวิชาการ งานบริการการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย สำหรับทุนอุดหนุนวิทยานิพนธ์สำหรับนิสิต

ขอขอบคุณสัตวแพทย์หญิงอรพรรณ ชื่นวาริน และเพื่อนทุกๆ คนที่ให้ความช่วยเหลือและให้กำลังใจมาโดยตลอด โดยเฉพาะอย่างยิ่งขอขอบคุณนายสัตวแพทย์นันทิ อ่าอินทร์ สำหรับคำปรึกษาทางด้านสถิติ

ขอขอบพระคุณ บิดา มารดา สมาชิกในครอบครัว ที่ให้กำลังใจและสนับสนุนการทำวิจัยครั้งนี้ให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี และขอขอบคุณ เรืออากาศเอกภาสกร ไชยกำเนิด สำหรับความช่วยเหลือและกำลังใจที่มีให้ตลอดมา

สุดท้ายนี้ ขออุทิศบุญกุศลทั้งหมดแก่หมู่ทดลองทุกตัวในงานวิจัยครั้งนี้

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฌ
สารบัญภาพ.....	ญ
บทที่	หน้า
1. บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย.....	2
2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	3
แนวคิดและทฤษฎี.....	3
การเชื่อมแนวประสานเชิงกรานส่วนหน้าในลูกสุนัข.....	4
การคัดเลือกกรรมเยือกแข็ง.....	8
หนูตะเภา.....	10
3. วิธีดำเนินการวิจัย.....	13
สัตว์ทดลอง.....	13
การวางยาสลบ.....	13
การทำคัดเลือกกรรม.....	14
การดูแลภายหลังคัดเลือกกรรม.....	17
การเก็บรวบรวมข้อมูลและวัดผล.....	17
การตรวจทางรังสีวิทยา.....	17
การวัดมุมจากภาพถ่ายทางรังสี.....	20
การตรวจทางจุลพยาธิวิทยา.....	22
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	23

บทที่	หน้า
4. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	24
การประเมินผลจากภาพถ่ายทางรังสี.....	24
มุมมอง Norberg.....	24
มุมมอง DAR.....	30
มุมมอง DARS.....	36
การประเมินผลทางจุลพยาธิวิทยา.....	42
5. สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	47
สรุปผลการวิจัย.....	47
อภิปรายผล.....	48
บทสรุป.....	51
ข้อเสนอแนะ.....	51
รายการอ้างอิง.....	52
ภาคผนวก.....	56
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	70

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยของมุม Norberg ในหนูตะเภาในกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองทั้งสองก่อนและหลังทำศัลยกรรมที่ระยะเวลาต่างๆ.....	27
ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยของมุม Dorsal acetabular rim ในหนูตะเภาในกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองทั้งสองก่อนและหลังทำศัลยกรรมที่ระยะเวลาต่างๆ.....	33
ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยของมุม Dorsal Acetabular Rim Slope ในหนูตะเภาในกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองทั้งสองก่อนและหลังทำศัลยกรรมที่ระยะเวลาต่างๆ.....	39
ตารางภาคผนวกที่ 1 น้ำหนักของหนูตะเภาซึ่งทุกสัปดาห์.....	60
ตารางภาคผนวกที่ 2 ค่ามุม Norberg ของหนูตะเภาในกลุ่มควบคุม.....	61
ตารางภาคผนวกที่ 3 ค่ามุม Norberg ของหนูตะเภาในกลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมจี้ไฟฟ้า.....	62
ตารางภาคผนวกที่ 4 ค่ามุม Norberg ของหนูตะเภาในกลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมเยื่อแข็ง.....	63
ตารางภาคผนวกที่ 5 ค่ามุม Dorsal Acetabular Rim ของหนูตะเภาในกลุ่มควบคุม.....	64
ตารางภาคผนวกที่ 6 ค่ามุม Dorsal Acetabular Rim ของหนูตะเภาในกลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมจี้ไฟฟ้า.....	65
ตารางภาคผนวกที่ 7 ค่ามุม Dorsal Acetabular Rim ของหนูตะเภาในกลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมเยื่อแข็ง.....	66
ตารางภาคผนวกที่ 8 ค่ามุม Dorsal Acetabular Rim Slope ของหนูตะเภาในกลุ่มควบคุม.....	67
ตารางภาคผนวกที่ 9 ค่ามุม Dorsal Acetabular Rim Slope ของหนูตะเภาในกลุ่มโดยวิธีศัลยกรรมจี้ไฟฟ้า.....	68
ตารางภาคผนวกที่ 10 ค่ามุม Dorsal Acetabular Rim Slope ของหนูตะเภาในกลุ่มโดยวิธีศัลยกรรมเยื่อแข็ง.....	69

สารบัญภาพ

ภาพประกอบ	หน้า
รูปที่ 1 แสดงการเปลี่ยนแปลงของข้อสะโพกและกระดูกเชิงกรานภายหลังการทำ ศัลยกรรมเชื่อมแนวประสานเชิงกรานส่วนหน้า.....	4
รูปที่ 2 แสดงแนวประสานเชิงกรานส่วนหน้าที่ได้รับการศัลยกรรมและภาพภายหลังการ ทำศัลยกรรม.....	8
รูปที่ 3 อุปกรณ์นำพาไนโตรเจนเหลวแบบสปเรย์ (self-pressurizing spray gun)....	9
รูปที่ 4 หนูตะเภาพันธุ์ Dunkin Hartley.....	10
รูปที่ 5 เปรียบเทียบลักษณะของกระดูกเชิงกรานในสุนัขกับกระดูกเชิงกรานของหนู ตะเภา.....	11
รูปที่ 6 แสดงการควบคุมการสลับด้วยไอโซฟลูเรนร่วมกับออกซิเจนโดยใช้หน้ากาก....	13
รูปที่ 7 เตรียมบริเวณทำศัลยกรรมโดยเทคนิคปลอดเชื้อและการเปิดผ้าผิวหนังในแนว กึ่งกลางลำตัวของช่องท้องส่วนท้าย.....	15
รูปที่ 8 เลาะกล้ามเนื้อออกจากกระดูกเชิงกรานจนพบแนวประสานเชิงกราน ส่วนหน้า.....	15
รูปที่ 9 ฉีฉนวนประสานเชิงกรานส่วนหน้าโดยใช้เครื่องจี้ไฟฟ้าและรูปแสดงเครื่องจี้ไฟฟ้า แบบหนึ่งขั้ว.....	16
รูปที่ 10 ศัลยกรรมเย็บข้อกระดูกโดยใช้ไนโตรเจนเหลวและรูปแสดงอุปกรณ์ในการ ทำศัลยกรรมเย็บข้อกระดูกหรือ self-pressurizing spray gun.....	16
รูปที่ 11 การเย็บปิดชั้นผิวหนัง.....	17
รูปที่ 12 แสดงการจัดท่าในการถ่ายภาพทางรังสีในท่านอนหงาย.....	18
รูปที่ 13 การจัดท่าในการถ่ายภาพทางรังสีในท่านอนคว่ำและรูปแสดงแนวรังสีเอ็กซเรย์ใน ท่านอนคว่ำ.....	19
รูปที่ 14 วิธีการวัดมุม Norberg (NA).....	20
รูปที่ 15 วิธีการวัดมุม Dorsal acetabular rim (DAR).....	21
รูปที่ 16 วิธีการวัดมุม Dorsal acetabular rim slope (DARS).....	22
รูปที่ 17 แผนภูมิแสดงค่าเฉลี่ยมุม Norberg ของหนูตะเภาในกลุ่มควบคุมและกลุ่ม ทดลองทั้งสองกลุ่มในช่วงเวลาต่างๆ.....	28

ภาพประกอบ	หน้า
รูปที่ 18 แสดงมุม Norberg ของหนูตะเภาในกลุ่มควบคุมก่อนทำศัลยกรรม และหลังทำศัลยกรรมที่ 16 สัปดาห์.....	28
รูปที่ 19 แสดงมุม Norberg ของหนูตะเภาในกลุ่มศัลยกรรมจีไฟฟ้าก่อนทำศัลยกรรม และหลังทำศัลยกรรมที่ 16 สัปดาห์.....	29
รูปที่ 20 แสดงมุม Norberg ของหนูตะเภาในกลุ่มศัลยกรรมเยือกแข็งก่อนทำ ศัลยกรรมและหลังทำศัลยกรรมที่ 16 สัปดาห์.....	29
รูปที่ 21 แผนภูมิแสดงค่าเฉลี่ยมุม DAR ของหนูตะเภาในกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง ทั้งสองกลุ่มในช่วงเวลาต่างๆ.....	34
รูปที่ 22 แสดงมุม DAR ของหนูตะเภาในกลุ่มควบคุมก่อนทำศัลยกรรมและ หลังทำศัลยกรรมที่ 16 สัปดาห์.....	34
รูปที่ 23 แสดงมุม DAR ของหนูตะเภาในกลุ่มศัลยกรรมจีไฟฟ้าก่อนทำศัลยกรรมและ หลังทำศัลยกรรมที่ 16 สัปดาห์.....	35
รูปที่ 24 แสดงมุม DAR ของหนูตะเภาในกลุ่มศัลยกรรมเยือกแข็งก่อนทำศัลยกรรม และหลังทำศัลยกรรมที่ 16 สัปดาห์.....	35
รูปที่ 25 แผนภูมิแสดงค่าเฉลี่ยมุม DARS ของหนูตะเภาในกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง ทั้งสองกลุ่มในช่วงเวลาต่างๆ.....	40
รูปที่ 26 แสดงมุม DARS ของหนูตะเภาในกลุ่มควบคุมก่อนทำศัลยกรรมและ หลังทำศัลยกรรมที่ 16 สัปดาห์.....	40
รูปที่ 27 แสดงมุม DAR ของหนูตะเภาในกลุ่มศัลยกรรมจีไฟฟ้าก่อนทำศัลยกรรมและ หลังทำศัลยกรรมที่ 16 สัปดาห์.....	41
รูปที่ 28 แสดงมุม DAR ของหนูตะเภาในกลุ่มศัลยกรรมเยือกแข็งก่อนทำศัลยกรรม และหลังทำศัลยกรรมที่ 16 สัปดาห์.....	41
รูปที่ 29 การตายของเซลล์กระดูกอ่อนบริเวณแนวประสานเชิงกรานส่วนหน้าในหนูตะ เภากลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมจีไฟฟ้าและศัลยกรรมเยือกแข็งหลังศัลยกรรม ที่ 2 สัปดาห์.....	44

ภาพประกอบ	หน้า
รูปที่ 30 บริเวณแนวประสานเชิงกรานส่วนหน้าของหนูตะเภาหลังศัลยกรรมที่ 8 สัปดาห์ในกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมจีไฟฟ้าและศัลยกรรม เยื่อแก๊ง.....	45
รูปที่ 31 บริเวณแนวประสานเชิงกรานส่วนหน้าของหนูตะเภาหลังศัลยกรรมที่ 16 สัปดาห์ในกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมจีไฟฟ้าและศัลยกรรม เยื่อแก๊ง.....	46



สถาบันวิทยบริการ  
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# บทที่ 1

## บทนำ

### ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การเชื่อมแนวประสานเชิงกรานส่วนหน้าในลูกสุนัข (juvenile pubic symphysiodesis หรือ JPS) เป็นการป้องกันความรุนแรงของโรคข้อสะโพกเจริญผิดปกติในสุนัขอายุน้อยที่ยังโตไม่เต็มวัยและมีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคข้อสะโพกเจริญผิดปกติ (canine hip dysplasia หรือ CHD) ซึ่งเป็นโรคที่พบได้มากในปัจจุบันและจัดเป็นโรคที่มีความซับซ้อน (Riser *et al.*, 1985) โดยพบได้บ่อยในสุนัขพันธุ์ใหญ่ ได้แก่ พันธุ์เซนต์เบอร์นาร์ด (Saint Bernard) พันธุ์เยอรมันเชพเพิร์ด (German shepherd) และพันธุ์โกลเด้นรีทรีฟเวอร์ (Golden retriever) (Smith, 1997; Morgan *et al.*, 2000; Swainson *et al.*, 2000) จุดประสงค์ในการทำศัลยกรรมเชื่อมแนวประสานเชิงกรานส่วนหน้าในลูกสุนัขเพื่อเพิ่มการปิดหมุนของขอบบนของเบ้ากระดูกเชิงกราน (dorsal acetabular rim) ทั้งสองข้างไปทางด้านล่างและด้านข้าง (ventrolateral) ซึ่งเป็นผลมาจากการเหนี่ยวนำให้เกิดการปิดตัวก่อนกำหนดของแนวประสานเชิงกรานส่วนหน้า (pubic symphysis) ส่งผลให้ข้อสะโพกเกิดความมั่นคงมากขึ้น ลดการเคลื่อนบางส่วนของหัวกระดูกต้นขาหลังไปทางด้านบนได้ และลดความหลวมของข้อสะโพกในสุนัขอายุน้อย (Swainson *et al.*, 2000) การทำศัลยกรรมด้วยวิธีนี้อาจทำได้โดยการตัดแนวประสานเชิงกรานส่วนหน้าออก และทำให้เกิดการปิดตัวก่อนกำหนด (premature closure) โดยใช้อุปกรณ์ในการยึดกระดูก (bone staple) หรือใช้ความร้อนทำลายส่วนที่มีการเจริญของกระดูกเชิงกราน (symphyseal growth plate) ก่อนที่สุนัขจะเริ่มมีการพัฒนาของกระดูกเชิงกรานเต็มที่หรือก่อนอายุ 4-5 เดือน (Swainson *et al.*, 2000; Deuland *et al.*, 2001; Patricelli *et al.*, 2001; Patricelli *et al.*, 2002; Schulz and Dejardin, 2003)

แนวประสานเชิงกรานส่วนหน้าของสุนัขจะประกอบด้วยส่วนที่เป็นไฟโบรคาทิเลจ (fibrocartilage) อยู่ตรงกลางและไฮยาลินคาทิเลจ (hyaline cartilage) อยู่ข้างๆ ทั้งสองข้าง ซึ่งไฮยาลินคาทิเลจเป็นแนวประสานเชิงกรานทางด้านใน (medial pubic physis) และทำหน้าที่ในการเจริญเติบโตตามแนวยาว (longitudinal) ของกระดูกเชิงกราน ดังนั้นผลของการเชื่อมแนวประสานเชิงกรานส่วนหน้าก่อให้เกิดการปิดตัวก่อนกำหนดของแนวประสานเชิงกราน จึงมีผลให้กระดูกเชิงกรานหยุดการพัฒนาตามปกติ ทำให้เบ้ากระดูกเชิงกรานปิดหมุนไปทางด้านล่างและด้านข้างเพิ่มขึ้น (Mathews *et al.*, 1996; Dassler, 2003)

การเชื่อมแนวประสานเชิงกรานส่วนหน้าโดยการทำศัลยกรรมจี้ไฟฟ้านั้นมีผลต่อการพัฒนาของกระดูกเชิงกรานและมีผลต่อเซลล์กระดูกอ่อน ซึ่งสามารถนำมาใช้ในการบำบัดและบรรเทาอาการของโรคข้อสะโพกเจริญผิดปกติในสุนัขได้ ผู้ศึกษาวิจัยจึงมีแนวความคิดว่าควร

ศึกษาการเชื่อมแนวประสานเชิงกรานส่วนหน้า ด้วยวิธีการศัลยกรรมเยือกแข็ง (cryosurgery) โดยใช้ไนโตรเจนเหลว (liquid nitrogen) ซึ่งมีจุดเยือกแข็งอยู่ที่  $-195.8$  องศาเซลเซียส และสามารถทำลายเซลล์ต่างๆ ได้ดีโดยเฉพาะเซลล์กระดูกอ่อน (Holmberg, 2003; Rubinsky, 2002; Zacarian, 1985) การศึกษานี้เลือกใช้ในหนูตะเภา (guinea pig) เนื่องจากมีลักษณะของกระดูกเชิงกรานที่มีความใกล้เคียงกับในสุนัขและเป็นสัตว์ที่ถึงช่วงโตเต็มวัยเร็ว โดยการศึกษาดังกล่าวข้างต้นเพื่อดูผลการเปลี่ยนแปลงของเซลล์กระดูกอ่อน และผลที่มีต่อการเจริญของกระดูกเชิงกรานเปรียบเทียบกับการทำศัลยกรรมด้วยการจี้ไฟฟ้า (electrosurgery) เพื่อนำไปประยุกต์ใช้และเป็นแนวทางเลือกในการบำบัดและบรรเทาอาการของโรคข้อสะโพกเจริญผิดปกติในสุนัขต่อไป

### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

ศึกษาการทำศัลยกรรมเยือกแข็งในการเชื่อมแนวประสานเชิงกรานส่วนหน้า โดยเปรียบเทียบกับการศัลยกรรมจี้ไฟฟ้า เพื่อดูผลการเปลี่ยนแปลงของเซลล์กระดูกอ่อนและการพัฒนาของเบ้ากระดูกเชิงกรานในหนูตะเภาที่ตรวจไม่พบความผิดปกติของข้อสะโพก

### คำถามการวิจัย

การพัฒนาของกระดูกเชิงกรานและการเปลี่ยนแปลงของเซลล์กระดูกอ่อนบริเวณแนวประสานเชิงกรานส่วนหน้าในหนูตะเภา ภายหลังจากการทำศัลยกรรมเยือกแข็งแตกต่างจากศัลยกรรมจี้ไฟฟ้าหรือไม่

### คำสำคัญ(Key words)

pubic symphysiodesis	cryosurgery	electrosurgery
การเชื่อมแนวประสานเชิงกรานส่วนหน้า	ศัลยกรรมเยือกแข็ง	ศัลยกรรมจี้ไฟฟ้า
pelvic development	guinea pig	
การพัฒนากระดูกเชิงกราน	หนูตะเภา	

### ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย

ผลของการทำศัลยกรรมเยือกแข็งในการเชื่อมแนวประสานเชิงกรานส่วนหน้าต่อการพัฒนาของกระดูกเชิงกรานในหนูตะเภา เพื่อนำไปศึกษาหรือประยุกต์ใช้ในสุนัขและเป็นแนวทางเลือกหนึ่งในการทำศัลยกรรมบำบัดโรคข้อสะโพกเจริญผิดปกติระยะเริ่มต้นในลูกสุนัข

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### แนวคิดและทฤษฎี

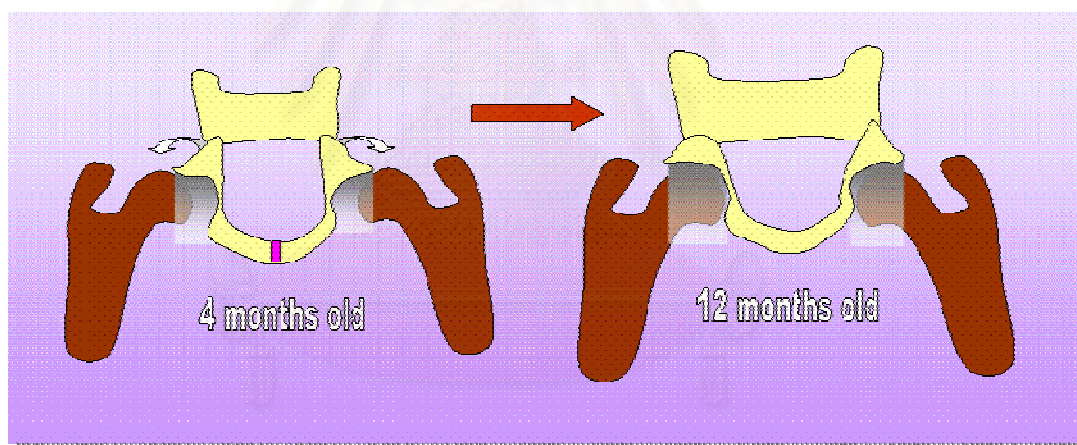
โรคข้อสะโพกเจริญผิดปกติทำให้เกิดการสวมกันไม่พอดีของหัวกระดูกต้นขาหลังกับเบ้ากระดูกเชิงกราน (Smith *et al.*, 1990) โดยส่วนใหญ่แล้วมักพบได้มากในสุนัขพันธุ์ยักษ์ (giant breeds) พันธุ์ใหญ่ (large breeds) และพันธุ์กลาง (medium breeds) แต่พบได้น้อยในสุนัขพันธุ์เล็ก (small breeds) (Olmstead, 1995) ตัวอย่างเช่น พันธุ์เซนต์เบอร์นาร์ดี เยอรมันเชพเพิร์ด และโกลเด้นรีทรีฟเวอร์ เป็นต้น ซึ่งสุนัขพันธุ์ที่กล่าวมาข้างต้นมักมีอุบัติการณ์ของการเกิดโรคข้อสะโพกเจริญผิดปกติสูง (Smith, 1997; Morgan *et al.*, 2000; Swainson *et al.*, 2000) โรคข้อสะโพกเจริญผิดปกตินั้นเป็นการเจริญที่ไม่เหมาะสมของข้อสะโพก มักทำให้เกิดการหลวมของข้อสะโพกและพบว่ามีความผิดปกติของการสร้างกระดูกภายในเนื้อกระดูกอ่อน (endochondral ossification) ซึ่งทำให้เกิดความผิดปกติภายในข้อสะโพกและทำให้เกิดโรคข้อสะโพกเสื่อมตามมา (Mathew *et al.*, 1996; Todhunter and Lust, 2003) จากการศึกษาพบว่าโรคนี้ไม่ได้เป็นมาแต่กำเนิดเนื่องจากลูกสุนัขแรกเกิดมีข้อสะโพกที่ปกติ แต่มีปัจจัยโน้มนำที่ถ่ายทอดทางพันธุกรรมและภาวะแวดล้อม ซึ่งทำให้ข้อสะโพกไม่มั่นคงมากขึ้นในช่วงอายุ 2-3 สัปดาห์แรก กล่าวคือเกิดความไม่สมดุลกันระหว่างมวลกล้ามเนื้อเชิงกรานกับการเจริญเติบโตของกระดูกในระหว่างการเจริญเติบโต โดยกระดูกเติบโตเร็วกว่าเนื้อเยื่อรอบๆ ทำให้เนื้อเยื่ออ่อนไม่แข็งแรงพอที่จะคงความมั่นคงของข้อสะโพกไว้ได้ กล้ามเนื้อไม่สามารถพยุงหัวกระดูกต้นขาหลังให้อยู่ในเบ้ากระดูกเชิงกรานได้ ข้อสะโพกจึงอักเสบ บวม เอ็นของหัวกระดูกต้นขาหลัง (ligament of femoral head) ยึดตัวและขาด ถูหุ้มข้อต่อหนาตัวขึ้นและมีการพัฒนาของโรคกลายเป็นโรคข้อสะโพกเสื่อมตามมาได้ในภายหลัง (Riser and Newton, 1981; Smith *et al.*, 1990; Denny and Butterworth, 2000; Morgan *et al.*, 2000; Todhunter and Lust, 2003)

แม้ว่าการรักษาทางศัลยกรรมโดยวิธีการตัดกระดูกขาหลังส่วนต้นเพื่อปรับมุมกระดูกขาหลัง (intertrochanteric osteotomy; ITO) (Fox *et al.*, 1987; Olmstead, 1995; McLaughlin and Tomlinson, 1996) หรือ การตัดกระดูกเชิงกรานเพื่อปรับมุมของเบ้ากระดูกเชิงกราน (triple pelvic osteotomy; TPO) (Deuland *et al.*, 2001; Tomlinson and Cook, 2002) จะทำให้การเสื่อมของข้อสะโพกพัฒนาไปได้ช้า เนื่องจากการรักษาทางศัลยกรรมด้วยวิธีดังกล่าวจะไปเพิ่มความมั่นคงของข้อสะโพก แต่ก็มีข้อเสียคือค่าใช้จ่ายสูงและเกิดความเจ็บปวดมาก ดังนั้นวิธีที่ทำให้เกิดความเจ็บปวดน้อยกว่า ง่ายกว่า และเสียค่าใช้จ่ายน้อยกว่า แต่สามารถเพิ่มความมั่นคงของข้อสะโพกในสุนัขอายุน้อยที่ยังโตไม่เต็มวัยก่อนที่จะเกิดการเสื่อมของข้อสะโพกย่อมเป็นทางเลือก

ที่ตีกว่า การเชื่อมแนวประสานเชิงกรานส่วนหน้าในลูกสุนัขเป็นวิธีหนึ่งที่เกิดความเจ็บปวดน้อย  
ง่าย และค่าใช้จ่ายน้อย แต่สามารถป้องกันความรุนแรงของโรคข้อสะโพกเจริญผิดปกติในลูกสุนัข  
ซึ่งได้รับการวินิจฉัยแล้วว่ามีความเสี่ยงต่อโรคนี้ (Mathews *et al.*, 1996; Barnhart, 2000)

### การเชื่อมแนวประสานเชิงกรานส่วนหน้าในลูกสุนัข

การเชื่อมแนวประสานเชิงกรานส่วนหน้าในลูกสุนัขเป็นวิธีป้องกันความรุนแรงของโรคข้อ  
สะโพกเจริญผิดปกติในลูกสุนัขซึ่งได้รับการวินิจฉัยแล้วว่ามีความเสี่ยงต่อโรคนี้ โดยทำให้หัว  
กระดูกต้นขาหลังอยู่ภายในเบ้ากระดูกเชิงกรานได้มั่นคงขึ้น จุดประสงค์ในการทำศัลยกรรมเชื่อม  
แนวประสานเชิงกรานส่วนหน้าในลูกสุนัข คือ เพิ่มการปิดหมุนของขอบบนของเบ้ากระดูกเชิงกราน  
ทั้งสองข้างไปทางด้านล่างและด้านข้าง (รูปที่ 1) เพื่อลดความหลวมของข้อสะโพกในสุนัขอายุน้อย  
ซึ่งผลที่ได้ดังกล่าวเกิดจากการเหนี่ยวนำให้เกิดการปิดตัวก่อนกำหนดของแนวประสานเชิงกราน  
ส่วนหน้า ทำให้ข้อสะโพกมั่นคง ลดการเคลื่อนบางส่วนของหัวกระดูกต้นขาหลังไปทางด้านบนได้  
และลดความหลวมของข้อสะโพก (Swainson *et al.*, 2000)



รูปที่ 1 แสดงการเปลี่ยนแปลงของข้อสะโพกและกระดูกเชิงกรานภายหลังการทำศัลยกรรมเชื่อม  
แนวประสานเชิงกรานส่วนหน้า (Degner, 2004)

โดยในปี ค.ศ. 1996 Mathews และคณะได้เริ่มทำการศึกษาถึงผลของการปิดตัวก่อน  
กำหนดของแนวประสานเชิงกรานส่วนหน้าที่มีต่อการพัฒนาของกระดูกเชิงกราน หลังจากการ  
ทำศัลยกรรมเชื่อมแนวประสานเชิงกรานส่วนหน้าด้วยการศัลยกรรมจี้ไฟฟ้าในหนูตะเภาเพศผู้อายุ  
21 วัน จำนวน 18 ตัว โดยแบ่งเป็นกลุ่มควบคุมจำนวน 4 ตัว กลุ่มที่ทำการผ่าตัดแต่ไม่ทำการ  
ศัลยกรรมจี้ไฟฟ้า (sham-operated) จำนวน 4 ตัว และกลุ่มทดลองจำนวน 10 ตัว ทำการเชื่อม  
แนวประสานเชิงกรานส่วนหน้าในหนูตะเภากลุ่มทดลองโดยใช้เครื่องจี้ไฟฟ้าแบบสองขั้ว (bipolar



surgical electrocautery) กำลังไฟฟ้า 10 วัตต์ (watt) ระยะเวลา 10 วินาที จากผลการศึกษาพบว่าเกิดการปิดตัวก่อนกำหนดของแนวประสานเชิงกรานส่วนหน้า ทำให้เบ้ากระดูกเชิงกรานปิดหมุนไปทางด้านล่างและด้านข้าง เบ้ากระดูกเชิงกรานมีความลึกเพิ่มขึ้น และเพิ่มพื้นที่บริเวณเบ้ากระดูกเชิงกราน ผลทางจุลพยาธิวิทยาพบว่าบริเวณแนวประสานเชิงกรานส่วนที่ทำการเชื่อมนั้นไฮยาลินคาทิลจะถูแทนที่ด้วยกระดูก นอกจากนี้ยังพบว่าบริเวณแนวประสานเชิงกรานของหนูตะเภาโดยปกติแล้วจะประกอบด้วยส่วนที่เป็นไฮยาลินคาทิลอยู่ตรงกลางเท่านั้น ซึ่งต่างจากในสุนัขที่มีไฟโบรคาทิลอยู่ตรงกลางและไฮยาลินคาทิลอยู่ข้างๆ ทั้งสองข้างและการปิดตัวของแนวประสานเชิงกรานจะเริ่มตั้งแต่อายุประมาณ 17 สัปดาห์ และเกิดการเชื่อมกันอย่างสมบูรณ์เมื่ออายุประมาณ 23 สัปดาห์ (Mathew *et al.* cited in Zuck, 1938) และจากการศึกษาที่ผ่านมาโดย Harrison ในปี 1968 หลังจากการตัดกระดูกอ่อนบริเวณแนวประสานเชิงกรานในหนูแรท (rat) พบว่าได้ผลเช่นเดียวกัน

หลังจากนั้นจึงเริ่มมีการศึกษาในสุนัข โดยในปี ค.ศ.2000 Swainson และคณะได้ทำการศึกษาถึงผลกระทบจากการเชื่อมแนวประสานเชิงกรานส่วนหน้าที่มีผลต่อการพัฒนากระดูกเชิงกรานในสุนัขพันธุ์เกรย์ฮาวนด์ (Greyhound) อายุ 4 เดือน เพศเมีย ยังไม่ได้ทำหมันจำนวน 8 ตัว แบ่งสุนัขออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองกลุ่มละ 4 ตัว สุนัขในกลุ่มทดลองเริ่มทำศัลยกรรมเชื่อมแนวประสานเชิงกรานส่วนหน้าครั้งแรกเมื่ออายุ 4 เดือน โดยใช้ลวดยึด (3M staplizer<sup>®</sup>) พบว่าหลังจากนั้นหนึ่งเดือนลวดเคลื่อนออกจากตำแหน่งเดิม จึงทำการศัลยกรรมอีกครั้งเมื่ออายุ 5 เดือน ก่อนทำการยึดด้วยลวดเบอร์ 16 ที่นำมาทำเป็นรูปตัวยูได้ตัดกระดูกเชิงกรานส่วนหน้าออกก่อนโดยใช้ที่ขบกระดูก (bone rongeur) ประเมินอัตราการเจริญเติบโตและการพัฒนาของกระดูกเชิงกรานโดยใช้ภาพถ่ายทางรังสีและภาพถ่ายเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ (computed tomography) ประเมินจากการวัด acetabular ventroversion, มุม norberg, มุม lateral center-edge, ลักษณะของช่องเชิงกราน และ distraction indices จากผลการศึกษาพบว่า การเชื่อมแนวประสานเชิงกรานส่วนหน้าโดยใช้ลวดยึดกระดูกทำให้การเจริญเติบโตของกระดูกเชิงกราน distraction indices เส้นรอบวง พื้นที่และความกว้างของช่องเชิงกรานในสุนัขกลุ่มทดลองลดลงอย่างมีนัยสำคัญ และมี acetabular ventroversion เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม และไม่พบอาการแทรกซ้อนทางคลินิก

ต่อมาในปี ค.ศ. 2001 Deuland และคณะ ศึกษาถึงผลจากการเชื่อมแนวประสานเชิงกรานส่วนหน้าในลูกสุนัขที่มีการเจริญอย่างผิดปกติของข้อสะโพก โดยศึกษาในลูกสุนัขพันธุ์ Chesapeake Bay Retriever ซึ่งเป็นโรคข้อสะโพกเจริญผิดปกติจำนวน 7 ตัว แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 5 ตัว ซึ่งได้รับการเชื่อมแนวประสานเชิงกรานส่วนหน้าโดยการศัลยกรรมจี้ไฟฟ้าเมื่ออายุ 12, 16, 20, 22 และ 24 สัปดาห์ตามลำดับและกลุ่มควบคุม 2 ตัว ส่วนลูกสุนัขพันธุ์ผสมบีเกิ้ล

(Beagle-cross) 2 ตัวได้เก็บตัวอย่างบริเวณแนวประสานเชิงกราน ประเมินผลการพัฒนาของกระดูกเชิงกรานจากการใช้ transverse computerized tomography โดยดูจากมุมของ acetabular และ มุม dorsal acetabular rim ประเมินความหลวมของข้อสะโพกโดยการวัด distraction index (DI) จากภาพถ่ายทางรังสี ตรวจ ortolani และ มุม reduction นอกจากนี้ยังดูมุม norberg เพื่อดูการคลุมของเบ้ากระดูกเชิงกราน และประเมินการใช้ขาจาก range of motion ของข้อสะโพก ความเจ็บปวดของข้อสะโพก และวิเคราะห์การก้าวเดิน (gait analysis) โดยใช้เทคนิค force-plate เมื่ออายุ 44 และ 137 สัปดาห์ จากผลการศึกษาพบว่าลูกสุนัขทุกตัวที่ได้รับการทำศัลยกรรมเชื่อมแนวประสานเชิงกรานส่วนหน้าด้วยการจี้ไฟฟ้านั้น เกิดการปิดตัวก่อนกำหนดของแนวประสานเชิงกรานส่วนหน้า ลูกสุนัขอายุน้อยจะมีการตอบสนองของเบ้ากระดูกเชิงกรานที่ดีกว่าในลูกสุนัขที่อายุมากกว่า โดยสรุปแล้วการเชื่อมแนวประสานเชิงกรานส่วนหน้าทำให้เกิดการหมุนของเบ้ากระดูกเชิงกรานไปทางด้านล่างและด้านข้าง เพิ่มการคลุมของเบ้ากระดูกเชิงกรานบนหัวกระดูกต้นขาหลังทั้งสองข้าง ลดความหลวมของข้อสะโพก และไม่เกิดความเจ็บปวดขณะเดินอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ยังไม่พบอาการแทรกซ้อนของระบบขับถ่ายปัสสาวะและลำไส้

ในปี ค.ศ. 2001 Patricelli และคณะได้ทำการศึกษาเพื่อหาบริเวณที่เกิดการตายของเซลล์กระดูกอ่อน และปริมาณของกำลังไฟฟ้าที่เหมาะสมในการทำศัลยกรรมจี้ไฟฟ้าเพื่อเชื่อมแนวประสานเชิงกรานส่วนหน้าในลูกสุนัขจำนวน 12 ตัวที่มีอายุ 15 ถึง 17 สัปดาห์ แบ่งเป็นกลุ่มควบคุม 1 ตัว และกลุ่มทดลอง 11 ตัว แต่ละตัวได้รับการทำศัลยกรรมจี้ไฟฟ้าที่แนวประสานเชิงกรานทั้งหมด 3 ตำแหน่ง ได้แก่ cranial pubis, caudal pubis และ cranial ischium ในแต่ละตำแหน่งของแต่ละตัวจะแตกต่างกันทั้งความแรงของกำลังไฟฟ้า ระยะเวลา และพื้นที่ในการจี้ไฟฟ้า ทำการวัดอุณหภูมิทุกครั้งที่ทำกรจี้ไฟฟ้า ภายหลังจากการทำศัลยกรรม 7 วันทำการเก็บตัวอย่างของแนวกระดูกเชิงกรานเพื่อทำการตรวจทางจุลพยาธิวิทยาโดยดูชนิดของเซลล์และการอยู่รอดของเซลล์ ทำการวัดแนวประสานเชิงกรานและแนวที่เกิดการตายของเซลล์กระดูกอ่อนจากการทำลายด้วยความร้อน จากผลการศึกษาพบว่าการตายของกระดูกและกระดูกอ่อนจะเกิดเป็นวงกลมกระจายออกจากจุดที่ทำกรจี้ไฟฟ้ามีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 4 ถึง 6 มิลลิเมตร การเชื่อมแนวประสานเชิงกรานนั้นควรใช้กำลังไฟฟ้าตั้งแต่ 40 วัตต์ โดยทั้งนี้ขึ้นกับขนาดของแนวประสานเชิงกรานด้วย

หลังจากนั้นในปี ค.ศ. 2002 Patricelli และคณะได้ศึกษาการเชื่อมแนวประสานเชิงกรานส่วนหน้าในลูกสุนัขที่มีการหลวมของข้อสะโพกที่อายุ 15 และ 20 สัปดาห์ เพื่อตรวจสอบผลกระทบจากการเชื่อมแนวประสานเชิงกรานส่วนหน้าที่มีต่อรูปร่างของข้อสะโพก ความหลวมของข้อสะโพก การเดินและการพัฒนาของโรคการเสื่อมของข้อสะโพกในลูกสุนัขที่มีการเจริญอย่าง

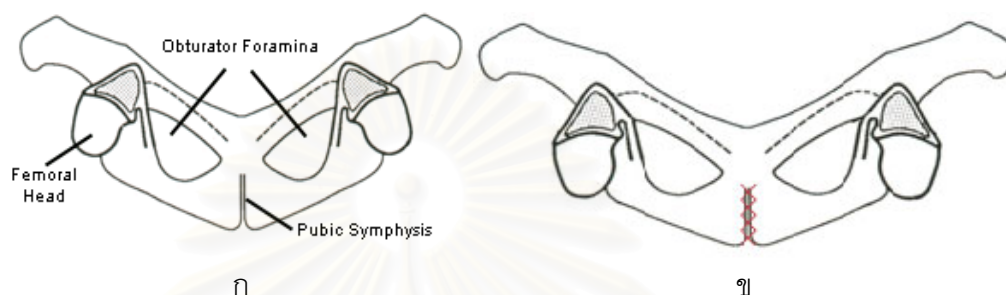
ผิดปกติของข้อสะโพก ทำการศึกษาในลูกสุนัขเพศเมียที่มีการหลวมของข้อสะโพกจำนวน 18 ตัว แบ่งลูกสุนัขออกเป็น 4 กลุ่มและแบ่งเป็น 2 ช่วงอายุ อายุ 15 สัปดาห์และ 20 สัปดาห์ ในแต่ละช่วงอายุแบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 6 ตัว และกลุ่มควบคุม 3 ตัว ตรวจข้อสะโพกมีการให้คะแนนความเจ็บปวดจากการยืดข้อสะโพก (hip extension) ตรวจ ortolani ดูมุม reduction, distraction index และมุม norberg จากภาพถ่ายเอ็กซเรย์คอมพิวเตอร์ โดยทำก่อนการศัลยกรรมและเมื่อมีอายุ 1 และ 2 ปี จากผลการศึกษาพบว่า การเชื่อมแนวประสานเชิงกรานส่วนหน้าเป็นผลให้เกิดการพัฒนารูปร่างของข้อสะโพก และความหลวมของข้อสะโพกที่ดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญในลูกสุนัขที่มีการเจริญอย่างผิดปกติของข้อสะโพก และพบว่า การเชื่อมแนวประสานเชิงกรานส่วนหน้าในลูกสุนัขอายุ 15 สัปดาห์ จะเกิดการเปลี่ยนแปลงมากกว่าและเร็วกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับลูกสุนัขอายุ 20 สัปดาห์ นอกจากนี้ยังพบว่า การเสื่อมของข้อสะโพกจะเกิดขึ้นน้อยกว่าในสุนัขที่ได้รับการทำศัลยกรรมเชื่อมแนวประสานเชิงกรานส่วนหน้า

ต่อมาได้มีการเปรียบเทียบผลระยะยาวระหว่างการเชื่อมแนวประสานเชิงกรานส่วนหน้ากับการทำ TPO ในสุนัขที่มีการเจริญที่ผิดปกติของข้อสะโพก ในปี 2007 Manley และคณะ ทำการศึกษาในสุนัขจำนวน 18 ตัว แบ่งออกเป็นสองกลุ่ม คือ กลุ่มที่ทำการเชื่อมแนวประสานเชิงกรานส่วนหน้าระหว่างอายุ 4 ถึง 5.5 เดือน และกลุ่มที่ทำ TPO อายุระหว่าง 5 ถึง 12 เดือน สุนัขทุกตัวได้รับการตรวจซ้ำเมื่ออายุ 2 ปี จากผลการศึกษาพบว่า ทั้ง JPS และ TPO ทำให้เบ้ากระดูกเชิงกรานคลุมหัวกระดูกต้นขาหลังได้มากขึ้นในสุนัขที่มีการเจริญผิดปกติของข้อสะโพก ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่า ทั้ง JPS และ TPO ให้ผลที่คล้ายคลึงกันต่อลักษณะของข้อสะโพกในสุนัขที่มีการเจริญผิดปกติของข้อสะโพกในระดับปานกลางถึงรุนแรง แต่ที่ทั้งสองวิธีก็ยังคงทำให้เกิดการเสื่อมของข้อสะโพกตามมาได้

การศึกษาดังที่กล่าวมาทั้งหมดข้างต้นต่างให้ผลที่คล้ายคลึงกัน คือ การเจริญบริเวณแนวประสานเชิงกรานลดลง hip distraction indices เส้นรอบวง พื้นที่และความกว้างของช่องเชิงกรานลดลง เบ้ากระดูกเชิงกรานปิดทึบไปทางด้านล่างและด้านข้างเพิ่มมากขึ้น พบการปิดตัวก่อนกำหนดของแนวประสานเชิงกรานส่วนหน้า ในลูกสุนัขที่มีอายุน้อยจะมีการเปลี่ยนแปลงของเบ้ากระดูกเชิงกรานดีกว่าลูกสุนัขที่มีอายุมากกว่า เบ้ากระดูกเชิงกรานคลุมหัวกระดูกต้นขาหลังได้มากขึ้น เพิ่มความมั่นคงของข้อสะโพก และไม่เกิดความเจ็บปวดขณะเดิน ส่วนผลทางจุลพยาธิวิทยาพบบริเวณการตายของเซลล์กระดูกอ่อนมีลักษณะเป็นกระจายเป็นวงออกจากบริเวณที่ทำการจี้ไฟฟ้ามีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 4 ถึง 6 มิลลิเมตร

จากการศึกษาทบทวนเอกสารพบว่า การเชื่อมแนวประสานเชิงกรานส่วนหน้าในลูกสุนัขเป็นศัลยกรรมที่ให้ผลน่าพอใจ โดยมีผลทำให้กระดูกเชิงกรานหยุดการพัฒนาตามปกติ เบ้ากระดูกเชิงกรานปิดทึบไปทางด้านข้างและด้านล่างเพิ่มขึ้นอย่างมีประสิทธิภาพ (รูปที่ 2) ลดความหลวม

และเพิ่มความมันของข้อสะโพก การเชื่อมแนวประสานเชิงกรานส่วนหน้าอาจทำได้โดยการตัดแนวประสานเชิงกรานออกบางส่วนและยึดด้วยลวดรูปตัวยู หรือการใช้ความร้อนทำลายแนวเจริญบริเวณแนวประสานเชิงกรานส่วนหน้า ข้อจำกัด คือ ควรทำศัลยกรรมตั้งแต่อายุ 4 ถึง 5 เดือน แต่มีข้อดี คือ สุนัขได้รับความเจ็บปวดน้อย ค่าใช้จ่ายต่ำ และสุนัขไม่ต้องถูกจำกัดการออกกำลังกายเป็นระยะเวลานาน



**รูปที่ 2** แสดงแนวประสานเชิงกรานส่วนหน้าที่ได้รับการศัลยกรรม (ก) และภาพภายหลังการทำศัลยกรรม (ข) (Smith *et al.*, 2005)

### การศัลยกรรมเยือกแข็ง

การศัลยกรรมเยือกแข็งสามารถทำลายเนื้อเยื่อได้โดยการควบคุมอุณหภูมิให้ต่ำมาก โดยความเย็นที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส (-4 องศาฟาเรนไฮต์) สามารถทำลายเซลล์ของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมได้เกือบทุกชนิด การทำลายเนื้อเยื่อโดยใช้ศัลยกรรมเยือกแข็งแบ่งออกเป็นผลโดยตรง (direct effect) และโดยทางอ้อม (indirect effect) การทำลายเนื้อเยื่อโดยตรงเริ่มจากการเกิดผลึกน้ำแข็งทั้งภายในเซลล์และภายนอกเซลล์ ผลึกน้ำแข็งที่เกิดขึ้นภายในเซลล์สามารถทำลายเซลล์ได้ดีที่สุดและยังทำให้เยื่อหุ้มเซลล์ภายนอกแตกออก ส่วนผลึกน้ำแข็งภายนอกเซลล์ทำให้เซลล์ขาดน้ำเป็นผลให้ความเข้มข้นของอิเลคโตรไลต์ (electrolyte) และค่าความเป็นกรดต่าง (pH) ภายในเซลล์เปลี่ยนแปลงไป นอกจากนี้ความเสียหายของออร์แกเนลล์ (organelles) ภายในเซลล์และเยื่อหุ้มเซลล์ชนิดไลโปโปรตีน (lipoprotein membrane) จะไปขัดขวางการอยู่รอดของเซลล์ การทำลายเนื้อเยื่อโดยทางอ้อมเกิดจากความเสียหายของหลอดเลือด ความสามารถในการซึมผ่านได้ (permeability) ของหลอดเลือดเพิ่มขึ้น ทำให้สูญเสียพลาสมา (plasma) ออกจากเนื้อเยื่อ เกิดความเสียหายของผนังหลอดเลือดแดงและหลอดเลือดดำขนาดเล็กภายในเนื้อเยื่อ ทำให้สูญเสียเม็ดเลือดแดงและเกล็ดเลือดออกจากหลอดเลือดที่อยู่บริเวณเนื้อเยื่อ (Holmberg, 2003 ; Rubinsky, 2002)

การทำลายเซลล์จะเกิดได้มากที่สุดเมื่อเรามีการควบคุมความเร็วในการเยือกแข็ง (freeze) และการละลาย (thaw) การเยือกแข็งอย่างรวดเร็วทำให้เกิดผลึกน้ำแข็งภายในเซลล์ได้ดี

ที่สุด การละลายอย่างช้าๆทำให้เกิดผลึกน้ำแข็งขึ้นอีกครั้ง (recrystallization) โดยจะทำให้ผลึกน้ำแข็งมีขนาดใหญ่ขึ้นและทำลายเซลล์ได้ดีขึ้น (Holmberg, 2003)

ในระหว่างกระบวนการเยือกแข็งและละลาย (freeze-thaw cycle) ในรอบแรกอาจเป็นไปได้ว่าเนื้อเยื่อที่เราทำการศัลยกรรมเยือกแข็งยังถูกทำลายได้ไม่หมด ต่อมาหากเริ่มกระบวนการในรอบที่สองโดยเยือกแข็งอย่างรวดเร็วและปล่อยให้เกิดการละลายอย่างช้าๆจะทำให้เนื้อเยื่อที่เคยได้รับการเยือกแข็งมาก่อนจะไวต่อการเยือกแข็งในรอบที่สองมากกว่าเนื้อเยื่อธรรมดา และเพื่อเป็นการมั่นใจว่าเนื้อเยื่อได้ถูกทำลายอย่างแน่นอน ส่วนการทำในรอบที่สามนั้นอาจไม่มีความจำเป็นมากนัก (Holmberg, 2003)

สารเยือกแข็ง (cryogen) เป็นตัวกลางในการดึงความร้อนออกจากเนื้อเยื่อ แม้ว่าจะมีสารเยือกแข็งหลายชนิด แต่บางชนิดมีอันตรายอาจทำให้เกิดการระเบิดและเป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม ไนโตรเจนเหลวและไนตรัส ออกไซด์ (nitrous oxide) เป็นสารเยือกแข็งที่มีใช้กันมากในทางสัตวแพทย์ (Holmberg, 2003)

ไนโตรเจนเหลวมีจุดเยือกแข็งอยู่ที่  $-195.8$  องศาเซลเซียส ( $-320.4$  องศาฟาเรนไฮต์) (Holmberg, 2003; Rubinsky, 2002; Zacarian, 1985) สามารถใช้ได้ทั้งแบบสเปรย์ (spray) (รูปที่ 3) และแบบแทง (probe) แม้ว่าจะไม่มีพิษแต่การใช้ก็ควรระวัง ควรมีอุปกรณ์ที่เหมาะสมไม่ควรสัมผัสโดยตรง อาจใช้อุปกรณ์ที่เป็นแบบสเปรย์ (self-pressurizing spray gun) ซึ่งจะนำไอและหยดของไนโตรเจนเหลวสู่บริเวณเนื้อเยื่อเป้าหมาย การสเปรย์เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพและคล่องตัวในการนำพาไนโตรเจนเหลว โดยสามารถนำความร้อนออกจากเนื้อเยื่อได้มากกว่าแบบแทง (Holmberg, 2003)



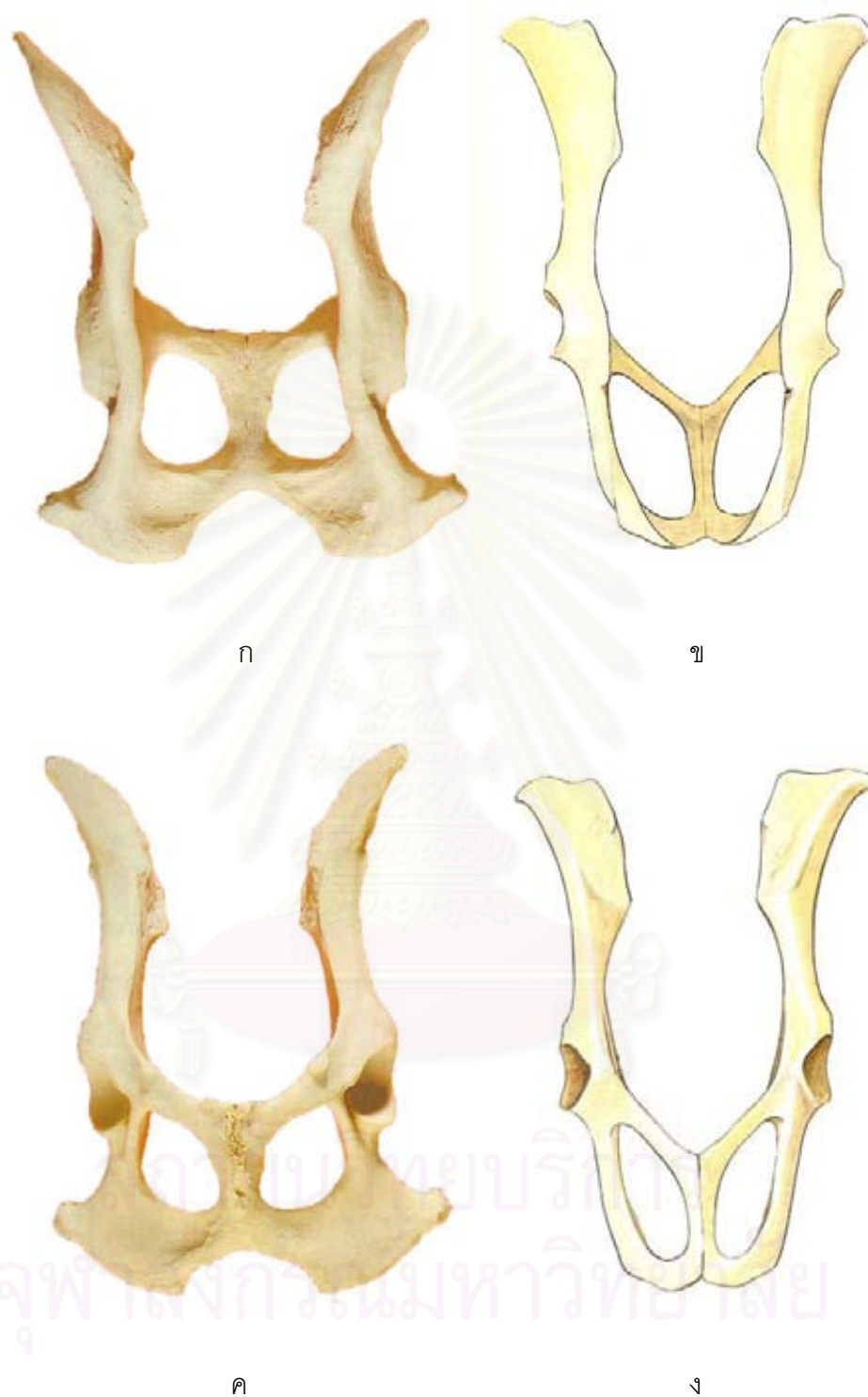
รูปที่ 3 อุปกรณ์นำพาไนโตรเจนเหลวแบบสเปรย์ (self-pressurizing spray gun)

## หนูตะเภา

หนูตะเภาเป็นสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดเล็กมีต้นกำเนิดมาจากอเมริกาใต้ โดยถูกจัดอยู่ในอันดับ Rodentia ชั้นอันดับ Hystricognathi และมีชื่อเรียกทางวิทยาศาสตร์ว่า *Cavia porcellus* โดยพันธุ์ที่มักเลี้ยงเป็นสัตว์เลี้ยงและเพื่องานทดลอง ได้แก่ Duncan-Hartley และ Hartley (รูปที่ 4) หนูตะเภาเป็นสัตว์ฟันแทะ มีรูปร่างอ้วนสั้น คอสั้น ขาสั้น มีเต้านม 1 คู่ทั้งตัวผู้และตัวเมีย ขาหน้ามีนิ้วเท้า 4 นิ้วและขาหลังมีนิ้วเท้า 3 นิ้ว เป็นหนูที่ซุกซน ตื่นเต้นง่าย มีนิสัยเชิงทำให้ง่ายต่อการควบคุมและการเลี้ยงดู มีช่วงชีวิตยาวประมาณ 4 ถึง 6 ปีและเป็นสัตว์ที่โตเต็มวัยเร็ว น้ำหนักเมื่อโตเต็มวัยเพศผู้จะมีน้ำหนัก 900 ถึง 1,200 กรัม และเพศเมียจะมีน้ำหนัก 700 ถึง 900 กรัม เพศผู้จะเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์เมื่ออายุ 3 เดือน ส่วนเพศเมียจะเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์เมื่ออายุ 2 เดือน มีวงจรการเป็นสัด 15 ถึง 17 วันและช่วงการเป็นสัด 6 ถึง 11 ชั่วโมง หากต้องการผสมควรทำการผสมก่อนอายุ 6 ถึง 7 เดือน ถ้าผสมหลังจากนี้อาจทำให้เกิดการคลอดยากเนื่องจากเกิดการเชื่อมกันของกระดูกเชิงกรานอย่างสมบูรณ์ (Sirois, 2005; O'Mally, 2005) นอกจากนี้ยังพบว่ากระดูกเชิงกรานของหนูตะเภามีลักษณะใกล้เคียงกับสุนัข โดยมีลักษณะของเบ้ากระดูกเชิงกรานที่คลุมหัวกระดูกต้นขาหลัง ส่วนของ obturator foramen ที่มีขนาดกว้าง และมีส่วนของ ilium ที่มีลักษณะใกล้เคียงกัน (Boyd *et al.*, 1991; Popesko *et al.*, 1992) (รูปที่ 5)



รูปที่ 4 หนูตะเภาพันธุ์ Dunkin Hartley



**รูปที่ 5** เปรียบเทียบลักษณะของกระดูกเชิงกรานในสุนัขด้าน dorsal (ก) ด้าน ventral (ค) กับกระดูกเชิงกรานของหนูตะเภาด้าน dorsal (ข) ด้าน ventral (ง) (Boyd *et al.*, 1991; Popesko *et al.*, 1992)

จากการศึกษาทบทวนเอกสารพบว่า การเชื่อมแนวประสานเชิงกรานส่วนหน้าในลูกสุนัข เป็นศัลยกรรมที่ได้ผล แต่ในปัจจุบันการทำศัลยกรรมด้วยวิธีนี้มักใช้การจี้ไฟฟ้าหรือการทำศัลยกรรมตัดแนวประสานเชิงกรานออก (surgical excision) ร่วมกับการยึดด้วยแผ่นโลหะตามกระดูกและสกรู (plate and screws) หรือใช้ลวดรูปตัวยูยึด (stapling) (กัลยดา, 2547; Swainson *et al.*, 2000; Deuland *et al.*, 2001; Patricelli *et al.*, 2001; Patricelli *et al.*, 2002; Schulz and Dejardin, 2003) ผู้ศึกษาวิจัยจึงมีแนวความคิดเพื่อศึกษาการศัลยกรรมเย็บในกรณีการเชื่อมแนวประสานเชิงกรานส่วนหน้าในสัตว์ทดลอง โดยผลการศึกษาที่ได้จะนำไปศึกษาหรือประยุกต์ใช้ในสุนัข และเป็นแนวทางเลือกเพื่อเป็นประโยชน์ในการบำบัด และป้องกันการเกิดความรุนแรงของโรคข้อสะโพกเจริญผิดปกติในสุนัขต่อไปในอนาคต



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



### บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย

#### สัตว์ทดลอง

การศึกษาวิจัยนี้ทำในหนูตะเภาพันธุ์ Dunkin Hartley เพศผู้ อายุประมาณ 4 สัปดาห์ ไม้มีความผิดปกติของข้อสะโพกจากการตรวจร่างกายและภาพถ่ายรังสี จำนวน 23 ตัว โดยแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือ

กลุ่มที่ 1 กลุ่มควบคุม (control group) จำนวน 7 ตัว (14 ข้อสะโพก)

กลุ่มที่ 2 กลุ่มทดลองใช้วิธีการศัลยกรรมจี้ไฟฟ้า (electrosurgery group) จำนวน 6 ตัว (12 ข้อสะโพก)

กลุ่มที่ 3 กลุ่มทดลองใช้วิธีการศัลยกรรมเยือกแข็ง (cryosurgery group) จำนวน 10 ตัว (20 ข้อสะโพก)

#### การวางยาสลบ

หนูตะเภาทุกตัวไม่งดน้ำ แต่งดอาหารเป็นเวลา 12 ชั่วโมงก่อนการทำศัลยกรรมเตรียมการสลบด้วย morphine sulfate ขนาด 10 มก. ต่อกก. ฉีดเข้ากล้ามเนื้อ หลังจากนั้น 15 นาที ชักนำการสลบด้วย tiletamine ร่วมกับ zolazepam (Zoletil®) ขนาด 50 มก. ต่อกก. ฉีดเข้ากล้ามเนื้อ และควบคุมการสลบด้วยไอโซฟลูเรน (isoflurane) ร่วมกับออกซิเจน (oxygen) โดยใช้หน้ากาก (mask) (รูปที่ 6) (มาริชคักร์, 2544; Wixson and Smiler, 1997)



รูปที่ 6 แสดงการควบคุมการสลบด้วยไอโซฟลูเรนร่วมกับออกซิเจนโดยใช้หน้ากาก

## การทำศัลยกรรม

1. จัดหุตะเภาให้อยู่ในท่านอนหงาย (dorsal recumbency) เตรียมบริเวณช่องท้องส่วนล่างโดยเทคนิคปลอดเชื้อ (aseptic technique) คลุมผ้าผ่าตัดโดยให้ส่วนที่จะทำศัลยกรรมโผล่พ้นหน้าต่างของผ้าคลุม (รูปที่ 7 ก)

2. เปิดผิวหนังในแนวกึ่งกลางลำตัวของช่องท้องส่วนท้าย ตำแหน่งเหนือ pubic tubercle ไปทางด้านหน้าของแนวประสานเชิงกรานส่วนหน้า และเลาะแยกชั้นใต้ผิวหนังในแนวเดียวกัน (รูปที่ 7ข)

3. ใช้ periosteal elevator เลาะกล้ามเนื้อ adductor และ gracilis ออกจากกระดูกเชิงกรานจนพบแนวประสานเชิงกรานส่วนหน้า (รูปที่ 8 ก และ ข)

4. ในกลุ่มที่ 1 หลังจากพบแนวประสานเชิงกรานให้นำกล้ามเนื้อ adductor และ gracilis กลับตำแหน่งเดิม และใช้ polydioxanone (PDS® II) ขนาด 5-0 USP เย็บปิดชั้นกล้ามเนื้อแบบ simple interrupted suture เย็บปิดชั้นใต้ผิวหนังใช้ polydioxanone ขนาด 5-0 USP แบบ simple interrupted suture และใช้ polypropylene (Prolene®) ขนาด 5-0 USP เย็บปิดชั้นผิวหนังแบบ simple interrupted suture

5. ฉีแนวประสานเชิงกรานส่วนหน้าในกลุ่มที่ 2 ใช้เครื่องจี้ไฟฟ้าแบบหนึ่งขั้ว (unipolar surgical electrocautery) กำลังไฟฟ้า 50 วัตต์ เป็นระยะเวลา 10 วินาที ฉีแบบ full-thickness ในแนวกลางและจี้ให้เป็นแนวทางด้านข้างทั้งสองด้านห่างจากแนวกลาง 3 มิลลิเมตรและยาวเท่ากับแนวประสานเชิงกรานส่วนหน้า (รูปที่ 9 ก และ ข)

6. ในกลุ่มที่ 3 ศัลยกรรมเยือกแข็งโดยใช้ไนโตรเจนเหลวจากอุปกรณ์ self-pressurizing spray gun สองรอบ (double freeze-thaw cycle) ก่อนจี้ใช้มีดผ่าตัดกรีดแนวประสานเชิงกรานส่วนหน้าแบบ full-thickness และกรีดเป็นแนวออกมาทางด้านข้างทั้งสองข้างห่างจากแนวกลาง 3 มิลลิเมตรและยาวเท่ากับแนวประสานเชิงกรานส่วนหน้า หลังจากนั้นจี้ด้วยไนโตรเจนเหลวตามแนวประสานเชิงกรานส่วนหน้าเป็นระยะเวลา 3-5 วินาที ให้ปลายอุปกรณ์อยู่ห่างจากกระดูกเชิงกราน 1 เซนติเมตรและผลึกน้ำแข็ง (ice ball) กระจายอยู่ภายในแนวที่ทำไว้ รอจนผลึกน้ำแข็งรอบแรกละลายหมดระยะเวลาประมาณ 30 วินาที จึงทำการจี้รอบสอง (รูปที่ 10 ก และ ข)

7. ในกลุ่มที่ 2 และ 3 นำกล้ามเนื้อ adductor และ gracilis กลับตำแหน่งเดิม และใช้ polydioxanone ขนาด 5-0 USP เย็บปิดชั้นกล้ามเนื้อแบบ simple interrupted suture เย็บปิดชั้นใต้ผิวหนังใช้ polydioxanone ขนาด 5-0 USP แบบ simple interrupted suture และใช้ polypropylene ขนาด 5-0 USP เย็บปิดชั้นผิวหนังแบบ simple interrupted suture (รูปที่ 11)



ก



ข

รูปที่ 7 เตรียมบริเวณทำศัลยกรรมโดยเทคนิคปลอดเชื้อ (ก) เปิดผ่าผิวหนังในแนวกึ่งกลางลำตัวของช่องท้องส่วนท้าย (ข)



ก



ข

รูปที่ 8 ก และ ข เลาะกล้ามเนื้อออกจากกระดูกเชิงกรานจนพบแนวประสานเชิงกรานส่วนหน้า (ลูกศรชี้)



ก



ข

รูปที่ 9 ฉีแนวประสานเชิงกรานส่วนหน้าโดยใช้เครื่องจี้ไฟฟ้า (ก) และรูปแสดงเครื่องจี้ไฟฟ้าแบบหนึ่งขั้ว (ข)



ก



ข

รูปที่ 10 ศัลยกรรมเยือกแข็งโดยใช้ไนโตรเจนเหลว (ก) และรูปแสดงอุปกรณ์ในการทำศัลยกรรมเยือกแข็งหรือ self-pressurizing spray gun (ข)



รูปที่ 11 การเย็บปิดชั้นผิวหนัง

### การดูแลภายหลังศัลยกรรม

หนูตะเภาทุกตัวจะได้รับ cefazolin sodium ขนาด 50 มก. ต่อ กก. ฉีดเข้ากล้ามเนื้อ ทุก 24 ชั่วโมง (Plumb, 2005) ติดต่อกันทุกวันเป็นเวลา 7 วัน นับหลังจากวันที่ทำศัลยกรรม ระวังปวดโดยใช้ morphine sulfate ขนาด 10 มก. ต่อ กก. ฉีดเข้ากล้ามเนื้อ ทุก 24 ชั่วโมงเป็นเวลา 1 วัน (Wixson and Smiler, 1997) ทำแผลด้วยโพวิโดน ไอโอดีน (povidone iodine) และตัดไหมที่แผลผิวหนังในวันที่ 10 หลังจากการทำศัลยกรรม

### การเก็บรวบรวมข้อมูลและวัดผล

การวัดผลการเปลี่ยนแปลงจากการทำศัลยกรรมเชื่อมแนวประสานเชิงกรานส่วนหน้าในหนูตะเภา โดยประเมินผลจากภาพทางรังสีวิทยาและการตรวจทางจุลพยาธิวิทยา

1. การตรวจทางรังสีวิทยา ถ่ายภาพทางรังสีหนูตะเภาทุกตัวรวมทั้งหมด 7 ครั้ง คือ
  - ครั้งที่ 1 ก่อนทำศัลยกรรม
  - ครั้งที่ 2 หลังการทำศัลยกรรมที่ 2 สัปดาห์
  - ครั้งที่ 3 หลังการทำศัลยกรรมที่ 4 สัปดาห์
  - ครั้งที่ 4 หลังการทำศัลยกรรมที่ 6 สัปดาห์
  - ครั้งที่ 5 หลังการทำศัลยกรรมที่ 8 สัปดาห์
  - ครั้งที่ 6 หลังการทำศัลยกรรมที่ 12 สัปดาห์
  - ครั้งที่ 7 หลังการทำศัลยกรรมที่ 16 สัปดาห์

ทุกครั้งที่ทำการถ่ายภาพทางรังสีหนูตะเภาทุกตัวจะได้รับการวางยาสลบด้วย tiletamine ร่วมกับ zolazepam (Zoletil®) ขนาด 50 มก. ต่อ กก. ฉีดเข้ากล้ามเนื้อ เพื่อป้องกันความเครียดจากการจับบังคับและเพื่อการจับบังคับสัตว์ได้ง่ายและสะดวกในการจัดทำถ่ายภาพทางรังสี

วิธีการถ่ายภาพทางรังสีที่ใช้ในการประเมินผลมี 2 วิธี คือ

1. การถ่ายภาพทางรังสีในท่านอนหงาย (Dassler, 2003; Morgan *et al.*, 2000) มีขั้นตอนดังนี้

1.1 หลังจากวางยาสลบหนูตะเภาแล้วจัดให้หนูตะเภาอยู่ในท่านอนหงายตั้งขาหลังทั้งสองข้างไปทางด้านหลังให้อยู่ในลักษณะขนานกันและยืดออกมากที่สุด

1.2 จัดหัวเข่าทั้งสองข้างให้อยู่ในลักษณะหมุนเข้าทางด้านใน

1.3 รังสีเอ็กซเรย์ผ่านจากทางด้านล่างของลำตัวไปยังด้านบนของลำตัว โดยจัดให้กระดูกเชิงกรานของสุนัขอยู่ในลักษณะที่สมมาตรกัน (รูปที่ 12)



รูปที่ 12 แสดงการจัดท่าในการถ่ายภาพทางรังสีในท่านอนหงาย

2. การถ่ายภาพทางรังสีในท่านอนคว่ำเพื่อดูขอบทางด้านบนของเบ้ากระดูกเชิงกราน (Dassler, 2003; Denny and Butterworth, 2000; Slocum and Devine, 1990) มีขั้นตอนดังนี้

2.1 หลังจากวางยาสลบแล้วจัดให้หนูตะเภาอยู่ในท่านอนคว่ำ

2.2 ตั้งขาหลังทั้งสองข้างไปทางด้านหน้า โดยให้กระดูกต้นขาหลังขนานกับแนวกลางของลำตัว (รูปที่ 13 ก และ ข)

2.3 รังสีเอ็กซเรย์จะผ่านไปตามแนวยาวของส่วน shaft ของกระดูก ilium ผ่านขอบด้านบนของเบ้ากระดูกเชิงกราน และผ่าน ischial tuberosity (รูปที่ 13 ค)



ก



ข



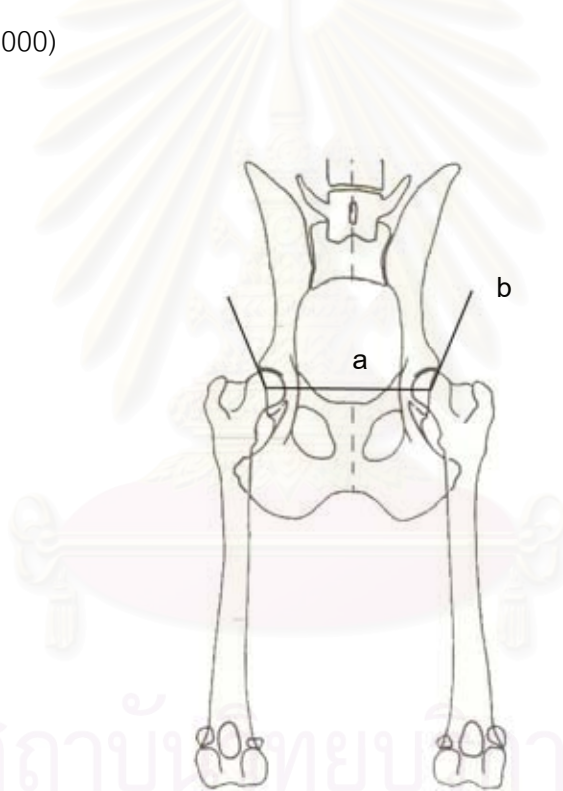
ค

รูปที่ 13 การจัดทำในการถ่ายภาพทางรังสีในท่านอนคว่ำ (ก และ ข) และรูปแสดงแนวรังสี  
เอ็กซเรย์ในท่านอนคว่ำ (ค)

### การวัดมุมจากภาพถ่ายทางรังสี

การวัดมุมใช้โปรแกรม Scion Image เวอร์ชัน beta 4.03 (<http://www.scioncorp.com>) โดยวัดจากภาพถ่ายทางรังสีที่สแกน (scan) ผ่านคอมพิวเตอร์ โดยมุมที่ทำการวัดเพื่อผลการเปลี่ยนแปลงของข้อสะโพก และดูการคลุมของเบ้ากระดูกเชิงกรานบนหัวกระดูกต้นขาหลัง คือ

1. มุม Norberg (NA) วัดได้จากภาพถ่ายทางรังสีในท่านอนหงาย เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างหัวกระดูกต้นขาหลังและเบ้ากระดูกเชิงกราน โดยวัดจากการลากเส้นระหว่างจุดศูนย์กลางของหัวกระดูกต้นขาหลังทั้งสองข้าง และลากเส้นผ่านด้านหน้าและด้านข้าง (craniolateral) ของขอบเบ้ากระดูกเชิงกรานแต่ละข้าง มุมที่เกิดจากการตัดกันของสองเส้นนี้ คือ มุม Norberg ซึ่งค่าปกติของสุนัข คือ  $105^{\circ}$  หรือมากกว่า และจะลดลงเมื่อเป็นโรคข้อสะโพกเจริญผิดปกติ (รูปที่14) (Morgan *et al.*, 2000)

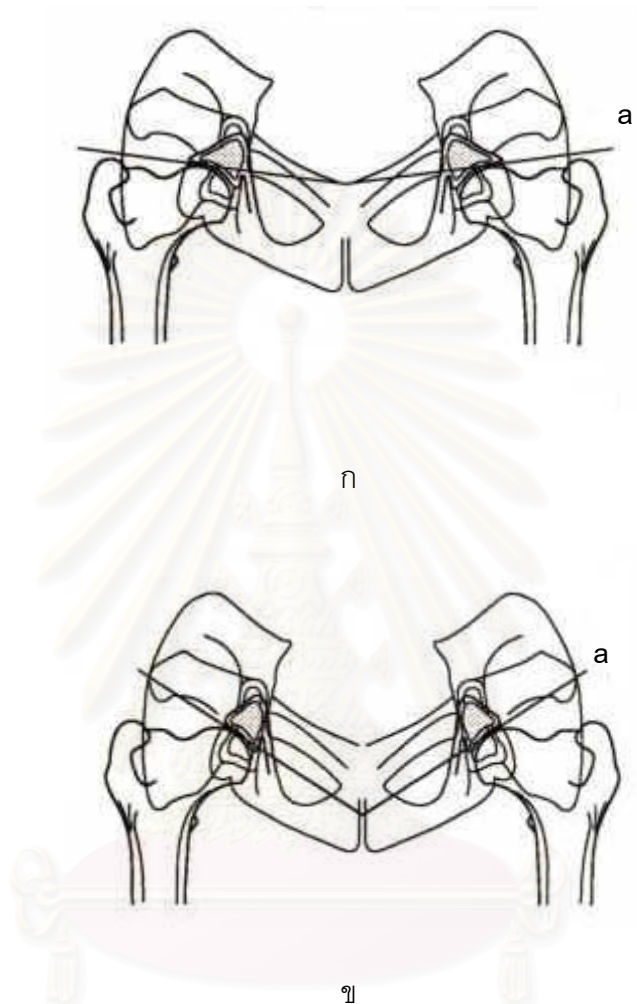


**รูปที่ 14** วิธีการวัดมุม Norberg ( a = เส้นระหว่างจุดศูนย์กลางของหัวกระดูกต้นขาหลังทั้งสองข้าง, b = เส้นผ่านด้านหน้าและด้านข้างของขอบเบ้ากระดูกเชิงกรานแต่ละข้าง)

2. มุม Dorsal acetabular rim (DAR) วัดได้จากภาพถ่ายทางรังสีในท่านอนคว่ำเพื่อดูขอบด้านบนของเบ้ากระดูกเชิงกราน ซึ่งสามารถบอกว่าเกิดการบิดหมุนไปทางด้านล่างและด้านข้างของเบ้ากระดูกเชิงกรานทั้งสองข้าง วัดมุมโดยลากเส้นผ่านเบ้ากระดูกเชิงกรานที่จุดสัมผัสกับหัวกระดูกต้นขาหลังทางด้านข้างทั้งด้านซ้ายและขวาที่มาตัดกัน สุนัขปกติมีค่ามุมระหว่าง



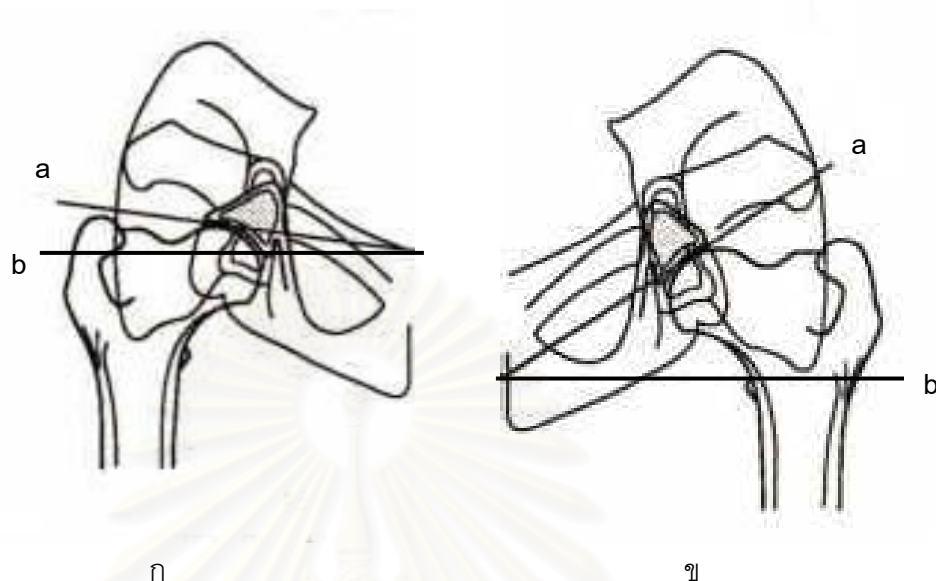
165°-180° หากมีความหลวมของข้อสะโพกหรือเป็นโรคข้อสะโพกเจริญผิดปกติมุมที่วัดได้จะน้อยกว่า 165° (รูปที่ 15 ก และ ข) (Slocum and Devine, 1990)



**รูปที่ 15** วิธีการวัดมุม Dorsal acetabular rim (DAR) จากข้อสะโพกปกติ (ก) และข้อสะโพกที่ผิดปกติ (ข) (a = เส้นผ่านเบ้ากระดูกเชิงกรานที่จุดสัมผัสกับหัวกระดูกต้นขาหลังทางด้านข้างทั้งด้านซ้ายและขวาที่มาตัดกัน) (Slocum and Devine, 1990)

3. มุม Dorsal acetabular rim slope (DARS) วัดได้จากภาพถ่ายทางรังสีในท่านอนคว่ำ เพื่อดูขอบด้านบนของเบ้ากระดูกเชิงกราน โดยลากเส้นผ่านขอบของเบ้ากระดูกเชิงกรานที่สัมผัสกับหัวกระดูกต้นขาหลังทางด้านข้าง และลากเส้นที่ตั้งฉากกับเส้นกึ่งกลางลำตัว วัดมุมที่เกิดจากการตัดกันของสองเส้นนี้ มุมปกติมีค่ามุม DARS ของข้อสะโพกแต่ละข้างน้อยกว่าหรือเท่ากับ 7.5° และ combined DARS ของข้อสะโพกทั้งสองข้างน้อยกว่าหรือเท่ากับ 15° ในขณะที่มุมที่

เป็นโรคข้อสะโพกเจริญผิดปกติมีค่ามุม DARS ของข้อสะโพกแต่ละข้างมากกว่า  $7.5^{\circ}$  และมี combined DARS มากกว่าหรือเท่ากับ  $20^{\circ}$  (รูปที่ 16) (Schulz and Dejaridin, 2003)

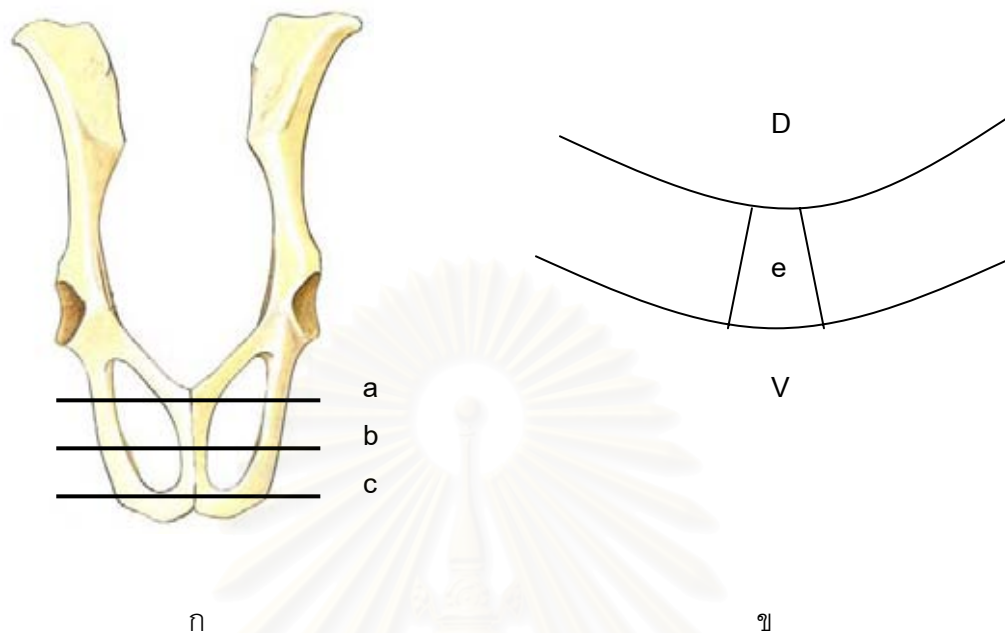


**รูปที่ 16** วิธีการวัดมุม Dorsal acetabular rim slope (DARS) จากข้อสะโพกปกติ (ก) และข้อสะโพกที่ผิดปกติ (ข) (a = เส้นผ่านขอบของเบ้ากระดูกเชิงกรานที่สัมผัสกับหัวกระดูกต้นขาหลังทางด้านข้าง, b = เส้นตั้งฉากกับเส้นกึ่งกลางลำตัว) (Schulz and Dejaridin, 2003)

## 2. การตรวจทางจุลพยาธิวิทยา

เก็บตัวอย่างกระดูกบริเวณแนวประสานเชิงกรานส่วนหน้าจากกลุ่มที่ 1, 2 และ 3 กลุ่มละ 1 ตัวอย่างในสัปดาห์ที่ 2 และ 8 เก็บตัวอย่างจากหนูตะเภาที่เหลือทุกตัวในสัปดาห์ที่ 16 ภายหลังจากการทำศัลยกรรม โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. ทำการุณฆาต (euthanasia) โดยการสูดดมฮาโลเทน (halotane)
2. เก็บตัวอย่างบริเวณแนวประสานเชิงกรานส่วนหน้า แล้วแช่ใน 10% neutral-buffered formalin เพื่อตรึงสภาพตัวอย่าง
3. นำส่วนที่เป็นกระดูกผ่านขั้นตอน decalcification ด้วยน้ำยา formic acid sodium citrate solution ซึ่งกระบวนการ decalcification สมบูรณ์ใช้เวลาประมาณ 2 สัปดาห์
4. ตัดกระดูกเชิงกรานตามแนวขวาง (transverse section) ออกเป็น 3 แนว (รูปที่ 17 ก และ ข)
5. นำตัวอย่างฝังลงในพาราฟิน (paraffin) เพื่อทำการตัดชิ้นเนื้อขนาด 6-8 ไมครอน
6. ย้อมสี Hematoxylin and eosin (H&E), Masson's trichrome และ Alcian blue เพื่อตรวจดูการเปลี่ยนแปลงของเซลล์กระดูกอ่อน (ภาคผนวก ก)



**รูปที่ 17** แสดงการตัดกระดูกเชิงกรานในแนวขวาง 3 แนว (ก) (a = บริเวณแนวประสานเชิงกรานส่วนหน้า, b = บริเวณแนวกลางของกระดูกเชิงกราน, c = บริเวณแนวประสานเชิงกรานส่วนท้าย) และรูปแสดงลักษณะของกระดูกเชิงกรานหลังจากการตัดชิ้นเนื้อ (ข) (e = แนวประสานเชิงกราน, D = dorsal, V = ventral)

#### การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงทางพารามิเตอร์ (parameters) ของมุม Norberg (NA) มุม dorsal acetabular rim (DAR) และมุม dorsal acetabular rim slope (DARS) โดยวิธี repeated measures และ one-way ANOVA ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ( $p < 0.05$ )

2. วิเคราะห์ผลการตรวจทางจุลพยาธิวิทยาโดยวิธีเชิงพรรณนา (descriptive analysis)

## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

#### การประเมินผลทางคลินิก

หลังทำศัลยกรรมพบว่าหนูตะเภาทุกตัวฟื้นจากยาสลบภายใน 3 ชั่วโมง และกลับมากินอาหารและน้ำได้ตามปกติ นอกจากนี้ยังพบว่าหลังทำศัลยกรรมในช่วงสัปดาห์แรกหนูตะเภาจำนวน 4 ตัว โดยแบ่งเป็น หนูตะเภาในกลุ่มควบคุมจำนวน 1 ตัว กลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมจี้ไฟฟ้าจำนวน 1 ตัว และหนูตะเภาในกลุ่มศัลยกรรมเย็บเย็บ 2 ตัว มีอาการซึม กินอาหารลดลง น้ำหนักลด และตายในช่วงสัปดาห์แรกหลังทำศัลยกรรม ส่วนลักษณะการเดินหนูตะเภาทุกตัวสามารถเดินได้เป็นปกติทันทีหลังฟื้นจากยาสลบ

#### การประเมินผลจากภาพถ่ายทางรังสีวิทยา

##### 1. มุม Norberg

หนูตะเภาในกลุ่มควบคุมก่อนทำศัลยกรรมค่าเฉลี่ยของมุม Norberg (รูปที่ 19 ก) ที่วัดได้จากข้อสะโพกข้างขวาและข้างซ้ายเท่ากับ  $106.95^{\circ} \pm 1.99$  ( $103.66^{\circ}$ - $109.63^{\circ}$ ) และ  $107.52^{\circ} \pm 1.42$  ( $105.75^{\circ}$ - $109.60^{\circ}$ ) ตามลำดับ ส่วนหนูตะเภาในกลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมจี้ไฟฟ้า ก่อนทำศัลยกรรมค่าเฉลี่ยของมุม Norberg (รูปที่ 20 ก) ที่วัดได้จากข้อสะโพกข้างขวาและข้างซ้ายเท่ากับ  $106.51^{\circ} \pm 0.59$  ( $105.93^{\circ}$ - $107.48^{\circ}$ ) และ  $106.45^{\circ} \pm 0.60$  ( $105.84^{\circ}$ - $107.17^{\circ}$ ) ตามลำดับ และหนูตะเภาในกลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมเย็บเย็บก่อนทำศัลยกรรมค่าเฉลี่ยของมุม Norberg (รูปที่ 21 ก) ที่วัดได้จากข้อสะโพกข้างขวาและข้างซ้ายเท่ากับ  $107.25^{\circ} \pm 0.68$  ( $106.32^{\circ}$ - $108.16^{\circ}$ ) และ  $106.97^{\circ} \pm 0.67$  ( $105.92^{\circ}$ - $108.07^{\circ}$ ) ตามลำดับ (ตารางที่ 1 และ รูปที่ 18) เมื่อเปรียบเทียบค่ามุม Norberg ก่อนทำศัลยกรรมทั้งสามกลุ่มพบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \geq 0.05$ ) และเมื่อเปรียบเทียบมุมที่วัดได้จากข้อสะโพกข้างขวาและข้างซ้ายของหนูตะเภาทั้งสามกลุ่มพบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \geq 0.05$ ) ยกเว้นหลังศัลยกรรมที่ 8, 12 และ 16 สัปดาห์ในกลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมจี้ไฟฟ้าพบว่าค่ามุมที่ได้จากข้อสะโพกข้างขวาและข้างซ้ายมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

หลังทำศัลยกรรมที่ 2 สัปดาห์ ค่าเฉลี่ยของมุม Norberg ในหนูตะเภาในกลุ่มควบคุมที่วัดได้จากข้อสะโพกข้างขวาและข้างซ้ายเท่ากับ  $108.40^{\circ} \pm 1.97$  ( $105.76^{\circ}$ - $110.62^{\circ}$ ) และ  $109.98^{\circ} \pm 0.78$  ( $108.83^{\circ}$ - $110.73^{\circ}$ ) ตามลำดับ ส่วนหนูตะเภาในกลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมจี้ไฟฟ้ามียุทธค่าเฉลี่ยของมุม Norberg ที่วัดได้จากข้อสะโพกข้างขวาและข้างซ้ายเท่ากับ  $107.81^{\circ} \pm 0.92$  ( $106.62^{\circ}$ - $108.77^{\circ}$ ) และ  $108.30^{\circ} \pm 1.41$  ( $107.02^{\circ}$ - $110.41^{\circ}$ ) ตามลำดับ และหนูตะเภาในกลุ่ม

ทดลองโดยวิธีศัลยกรรมเยือกแข็งมีค่าเฉลี่ยของมุม Norberg ที่วัดได้จากข้อสะโพกข้างขวาและข้างซ้ายเท่ากับ  $110.23^{\circ} \pm 0.81$  ( $109.14^{\circ}$ - $111.61^{\circ}$ ) และ  $110.50^{\circ} \pm 1.34$  ( $108.42^{\circ}$ - $112.62^{\circ}$ ) ตามลำดับ (ตารางที่ 1 และ รูปที่ 18) เมื่อเปรียบเทียบค่ามุม Norberg ในกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมจี้ไฟฟ้าและกลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมเยือกแข็งพบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \geq 0.05$ ) แต่เมื่อเปรียบเทียบค่ามุม Norberg ในกลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมเยือกแข็งพบว่ามีค่าเฉลี่ยของมุม Norberg เพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมจี้ไฟฟ้าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

หลังทำศัลยกรรมที่ 4 สัปดาห์ ค่าเฉลี่ยของมุม Norberg ในหนูตะเภาในกลุ่มควบคุมที่วัดได้จากข้อสะโพกข้างขวาและข้างซ้ายเท่ากับ  $111.06^{\circ} \pm 1.10$  ( $109.98^{\circ}$ - $112.84^{\circ}$ ) และ  $111.81^{\circ} \pm 1.41$  ( $110.29^{\circ}$ - $113.29^{\circ}$ ) ตามลำดับ ส่วนหนูตะเภาในกลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมจี้ไฟฟ้ามียุทธศาสตร์ของมุม Norberg ที่วัดได้จากข้อสะโพกข้างขวาและข้างซ้ายเท่ากับ  $110.77^{\circ} \pm 0.99$  ( $109.46^{\circ}$ - $111.60^{\circ}$ ) และ  $111.45^{\circ} \pm 1.30$  ( $109.93^{\circ}$ - $112.76^{\circ}$ ) ตามลำดับ และหนูตะเภาในกลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมเยือกแข็งมีค่าเฉลี่ยของมุม Norberg ที่วัดได้จากข้อสะโพกข้างขวาและข้างซ้ายเท่ากับ  $112.56^{\circ} \pm 1.31$  ( $110.35^{\circ}$ - $114.67^{\circ}$ ) และ  $112.70^{\circ} \pm 0.80$  ( $111.48^{\circ}$ - $114.02^{\circ}$ ) ตามลำดับ (ตารางที่ 1 และ รูปที่ 18) เมื่อเปรียบเทียบค่ามุม Norberg ในกลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมจี้ไฟฟ้าพบว่ามีค่าเฉลี่ยของมุม Norberg น้อยกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) แต่เมื่อเปรียบเทียบค่ามุม Norberg ในกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมเยือกแข็งพบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \geq 0.05$ ) ส่วนการเปรียบเทียบค่ามุม Norberg ในกลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมเยือกแข็งพบว่ามีค่าเฉลี่ยของมุม Norberg เพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมจี้ไฟฟ้าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

หลังทำศัลยกรรมที่ 6 สัปดาห์ ค่าเฉลี่ยของมุม Norberg ในหนูตะเภาในกลุ่มควบคุมที่วัดได้จากข้อสะโพกข้างขวาและข้างซ้ายเท่ากับ  $112.74^{\circ} \pm 1.33$  ( $111.94^{\circ}$ - $115.10^{\circ}$ ) และ  $113.38^{\circ} \pm 1.16$  ( $112.14^{\circ}$ - $114.71^{\circ}$ ) ตามลำดับ ส่วนหนูตะเภาในกลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมจี้ไฟฟ้ามียุทธศาสตร์ของมุม Norberg ที่วัดได้จากข้อสะโพกข้างขวาและข้างซ้ายเท่ากับ  $112.70^{\circ} \pm 0.80$  ( $111.67^{\circ}$ - $113.35^{\circ}$ ) และ  $113.71^{\circ} \pm 1.62$  ( $111.40^{\circ}$ - $115.20^{\circ}$ ) ตามลำดับ และหนูตะเภาในกลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมเยือกแข็งมีค่าเฉลี่ยของมุม Norberg ที่วัดได้จากข้อสะโพกข้างขวาและข้างซ้ายเท่ากับ  $114.55^{\circ} \pm 1.37$  ( $111.99^{\circ}$ - $116.39^{\circ}$ ) และ  $114.71^{\circ} \pm 0.68$  ( $113.34^{\circ}$ - $115.23^{\circ}$ ) ตามลำดับ (ตารางที่ 1 และ รูปที่ 18) เมื่อเปรียบเทียบค่ามุม Norberg ในกลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมจี้ไฟฟ้าพบว่ามีค่าเฉลี่ยของมุม Norberg เพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p = 0.0001$ ) แต่เมื่อเปรียบเทียบค่ามุม Norberg ในกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมเยือกแข็งพบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \geq 0.05$ ) ส่วนการ

เปรียบเทียบค่ามุม Norberg ในกลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมเยือกแข็งพบว่ามีความเฉลี่ยของมุม Norberg เพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมจี้ไฟฟ้าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

หลังทำศัลยกรรมที่ 8 สัปดาห์ ค่าเฉลี่ยของมุม Norberg ในหนูตะเภากลุ่มควบคุมที่วัดได้จากข้อสะโพกข้างขวาและข้างซ้ายเท่ากับ  $114.42^{\circ} \pm 1.85$  ( $112.42^{\circ} - 116.98^{\circ}$ ) และ  $115.02^{\circ} \pm 1.68$  ( $113.92^{\circ} - 117.99^{\circ}$ ) ตามลำดับ ส่วนหนูตะเภาในกลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมจี้ไฟฟ้ามีความเฉลี่ยของมุม Norberg ที่วัดได้จากข้อสะโพกข้างขวาและข้างซ้ายเท่ากับ  $113.76^{\circ} \pm 0.37$  ( $113.37^{\circ} - 114.11^{\circ}$ ) และ  $116.02^{\circ} \pm 1.71$  ( $113.58^{\circ} - 117.28^{\circ}$ ) ตามลำดับ และหนูตะเภาในกลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมเยือกแข็งมีความเฉลี่ยของมุม Norberg ที่วัดได้จากข้อสะโพกข้างขวาและข้างซ้ายเท่ากับ  $116.58^{\circ} \pm 1.74$  ( $113.54^{\circ} - 118.87^{\circ}$ ) และ  $117.05^{\circ} \pm 0.98$  ( $115.87^{\circ} - 118.04^{\circ}$ ) ตามลำดับ (ตารางที่ 1 และ รูปที่ 18) เมื่อเปรียบเทียบค่ามุม Norberg ในกลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมจี้ไฟฟ้าและกลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมเยือกแข็งพบว่ามีความเฉลี่ยของมุม Norberg เพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.0001$  และ  $P = 0.03$  ตามลำดับ) และเมื่อเปรียบเทียบค่ามุม Norberg ในกลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมเยือกแข็งพบว่ามีความเฉลี่ยของมุม Norberg เพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมจี้ไฟฟ้าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.0001$ )

หลังทำศัลยกรรมที่ 12 สัปดาห์ ค่าเฉลี่ยของมุม Norberg ในหนูตะเภากลุ่มควบคุมที่วัดได้จากข้อสะโพกข้างขวาและข้างซ้ายเท่ากับ  $115.88^{\circ} \pm 2.10$  ( $113.40^{\circ} - 118.40^{\circ}$ ) และ  $115.93^{\circ} \pm 0.20$  ( $115.74^{\circ} - 116.22^{\circ}$ ) ตามลำดับ ส่วนหนูตะเภาในกลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมจี้ไฟฟ้ามีความเฉลี่ยของมุม Norberg ที่วัดได้จากข้อสะโพกข้างขวาและข้างซ้ายเท่ากับ  $115.70^{\circ} \pm 1.22$  ( $114.79^{\circ} - 117.09^{\circ}$ ) และ  $118.06^{\circ} \pm 1.48$  ( $116.72^{\circ} - 119.65^{\circ}$ ) ตามลำดับ และสุดท้ายหนูตะเภาในกลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมเยือกแข็งมีความเฉลี่ยของมุม Norberg ที่วัดได้จากข้อสะโพกข้างขวาและข้างซ้ายเท่ากับ  $119.46^{\circ} \pm 1.14$  ( $117.21^{\circ} - 120.41^{\circ}$ ) และ  $119.55^{\circ} \pm 0.98$  ( $118.16^{\circ} - 120.89^{\circ}$ ) ตามลำดับ (ตารางที่ 1 และ รูปที่ 18) เมื่อเปรียบเทียบค่ามุม Norberg ในกลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมจี้ไฟฟ้าและกลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมเยือกแข็งพบว่ามีความเฉลี่ยของมุม Norberg เพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) แต่เมื่อเปรียบเทียบค่ามุม Norberg ในกลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมจี้ไฟฟ้าและกลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมเยือกแข็งพบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \geq 0.05$ )

หลังทำศัลยกรรมที่ 16 สัปดาห์ ค่าเฉลี่ยของมุม Norberg ในหนูตะเภากลุ่มควบคุม (รูปที่ 18 ข) ที่วัดได้จากข้อสะโพกข้างขวาและข้างซ้ายเท่ากับ  $116.44^{\circ} \pm 1.99$  ( $113.58^{\circ} - 118.18^{\circ}$ ) และ  $116.54^{\circ} \pm 1.63$  ( $114.28^{\circ} - 118.08^{\circ}$ ) ตามลำดับ ส่วนหนูตะเภาในกลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมจี้ไฟฟ้ามีความเฉลี่ยของมุม Norberg (รูปที่ 19 ข) ที่วัดได้จากข้อสะโพกข้างขวาและข้างซ้ายเท่ากับ

117.85 $\pm$ 1.05 (116.89 $^{\circ}$ -118.96 $^{\circ}$ ) และ 120.01 $\pm$ 0.27 (119.72 $^{\circ}$ -120.26 $^{\circ}$ ) ตามลำดับ และหนูตะเภาในกลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมเยือกแข็งมีค่าเฉลี่ยของมุม Norberg (รูปที่ 20 ข) ที่วัดได้จากข้อสะโพกข้างขวาและข้างซ้ายเท่ากับ 121.95 $\pm$ 1.51 (119.66 $^{\circ}$ -123.68 $^{\circ}$ ) และ 122.54 $\pm$ 1.13 (120.41 $^{\circ}$ -123.60 $^{\circ}$ ) ตามลำดับ (ตารางที่ 1 และ รูปที่ 18) เมื่อเปรียบเทียบค่ามุม Norberg ในกลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมจี้ไฟฟ้าและกลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมเยือกแข็งพบว่ามีค่าเฉลี่ยของมุม Norberg เพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มควบคุมกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p=0.0004$  และ  $p<0.0001$  ตามลำดับ) แต่เมื่อเปรียบเทียบค่ามุม Norberg ในกลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมจี้ไฟฟ้าและกลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมเยือกแข็งพบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p\geq 0.05$ )



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**ตารางที่ 1** ค่าเฉลี่ยของมุม Norberg ในหนูตะเภาในกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองทั้งสอง (n=19) ก่อนและหลังทำศัลยกรรมที่ระยะเวลาต่างๆ (องศา; mean  $\pm$  SD)

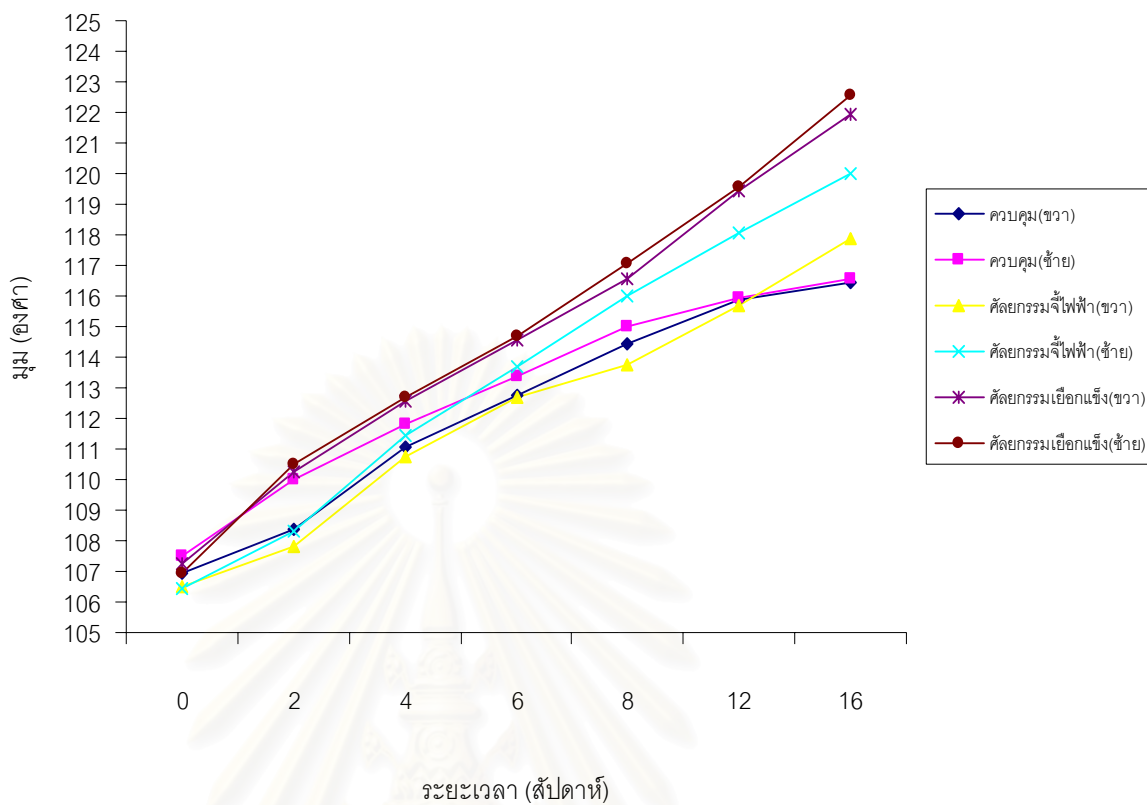
ระยะเวลา	กลุ่มควบคุม (n=6)		กลุ่มศัลยกรรมจีไฟฟ้า (n=5)		กลุ่มศัลยกรรมเยื่อแข็ง (n=8)	
	ขวา	ซ้าย	ขวา	ซ้าย	ขวา	ซ้าย
ก่อนทำศัลยกรรม	106.95 $\pm$ 1.99	107.52 $\pm$ 1.42	106.51 $\pm$ 0.59	106.45 $\pm$ 0.60	107.25 $\pm$ 0.68	106.97 $\pm$ 0.67
หลังทำศัลยกรรม (สัปดาห์)						
2	108.40 $\pm$ 1.97	109.98 $\pm$ 0.78	107.81 $\pm$ 0.92	108.30 $\pm$ 1.41	110.23 $\pm$ 0.81 <sup>b</sup>	110.50 $\pm$ 1.34 <sup>b</sup>
4	111.06 $\pm$ 1.10	111.81 $\pm$ 1.41	110.77 $\pm$ 0.99 <sup>a</sup>	111.45 $\pm$ 1.30 <sup>a</sup>	112.56 $\pm$ 1.31 <sup>a</sup>	112.70 $\pm$ 0.80 <sup>a</sup>
6	112.74 $\pm$ 1.33	113.38 $\pm$ 1.16	112.70 $\pm$ 0.80 <sup>a</sup>	113.71 $\pm$ 1.62 <sup>a</sup>	114.55 $\pm$ 1.37 <sup>b</sup>	114.71 $\pm$ 0.68 <sup>b</sup>
8	114.42 $\pm$ 1.85	115.02 $\pm$ 1.68	113.76 $\pm$ 0.37 <sup>a</sup>	116.02 $\pm$ 1.71 <sup>a,c</sup>	116.58 $\pm$ 1.74 <sup>a,b</sup>	117.05 $\pm$ 0.98 <sup>a,b</sup>
12	115.88 $\pm$ 2.10	115.93 $\pm$ 0.20	115.70 $\pm$ 1.22 <sup>a</sup>	118.06 $\pm$ 1.48 <sup>a,c</sup>	119.46 $\pm$ 1.14 <sup>a</sup>	119.55 $\pm$ 0.98 <sup>a</sup>
16	116.44 $\pm$ 1.99	116.54 $\pm$ 1.63	117.85 $\pm$ 1.05 <sup>a</sup>	120.01 $\pm$ 0.27 <sup>a,c</sup>	121.95 $\pm$ 1.51 <sup>a</sup>	122.54 $\pm$ 1.13 <sup>a</sup>

<sup>a</sup> = แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)

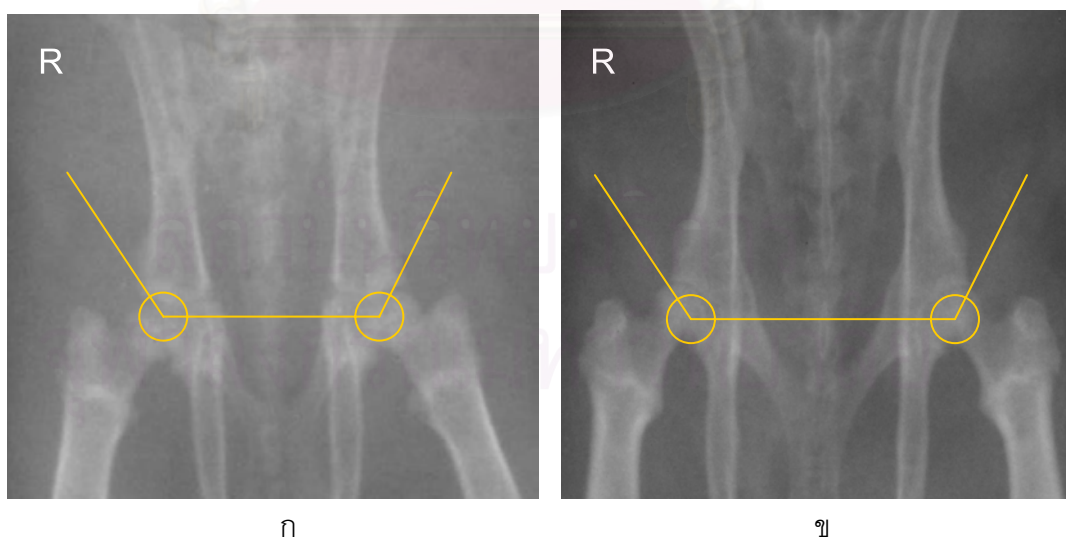
<sup>b</sup> = แตกต่างจากกลุ่มศัลยกรรมจีไฟฟ้าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)

<sup>c</sup> = แตกต่างจากข้อสะโพกข้างขวาในกลุ่มศัลยกรรมจีไฟฟ้าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)

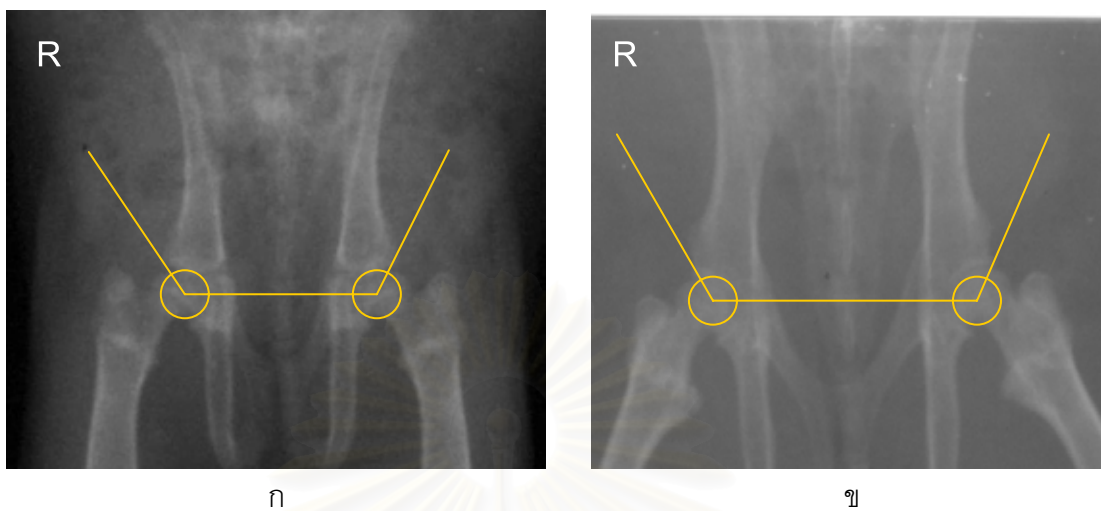




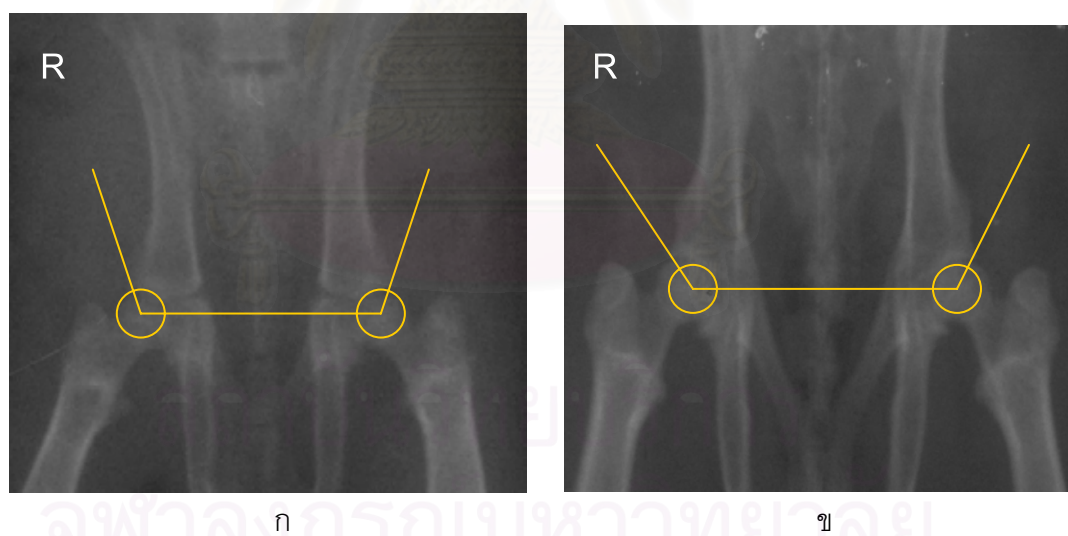
รูปที่ 18 แผนภูมิแสดงค่าเฉลี่ยมุม Norberg ของหนูตะเภาในกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองทั้งสองกลุ่มในช่วงเวลาต่างๆ



รูปที่ 19 แสดงลักษณะมุม Norberg ของหนูตะเภาในกลุ่มควบคุมก่อนทำศัลยกรรม (ก) และหลังทำศัลยกรรมที่ 16 สัปดาห์ (ข)



รูปที่ 20 แสดงลักษณะมุม Norberg ของหนูตะเภาในกลุ่มศัลยกรรมจีไฟฟ้าก่อนทำศัลยกรรม (ก) และหลังทำศัลยกรรมที่ 16 สัปดาห์ (ข)



รูปที่ 21 แสดงลักษณะมุม Norberg ของหนูตะเภาในกลุ่มศัลยกรรมเยือกแข็งก่อนทำศัลยกรรม (ก) และหลังทำศัลยกรรมที่ 16 สัปดาห์ (ข)

## 2. มุม DAR

หนูตะเภาในกลุ่มทดลองก่อนทำศัลยกรรมมีค่าเฉลี่ยมุม DAR (รูปที่ 23 ก) ของข้อสะโพก เท่ากับ  $107.93^{\circ} \pm 1.22$  ( $106.83^{\circ} - 109.55^{\circ}$ ) ส่วนหนูตะเภาในกลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมจี้ไฟฟ้า ก่อนทำศัลยกรรมค่าเฉลี่ยของมุม DAR (รูปที่ 24 ก) ที่วัดได้จากข้อสะโพกเท่ากับ  $106.51^{\circ} \pm 2.65$  ( $103.07^{\circ} - 110.11^{\circ}$ ) และหนูตะเภาในกลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมเยือกแข็ง ก่อนทำศัลยกรรม ค่าเฉลี่ยของมุม DAR (รูปที่ 25 ก) ที่วัดได้จากข้อสะโพกเท่ากับ  $106.50^{\circ} \pm 0.57$  ( $105.89^{\circ} - 107.32^{\circ}$ ) (ตารางที่ 2 และ รูปที่ 22) เมื่อเปรียบเทียบค่ามุม DAR ก่อนทำศัลยกรรมทั้งสามกลุ่ม พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \geq 0.05$ )

หลังทำศัลยกรรมที่ 2 สัปดาห์ หนูตะเภาในกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยของมุม DAR ที่วัดได้จากข้อสะโพกเท่ากับ  $109.92^{\circ} \pm 1.59$  ( $106.79^{\circ} - 111.29^{\circ}$ ) ส่วนหนูตะเภาในกลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมจี้ไฟฟ้า มีค่าเฉลี่ยของมุม DAR ที่วัดได้จากข้อสะโพกเท่ากับ  $110.48^{\circ} \pm 2.32$  ( $107.31^{\circ} - 113.15^{\circ}$ ) และหนูตะเภาในกลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมเยือกแข็ง มีค่าเฉลี่ยของมุม DAR ที่วัดได้จากข้อสะโพกเท่ากับ  $110.04^{\circ} \pm 1.10$  ( $107.72^{\circ} - 111.18^{\circ}$ ) (ตารางที่ 2 และ รูปที่ 22) เมื่อเปรียบเทียบค่ามุม DAR ในกลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมจี้ไฟฟ้าและกลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมเยือกแข็งพบว่ามีค่าเฉลี่ยของมุม DAR เพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) และเมื่อเปรียบเทียบค่ามุม DAR ในกลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมเยือกแข็งพบว่ามีค่าเฉลี่ยของมุม DAR น้อยกว่ากลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมจี้ไฟฟ้าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.0001$ )

หลังทำศัลยกรรมที่ 4 สัปดาห์ หนูตะเภาในกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยของมุม DAR ที่วัดได้จากข้อสะโพกเท่ากับ  $112.69^{\circ} \pm 1.32$  ( $110.50^{\circ} - 114.06^{\circ}$ ) ส่วนหนูตะเภาในกลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมจี้ไฟฟ้า มีค่าเฉลี่ยของมุม DAR วัดได้จากข้อสะโพกเท่ากับ  $115.38^{\circ} \pm 2.65$  ( $112.35^{\circ} - 118.75^{\circ}$ ) และหนูตะเภาในกลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมเยือกแข็ง มีค่าเฉลี่ยของมุม DAR ที่วัดได้จากข้อสะโพกเท่ากับ  $112.77^{\circ} \pm 1.17$  ( $110.51^{\circ} - 114.24^{\circ}$ ) (ตารางที่ 2 และ รูปที่ 22) เมื่อเปรียบเทียบค่ามุม DAR ในกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมจี้ไฟฟ้าพบไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \geq 0.05$ ) แต่เมื่อเปรียบเทียบค่ามุม DAR ในกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมเยือกแข็งพบว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) และเมื่อเปรียบเทียบค่ามุม DAR ในกลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมเยือกแข็งพบว่ามีค่าเฉลี่ยของมุม DAR น้อยกว่ากลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมจี้ไฟฟ้าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

หลังทำศัลยกรรมที่ 6 สัปดาห์ หนูตะเภาในกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยของมุม DAR ที่วัดได้จากข้อสะโพกเท่ากับ  $114.26^{\circ} \pm 0.87$  ( $113.34^{\circ} - 115.45^{\circ}$ ) ส่วนหนูตะเภาในกลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมจี้ไฟฟ้า มีค่าเฉลี่ยของมุม DAR ที่วัดได้จากข้อสะโพกเท่ากับ  $118.77^{\circ} \pm 2.63$  ( $115.54^{\circ} -$

121.33°) และหนูตะเภาในกลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมเยือกแข็ง มีค่าเฉลี่ยของมุม DAR ที่วัดได้จากข้อสะโพกเท่ากับ  $114.75^{\circ} \pm 0.72$  ( $114.01^{\circ}$ - $115.72^{\circ}$ ) (ตารางที่ 2 และ รูปที่ 22) เมื่อเปรียบเทียบค่ามุม DAR ในกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมจี้ไฟฟ้าพบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \geq 0.05$ ) แต่เมื่อเปรียบเทียบค่ามุม DAR ในกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมเยือกแข็งพบว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) และเมื่อเปรียบเทียบค่ามุม DAR ในกลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมเยือกแข็งพบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

หลังทำศัลยกรรมที่ 8 สัปดาห์ หนูตะเภาในกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยของมุม DAR ที่วัดได้จากข้อสะโพกเท่ากับ  $116.33^{\circ} \pm 2.41$  ( $114.12^{\circ}$  - $120.18^{\circ}$ ) ส่วนหนูตะเภาในกลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมจี้ไฟฟ้า มีค่าเฉลี่ยของมุม DAR ที่วัดได้จากข้อสะโพกเท่ากับ  $121.00^{\circ} \pm 1.80$  ( $118.56^{\circ}$ - $122.72^{\circ}$ ) และหนูตะเภาในกลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมเยือกแข็ง มีค่าเฉลี่ยของมุม DAR ที่วัดได้จากข้อสะโพกเท่ากับ  $116.91^{\circ} \pm 0.79$  ( $116.24^{\circ}$ - $117.82^{\circ}$ ) (ตารางที่ 2 และ รูปที่ 22) เมื่อเปรียบเทียบค่ามุม DAR ในกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมจี้ไฟฟ้าและกลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมเยือกแข็งพบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \geq 0.05$ ) และเมื่อเปรียบเทียบค่ามุม DAR ในกลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมจี้ไฟฟ้าและกลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมเยือกแข็งพบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \geq 0.05$ )

หลังทำศัลยกรรมที่ 12 สัปดาห์ หนูตะเภาในกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยของมุม DAR ที่วัดได้จากข้อสะโพกเท่ากับ  $117.35^{\circ} \pm 1.59$  ( $115.74^{\circ}$  - $115.51^{\circ}$ ) ส่วนหนูตะเภาในกลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมจี้ไฟฟ้า มีค่าเฉลี่ยของมุม DAR ที่วัดได้จากข้อสะโพกเท่ากับ  $123.40^{\circ} \pm 1.96$  ( $122.16^{\circ}$ - $125.66^{\circ}$ ) และหนูตะเภาในกลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมเยือกแข็ง มีค่าเฉลี่ยของมุม DAR ที่วัดได้จากข้อสะโพกเท่ากับ  $121.08^{\circ} \pm 1.47$  ( $119.09^{\circ}$ - $122.70^{\circ}$ ) (ตารางที่ 2 และ รูปที่ 22) เมื่อเปรียบเทียบค่ามุม DAR ในกลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมจี้ไฟฟ้าและกลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมเยือกแข็งพบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p = 0.03$  และ  $p < 0.0001$  ตามลำดับ) และเมื่อเปรียบเทียบค่ามุม DAR ในกลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมเยือกแข็งพบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p = 0.0002$ )

หลังทำศัลยกรรมที่ 16 สัปดาห์ พบว่าค่าเฉลี่ยของมุม DAR (รูปที่ 23 ข) ที่วัดได้จากหนูตะเภาในกลุ่มควบคุม โดยข้อสะโพกมีค่ามุมเฉลี่ยเท่ากับ  $119.77^{\circ} \pm 0.90$  ( $118.51^{\circ}$ - $120.53^{\circ}$ ) ส่วนหนูตะเภาในกลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมจี้ไฟฟ้า มีค่าเฉลี่ยของมุม DAR (รูปที่ 24 ข) ที่วัดได้จากข้อสะโพกเท่ากับ  $125.18^{\circ} \pm 0.79$  ( $124.60^{\circ}$ - $126.08^{\circ}$ ) และหนูตะเภาในกลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมเยือกแข็งมีค่าเฉลี่ยของมุม DAR (รูปที่ 25 ข) ที่วัดได้จากข้อสะโพกเท่ากับ

125.83±1.58 (124.02°-127.69°) (ตารางที่ 2 และ รูปที่ 22) ) เมื่อเปรียบเทียบค่ามุม DAR ในกลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมจีไฟฟ้าและกลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมเยื่อแข็งพบว่ามีความเฉลี่ยของมุม DAR เพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มควบคุมกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p=0.0004$  และ  $p<0.0001$  ตามลำดับ) และเมื่อเปรียบเทียบค่ามุม DAR ในกลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมเยื่อแข็งพบว่ามีความเฉลี่ยของมุม DAR เพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมจีไฟฟ้าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p<0.0001$ )



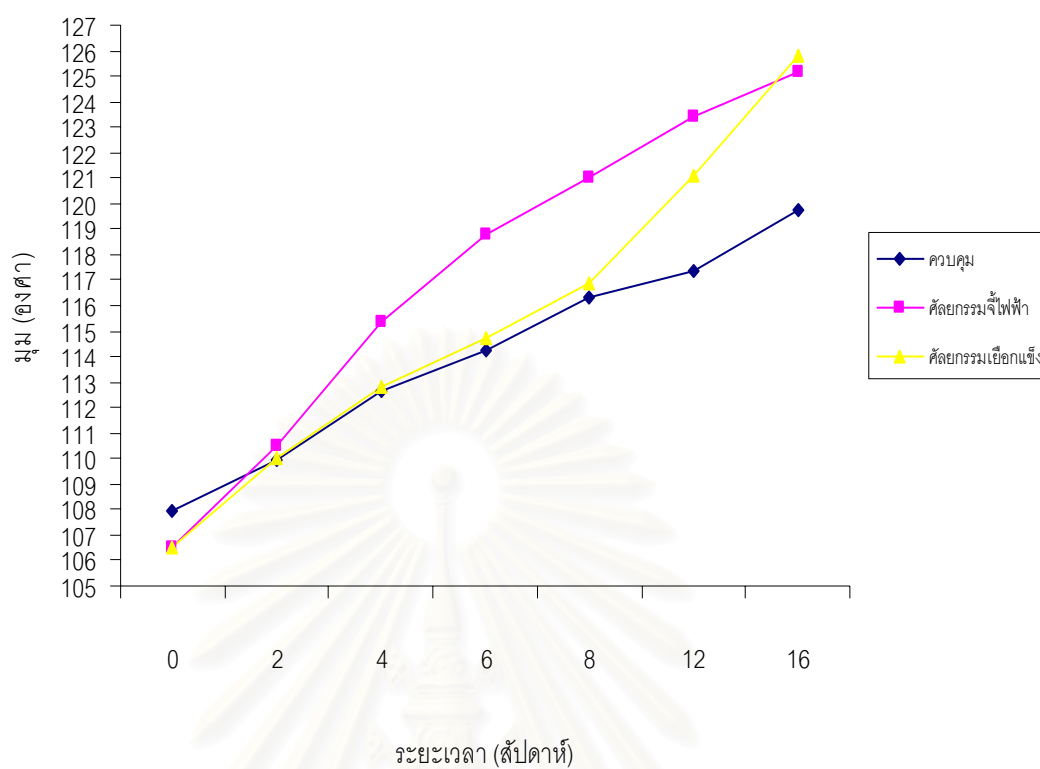
สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยของมุม Dorsal acetabular rim ในหนูตะเภาในกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองทั้งสอง (n=19) ก่อนและหลังทำศัลยกรรมที่ระยะเวลาต่างๆ (องศา; mean±SD)

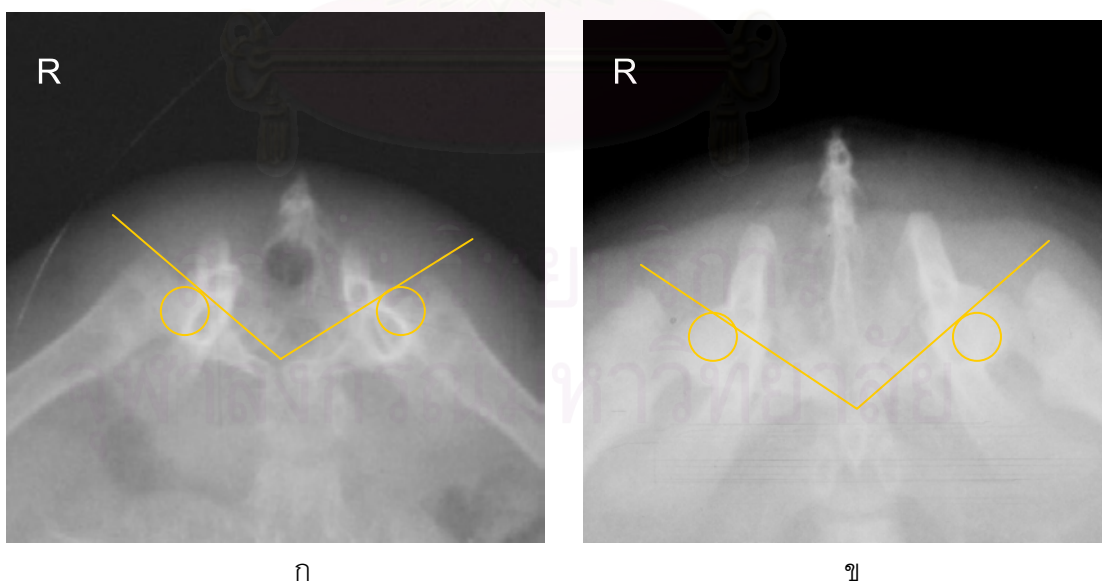
ระยะเวลา	กลุ่มควบคุม (n=6)	กลุ่มศัลยกรรมจี้ไฟฟ้า (n=5)	กลุ่มศัลยกรรมเยื่อแข็ง (n=8)
ก่อนทำศัลยกรรม	107.93 ± 1.22	106.51 ± 2.65	106.50 ± 0.57
หลังทำศัลยกรรม (สัปดาห์)			
2	109.92 ± 1.59	110.48 ± 2.32 <sup>a</sup>	110.04 ± 1.10 <sup>a,b</sup>
4	112.69 ± 1.32	115.38 ± 2.65	112.77 ± 1.17 <sup>a,b</sup>
6	114.26 ± 0.87	118.77 ± 2.63	114.75 ± 0.72 <sup>a,b</sup>
8	116.33 ± 2.41	121.00 ± 1.80	116.91 ± 0.79
12	117.35 ± 1.59	123.40 ± 1.96 <sup>a</sup>	121.08 ± 1.47 <sup>a,b</sup>
16	119.77 ± 0.90	125.18 ± 0.79 <sup>a</sup>	125.83 ± 1.58 <sup>a,b</sup>

a = แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)

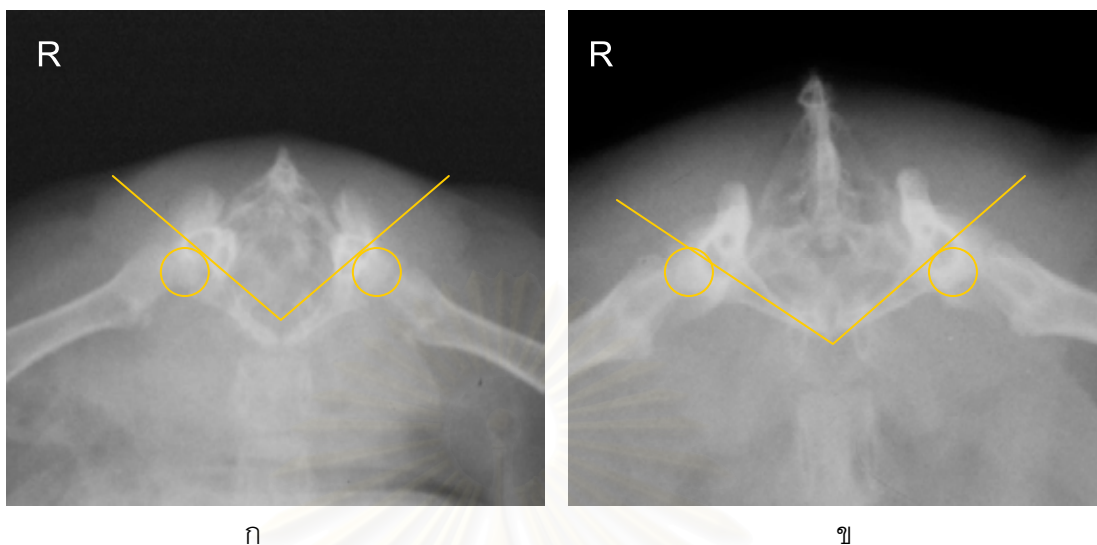
b = แตกต่างจากกลุ่มศัลยกรรมจี้ไฟฟ้าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)



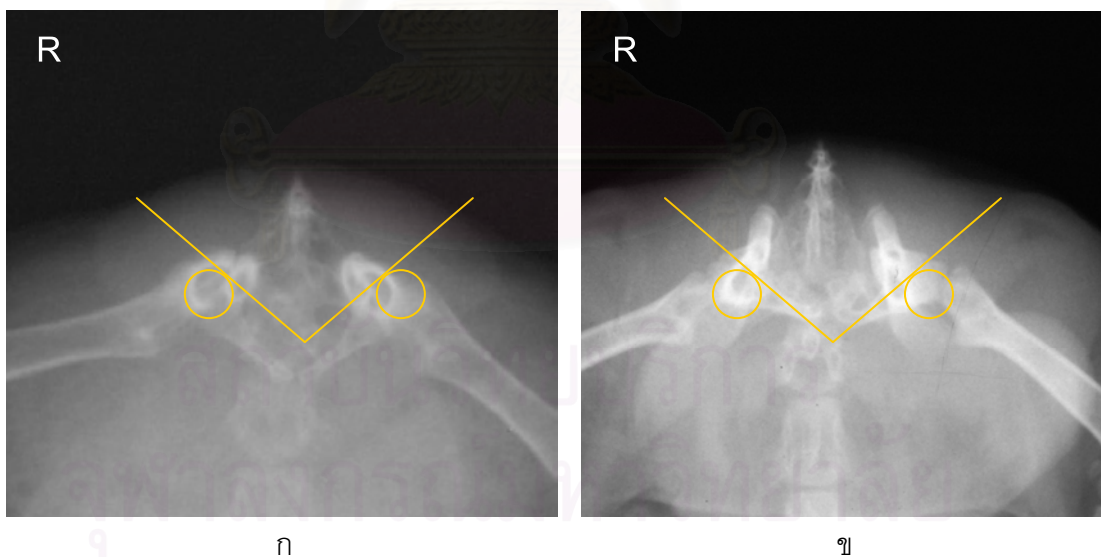
รูปที่ 22 แผนภูมิแสดงค่าเฉลี่ยมุม DAR ของหนูตะเภาในกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองทั้งสองกลุ่มในช่วงเวลาต่างๆ



รูปที่ 23 แสดงลักษณะมุม DAR ของหนูตะเภาในกลุ่มควบคุมก่อนทำศัลยกรรม (ก) และหลังทำศัลยกรรมที่ 16 สัปดาห์ (ข)



รูปที่ 24 แสดงลักษณะมุม DAR ของหมุดตะเกียบในกลุ่มศัลยกรรมจี้ไฟฟ้าก่อนทำศัลยกรรม (ก) และหลังทำศัลยกรรมที่ 16 สัปดาห์ (ข)



รูปที่ 25 แสดงลักษณะมุม DAR ของหมุดตะเกียบในกลุ่มศัลยกรรมเยือกแข็งก่อนทำศัลยกรรม (ก) และหลังทำศัลยกรรมที่ 16 สัปดาห์ (ข)



### 3. มุม DARS

หนูตะเภาในกลุ่มควบคุม ก่อนทำศัลยกรรมค่าเฉลี่ยของมุม DARS (รูปที่ 27 ก) ที่วัดได้จากข้อสะโพกข้างขวาและข้างซ้ายเท่ากับ  $38.94 \pm 1.32$  ( $37.27^\circ$ - $40.00^\circ$ ) และ  $38.48 \pm 2.71$  ( $33.99^\circ$ - $40.70^\circ$ ) ตามลำดับ ส่วนหนูตะเภาในกลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมจี้ไฟฟ้า ก่อนทำศัลยกรรมค่าเฉลี่ยของมุม DARS (รูปที่ 28 ก) ที่วัดได้จากข้อสะโพกข้างขวาและข้างซ้ายเท่ากับ  $38.87 \pm 1.41$  ( $36.55^\circ$ - $40.43^\circ$ ) และ  $39.42 \pm 0.47$  ( $38.82^\circ$ - $39.89^\circ$ ) ตามลำดับ และหนูตะเภาในกลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมเยือกแข็ง ก่อนทำศัลยกรรมค่าเฉลี่ยของมุม DARS (รูปที่ 29 ก) ที่วัดได้จากข้อสะโพกข้างขวาและข้างซ้ายเท่ากับ  $38.93 \pm 0.52$  ( $38.25^\circ$ - $39.75^\circ$ ) และ  $39.57 \pm 0.55$  ( $39.32^\circ$ - $40.14^\circ$ ) ตามลำดับ (ตารางที่ 3 และ รูปที่ 26) เมื่อเปรียบเทียบค่ามุม DARS ก่อนทำศัลยกรรมทั้งสามกลุ่มพบว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \geq 0.05$ ) และเมื่อเปรียบเทียบมุมที่วัดได้จากข้อสะโพกข้างขวาและข้างซ้ายของหนูตะเภาทั้งสามกลุ่มพบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \geq 0.05$ )

หลังทำศัลยกรรมที่ 2 สัปดาห์ หนูตะเภาในกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยของมุม DARS ที่วัดได้จากข้อสะโพกข้างขวาและข้างซ้ายเท่ากับ  $37.20 \pm 2.18$  ( $34.04^\circ$ - $38.70^\circ$ ) และ  $37.36 \pm 2.22$  ( $34.39^\circ$ - $39.97^\circ$ ) ตามลำดับ ส่วนหนูตะเภาในกลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมจี้ไฟฟ้ามียุทธวิธีค่าเฉลี่ยของมุม DARS ที่วัดได้จากข้อสะโพกข้างขวาและข้างซ้ายเท่ากับ  $36.88 \pm 1.47$  ( $34.83^\circ$ - $38.34^\circ$ ) และ  $35.99 \pm 0.57$  ( $35.10^\circ$ - $36.68^\circ$ ) ตามลำดับ และหนูตะเภาในกลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมเยือกแข็งมีค่าเฉลี่ยของมุม DARS ที่วัดได้จากข้อสะโพกข้างขวาและข้างซ้ายเท่ากับ  $36.83 \pm 0.74$  ( $36.46^\circ$ - $38.19^\circ$ ) และ  $37.31 \pm 0.98$  ( $35.39^\circ$ - $38.28^\circ$ ) ตามลำดับ (ตารางที่ 3 และ รูปที่ 26) เมื่อเปรียบเทียบค่ามุม DARS ในกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมจี้ไฟฟ้าพบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \geq 0.05$ ) แต่เมื่อเปรียบเทียบค่ามุม DARS ในกลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมเยือกแข็งพบว่ามีค่าเฉลี่ยของมุม DARS ลดลงน้อยกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) ส่วนการเปรียบเทียบค่ามุม DARS ในกลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมจี้ไฟฟ้าและกลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมเยือกแข็งพบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \geq 0.05$ )

หลังทำศัลยกรรมที่ 4 สัปดาห์ หนูตะเภาในกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยของมุม DARS ที่วัดได้จากข้อสะโพกข้างขวาและข้างซ้ายเท่ากับ  $36.18 \pm 1.37$  ( $33.78^\circ$ - $37.22^\circ$ ) และ  $36.33 \pm 1.90$  ( $33.27^\circ$ - $38.19^\circ$ ) ตามลำดับ ส่วนหนูตะเภาในกลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมจี้ไฟฟ้ามียุทธวิธีค่าเฉลี่ยของมุม DARS ที่วัดได้จากข้อสะโพกข้างขวาและข้างซ้ายเท่ากับ  $34.68 \pm 1.44$  ( $33.17^\circ$ - $36.55^\circ$ ) และ  $34.38 \pm 0.92$  ( $33.57^\circ$ - $35.68^\circ$ ) ตามลำดับ และหนูตะเภาในกลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมเยือกแข็งมีค่าเฉลี่ยของมุม DARS ที่วัดได้จากข้อสะโพกข้างขวาและข้างซ้ายเท่ากับ  $35.37 \pm 0.69$  ( $34.35^\circ$ -

36.14°) และ 35.57°±0.48 (34.95°-36.36°) ตามลำดับ (ตารางที่ 3 และ รูปที่ 26) เมื่อเปรียบเทียบค่ามุม DARS ในกลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมจี้ไฟฟ้าและกลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมเย็บแผลพบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.0001$  และ  $p = 0.0008$  ตามลำดับ) แต่เมื่อเปรียบเทียบค่ามุม DARS ในกลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมจี้ไฟฟ้าและกลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมเย็บแผลพบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \geq 0.05$ )

หลังทำศัลยกรรมที่ 6 สัปดาห์พบว่าค่าเฉลี่ยของมุม DARS ที่วัดได้จากหนูตะเภาในกลุ่มควบคุม โดยข้อสะโพกข้างขวาและข้างซ้ายมีค่ามุมเฉลี่ยเท่ากับ 35.01°±1.28 ( 32.94°-36.45°) และ 34.80°±1.22 (33.41°-36.49°) ตามลำดับ ส่วนหนูตะเภาในกลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมจี้ไฟฟ้ามียุทธค่าเฉลี่ยของมุม DARS ที่วัดได้จากข้อสะโพกข้างขวาและข้างซ้ายเท่ากับ 32.17°±1.20 (31.03°-33.79°) และ 32.88°±2.22 (31.23°-36.07°) ตามลำดับ และหนูตะเภาในกลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมเย็บแผลมีค่าเฉลี่ยของมุม DARS ที่วัดได้จากข้อสะโพกข้างขวาและข้างซ้ายเท่ากับ 33.05°±1.08 (31.24°-34.59°) และ 33.34°±0.75 (32.32°-34.29°) ตามลำดับ (ตารางที่ 3 และ รูปที่ 26) เมื่อเปรียบเทียบค่ามุม DARS ในกลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมจี้ไฟฟ้าและกลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมเย็บแผลพบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) แต่เมื่อเปรียบเทียบค่ามุม DARS ในกลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมจี้ไฟฟ้าและกลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมเย็บแผลพบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \geq 0.05$ )

หลังทำศัลยกรรมที่ 8 สัปดาห์ หนูตะเภาในกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยของมุม DARS ที่วัดได้จากข้อสะโพกข้างขวาและข้างซ้ายเท่ากับ 33.44°±1.10 (31.66°-34.46°) และ 33.70°±0.62 (33.17°-34.61°) ตามลำดับ ส่วนหนูตะเภาในกลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมจี้ไฟฟ้ามียุทธค่าเฉลี่ยของมุม DARS ที่วัดได้จากข้อสะโพกข้างขวาและข้างซ้ายเท่ากับ 30.70°±0.92 (29.35°-31.41°) และ 31.06°±1.29 (29.50°-32.67°) ตามลำดับ และหนูตะเภาในกลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมเย็บแผลมีค่าเฉลี่ยของมุม DARS ที่วัดได้จากข้อสะโพกข้างขวาและข้างซ้ายเท่ากับ 31.34°±0.83 (30.22°-32.43°) และ 31.81°±0.62 (30.97°-32.43°) ตามลำดับ (ตารางที่ 3 และ รูปที่ 26) เมื่อเปรียบเทียบค่ามุม DARS ในกลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมจี้ไฟฟ้าและกลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมเย็บแผลพบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.0001$ ) แต่เมื่อเปรียบเทียบค่ามุม DARS ในกลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมจี้ไฟฟ้าและกลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมเย็บแผลพบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \geq 0.05$ )

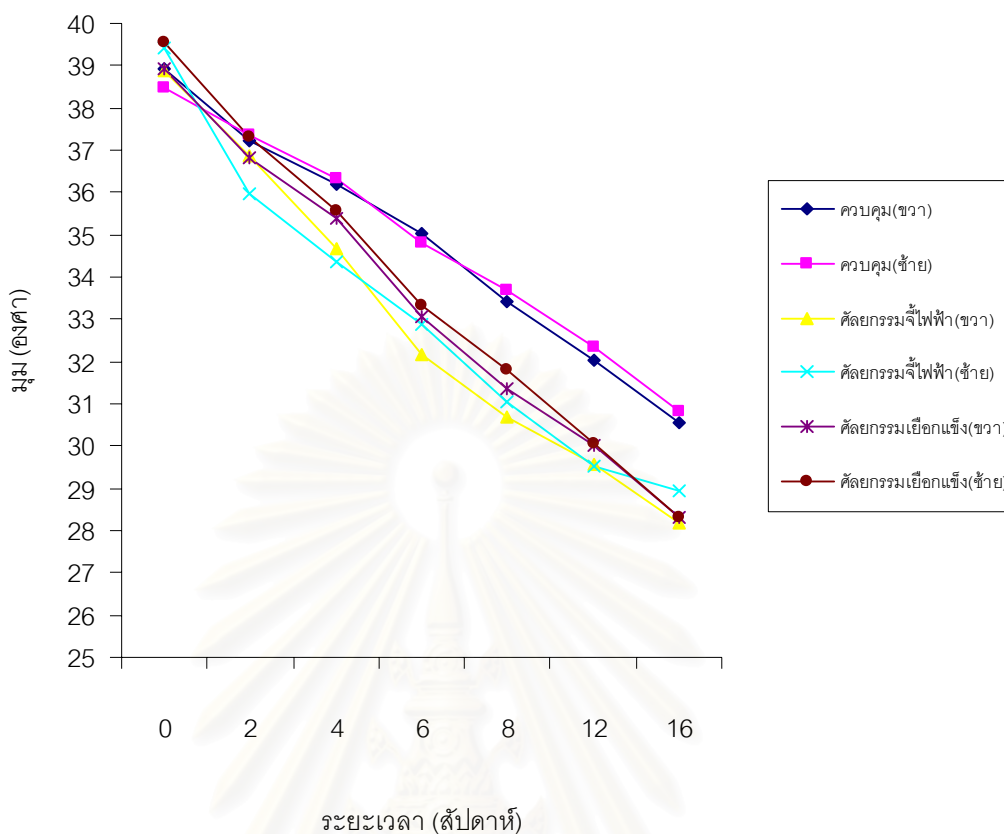
หลังทำศัลยกรรมที่ 12 สัปดาห์ หนูตะเภาในกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยของมุม DARS ที่วัดได้จากข้อสะโพกข้างขวาและข้างซ้ายเท่ากับ  $32.02^{\circ} \pm 0.73$  ( $31.35^{\circ}$ - $32.68^{\circ}$ ) และ  $32.34^{\circ} \pm 0.26$  ( $31.96^{\circ}$ - $32.56^{\circ}$ ) ตามลำดับ ส่วนหนูตะเภาในกลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมจี้ไฟฟ้ามีค่าเฉลี่ยของมุม DARS ที่วัดได้จากข้อสะโพกข้างขวาและข้างซ้ายเท่ากับ  $29.58^{\circ} \pm 1.19$  ( $28.28^{\circ}$ - $30.62^{\circ}$ ) และ  $29.51^{\circ} \pm 1.84$  ( $27.63^{\circ}$ - $31.31^{\circ}$ ) ตามลำดับ และหนูตะเภาในกลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมเยือกแข็งมีค่าเฉลี่ยของมุม DARS ที่วัดได้จากข้อสะโพกข้างขวาและข้างซ้ายเท่ากับ  $30.03^{\circ} \pm 0.45$  ( $29.19^{\circ}$ - $30.48^{\circ}$ ) และ  $30.08^{\circ} \pm 0.33$  ( $29.81^{\circ}$ - $30.67^{\circ}$ ) ตามลำดับ (ตารางที่ 3 และ รูปที่ 26) เมื่อเปรียบเทียบค่ามุม DARS ในกลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมจี้ไฟฟ้าและกลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมเยือกแข็งพบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.0001$ ) แต่เมื่อเปรียบเทียบค่ามุม DARS ในกลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมจี้ไฟฟ้าและกลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมเยือกแข็งพบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \geq 0.05$ )

หลังทำศัลยกรรมที่ 16 สัปดาห์ หนูตะเภาในกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยของมุม DARS (รูปที่ 27 ข) ที่วัดได้จากข้อสะโพกข้างขวาและข้างซ้ายเท่ากับ  $30.56^{\circ} \pm 0.51$  ( $30.18^{\circ}$ - $31.31^{\circ}$ ) และ  $30.83^{\circ} \pm 0.92$  ( $29.93^{\circ}$ - $31.85^{\circ}$ ) ตามลำดับ ส่วนหนูตะเภาในกลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมจี้ไฟฟ้ามีค่าเฉลี่ยของมุม DARS (รูปที่ 28 ข) ที่วัดได้จากข้อสะโพกข้างขวาและข้างซ้ายเท่ากับ  $28.16^{\circ} \pm 0.65$  ( $27.62^{\circ}$ - $28.88^{\circ}$ ) และ  $28.96^{\circ} \pm 0.90$  ( $28.33^{\circ}$ - $29.99^{\circ}$ ) ตามลำดับ และหนูตะเภาในกลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมเยือกแข็งมีค่าเฉลี่ยของมุม DARS (รูปที่ 29 ข) ที่วัดได้จากข้อสะโพกข้างขวาและข้างซ้ายเท่ากับ  $28.32^{\circ} \pm 0.86$  ( $27.04^{\circ}$ - $29.60^{\circ}$ ) และ  $28.30^{\circ} \pm 0.81$  ( $26.99^{\circ}$ - $29.23^{\circ}$ ) ตามลำดับ (ตารางที่ 3 และ รูปที่ 26) เมื่อเปรียบเทียบค่ามุม DARS ในกลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมจี้ไฟฟ้าและกลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมเยือกแข็งพบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p = 0.0001$  และ  $p < 0.0001$  ตามลำดับ) แต่เมื่อเปรียบเทียบค่ามุม DARS ในกลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมจี้ไฟฟ้าและกลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมเยือกแข็งพบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \geq 0.05$ )

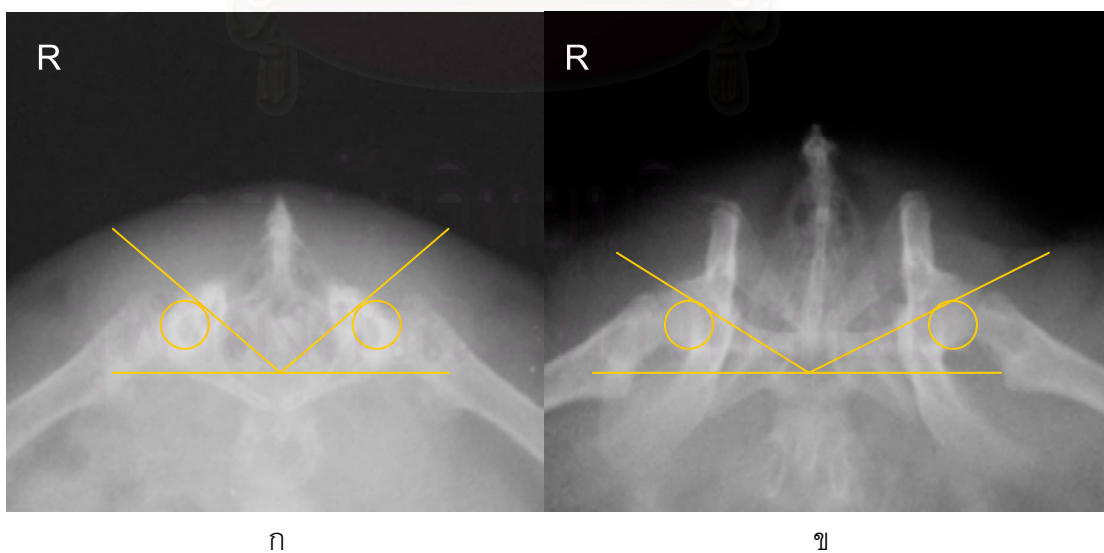
ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยของมุม Dorsal Acetabular Rim Slope ในหนูตะเภาในกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองทั้งสอง (n=19) ก่อนและหลังทำศัลยกรรมที่ระยะเวลาต่างๆ (องศา; mean±SD)

ระยะเวลา	กลุ่มควบคุม (n=6)		กลุ่มศัลยกรรมจี้ไฟฟ้า (n=5)		กลุ่มศัลยกรรมเยื่อแข็ง (n=8)	
	ขวา	ซ้าย	ขวา	ซ้าย	ขวา	ซ้าย
ก่อนทำศัลยกรรม	38.94 ± 1.32	38.48 ± 2.71	38.87 ± 1.41	39.42 ± 0.47	38.93 ± 0.52	39.57 ± 0.55
หลังทำศัลยกรรม (สัปดาห์)						
2	37.20 ± 2.18	37.36 ± 2.22	36.88 ± 1.47	35.99 ± 0.57	36.83 ± 0.74 <sup>a</sup>	37.31 ± 0.98 <sup>a</sup>
4	36.18 ± 1.37	36.33 ± 1.90	34.68 ± 1.44 <sup>a</sup>	34.38 ± 0.92 <sup>a</sup>	35.37 ± 0.69 <sup>a</sup>	35.57 ± 0.48 <sup>a</sup>
6	35.01 ± 1.28	34.80 ± 1.22	32.17 ± 1.2 <sup>a</sup>	32.88 ± 2.22 <sup>a</sup>	33.05 ± 1.08 <sup>a</sup>	33.34 ± 0.75 <sup>a</sup>
8	33.44 ± 1.10	33.70 ± 0.62	30.70 ± 0.92 <sup>a</sup>	31.06 ± 1.29 <sup>a</sup>	31.34 ± 0.8 <sup>a</sup>	31.81 ± 0.62 <sup>a</sup>
12	32.02 ± 0.73	32.34 ± 0.26	29.58 ± 1.19 <sup>a</sup>	29.51 ± 1.84 <sup>a</sup>	30.03 ± 0.45 <sup>a</sup>	30.08 ± 0.33 <sup>a</sup>
16	30.56 ± 0.51	30.83 ± 0.92	28.16 ± 0.65 <sup>a</sup>	28.96 ± 0.90 <sup>a</sup>	28.32 ± 0.86 <sup>a</sup>	28.30 ± 0.81 <sup>a</sup>

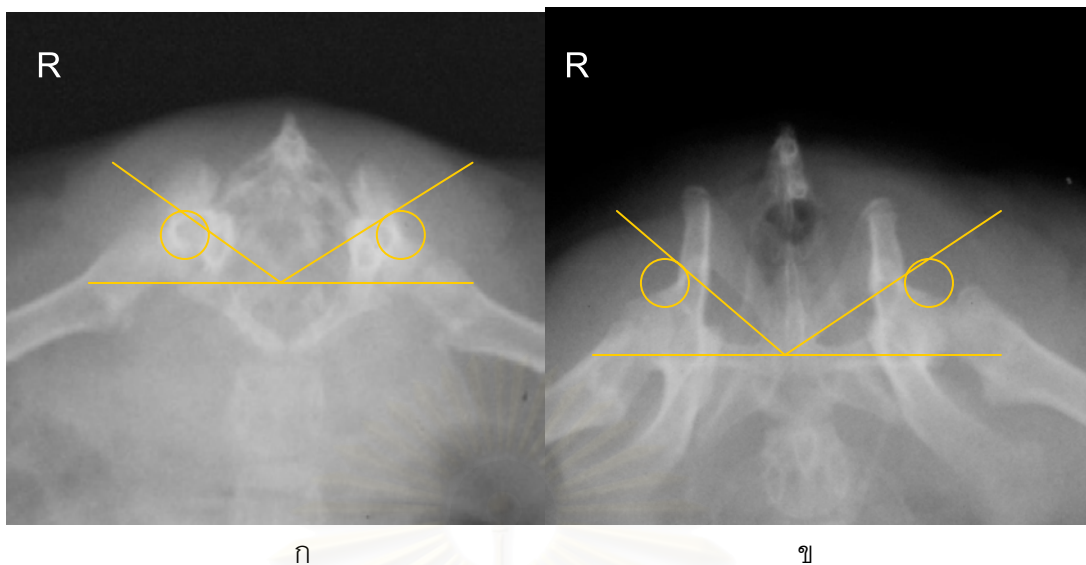
<sup>a</sup> = แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)



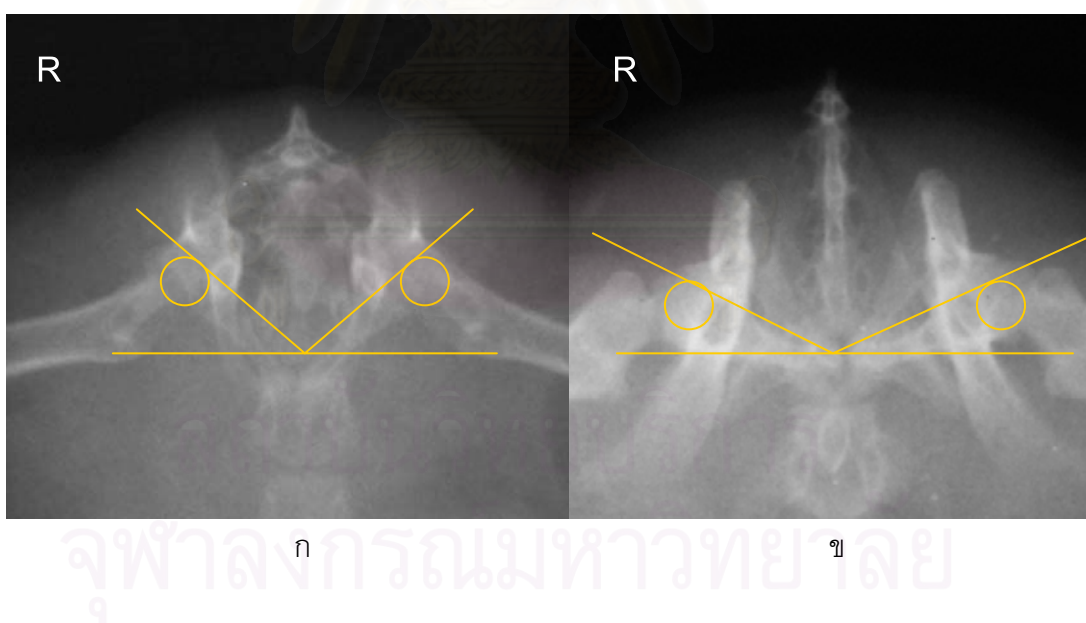
รูปที่ 26 แผนภูมิแสดงค่าเฉลี่ยมุม DARS ของหนูตะเภาในกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองทั้งสองกลุ่มในช่วงเวลาต่างๆ



รูปที่ 27 แสดงลักษณะมุม DARS ของหนูตะเภาในกลุ่มควบคุมก่อนทำศัลยกรรม (ก) และหลังทำศัลยกรรมที่ 16 สัปดาห์ (ข)



รูปที่ 28 แสดงลักษณะมุม DARS ของหมอนตะเภาในกลุ่มศัลยกรรมจี้ไฟฟ้าก่อนทำศัลยกรรม (ก) และหลังทำศัลยกรรมที่ 16 สัปดาห์ (ข)



รูปที่ 29 แสดงลักษณะมุม DARS ของหมอนตะเภาในกลุ่มศัลยกรรมเยือกแข็งก่อนทำศัลยกรรม (ก) และหลังทำศัลยกรรมที่ 16 สัปดาห์ (ข)

## 2. การประเมินผลทางจุลพยาธิวิทยา

ผลทางจุลพยาธิวิทยาบริเวณแนวประสานเชิงกรานส่วนหน้าของหนูตะเภาภายหลังการทำศัลยกรรม 2 สัปดาห์ พบการเปลี่ยนแปลงที่ไม่เด่นชัดบริเวณแนวประสานเชิงกรานส่วนหน้าของหนูตะเภาในกลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมจี้ไฟฟ้า (รูปที่ 30 ก และ ข) เกิดการตายของเซลล์กระดูกอ่อน (chondrocyte) แบบกระจายไม่เป็นระเบียบและพบความเสียหายของเซลล์กล้ามเนื้อบริเวณที่จี้ไฟฟ้า ส่วนกลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมเยือกแข็งพบการตายแบบเฉียบพลันของเซลล์กระดูกอ่อนเป็นบริเวณกว้างและมีลักษณะเป็นรูปลิ้ม (รูปที่ 30 ค ง และ จ) มีเส้นใย (fibrous) เข้ามาแต่ไม่พบการอักเสบ โดยเซลล์กระดูกอ่อนที่ตายจะมีนิวเคลียส (nucleus) เป็นสีชมพู นอกจากนี้ยังพบการเปลี่ยนแปลงบริเวณเมทริกซ์ (matrix) ของเซลล์กระดูกอ่อน และพบการรวมกันของนิวเคลียสของเซลล์กล้ามเนื้อซึ่งเป็นผลมาจากความเสียหายของเซลล์กล้ามเนื้อ (รูปที่ 30 ฉ) จนทำให้เซลล์กล้ามเนื้อตายและมีการซ่อมแซมเกิดขึ้น โดยผลทางจุลพยาธิวิทยาของกลุ่มทดลองทั้งสองกลุ่มแตกต่างจากกลุ่มควบคุมที่ไม่พบการเปลี่ยนแปลงของเซลล์กระดูกอ่อนบริเวณแนวประสานเชิงกราน

หลังทำศัลยกรรมที่ 8 สัปดาห์ หนูตะเภาในกลุ่มควบคุมยังสามารถพบเซลล์กระดูกอ่อนได้ตามปกติ แต่จำนวนของเซลล์กระดูกอ่อนลดลงทำให้แนวเจริญ (growth plate) ของเชิงกรานส่วนหน้าแคบลง (รูปที่ 31 ก และ ข) ซึ่งแตกต่างจากหนูตะเภาในกลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมจี้ไฟฟ้าโดยพบว่าเกิดการเปลี่ยนแปลงบริเวณแนวประสานเชิงกรานส่วนหน้าและพบการเจริญที่ผิดปกติของแนวเจริญของเชิงกรานส่วนหน้า คือ พบกลุ่มของเซลล์กระดูกอ่อนมีลักษณะเป็นวงกลมอยู่บริเวณด้านล่าง (ventral) ของกระดูกเชิงกราน (รูปที่ 31 ค และ ง) ส่วนหนูตะเภาในกลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมเยือกแข็งบริเวณแนวประสานเชิงกรานส่วนหน้ามีการสร้างกระดูกเกิดขึ้นแต่มีลักษณะไม่เรียบและยังคงมีเซลล์กระดูกอ่อนแทรกอยู่บ้าง (รูปที่ 31 จ และ ฉ)

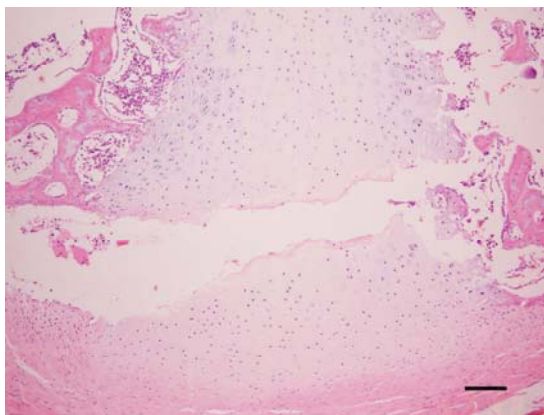
ในสัปดาห์ที่ 16 หลังทำศัลยกรรม หนูตะเภาในกลุ่มควบคุมพบว่ามีเซลล์กระดูกอ่อนอยู่แต่มีจำนวนลดน้อยลงกว่าหนูตะเภาในกลุ่มควบคุมที่ 8 สัปดาห์หลังศัลยกรรม และมีการสร้างกระดูกมาแทนที่ส่วนของกระดูกอ่อนแต่ยังไม่สมบูรณ์ และพบการเจริญของแนวเจริญของเชิงกรานส่วนหน้ามีลักษณะเป็นวงกลมอยู่บริเวณด้านล่างของกระดูกเชิงกราน (รูปที่ 32 ก และ ข) ซึ่งคล้ายกันกับลักษณะที่พบในหนูตะเภาในกลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมจี้ไฟฟ้าที่ 8 สัปดาห์หลังศัลยกรรม หนูตะเภาในกลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมจี้ไฟฟ้าภายหลังการทำศัลยกรรมที่ 16 สัปดาห์พบเซลล์กระดูกอ่อนบริเวณด้านล่างของกระดูกเชิงกรานส่วนหน้า มีลักษณะค่อนข้างกลมแต่มีขนาดเล็กกว่าในสัปดาห์ที่ 8 หลังศัลยกรรม และมีการแทรกของเส้นใยเข้ามาแทนที่บริเวณแนวประสานเชิงกรานส่วนหน้า ส่วนหนูตะเภาในกลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมเยือกแข็งมีเพียง 1 ตัวใน 6 ตัวที่ยังพบเซลล์กระดูกอ่อน แต่พบจำนวนน้อยโดยพบเรียงเป็นชั้นแค่ 1 ชั้นในแต่ละด้านของ

แนวประสานเชิงกรานส่วนหน้า ส่วนที่เหลือแทบจะไม่พบเซลล์กระดูกอ่อนเลยและยังพบการแทรกเข้ามาของเส้นใยจำนวนมากเมื่อเทียบกับกลุ่มอื่นๆ (รูปที่ 32 จ และ ฉ)

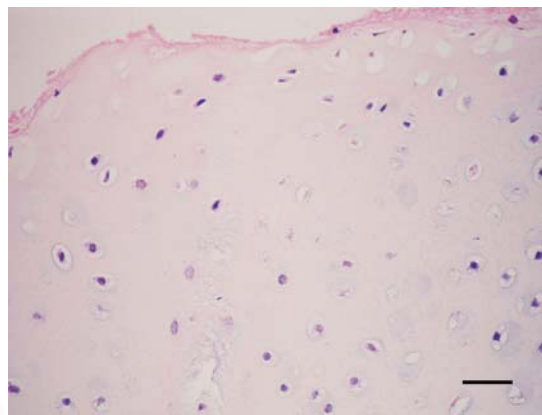


สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

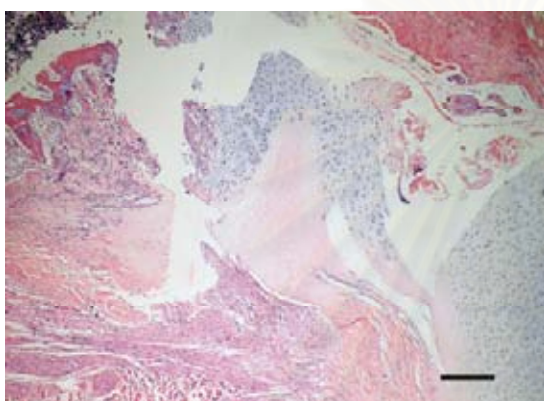




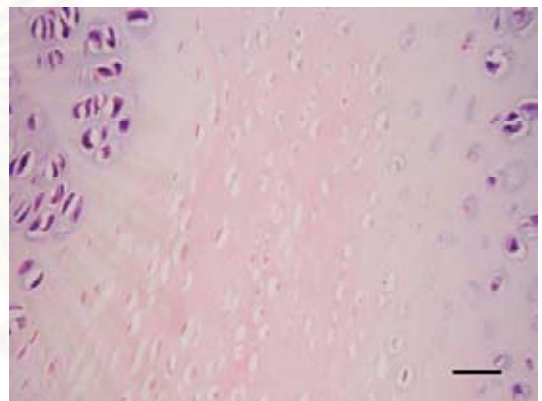
ก



ข



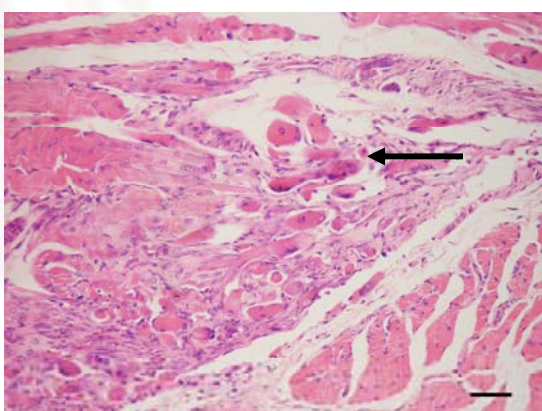
ค



ง



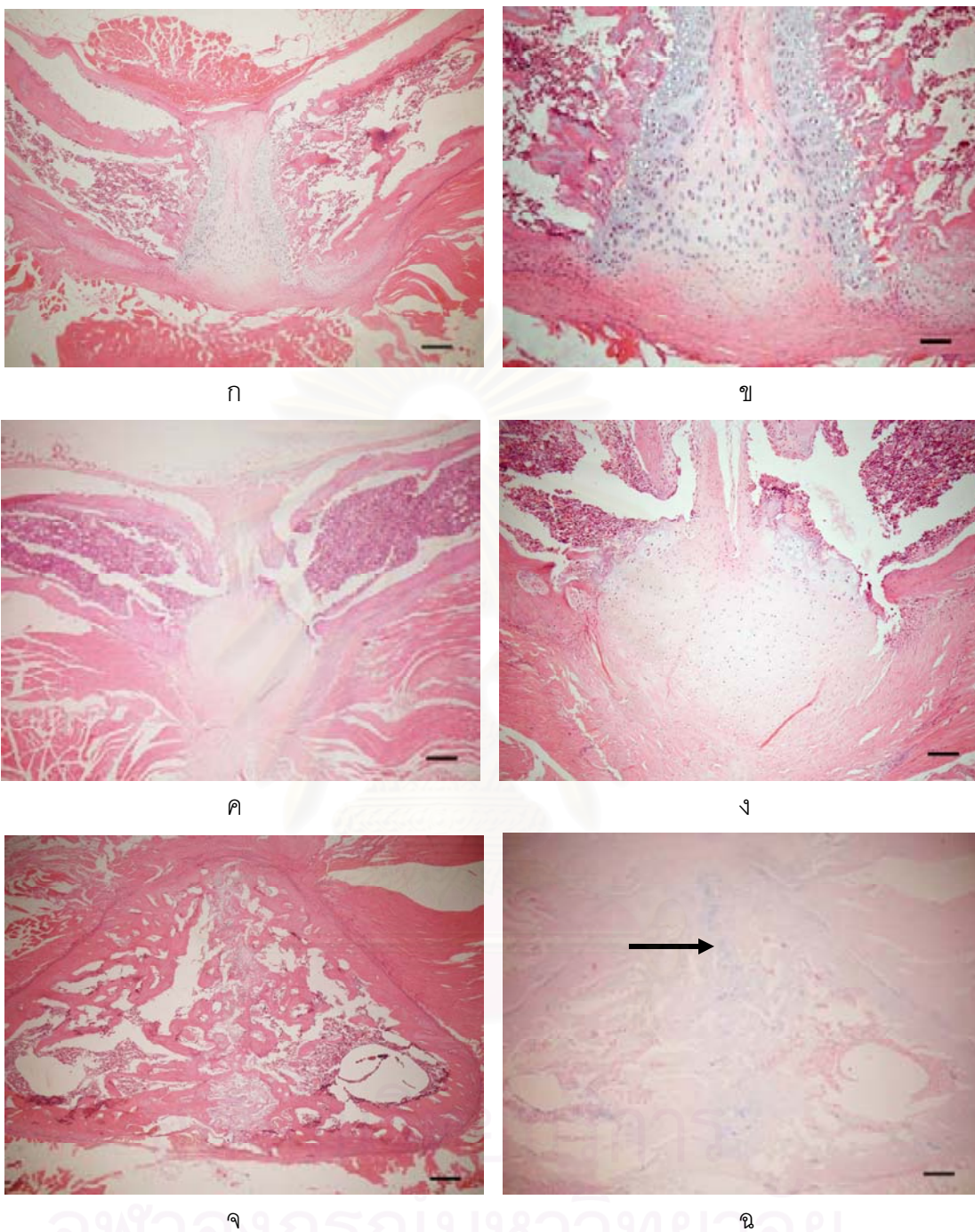
จ



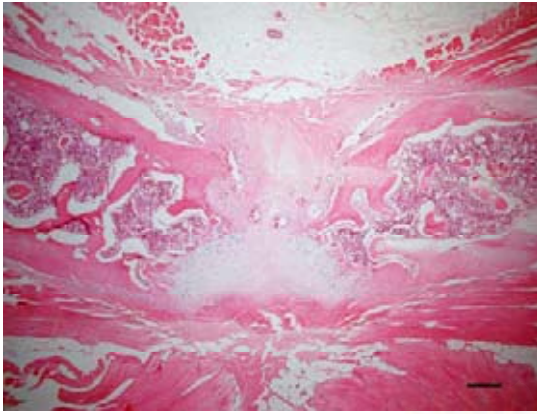
ฉ

**รูปที่ 30 ก และ ข** แสดงภาพทางจุลพยาธิวิทยาของการตายของเซลล์กระดูกอ่อนบริเวณแนวประสานเชิงกรานส่วนหน้าในหนูตะเภากลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมจี้ไฟฟ้าหลังศัลยกรรมที่ 2 สัปดาห์ [สี H&E, bar = 300 ไมครอน (ก) และ 50 ไมครอน (ข)]

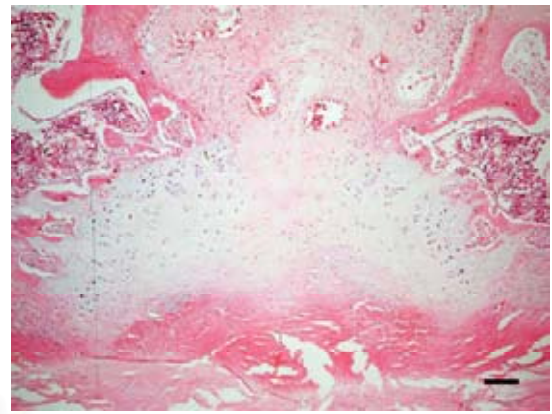
**ค - ฉ** แสดงภาพทางจุลพยาธิวิทยาของการตายของเซลล์กระดูกอ่อนบริเวณแนวประสานเชิงกรานส่วนหน้าในหนูตะเภากลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมเยือกแข็งหลังศัลยกรรมที่ 2 สัปดาห์ (ค ง และ จ) [สี H&E, bar = 100 ไมครอน (ค) และ 150 ไมครอน (ง); สี alcian blue, bar = 150 (จ)] และพบการตายของเซลล์กล้ามเนื้อในส่วนที่มีนิวเคลียสรวมกัน (ลูกศรชี้) (ฉ) [สี H&E, bar = 150 ไมครอน]



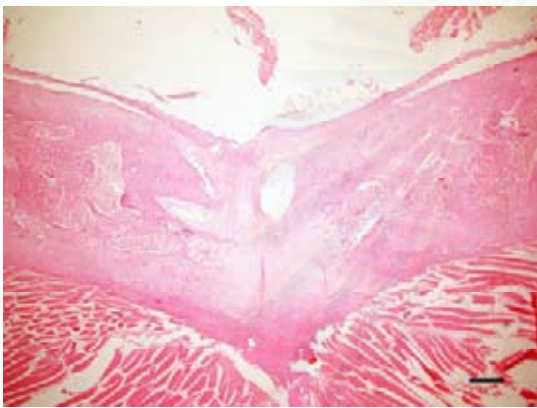
รูปที่ 31 แสดงภาพทางจุลพยาธิวิทยาบริเวณแนวประสานเชิงกรานส่วนหน้าของหนูตะเภาหลังศัลยกรรมที่ 8 สัปดาห์พบว่าในกลุ่มควบคุมยังคงพบเซลล์กระดูกอ่อนได้ (ก และ ข) กลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมจี้ไฟฟ้าพบกลุ่มของเซลล์กระดูกอ่อนมีลักษณะเป็นวงกลมอยู่บริเวณด้านล่าง (ค และ ง) และกลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมเย็บหนังมีการสร้างกระดูกเกิดขึ้นแต่ยังคงพบเซลล์กระดูกอ่อนแทรกอยู่ (ลูกศรชี้) [สี H&E, bar = 500 ไมครอน (ก ค และ ง) และ 250 ไมครอน (ข และ ง); สี alcian blue, bar = 250 ไมครอน (ฉ)]



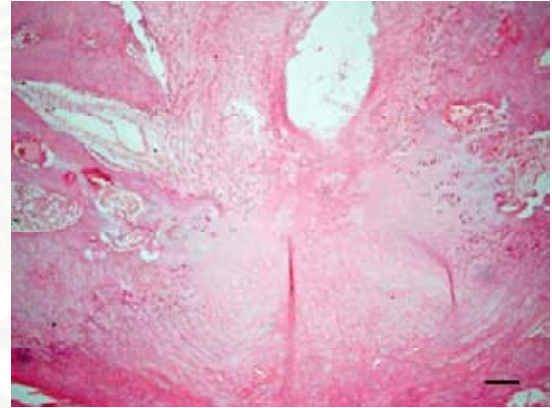
ก



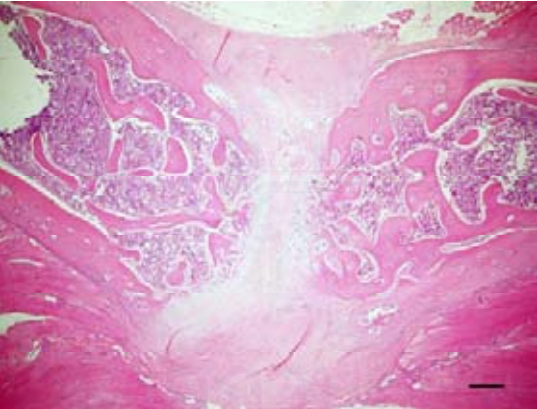
ข



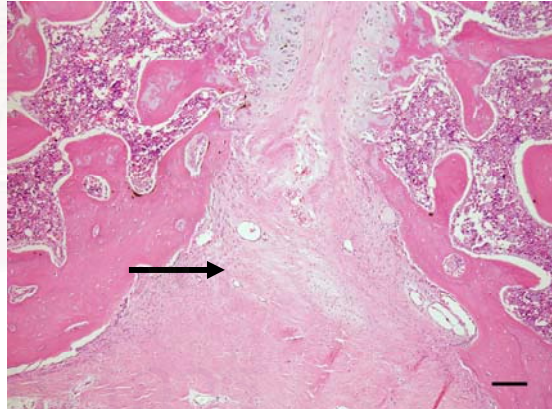
ค



ง



จ



ฉ

**รูปที่ 32** แสดงภาพทางจุลพยาธิวิทยาบริเวณแนวประสานเชิงกรานส่วนหน้าของหนูตะเภาหลังศัลยกรรมที่ 16 สัปดาห์ หนูตะเภาในกลุ่มควบคุมพบว่ามีเซลล์กระดูกอ่อนอยู่แต่มีจำนวนลดน้อยลง (ก และ ข) กลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมไฟฟ้าพบเซลล์กระดูกอ่อนบริเวณด้านล่างของกระดูกเชิงกรานส่วนหน้าและมีการแทรกของเส้นใย (ค และ ง) กลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมเย็บแข็งพบเซลล์กระดูกอ่อนจำนวนน้อยและยังพบการแทรกเข้ามาของเส้นใยจำนวนมาก (ลูกศรชี้) (จ และ ฉ) [สี H&E, bar = 500 ไมครอน (ก ค และ จ) และ 250 ไมครอน ( ข ง และ ฉ)]

## บทที่ 5

### สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

#### สรุปผลการวิจัย

การศึกษานี้ได้ศึกษาถึงผลของเชื่อมแนวประสานเชิงกรานส่วนหน้าในหนูตะเภาโดยใช้ศัลยกรรมเย็บและจี้ไฟฟ้า ทำการศึกษาในหนูตะเภาเพศผู้ อายุประมาณ 28 วัน ที่ไม่มีความผิดปกติของข้อสะโพกจากการตรวจร่างกายและภาพถ่ายทางรังสี จำนวน 23 ตัว แต่ในจำนวนนี้สัตว์ป่วยและตายในระหว่างการทดลองจึงตัดออกจากการทดลองจำนวน 4 ตัว และแบ่งหนูตะเภาออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มควบคุมจำนวน 6 ตัว กลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมจี้ไฟฟ้าจำนวน 5 ตัว และกลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมเย็บจำนวน 8 ตัว ประเมินผลการวิจัยโดยศึกษาการพัฒนาของกระดูกเชิงกรานจากภาพถ่ายทางรังสีก่อนศัลยกรรม หลังศัลยกรรมที่ 2, 4, 6, 8, 12 และ 16 สัปดาห์ และเก็บตัวอย่างของกระดูกเชิงกรานเพื่อศึกษาผลทางจุลพยาธิวิทยาในสัปดาห์ที่ 2, 8 และ 16 หลังศัลยกรรม การประเมินผลจากภาพถ่ายทางรังสีเพื่อดูการเปลี่ยนแปลงของเบ้ากระดูกเชิงกรานจากค่าของมุม Norberg มุม DAR และมุม DARS เมื่อทดสอบทางสถิติพบว่าก่อนศัลยกรรมค่าเฉลี่ยของมุม Norberg มุม DAR และมุม DARS ในแต่ละกลุ่มและแต่ละข้อสะโพกทั้งข้างขวาและข้างซ้ายไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \geq 0.05$ ) ยกเว้นหลังศัลยกรรมที่ 8, 12 และ 16 สัปดาห์ในกลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมจี้ไฟฟ้าพบว่าค่ามุมที่ได้จากข้อสะโพกข้างขวาและข้างซ้ายมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) ค่าเฉลี่ยของมุม Norberg ในหนูตะเภาในกลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมจี้ไฟฟ้าและกลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมเย็บเมื่อสิ้นสุดการทดลองหรือสัปดาห์ที่ 16 หลังศัลยกรรม พบว่าเพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.0001$  และ  $p = 0.0004$  ตามลำดับ) แต่เมื่อเปรียบเทียบค่ามุม Norberg ในกลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมจี้ไฟฟ้าและกลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมเย็บพบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \geq 0.05$ )

ค่าเฉลี่ยของมุม DAR เมื่อเปรียบเทียบกันทั้งสามกลุ่มในสัปดาห์ที่ 16 หลังศัลยกรรม พบว่ากลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมจี้ไฟฟ้าและกลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมเย็บมีค่าเฉลี่ยของมุม DAR เพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p = 0.0004$  และ  $p < 0.0001$  ตามลำดับ) และเมื่อเปรียบเทียบค่ามุม DAR ในกลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมเย็บพบว่าค่าเพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมจี้ไฟฟ้าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.0001$ )

ค่าเฉลี่ยของมุม DARS ในสัปดาห์ที่ 16 หลังศัลยกรรมในหนูตะเภาในกลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมจี้ไฟฟ้าและกลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมเย็บพบว่าค่าเฉลี่ยของมุม DARS ลดลงมากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p = 0.0001$  และ  $p < 0.0001$  ตามลำดับ) แต่เมื่อ

เปรียบเทียบค่ามุม DARS ในกลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมจี้ไฟฟ้าและกลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมเยือกแข็งพบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \geq 0.05$ )

จากผลการศึกษาพบว่าค่าเฉลี่ยของมุม Norberg มุม DAR มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น และมุม DARS มีแนวโน้มลดลงในกลุ่มทดลองทั้งสองกลุ่มหลังจากศัลยกรรม และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม ( $p < 0.05$ ) เมื่อเปรียบเทียบค่ามุม Norberg และมุม DARS ระหว่างกลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมจี้ไฟฟ้าและกลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมเยือกแข็งพบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \geq 0.05$ ) แต่เมื่อเปรียบเทียบค่ามุม DAR ในกลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมเยือกแข็งพบว่ามีความเพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมจี้ไฟฟ้าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.0001$ ) การประเมินผลทางจุลพยาธิวิทยาพบว่าในกลุ่มควบคุมมีการเจริญของแนวประสานเชิงกรานตามปกติ และมีการปิดตัวของแนวเจริญของกระดูกเชิงกรานส่วนหน้าแต่ยังไม่สมบูรณ์ และเกิดขึ้นช้ากว่าในกลุ่มทดลองทั้งสองกลุ่ม ส่วนกลุ่มศัลยกรรมจี้ไฟฟ้าและศัลยกรรมเยือกแข็งพบการตายของเซลล์กระดูกอ่อน โดยในกลุ่มศัลยกรรมเยือกแข็งมีการสร้างของกระดูกเข้ามาแทนที่จนเกือบสมบูรณ์ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 8 หลังศัลยกรรม และไม่พบเซลล์กระดูกอ่อนหลังศัลยกรรมที่ 16 สัปดาห์ ยกเว้นเพียง 1 ตัวจาก 6 ตัวที่ยังคงพบเซลล์กระดูกอ่อนอยู่เพียงเล็กน้อย

## อภิปรายผล

การเชื่อมแนวประสานเชิงกรานส่วนหน้าทำให้เกิดการบิดหมุนของขอบบนของเบ้ากระดูกเชิงกรานทั้งสองข้างไปทางด้านล่างและด้านข้าง เนื่องมาจากการเหนี่ยวนำให้เกิดการปิดตัวก่อนกำหนดของแนวประสานเชิงกรานส่วนหน้า ทำให้เบ้ากระดูกเชิงกรานคลุมหัวกระดูกต้นขาหลังได้มากขึ้น (Swainson *et al.*, 2000) การเชื่อมแนวประสานเชิงกรานส่วนหน้าอาจทำได้โดยการตัดแนวประสานเชิงกรานส่วนหน้าออก และทำให้เกิดการปิดตัวก่อนกำหนดด้วยอุปกรณ์ในการยึดกระดูก หรือใช้ความร้อนทำลายแนวเจริญของกระดูกเชิงกรานก่อนที่จะเริ่มมีการเจริญของกระดูกในบริเวณดังกล่าว (กัลยดา, 2547; Swainson *et al.*, 2000; Deuland *et al.*, 2001; Patricelli *et al.*, 2001; Patricelli *et al.*, 2002; Schulz and Dejardin, 2003) การศึกษาเริ่มแรกได้ทำการศึกษาในหนูตะเภา โดยใช้ความร้อนทำลายเซลล์กระดูกอ่อนบริเวณแนวประสานเชิงกรานส่วนหน้า แต่ผู้ศึกษาวิจัยมีแนวความคิดว่าเซลล์กระดูกอ่อนบริเวณแนวประสานเชิงกรานส่วนหน้าจะไวต่อความเย็นจากการศัลยกรรมเยือกแข็งมากกว่าการใช้ความร้อนหรือไม่ จึงทำการศึกษาโดยใช้ไนโตรเจนเหลวเพื่อทำลายแนวประสานเชิงกรานส่วนหน้าในหนูตะเภา ผู้ศึกษาวิจัยได้เลือกใช้หนูตะเภา จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าหนูตะเภาเป็นสัตว์ที่โตเต็มวัยเร็ว และมีลักษณะของกระดูกเชิงกรานใกล้เคียงกับสุนัข ทำการศึกษาในหนูตะเภาเพศผู้อายุ 28 วันเนื่องจากหนูตะเภา

เพศผู้มีการเจริญเติบโตที่เร็วกว่าเพศเมียและมีขนาดใหญ่กว่า เมื่อโตเต็มวัยเพศผู้จะมีน้ำหนัก 900-1,200 กรัมในขณะที่เพศเมียเมื่อโตเต็มวัยจะมีน้ำหนัก 700-900 กรัม นอกจากนี้ในช่วงของการเจริญเติบโตในเพศเมียพบว่ามีฮอร์โมนเอสโตรเจน (estrogen) เข้ามาเกี่ยวข้องในระยะเวลาของการเป็นสัด (estrous cycle) ซึ่งวงจรการเป็นสัดประมาณ 15-17 วัน โดยเพศผู้จะเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ที่อายุ 3 เดือนและเพศเมียที่อายุ 2 เดือน (Sirois, 2005; O'Mally, 2005) ทำการศึกษาในหนูตะเภาอายุ 4 สัปดาห์ เนื่องจากหนูตะเภาอายุน้อยจะมีความเสี่ยงต่อการวางยา ส่วนหนูตะเภาอายุมากกระดูกเชิงกรานจะมีการพัฒนาไปแล้วบางส่วนและมีฮอร์โมนเพศมาเกี่ยวข้อง

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้ทำการศึกษาในหนูตะเภาจำนวน 23 ตัว แต่ในระหว่างการทดลองหนูตะเภาป่วยและตายจำนวน 4 ตัว โดยหนูตะเภามีอาการซึม กินอาหารลดลง น้ำหนักลด ซึ่งการตายเกิดในช่วงสัปดาห์แรกหลังศัลยกรรม โดยคาดว่าสาเหตุการตายอาจเกิดจากภาวะเป็นพิษจากยาปฏิชีวนะ (antibiotic toxicity) ทำให้เกิดความไม่สมดุลกันของแบคทีเรียในทางเดินอาหารและมีการเจริญของแบคทีเรียแกรมลบเพิ่มมากขึ้น หรืออาจมีสาเหตุมาจากโรคติดเชื้อ (infection disease) ได้แก่ โรคติดเชื้อในระบบทางเดินหายใจ (pneumonia) ซึ่งพบว่าแบคทีเรียที่พบได้เป็นปกติในทางเดินหายใจสามารถก่อโรคได้หากสัตว์อยู่ในสภาวะเครียดจากการเลี้ยงดูและการได้รับสารอาหารที่ไม่เหมาะสม หรือเครียดจากเสียงดังรบกวน โรคติดเชื้อในระบบทางเดินอาหาร (intestinal infection) เกิดจากการเลี้ยงดูที่ไม่เหมาะสม เป็นต้น (Sirois, 2005; O'Mally, 2005) ดังนั้นหนูตะเภาที่เหลือในแต่ละกลุ่ม คือ กลุ่มควบคุมจำนวน 6 ตัว กลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมจี้ไฟฟ้าจำนวน 5 ตัว และกลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมเยือกแข็งจำนวน 8 ตัว ในแต่ละกลุ่มมีจำนวนหนูตะเภาไม่เท่ากันเนื่องจากในแต่ละกลุ่มได้มีหนูตะเภาที่สำรองไว้สำหรับการสูญเสีย และในกลุ่มศัลยกรรมเยือกแข็งมีการศึกษาในเบื้องต้น (pilot study) ก่อน จึงนำข้อมูลที่รวบรวมได้ทั้งหมดมาสรุปผลร่วมกัน ในการศึกษาหนูแต่ละตัวอยู่ในกรงเดี่ยวแยกเลี้ยงและได้รับอาหารและน้ำตลอดเวลา (ad libitum) ซึ่งน้ำหนักของหนูแต่ละตัวในทุกสัปดาห์ (ตารางภาคผนวกที่ 1) พบว่ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นไปในทิศทางเดียวกัน และเมื่อทดสอบทางสถิติไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \geq 0.05$ ) แสดงให้เห็นว่าหนูตะเภาแต่ละตัวมีการเจริญเติบโตที่ใกล้เคียงกัน

ผลการเปลี่ยนแปลงของกระดูกเชิงกรานในการศึกษานี้ประเมินจากการคลุมของเบ้ากระดูกเชิงกรานบนหัวกระดูกต้นขาหลัง โดยทำการวัดมุม Norberg ตามวิธีการของ Morgan และคณะ (2000) มุม DAR ตามวิธีของ Slocum และ Devine (1990) และมุม DARS ตามวิธีของ Schulz และ Dejardin (2003) อย่างไรก็ตามการวัดมุมทั้งสามวิธีวัดได้จากภาพถ่ายทางรังสีในท่านอนหงาย (Dassler, 2003; Morgan *et al.*, 2000) และทำ DAR (Dassler, 2003; Denny and Butterworth, 2000; Slocum and Devine, 1990) และวัดมุมจากภาพถ่ายทางรังสีด้วยโปรแกรม Scion Image เวอร์ชัน beta 4.03 (<http://www.scioncorp.com>) ซึ่งการวัดมุมต้องใช้ความ

ละเอียดอย่างมากเนื่องจากหนูตะเภาเป็นสัตว์ทดลองขนาดเล็ก การเปลี่ยนแปลงของมุมในแต่ละช่วงเวลาจะเปลี่ยนแปลงไม่มาก ดังนั้นการวัดจึงต้องการความละเอียดและความแม่นยำอย่างสูง นอกจากนี้การจัดตำแหน่งและท่าในการถ่ายภาพทางรังสีก็เช่นกัน ภาพถ่ายทางรังสีที่ได้ควรอยู่ในตำแหน่งและท่าที่ถูกต้องเหมาะสมเพื่อความแม่นยำในการวัดมุม หรือเราอาจใช้เทคนิคอื่นมาช่วยประเมินผลการเปลี่ยนแปลงของกระดูกเชิงกราน เช่น การใช้เครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ ดังเช่นการศึกษาในหนูตะเภาของ Mathews ในปี 1996 แต่อย่างไรก็ตามวิธีนี้จำเป็นต้องใช้อุปกรณ์พิเศษที่มีค่าใช้จ่ายสูง และต้องการเทคนิคพิเศษ นอกจากนี้มุม Norberg มุม DAR และมุม DARS ที่วัดได้จากหนูตะเภาไม่เคยมีการศึกษาถึงค่าปกติมาก่อน การศึกษาคั้งนี้จึงดูแนวโน้มของการเพิ่มขึ้นของมุม Norberg และมุม DAR และการลดลงของมุม DARS เปรียบเทียบระหว่างก่อนศัลยกรรมและหลังศัลยกรรมในสัปดาห์ที่ 2, 4, 6, 8, 12 และ 16 ตามลำดับ

ในกลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมจี้ไฟฟ้าหลังศัลยกรรมที่ 8, 12 และ 16 สัปดาห์ พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) ระหว่างข้อสะโพกข้างขวาและข้างซ้าย โดยอาจเกิดจากความคลาดเคลื่อนในการวัดมุมของข้อสะโพกในหนูตะเภาซึ่งมีขนาดเล็ก และพบว่าผลทางจุลพยาธิวิทยาในหนูตะเภาในกลุ่มศัลยกรรมจี้ไฟฟ้า การตายของเซลล์กระดูกอ่อนเกิดแบบกระจายไม่เป็นระเบียบจึงอาจมีผลให้เกิดความแตกต่างในการพัฒนาของข้อสะโพกข้างขวาและข้างซ้ายทำให้ค่ามุมที่ได้แตกต่างกัน

ผลทางจุลพยาธิวิทยาพบการตายของเซลล์กระดูกอ่อนในหนูตะเภาที่ทำศัลยกรรมเยือกแข็งด้วยไนโตรเจนเหลว และพบการสร้างกระดูกที่เกือบจะสมบูรณ์ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 8 หลังศัลยกรรมซึ่งพบเร็วกว่าหนูตะเภาที่ทำศัลยกรรมจี้ไฟฟ้า แต่ในสัปดาห์สุดท้ายพบว่าการเชื่อมของแนวประสานเชิงกรานส่วนหน้าไม่สมบูรณ์ พบเซลล์กระดูกอ่อนได้บ้างแต่ไม่มากนักและมีเส้นใยเข้าแทรกบริเวณแนวประสานเชิงกรานของหนูตะเภาในกลุ่มศัลยกรรมเยือกแข็ง ส่วนในกลุ่มศัลยกรรมจี้ไฟฟ้าพบปริมาณเซลล์กระดูกอ่อนมากกว่า แต่อย่างไรก็ตามการใช้ความเย็นและความร้อนในการทำศัลยกรรมในการศึกษาคั้งนี้ควรมีการวัดอุณหภูมิขณะที่ทำการจี้ด้วย โดยเครื่องมือที่ใช้อาจใช้ Thermocouple Needle เพื่อวัดอุณหภูมิแน่นอนที่จะสามารถทำลายเซลล์ที่ต้องการได้ขณะทำศัลยกรรม

นอกจากนี้ในการเก็บตัวอย่างกระดูกเชิงกรานเพื่อทำการศึกษาทางจุลพยาธิวิทยา ได้ตัดกระดูกเชิงกรานตามแนวขวาง (transverse section) ออกเป็น 3 ชิ้น โดยตัดบริเวณแนวประสานเชิงกรานส่วนหน้า บริเวณกลางกระดูกเชิงกราน และบริเวณแนวประสานเชิงกรานส่วนท้าย (ischial symphysis) จากการศึกษาพบว่าการตัดตัวอย่างกระดูกเชิงกรานเพื่อศึกษาทางจุลพยาธิวิทยานั้นหากตัดไม่ผ่านส่วนที่ต้องการอาจทำให้การแปรผลผิดพลาดได้

จากค่าเฉลี่ยของมุม Norberg และมุม DAR ในกลุ่มทดลองโดยศัลยกรรมเยือกแข็งพบว่า มีค่าเพิ่มขึ้น และมุม DARS มีค่าลดลงมากกว่ากลุ่มอื่น ซึ่งสอดคล้องกับผลทางจุลพยาธิวิทยาที่ พบว่ามีการเชื่อมกันของแนวประสานเชิงกรานส่วนหน้าที่สมบูรณ์กว่าอีกสองกลุ่ม แต่ค่าเฉลี่ยของ มุม DAR ในสัปดาห์ที่ 2, 4, 6 และ 8 ของกลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมเยือกแข็งมีค่าใกล้เคียงกับ กลุ่มควบคุม ซึ่งอาจเป็นผลมาจากขนาดที่เล็กของกระดูกเชิงกรานทำให้ต้องการความละเอียดใน การวัดมาก การวัดมุมจึงอาจคลาดเคลื่อนได้บ้าง และอาจเป็นผลจากการจัดทำทางในการ ถ่ายภาพทางรังสีทำให้ได้ภาพถ่ายทางรังสีในตำแหน่งที่ไม่เหมาะสมซึ่งส่งผลต่อการวัดมุมเช่นกัน

### บทสรุป

ผลของการเชื่อมแนวประสานเชิงกรานส่วนหน้าด้วยศัลยกรรมเยือกแข็งโดยใช้ ไนโตรเจนเหลวต่อการพัฒนากระดูกเชิงกรานในหนูตะเภาพบว่าให้ผลการเปลี่ยนแปลงของมุม Norberg และมุม DARS ไม่ต่างจากศัลยกรรมจี้ไฟฟ้า เมื่อทดสอบทางสถิติไม่พบความแตกต่าง กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \geq 0.05$ ) แต่ค่ามุม DAR ในหนูตะเภาที่ทำศัลยกรรมเยือกแข็งพบว่า มีค่าเพิ่มขึ้นมากกว่าหนูตะเภาที่ทำศัลยกรรมจี้ไฟฟ้าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) แต่ผล ทางจุลพยาธิวิทยาแสดงให้เห็นว่าศัลยกรรมเยือกแข็งทำให้เกิดการตายและมีการเจริญของกระดูก เข้ามาบริเวณแนวประสานเชิงกรานส่วนหน้าได้ดีกว่าการศัลยกรรมจี้ไฟฟ้า จึงมีแนวโน้มว่าการ เชื่อมแนวประสานเชิงกรานส่วนหน้าโดยใช้ศัลยกรรมเยือกแข็งมีผลทำลายเซลล์กระดูกอ่อนได้ ดีกว่าและมีผลให้เบ้ากระดูกเชิงกรานสามารถคลุมหัวกระดูกต้นขาหลังได้มากขึ้น

### ข้อเสนอแนะ

การศึกษานี้ได้ทำการเชื่อมแนวประสานเชิงกรานส่วนหน้าโดยใช้ศัลยกรรมเยือกแข็งใน หนูตะเภาซึ่งได้ผลเป็นที่น่าพอใจเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมและกลุ่มศัลยกรรมจี้ไฟฟ้า แต่เนื่องจาก ค่ามุมที่ได้จากหนูตะเภามีการเปลี่ยนแปลงค่อนข้างน้อยทำให้ยากในการแปรผล ดังนั้นควรมี การศึกษาเพิ่มเติมโดยอาจทำการศึกษาทั้งในลูกสุนัขที่มีข้อสะโพกปกติและผิดปกติเพื่อดูการ เปลี่ยนแปลงของมุมที่ชัดเจนขึ้น และควรมีการใช้อุปกรณ์ในการวัดอุณหภูมิ หรือ Thermocouple Needle ขณะทำศัลยกรรม นอกจากนี้การประเมินผลในสุนัขยังอาจประเมินการใช้ขาเพื่อดูผลของ การศัลยกรรม และการวัดการปกคลุมของเบ้ากระดูกเชิงกรานบนหัวกระดูกต้นขาหลังอาจทำได้ โดยการใช้เครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ สุดท้ายผลการศึกษาที่ได้อาจนำมาประยุกต์ใช้ในสุนัขและ เป็นแนวทางเลือกหนึ่งในการทำศัลยกรรมบำบัดโรคข้อสะโพกเจริญผิดปกติระยะเริ่มต้นในลูกสุนัข



## รายการอ้างอิง

- กัลยดา มังคละพฤกษ์. 2547. การบำบัดโรคข้อสะโพกเจริญผิดปกติในสุนัขโดยการเชื่อมแนวประสานเชิงกรานส่วนหน้า. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต สาขาวิชาสัตวศาสตร์ทางสัตวแพทย์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- มาริษศักร์ กัลป์ประวิทย์. 2544. การวางยาสลบสัตว์ทดลองและสัตว์สวนสัตว์. ใน การวางยาสลบสัตว์. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, หน้า 282-289.
- Barnhart, M. 2000. Juvenile Pubic Symphysiodesis for Treatment of Hip Dysplasia in Dogs. [online]. Available from: <http://www.medvet-cves.com/Articles/client%20JPS20Review.pdf> [2006, Jun 3]
- Boyd, J.S., Paterson, C., May, A.H. 1991. A colour atlas of clinical anatomy of the dog and cat. pp. 154-156. London: Wolfe Publishing.
- Dassler, C.L. 2003. Canine hip dysplasia: Diagnosis and nonsurgical treatment. Slatter, D. (ed.). Textbook of small animal surgery. 3<sup>rd</sup> ed. pp. 2019-2029. Philadelphia: Saunders.
- Degner, D.A. 2004. Juvenile Pubic Symphysiodesis (JPS) - A Preventative Surgery For Hip Dysplasia. [online]. Available from: <http://www.vetsurgerycentral.com/jps>. [2006, Jun 3]
- Denny, H.R. and Butterworth, S.J. 2000. The hip. Butterworth, S.J. (ed.). A guide to canine and feline orthopaedic surgery. 4<sup>th</sup> ed. pp. 455-494. Victoria: Blackwell Science.
- Deuland, R.T., Adam, W.M., Fialkowski, J.P., Patricelli, A.J., Mathews, K.G., and Nordheim, E.V. 2001. Effect of Pubic Symphysiodesis in Dysplastic Puppies. Vet. Surg. 30: 201-217.
- Fox, S.M., Burn, j., and Burt, J. 1987. Treating the Dysplastic Hip: The First Steps to Follow. Vet. Med. 82: 701-708.
- Harrison, T.J. 1968. The growth of the caudal half of the pelvis in the rat. J. Anat. 103: 155-170.

- Holmberg, D.L. 2003. Cryosurgery. Slatter, D. (ed.). Textbook of small animal surgery. 3<sup>rd</sup> ed. pp. 222-235. Philadelphia: Saunders.
- Manley, P.A., Adams, W.M., Danielson, K.S., Deuland, R.T., Linn, K.A. 2007. Long-term Outcome of Juvenile Pubic Symphysiodesis and Triple Pelvic Osteotomy in Dogs with hip dysplasia. J. Am. Vet. Med. Assoc. 230(2): 206-210.
- Mathews, K.G., Stoven, S.M., and Kass, P.H. 1996. Effect of Pubic Symphysiodesis on Acetabular Rotation and Pelvic Development in Guinea Pigs. Am. J. Vet. Res. 57(10): 1427-1433.
- Mathews, K.G., Stoven, S.M., and Kass, P.H. 1996. Effect of Pubic Symphysiodesis on Acetabular Rotation and Pelvic Development in Guinea Pigs. Am. J. Vet. Res. 57(10): 1427-1433. Cited in Zuck T.T. 1938. Age order of epiphyseal union in the guinea pig. Anat. Rec. 70: 389-399.
- McLaughlin, R. and Tomlinson, J.L. 1996. Alternative Surgical Treatment for Canine Hip Dysplasia. Vet. Med. 91: 137-143.
- Morgan, J.P., Wind, A., and Davidson, A.P. 2000. Hip Dysplasia. Morgan, J.P. (ed.). Hereditary Bone and Joint Disease in The Dog. 1<sup>st</sup> ed. pp. 109-208. Hannover: GmbH & CO. KG.
- Olmstead, M.L. 1995. Disabling Conditions of the Canine Coxofemoral Joint: Canine Hip Dysplasia. Olmstead, M.L. (ed.). Small Animal Orthopaedics. 1<sup>st</sup> ed. pp. 365-393. St. Louis: Mosby.
- O' Mally, B.O. 2005. Guinea pigs. Clinical Anatomy and Physiology of Exotic Species. 1<sup>st</sup> ed. pp. 197-208. Germany: Saunders.
- Popesko, P., Rajtova V., Horak J. 1992. A colour atlas of anatomy of small laboratory animals. pp. 219-220. London: Wolfe Publishing.
- Patricelli, A.J., Dueland, R.T., Yan Lu, Fialkowski, J.P., and Mathews, K.G. 2001. Canine Pubic Symphysiodesis: Investigation of Electrocautery Dose Response by Histologic Examination and Temperature Measurement. Vet. Surg. 30: 261-268.
- Patricelli, A.J., Dueland, R.T., Adams, W.M., Fialkowski, J.P., Linn, K.A., and Nordheim, E.V. 2002. Juvenile Pubic Symphysiodesis in Dysplastic Puppies at 15 and 20 Weeks of Age. Vet. Surg. 31: 435-444.

- Plumb, D.C. 2005. Plumb's Veterinary Drug Handbook. 5<sup>th</sup> ed. pp. 143-145. Iowa: Blackwell Publishing.
- Riser, W.H. and Newton, C.D. 1981. Canine Hip Dysplasia as a Disease. Pathophysiology of Small Animal Surgery. pp.618-624. Philadelphia: Lea & Febiger.
- Riser, W.H., Rhodes, W.H., and Newton, C.D. 1985. Hip Dysplasia. Textbook of Small Animal Orthopaedics. pp. 953-980. Philadelphia: J. B. Lippincott.
- Rubinsky, B. 2002. Cryosurgery. [online]. Available from: [http://www.me.berkeley.edu/cryosurgery/fundamentals\\_of\\_cryosurgery.html](http://www.me.berkeley.edu/cryosurgery/fundamentals_of_cryosurgery.html). [2006, May 25]
- Schulz, K.S. and DeJardin, L. M. 2003. Surgical Treatment of Canine Hip Dysplasia. Slatter, D. (ed.). Textbook of small animal surgery. 3<sup>rd</sup> ed. pp. 2029-2059. Philadelphia: Saunders.
- Scion Image (version beta 4.03) [computer software]. 2005. Frederick: Scion Corporation. [online]. Available from: <http://www.scioncorp.com> [ 2007, Jan 18]
- Sirois, M. 2005. The guinea pig. Laboratory Animal Medicine Principles and Procedures. 1<sup>st</sup> ed. pp. 115-138. Missouri: Mosby.
- Slocum, B. and Devine, T.M. 1990. Dorsal acetabular rim radiographic view for evaluation of the canine hip. J. Am. Anim. Hosp. Assoc. 26: 289-296.
- Smith, G.K., Biery, D.N., and Gregor, T.P. 1990. New Concepts of Coxofemoral Joint Stability and the Development of a Clinical Stress-radiographic Method for Quantitating Hip Joint Laxity in the Dog. J. Am. Vet. Med. Assoc. 196(1): 59-70.
- Smith, G.K. 1997. Advances in Diagnosing Canine Hip Dysplasia. J. Am. Vet. Med. Assoc. 210(10): 1451-1457.
- Smith, G., Will, A., Miller, J. 2005. Canine hip dysplasia, Juvenile pubic symphysiodesis. [online]. Available from: <http://caltest.vet.upenn.edu/pennhip/topics/treatment/jpsymp.htm> [2006, May 25]
- Swainson, S.W., Conzemius, M.G., Riedesel, E.A., Smith, G.K., and Riley, C.B. 2000. Effect of Pubic Symphysiodesis on Pelvic Development in the Skeletally Immature Greyhound. Vet. Surg. 29: 178-190.

- Todhunter, R.J. and Lust, G. 2003. Hip Dysplasia: Pathogenesis. Slatter, D. (ed.). Textbook of Small Animal Surgery. 3<sup>rd</sup> ed. pp. 2009-2019. Philadelphia: Saunders.
- Tomlinson, J.L. and Cook, J.L. 2002. Effect of Degree of Acetabular Rotation After Triple Pelvic Osteotomy on the Position of the Femoral Head in Relationship to the Acetabulum. Vet. Surg. 31: 398-403.
- Wixon, K.S. and Smiler, K.L. 1997. Anesthesia and Analgesia in Rodents. Anesthesia and Analgesia in Laboratory Animals. 1<sup>st</sup> ed. pp. 165-203. New York: Academic press.
- Zacarian S.A. 1985. Cryogenics: the cryolesion and the pathogenesis of cryonecrosis. Cryosurgery for Skin Cancer and Cutaneous Disorders. 1<sup>st</sup> ed. pp. 1-40. Missouri: Mosby.



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## ภาคผนวก ก

### ขั้นตอนในการย้อมสีฮีมาทอกไซลินและอีโอซิน(Hematoxylin and Eosin)

#### 1. การขจัดพาราฟิน(Deparaffinization)

คือการล้างพาราฟินออกจากโครงสร้างของเซลล์และเนื้อเยื่อ โดยการจุ่มในไซลีน(xylene) 2 ครั้ง ครั้งละ 5 นาที ถ้าสามารถเขย่าสไลด์ได้ตลอดเวลาอาจใช้เวลาเพียงครั้งละ 3 นาที ที่ต้องเปลี่ยน 2 ครั้ง เพื่อให้แน่ใจว่าพาราฟินที่ติดมากับไซลีนในครั้งที่ 1 จะถูกขจัดออกหมดในไซลีนครั้งที่ 2

#### 2. การเอาน้ำเข้าเนื้อเยื่อ(Hydration)

คือการให้น้ำค่อยๆ เข้าไปในเซลล์และเนื้อเยื่อโดยเริ่มจากแอลกอฮอล์(alcohol) ระดับสูงมาต่ำ เริ่มที่

- แอบโซลูท แอลกอฮอล์(absolute alcohol) เพื่อเป็นการล้างไซลีนออกจากเนื้อเยื่อและมี 100% แอลกอฮอล์เข้าไปแทนที่ ใช้เวลาประมาณ 2 นาที หมั่นเขย่าสไลด์บ่อยๆ
- 95% แอลกอฮอล์ ใช้เวลา 2 นาที
- 70% แอลกอฮอล์ ใช้เวลา 2 นาที
- ล้างน้ำประปาโดยเปิดน้ำไหลตลอดเวลา ใช้เวลาประมาณ 1-2 นาที ในขั้นตอนนี้จะมีน้ำเข้าไปในเซลล์และเนื้อเยื่อเต็มที่แทนแอลกอฮอล์

#### 3. การย้อมสีครั้งแรก(Primary stain)

ย้อมด้วยฮีมาทอกไซลิน เป็นการย้อมนิวเคลียส(nucleus) ฮีมาทอกไซลินใช้น้ำเป็นตัวทำละลายจึงจำเป็นต้องผ่านสไลด์ตามขั้นตอนต่างๆลงมาถึงน้ำ ถ้าใช้ฮีมาทอกไซลินจะใช้เวลาประมาณ 5-6 นาทีเมื่อย้อมครบเวลาแล้วนำสไลด์มาจุ่มในน้ำ ให้น้ำไหลผ่านตลอดเวลาจนกระทั่งน้ำที่ล้างสีไม่มีสีม่วงออกมาอีกแล้ว

#### 4. การล้างสีส่วนเกิน(Differentiation)

เป็นการแยกให้เห็นความแตกต่างระหว่างส่วนประกอบของเนื้อเยื่อที่จับกับสีและไม่จับกับสี ในขั้นตอนนี้จะใช้กรดอ่อน คือ 1% แอซิดแอลกอฮอล์(acid alcohol) เนื้อเยื่อประเภทที่ติดสีฮีมาทอกไซลินเข้มให้จุ่มด้วยความรวดเร็ว 2-3 ครั้ง ส่วนเนื้อเยื่อที่ติดสีไม่เข้มให้จุ่มเร็วๆ 1 ครั้ง จากนั้นรีบนำไปล้างในน้ำไหลผ่านประมาณ 1-2 นาที สีน้ำเงินหรือสีม่วงเข้มจะจางลง ในขั้นตอนนี้เนื้อเยื่อจะมีสภาพเป็นกรด

#### 5. การปรับเนื้อเยื่อให้มีสภาพเป็นกลาง(Neutralization)

คือทำให้สไลด์เป็นกลาง โดยการจุ่มในสารละลายอิมิตัวของลิเทียมคาร์บอเนต ( $\text{LiCO}_3$ ) ประมาณ 1 นาที เนื้อเยื่อจะเป็นสีฟ้ามากยิ่งขึ้น จากนั้นนำไปล้างน้ำแบบน้ำไหลผ่านอีก

6. การย้อมสีซ้ำ(Counterstain)  
โดยใช้สีอีโอซินเพื่อย้อมไซโตพลาสซึม(cytoplasm) ใช้เวลาประมาณ 2 นาที
7. การขจัดน้ำออก(Dehydration)  
เริ่มเอาน้ำออกจากเซลล์และเนื้อเยื่อโดยจุ่มสไลด์ใน
  - 70 % แอลกอฮอล์ จุ่มเร็วๆ 2-3 ครั้ง แล้วผ่านไป 95% แอลกอฮอล์โดย
  - 95% แอลกอฮอล์ 2 ครั้ง ครั้งละ 2 นาที
  - 100% แอลกอฮอล์ 2 ครั้ง ครั้งละ 2 นาที
8. เคลียร์ริง(Clearing)  
เพื่อให้เนื้อเยื่อโปร่งใสยิ่งขึ้น และเป็นตัวกลางระหว่างแอลกอฮอล์กับเมตาดีนมีเดีย(mounting media) ขั้นตอนนี้จุ่มสไลด์ในไซลีน 2-3 ครั้ง ครั้งละ 5 นาที
9. การปิดโคเวอร์กลาส(Mounting)  
คือการใช้โคเวอร์กลาส(coverglass) ปิดบนสไลด์ที่ย้อมสีแล้ว โดยมีเมตาดีนมีเดียเป็นตัวเชื่อมให้ติดสนิทกับสไลด์

#### ขั้นตอนในการย้อมสีไตรโครมของแมสซอง(Masson's Trichrome Method)

1. ล้างพาราฟินออก และเอาน้ำเข้าเนื้อเยื่อจนกระทั่งถึงน้ำกลั่น
2. ถัดจากเนื้อเยื่อด้วยฟอรัมาลิน ต้องนำสไลด์มาออร์แดนต์(Mordant) ในสารละลายบูแองส์(Bourn's Solution) นาน 1 ชั่วโมงที่ 56 °C หรือทิ้งไว้ค้างคืนที่อุณหภูมิห้อง
3. ปลดปล่อยให้เย็นแล้วล้างน้ำไหลผ่านจนกระทั่งสีเหลืองของบูแองส์หมดไป
4. ล้างรวดเร็วในน้ำกลั่น
5. จุ่มสไลด์ในสารละลายไวเกิตส์ไอรอนฮีมาทอกไซลีน(Weigert's iron hematoxylin solution) นาน 10 นาที แล้วล้างในน้ำไหลผ่านนาน 10 นาที
6. ล้างรวดเร็วในน้ำกลั่น
7. จุ่มในไบปริซซคาร์เลตแอซิดฟุคซัน(Biebrich scarlet-acid fuchsin solution) นาน 10 นาที แล้วสีนี้เก็บไว้ใช้ได้อีก
8. ล้างรวดเร็วในน้ำกลั่น
9. จุ่มในฟอสโฟโมลิบดีนิกฟอสไฟท์สติกแอซิด(Phosphomolybdic-phosphotungstic acid solution) นาน 10-15 นาที ก่อนที่จะย้อมสีอะนีลีนบลู(Aniline blue) หรือจะใช้เอควียสฟอสไฟท์สติกแอซิด 5% (Aqueous phosphotungstic acid 5%) นาน 15 นาที ก่อนที่จะย้อมด้วยสไลท์กรีน (light green) สารละลายนี้ใช้แล้วทิ้งเลย
10. ย้อมสีด้วยอะนีลีนบลู นาน 10 นาที หรือสไลท์กรีน(light green) นาน 1 นาที

11. ล้างรวดเร็วในน้ำกลั่น
12. จุ่มสไลด์ในกรดอะซีติก(Aetic acid) นาน 3-5 นาที
13. ขจัดน้ำออกโดย 95% แอลกอฮอล์ , แอบโซลูทแอลกอฮอล์ เคลียร์ริงในไซลินอย่างละ 2 ครั้ง
14. เม้าต์ด้วยเปอร์เม้าต์(permount)

#### ขั้นตอนในการย้อมสีอัลเซียนบลู(Alcian Blue Method)

1. ล้างพาราฟินออก และเอาน้ำเข้าเนื้อเยื่อจนกระทั่งถึงน้ำกลั่น
2. นำสไลด์มามอร์แดนต์(Mordant) ในสารละลาย 3% กรดอะซีติกนาน 3 นาที
3. จุ่มสไลด์ในสารละลายอัลเซียนบลูเป็นเวลา 30 นาที
4. ล้างในน้ำไหลผ่านนาน 10 นาที
5. ล้างรวดเร็วในน้ำกลั่น
6. ย้อมสีซ้ำด้วยสารละลายเคอเนชทรอท(Kernechtrot solution) เป็นเวลา 5 นาที
7. ล้างในน้ำไหลผ่านนาน 1 นาที
8. ขจัดน้ำออกโดย 95% แอลกอฮอล์ , แอบโซลูทแอลกอฮอล์ เคลียร์ริงในไซลินอย่างละ 2 ครั้ง
9. เม้าต์ด้วยเปอร์เม้าต์(permount)



ตารางภาคผนวกที่ 1 น้ำหนักของหนูตะเภาซึ่งทุกสัปดาห์

หนูทดลอง	ก่อน	สัปดาห์ที่	สัปดาห์ที่	สัปดาห์ที่	สัปดาห์ที่	สัปดาห์ที่	สัปดาห์ที่	สัปดาห์ที่	สัปดาห์ที่	สัปดาห์ที่	สัปดาห์ที่	สัปดาห์ที่	สัปดาห์ที่	สัปดาห์ที่	สัปดาห์ที่	สัปดาห์ที่	สัปดาห์ที่
	ศัลยกรรม	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	น้ำหนัก	น้ำหนัก	น้ำหนัก	น้ำหนัก	น้ำหนัก	น้ำหนัก	น้ำหนัก	น้ำหนัก	น้ำหนัก	น้ำหนัก	น้ำหนัก	น้ำหนัก	น้ำหนัก	น้ำหนัก	น้ำหนัก	น้ำหนัก	น้ำหนัก
	(กรัม)	(กรัม)	(กรัม)	(กรัม)	(กรัม)	(กรัม)	(กรัม)	(กรัม)	(กรัม)	(กรัม)	(กรัม)	(กรัม)	(กรัม)	(กรัม)	(กรัม)	(กรัม)	(กรัม)
C1*	280	190	260	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C2**	300	330	365	410	460	480	520	595	620	-	-	-	-	-	-	-	-
C3	190	180	170	240	270	310	370	440	520	530	590	630	660	690	720	770	820
C4	290	390	440	490	535	590	650	670	750	730	760	880	910	880	890	920	970
C5	350	225	200	330	380	450	535	555	640	680	710	800	750	840	910	950	930
C6	260	290	275	365	395	450	480	540	490	430	370	410	480	520	620	690	780
E1*	315	240	300	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
E2**	280	330	345	365	375	360	380	390	400	-	-	-	-	-	-	-	-
E3	275	180	200	250	270	320	375	430	460	520	580	650	690	700	720	720	730
E4	325	365	355	400	410	450	480	560	610	680	640	700	760	830	890	930	980
E5	260	225	240	305	345	390	425	515	550	610	630	730	770	790	810	870	920
Cr1*	300	320	340	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cr2**	250	310	325	335	420	480	555	575	620	-	-	-	-	-	-	-	-
Cr3	225	250	270	340	360	400	440	490	570	550	570	600	580	650	710	740	790
Cr4	305	340	350	405	435	510	565	590	640	670	720	800	830	860	860	900	930
Cr5	300	335	305	420	450	510	540	600	670	730	790	850	880	920	970	970	970
Cr6	240	260	235	315	350	420	460	510	520	540	460	600	620	680	720	750	760
Cr7	270	280	260	335	350	450	480	520	630	590	510	680	700	760	800	820	820
Cr8	250	260	255	365	405	460	530	610	710	750	790	870	930	980	1000	1000	1000

C=control

E=Electrosurgery

Cr=Cryosurgery

\*เก็บตัวอย่างทางจุลพยาธิวิทยาในสัปดาห์ที่ 2

\*\*เก็บตัวอย่างทางจุลพยาธิวิทยาในสัปดาห์ที่ 8

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางภาคผนวกที่ 2 ค่ามุม Norberg ของหนูตะเภาในกลุ่มควบคุม (องศา)

หนูทดลอง ตัวที่	ก่อนศัลยกรรม		สัปดาห์ที่ 2		สัปดาห์ที่ 4		สัปดาห์ที่ 6		สัปดาห์ที่ 8		สัปดาห์ที่ 12		สัปดาห์ที่ 16	
	ขวา	ซ้าย	ขวา	ซ้าย	ขวา	ซ้าย	ขวา	ซ้าย	ขวา	ซ้าย	ขวา	ซ้าย	ขวา	ซ้าย
1*	109.63	107.24	105.76	108.83	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2**	108.18	109.60	110.41	110.73	111.19	113.21	112.25	114.71	116.98	117.99	-	-	-	-
3	106.38	108.58	106.84	110.29	110.38	110.29	111.94	112.21	112.42	114.53	113.40	115.85	113.58	114.28
4	107.02	107.62	110.62	110.73	112.84	113.29	115.10	113.66	115.46	114.21	118.40	115.89	116.79	116.56
5	103.66	105.75	107.66	110.02	109.98	111.69	112.10	114.20	112.96	114.45	115.25	115.74	117.21	117.23
6	106.84	106.33	109.12	109.29	110.91	110.60	112.32	112.14	114.30	113.92	116.48	116.22	118.18	118.08

\* เก็บตัวอย่างทางจุลพยาธิวิทยาในสัปดาห์ที่ 2

\*\* เก็บตัวอย่างทางจุลพยาธิวิทยาในสัปดาห์ที่ 8

ตารางภาคผนวกที่ 3 ค่ามุม Norberg ของหนูตะเภาในกลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมจีไฟฟ้า(องศา)

หนูทดลอง	ก่อนศัลยกรรม		สัปดาห์ที่ 2		สัปดาห์ที่ 4		สัปดาห์ที่ 6		สัปดาห์ที่ 8		สัปดาห์ที่ 12		สัปดาห์ที่ 16	
	ขวา	ซ้าย	ขวา	ซ้าย	ขวา	ซ้าย	ขวา	ซ้าย	ขวา	ซ้าย	ขวา	ซ้าย	ขวา	ซ้าย
1*	107.48	105.84	108.77	107.46	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2**	106.42	107.00	107.61	110.41	111.60	112.76	113.35	114.18	113.37	117.28	-	-	-	-
3	106.19	107.17	108.69	109.05	111.46	110.84	113.32	111.40	114.11	113.58	117.09	116.72	118.96	119.72
4	105.93	106.16	106.62	107.02	110.58	112.27	111.67	114.05	113.51	116.10	114.79	117.80	116.89	120.06
5	106.50	106.07	107.35	107.54	109.46	109.93	112.45	115.20	114.04	117.13	115.22	119.65	117.69	120.26

\* เก็บตัวอย่างทางจุลพยาธิวิทยาในสัปดาห์ที่ 2

\*\* เก็บตัวอย่างทางจุลพยาธิวิทยาในสัปดาห์ที่ 8

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางภาคผนวกที่ 4 ค่ามุม Norberg ของหนูตะเภาในกลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมเยือกแข็ง(องศา)

หนูทดลอง ตัวที่	ก่อนศัลยกรรม		สัปดาห์ที่ 2		สัปดาห์ที่ 4		สัปดาห์ที่ 6		สัปดาห์ที่ 8		สัปดาห์ที่ 12		สัปดาห์ที่ 16	
	ขวา	ซ้าย	ขวา	ซ้าย	ขวา	ซ้าย	ขวา	ซ้าย	ขวา	ซ้าย	ขวา	ซ้าย	ขวา	ซ้าย
1*	106.78	107.41	110.71	112.62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2**	107.62	106.68	109.14	108.42	111.96	111.48	114.47	114.67	115.76	117.07	-	-	-	-
3	107.67	107.14	109.22	111.26	110.35	112.33	111.99	113.34	113.54	115.87	117.21	118.82	119.66	120.41
4	106.91	105.92	110.43	110.65	112.72	112.54	114.96	115.19	117.05	118.04	119.78	119.70	121.89	122.79
5	107.92	107.32	110.56	110.20	112.44	112.47	113.78	114.37	115.84	115.57	119.61	118.16	120.81	123.33
6	108.16	108.07	109.94	110.82	112.52	112.83	115.20	115.14	116.96	117.22	119.74	119.49	122.47	122.47
7	106.62	106.86	111.61	111.14	114.67	114.02	116.39	115.04	118.07	117.54	120.41	120.24	123.21	122.66
8	106.32	106.33	110.18	108.88	113.27	113.27	115.04	115.23	118.87	118.02	119.99	120.89	123.68	123.60

\* เก็บตัวอย่างทางจุลพยาธิวิทยาในสัปดาห์ที่ 2

\*\* เก็บตัวอย่างทางจุลพยาธิวิทยาในสัปดาห์ที่ 8

ตารางภาคผนวกที่ 5 ค่ามุม Dorsal Acetabular Rim ของหนูตะเภาในกลุ่มควบคุม(องศา)

หนูทดลองตัวที่	ก่อนศัลยกรรม	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 4	สัปดาห์ที่ 6	สัปดาห์ที่ 8	สัปดาห์ที่ 12	สัปดาห์ที่ 16
1*	106.97	106.79	-	-	-	-	-
2**	108.24	110.10	114.06	114.89	120.18	-	-
3	109.55	110.76	112.86	115.45	117.01	119.51	120.30
4	106.86	110.43	110.50	113.91	117.72	115.74	118.51
5	109.12	111.29	112.79	113.74	115.64	117.39	120.53
6	106.83	110.17	113.23	113.34	114.12	116.75	119.74

\* เก็บตัวอย่างทางจุลพยาธิวิทยาในสัปดาห์ที่ 2

\*\* เก็บตัวอย่างทางจุลพยาธิวิทยาในสัปดาห์ที่ 8

ตารางภาคผนวกที่ 6 ค่ามุม Dorsal Acetabular Rim ของหนูตะเภาในกลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมจี้ไฟฟ้า(องศา)

หนูทดลองตัวที่	ก่อนศัลยกรรม	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 4	สัปดาห์ที่ 6	สัปดาห์ที่ 8	สัปดาห์ที่ 12	สัปดาห์ที่ 16
1*	103.07	107.31	-	-	-	-	-
2**	105.02	109.51	112.35	115.54	118.56	-	-
3	110.11	110.13	118.75	120.42	121.90	122.16	124.85
4	106.91	113.15	114.76	121.33	122.72	125.66	126.08
5	107.44	112.28	115.65	117.77	120.82	122.37	124.60

\* เก็บตัวอย่างทางจุลพยาธิวิทยาในสัปดาห์ที่ 2

\*\* เก็บตัวอย่างทางจุลพยาธิวิทยาในสัปดาห์ที่ 8

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางภาคผนวกที่ 7 ค่ามุม Dorsal Acetabular Rim ของหนูตะเภาในกลุ่มทดลองโดยวิธีศัลยกรรมเยื่อแข็ง(องศา)

หนูทดลองตัวที่	ก่อนศัลยกรรม	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 4	สัปดาห์ที่ 6	สัปดาห์ที่ 8	สัปดาห์ที่ 12	สัปดาห์ที่ 16
1*	107.26	107.72	-	-	-	-	-
2**	105.89	111.18	112.46	114.81	116.24	-	-
3	106.25	109.69	110.51	114.01	117.46	112.70	127.36
4	106.10	110.14	112.47	114.82	117.49	119.87	124.75
5	105.93	109.93	113.36	114.16	115.78	119.09	124.02
6	106.80	110.72	114.24	115.67	116.27	122.42	126.60
7	106.40	109.82	112.95	115.72	117.82	121.87	127.69
8	107.32	111.14	113.41	114.09	117.33	120.52	124.56

\* เก็บตัวอย่างทางจุลพยาธิวิทยาในสัปดาห์ที่ 2

\*\* เก็บตัวอย่างทางจุลพยาธิวิทยาในสัปดาห์ที่ 8

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางภาคผนวกที่ 8 ค่ามุม Dorsal Acetabular Rim Slope ของหนูตะเภาในกลุ่มควบคุม(องศา)

หนูทดลอง ตัวที่	ก่อนศัลยกรรม		สัปดาห์ที่ 2		สัปดาห์ที่ 4		สัปดาห์ที่ 6		สัปดาห์ที่ 8		สัปดาห์ที่ 12		สัปดาห์ที่ 16	
	ขวา	ซ้าย	ขวา	ซ้าย	ขวา	ซ้าย	ขวา	ซ้าย	ขวา	ซ้าย	ขวา	ซ้าย	ขวา	ซ้าย
1*	37.30	33.99	34.04	34.39	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2**	37.27	36.38	34.79	35.02	33.78	33.27	32.94	33.41	31.66	33.28	-	-	-	-
3	39.98	40.70	38.70	39.97	36.67	37.11	35.39	36.49	33.14	34.61	31.43	32.42	30.46	31.85
4	39.93	39.24	38.55	37.35	36.48	35.83	35.26	34.28	33.95	33.37	31.35	32.41	30.18	31.34
5	39.19	40.12	38.45	38.70	37.22	37.24	35.02	34.27	33.99	33.17	32.68	31.96	31.31	30.19
6	40.00	40.47	38.68	38.69	36.74	38.19	36.45	35.58	34.46	34.08	32.64	32.56	30.31	29.93

\* เก็บตัวอย่างทางจุลพยาธิวิทยาในสัปดาห์ที่ 2

\*\* เก็บตัวอย่างทางจุลพยาธิวิทยาในสัปดาห์ที่ 8



ตารางภาคผนวกที่ 9 ค่ามุม Dorsal Acetabular Rim Slope ของหนูตะเภาในกลุ่มโดยวิธีศัลยกรรมจี้ไฟฟ้า(องศา)

หนูทดลอง	ก่อนศัลยกรรม		สัปดาห์ที่ 2		สัปดาห์ที่ 4		สัปดาห์ที่ 6		สัปดาห์ที่ 8		สัปดาห์ที่ 12		สัปดาห์ที่ 16	
	ขวา	ซ้าย	ขวา	ซ้าย	ขวา	ซ้าย	ขวา	ซ้าย	ขวา	ซ้าย	ขวา	ซ้าย	ขวา	ซ้าย
1*	39.08	39.89	36.47	36.01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2**	36.55	39.38	34.83	36.68	33.17	33.57	31.55	31.53	30.90	31.08	-	-	-	-
3	39.08	39.89	36.47	36.01	36.55	35.68	33.79	36.07	31.41	32.67	29.85	31.31	28.88	29.99
4	40.43	39.15	38.34	35.10	34.95	34.35	32.30	32.68	31.14	31.00	30.62	29.58	27.99	28.56
5	39.20	38.82	38.28	36.16	34.06	33.91	31.03	31.23	29.35	29.50	28.28	27.63	27.62	28.33

\* เก็บตัวอย่างทางจุลพยาธิวิทยาในสัปดาห์ที่ 2

\*\* เก็บตัวอย่างทางจุลพยาธิวิทยาในสัปดาห์ที่ 8

ตารางภาคผนวกที่ 10 ค่ามุม Dorsal Acetabular Rim Slope ของหนูตะเภาในกลุ่มโดยวิธีศัลยกรรมเย็บแข็ง(องศา)

หนูทดลอง ตัวที่	ก่อนศัลยกรรม		สัปดาห์ที่ 2		สัปดาห์ที่ 4		สัปดาห์ที่ 6		สัปดาห์ที่ 8		สัปดาห์ที่ 12		สัปดาห์ที่ 16	
	ขวา	ซ้าย	ขวา	ซ้าย	ขวา	ซ้าย	ขวา	ซ้าย	ขวา	ซ้าย	ขวา	ซ้าย	ขวา	ซ้าย
1	38.61	39.43	36.87	38.18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	38.56	40.14	36.76	37.81	36.05	35.32	31.24	32.32	30.29	31.05	-	-	-	-
3	39.61	39.37	36.46	35.39	34.35	35.38	33.92	33.70	32.43	32.43	30.48	30.22	29.60	28.87
4	38.90	39.32	36.94	37.20	35.14	35.69	33.04	32.88	31.19	30.97	29.99	29.82	28.81	29.23
5	39.75	38.47	38.19	37.05	35.85	34.95	32.80	33.69	31.81	32.42	30.18	30.67	28.36	26.99
6	38.25	39.98	36.54	36.57	35.40	35.31	33.34	33.92	31.89	32.29	30.26	30.01	28.05	28.41
7	39.02	40.09	35.59	38.28	34.70	35.99	32.41	32.55	31.53	31.67	30.07	29.96	28.06	28.54
8	38.73	39.78	37.31	38.03	36.14	36.36	34.59	34.29	30.22	31.80	29.19	29.81	27.04	27.78

\* เก็บตัวอย่างทางจุลพยาธิวิทยาในสัปดาห์ที่ 2

\*\* เก็บตัวอย่างทางจุลพยาธิวิทยาในสัปดาห์ที่ 8

## ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวพิมพ์ภัทรา กลั้ววิเศษ เกิดเมื่อวันที่ 20 กันยายน พ.ศ. 2524 ที่จังหวัด กรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาปริญญาตรี สัตวแพทยศาสตรบัณฑิต จากคณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2547 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาศัลยศาสตร์ทางสัตวแพทย์ ภาควิชาศัลยศาสตร์ คณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ตั้งแต่ พ.ศ. 2548



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย