

การวัดเพื่อประเมินค่าบริเวณกระดูกสันหลังส่วนอกสำหรับการผ่าตัดใส่สกรูยึดทางด้านหลัง



นางสาวน้ำฝน มหาทรัพย์

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การแพทย์ ภาควิชากายวิภาคศาสตร์

คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2545

ISBN 974-17-1300-2

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

MORPHOMETRIC EVALUATION OF THORACIC SPINE FOR  
POSTERIOR TRANSPEDICULAR SCREW FIXATION



Miss Namfon Mahasup

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of Master of Science in Medical Science

Program of Medical Science

Faculty of Medicine

Chulalongkorn University

Academic Year 2002

ISBN 974-17-1300-2

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การวัดเพื่อประเมินค่าบริเวณกระดูกสันหลังส่วนอก  
สำหรับการผ่าตัดใส่สกรูยึดทางด้านหลัง

โดย

นางสาวน้ำฝน มหาทรัพย์

สาขาวิชา

วิทยาศาสตร์การแพทย์

อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์นายแพทย์ชูเกียรติ เฉลิมพันธ์พิพัฒน์

คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็น  
ส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

.....คณบดีคณะแพทยศาสตร์  
(ศาสตราจารย์นายแพทย์ภิรมย์ กมลรัตนกุล)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ  
(รองศาสตราจารย์แพทย์หญิงวิไล ชินธเนศ)

.....อาจารย์ที่ปรึกษา  
(อาจารย์นายแพทย์ชูเกียรติ เฉลิมพันธ์พิพัฒน์)

.....กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์นายแพทย์ยงศักดิ์ หวังรุ่งทรัพย์)

.....กรรมการ  
(รองศาสตราจารย์นายแพทย์ธันวา ตันสถิตย์)

น้ำฝน มหาทรัพย์ : การวัดเพื่อประเมินค่าบริเวณกระดูกสันหลังส่วนอกสำหรับการผ่าตัดใส่สกรู  
 ยึดทางด้านหลัง. ( Morphometric Evaluation of Thoracic Spine for Posterior Transpedicular Screw  
 Fixation ) อาจารย์ที่ปรึกษา : อาจารย์นายแพทย์ชูเกียรติ เถลิงพันธ์พิพัฒน์ , 73 หน้า.  
 ISBN 974-17-1300-2

การศึกษาเพื่อหาค่าที่ปลอดภัยในการผ่าตัดทำ Posterior transpedicular screw fixation ในกระดูกสันหลังส่วนอกระดับ T1 ถึง T12 วัดจุดประสงค์เพื่อหาขนาดและค่ามุมของ Thoracic pedicle เพื่อหาตำแหน่งทางเข้าและขนาดที่เหมาะสมของ Pedicular screw วิธีการ ศึกษาจากกระดูกสันหลังส่วนอก (Dry bone) ซึ่งมีความสมบูรณ์จำนวน 50 ตัวอย่าง แบ่งเป็นเพศชาย 32 ตัวอย่าง และเพศหญิง 18 ตัวอย่าง นำค่าที่ได้มาคำนวณหาค่าเฉลี่ยพิสัย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน อุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดคือ Vernier caliper และกล้องถ่ายภาพดิจิตอลใช้กับ Progame adobe photoshop แบ่งหัวข้อในการวัดออกเป็น 1) ค่าความกว้างของ Thoracic pedicle 2) ค่าความสูงของ Thoracic pedicle 3) ค่ามุม Transverse 4) ค่ามุม Sagittal 5) ระยะทางจากตำแหน่งทางเข้าของ Pedicular screw ถึง Lateral border of superior articular process และ Upper border of transverse process 6) ค่าระยะทางจากตำแหน่งทางเข้าของ Pedicular screw ถึง ขอบด้านหน้าของกระดูกสันหลัง ผลจากการวัดพบว่า ค่าความกว้างของ Thoracic pedicle มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด 4.82 มม. ที่ระดับ T5 ส่วนค่าเฉลี่ยสูงสุด 8.78 มม. ที่ระดับ T11 ค่าความสูงของ Thoracic Pedicle มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดที่ระดับ T1 เท่ากับ 9.20 มม. ส่วนค่าเฉลี่ยสูงสุดอยู่ที่ระดับ T11 เท่ากับ 16.27 มม. ค่ามุม Transverse ที่ระดับ T1 มีค่าเฉลี่ย 36.23 องศา และลดลงไปเรื่อยๆจนถึงระดับ T12 ที่มีค่าเฉลี่ย -5.68 องศา ค่ามุม Sagittal มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดที่ระดับ T9 เท่ากับ 89.71 องศา ส่วนค่าเฉลี่ยสูงสุดอยู่ที่ระดับ T1 เท่ากับ 110.73 องศา ค่าระยะทางจากจุดตำแหน่งทางเข้าของ Pedicular screw ถึง Lateral border of superior articular process มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดที่ระดับ T7 เท่ากับ 4.68 มม. ส่วนค่าเฉลี่ยสูงสุดอยู่ที่ระดับ T1 เท่ากับ 7.62 มม. ค่าระยะทางจากจุดตำแหน่งทางเข้าของ Pedicular screw ถึง Upper border of transverse process มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดที่ระดับ T3 เท่ากับ 3.22 มม. ส่วนค่าเฉลี่ยสูงสุดอยู่ที่ระดับ T12 เท่ากับ 4.71 มม. ค่าระยะทางจากจุดตำแหน่งทางเข้าของ Pedicular screw ถึง ขอบด้านหน้าของกระดูกสันหลัง มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดที่ระดับ T1 เท่ากับ 30.37 มม. ส่วนค่าเฉลี่ยสูงสุดอยู่ที่ระดับ T9 เท่ากับ 41.21 มม. ผลการศึกษาสรุปได้ว่าความยาวของ Pedicular screw ตั้งแต่ระดับ T1-T12 มีค่าเฉลี่ยประมาณ 30-40 มม. การเลือกใช้ Screw ที่มีความยาวมากกว่า 40 มม. อาจทำให้เกิดอันตรายต่อโครงสร้างที่อยู่ใกล้เคียงกับกระดูกสันหลังส่วนอกได้ ส่วนตำแหน่งทางเข้าของ Pedicular screw ที่ระดับ T1-T2 อยู่ด้านในถัดจาก Lateral border of superior articular process ประมาณ 6-7 มม. และอยู่ด้านล่างต่ำกว่า Upper border of transverse process ประมาณ 3-4 มม. และที่ระดับ T3-T12 อยู่ด้านในถัดจาก Lateral border of superior articular process ประมาณ 4-5 มม. และอยู่ด้านล่างต่ำกว่า Upper border of transverse process ประมาณ 3-4 มม.

สาขาวิชา วิทยาศาสตร์การแพทย์  
 ปีการศึกษา 2545

ลายมือชื่อนิสิตร.....  
 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

## 4375233730 : MAJOR : MEDICAL SCIENCE

KEY WORD : THORACIC PEDICLE, PEDICULAR SCREW

Namfon Mahasup : THESIS TITLE. ( Morphometric Evaluation of Thoracic Spine for  
Posterior Transpedicular Screw Fixation ) THESIS ADVISOR : Dr. Chookiet  
Chalermpanpipat , 73 pp. ISBN 974-17-1300-2

The study of the data for posterior transpedicular screw fixation in thoracic spine from T1 to T12 was performed in dried thoracic spine. The objective is to measure the linear and angular dimensions of thoracic pedicles to determine the entry point of the pedicular screw and screw size. Methods : Fifty dried thoracic spines from T1 to T12, 32 males and 18 females, were studied. The mean ,range and standard deviation were calculated for all of the specimens. The measurements of the diameter and the angle of thoracic pedicles were done by using a vernier caliper, photographs taken by a digital camera, and adobe photoshop programe. The following parameters were measured : 1) pedicle width 2) pedicle height 3) transverse angle 4) sagittal angle 5) the distance from the entry point of the pedicular screw to the lateral border of superior articular process and the upper border of transverse process 6) length from the entry point to anterior cortex of the vertebral body. Results : The narrowest pedicle was 4.82 mm. at T5. The largest pedicle was 8.78 mm. at T11 . The lowest pedicle was 9.20 mm. at T1 . The highest pedicle was 16.27 mm. at T11. The transverse angles decrease gradually from  $36.23^{\circ}$  at T1 to  $-5.68^{\circ}$  at T12 . The smallest sagittal angle was  $89.71^{\circ}$  at T9. The largest sagittal angle was  $110.73^{\circ}$  at T1. The shortest distance from the entry point of the pedicular screw to the lateral border of superior articular process was 4.68 mm. at T7 and the longest distance was 7.62 mm. at T1. The distance from the entry point to the upper border of transverse process was between 3.22 mm. and 4.71 mm. The shortest length from the entry point to the anterior cortex of vertebral body was 30.37 mm. at T1. The longest length from the entry point to the anterior cortex of vertebral body was 41.21 mm. at T9. Conclusion : The average length of the pedicular screw for T1-T12 is 30-40 mm. Using a screw longer than 40 mm. may result in nearby structure injury. For T1-T2, the projection point of the pedicle axis is approximately 6-7 mm. medial to the lateral border of superior articular process and 3-4 mm. inferior to the upper border of transverse process. For T3-T12, the projection point of the pedicle axis is approximately 4-5 mm. medial to the lateral border of superior articular process and 3-4 mm. inferior to the upper border of transverse process.

Field of study : Medical Science

Academic year : 2002

Student's signature.....

Advisor's signature.....

## กิตติกรรมประกาศ

ในการศึกษาวิจัยนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์นายแพทย์ชูเกียรติ เถลิ้มพันธ์พัฒน์ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์แพทย์หญิงวิไล ชินชนะศ ผู้ช่วยศาสตราจารย์นายแพทย์ยงศักดิ์ หวังรุ่งทรัพย์ และรองศาสตราจารย์นายแพทย์ธันวา ต้นสถิตย์ ที่กรุณาให้คำปรึกษา คำแนะนำ และช่วยตรวจสอบ แก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ตลอดจนให้ความรู้และข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่องานวิทยานิพนธ์ครั้งนี้ มาด้วยดีตลอด

ขอขอบพระคุณทุนสนับสนุนจากโครงการทุนบัณฑิตศึกษาภายในประเทศ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติเป็นอย่างสูง ที่ได้ให้ทุนในการศึกษาระดับปริญญาโท

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์เกษร ศรีเปารยะ หัวหน้าภาควิชากายวิภาคศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล ที่อนุญาตให้ศึกษากลุ่มตัวอย่างกระดูกสันหลังส่วนอกในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้

ขอขอบพระคุณคณาจารย์และเจ้าหน้าที่ทุกท่านในคณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้ความรู้และให้การช่วยเหลือจนสำเร็จการศึกษาในระดับมหาบัณฑิต

ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ภาควิชากายวิภาคศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล ที่อำนวยความสะดวกในการศึกษากลุ่มตัวอย่างของกระดูกสันหลังส่วนอกในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้

สุดท้ายขอขอบคุณเพื่อนๆ ในสาขาวิทยาศาสตร์การแพทย์ทุกท่านที่ให้การช่วยเหลือและให้กำลังใจ ในการเรียนและในการทำวิทยานิพนธ์มาโดยตลอด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย .....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช-ช
สารบัญตาราง .....	ฉ-ญ
สารบัญภาพ .....	ฎ
สารบัญแผนภูมิ.....	ฏ
บทที่ 1 บทนำ .....	1
ความเป็นมาความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย .....	2
ขอบเขตของการวิจัย.....	3
คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย .....	3
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ .....	4
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....	5
ลักษณะทางกายวิภาคศาสตร์ของกระดูกสันหลังส่วนอก T1-T12.....	5
การบาดเจ็บและพยาธิสภาพต่อกระดูกสันหลังส่วนอก.....	8
ความสัมพันธ์ระหว่างกระดูกสันหลังส่วนอก T1-T12 กับการผ่าตัดทำ Posterior transpedicular screw fixation.....	11
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย .....	18
ประชากร .....	18
การคำนวณขนาดตัวอย่าง .....	19
เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย .....	19
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	20
การวิเคราะห์ข้อมูล .....	24
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล .....	25
ข้อมูลทั่วไป .....	25
ข้อมูลที่ได้จากการวัด .....	27

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ .....	51
สรุปผลการวิจัย.....	51
สรุปค่าที่ได้จากการวัดเพื่อพิจารณาในการผ่าตัด.....	54
อภิปรายผลการวิจัย.....	60
เปรียบเทียบงานวิจัยปัจจุบันกับงานวิจัยก่อนหน้า.....	63
ข้อเสนอแนะ .....	67
รายการอ้างอิง.....	68
ภาคผนวก .....	70
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	73



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



## สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
1. แสดงช่วงอายุของกลุ่มตัวอย่าง.....	25
2. แสดงสาเหตุการเสียชีวิตของกลุ่มตัวอย่าง.....	26
3. แสดงค่าความกว้างของ Thoracic pedicle.....	28
4. แสดงค่าความกว้างของ Thoracic pedicle แยกขวาซ้าย.....	29
5. แสดงค่าความกว้างของ Thoracic pedicle แยกเพศ.....	30
6. แสดงค่าความสูงของ Thoracic pedicle .....	31
7. แสดงค่าความสูงของ Thoracic pedicleแยกขวาซ้าย.....	32
8. แสดงค่าความสูงของ Thoracic pedicleแยกเพศ .....	33
9. แสดงค่า Transverse angle.....	34
10. แสดงค่า Transverse angle แยกขวาซ้าย .....	35
11. แสดงค่า Transverse angle แยกเพศ.....	36
12. แสดงค่า Sagittal angle .....	37
13. แสดงค่า Sagittal angle แยกขวาซ้าย.....	38
14. แสดงค่า Sagittal angle แยกเพศ .....	39
15. แสดงค่าระยะทางจากจุดตำแหน่งทางเข้าของสกรูถึง Lateral border of superior articular process .....	40
16. แสดงค่าระยะทางจากจุดตำแหน่งทางเข้าของสกรูถึง Lateral border of superior articular process แยกซ้ายขวา .....	41
17. แสดงค่าระยะทางจากจุดตำแหน่งทางเข้าของสกรูถึง Lateral border of superior articular process แยกเพศ.....	42
18. แสดงค่าระยะทางจากจุดตำแหน่งทางเข้าของสกรูถึง Upper border of transverse process .....	44
19. แสดงค่าระยะทางจากจุดตำแหน่งทางเข้าของสกรูถึง Upper border of transverse process แยกซ้ายขวา.....	45
20. แสดงค่าระยะทางจากจุดตำแหน่งทางเข้าของสกรูถึง Upper border of transverse process แยกเพศ .....	46
21. แสดงค่าระยะทางจากจุดตำแหน่งทางเข้าของสกรูถึง Anterior cortex of vertebral body .....	47

22. แสดงค่าระยะทางจากจุดตำแหน่งทางเข้าของสกรูถึง  
 Anterior cortex of vertebral body แยกซ้ายขวา.....48

23. แสดงค่าระยะทางจากจุดตำแหน่งทางเข้าของสกรูถึง  
 Anterior cortex of vertebral body แยกเพศ .....49

24. แสดงตำแหน่งทางเข้าของ Pedicular screw เทียบกับ Lateral border  
 of superior articular process และ Upper border of transverse process.....58

25. เปรียบเทียบค่า Pedicle width ในงานวิจัยปัจจุบันกับงานวิจัยก่อนหน้า .....63

26. เปรียบเทียบค่า Pedicle height ในงานวิจัยปัจจุบันกับงานวิจัยก่อนหน้า .....64

27. เปรียบเทียบค่า Transverse angle ในงานวิจัยปัจจุบันกับงานวิจัยก่อนหน้า.....65

28. เปรียบเทียบค่า Sagittal angle ในงานวิจัยปัจจุบันกับงานวิจัยก่อนหน้า .....66



สถาบันวิทยบริการ  
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## สารบัญภาพ

ภาพประกอบ	หน้า
1. แสดงลักษณะทางกายวิภาคของกระดูกสันหลังส่วนอกทางด้านบน .....	7
2. แสดงลักษณะทางกายวิภาคของกระดูกสันหลังส่วนอกทางด้านข้าง .....	7
3. แสดงโครงสร้างที่สัมพันธ์กับกระดูกสันหลังระดับอก .....	8
4. แสดงการวัดค่าต่างๆ จากการศึกษาของ Zindrick และคณะ .....	12
5. แสดงการวัดค่า Transverse angle และ Sagittal angle ในงานวิจัยของ Panjabi และคณะ.....	14
6. แสดงตำแหน่งจุดทางเข้าของสกรูจากการศึกษาของ Ebraheim และคณะ.....	16
7. แสดงการวัด Sagittal angle จากการศึกษาของ Ebraheim และคณะ.....	17
8. แสดงตำแหน่งในการวัด Pedicle width.....	20
9. แสดงตำแหน่งในการวัด Pedicle height.....	20
10. แสดงการติดกระดาษกราฟบริเวณด้านบนของ Vertebral body .....	21
11. แสดงตำแหน่งในการวัดค่า Pedicle Transverse angle.....	21
12. แสดงการติดกระดาษกราฟบริเวณด้านข้างของ Vertebral body.....	22
13. แสดงตำแหน่งในการวัดค่า Pedicle Sagittal angle .....	22
14. แสดงการเกิดจุดตัดบนกระดูก จากระนาบ 2 ระนาบที่ตัดผ่าน Pedicle axis.....	23
15. แสดงตำแหน่งของ Lateral border of superior articular process และ Upper border of transverse process .....	23
16. แสดงการวัดระยะทางจากจุดตำแหน่งทางเข้าของสกรูไปยัง Anterior cortex of vertebral body .....	24
17. แสดงตำแหน่งในการวัด Pedicle width.....	27
18. แสดงตำแหน่งในการวัด Pedicle height.....	31
19. แสดงการวัดค่า Pedicle transverse angle.....	34
20. แสดงในการวัดค่า Pedicle sagittal angle.....	37
21. แสดงการวัดระยะทางจากจุดตำแหน่งทางเข้าของสกรูไปยัง Lateral border of superior articular process.....	40
22. แสดงการวัดระยะทางจากจุดตำแหน่งทางเข้าของสกรูไปยัง Upper border of transverse process .....	43
23. แสดงการวัดระยะทางจากจุดตำแหน่งทางเข้าของสกรูไปยัง Anterior cortex of vertebral body .....	47

## สารบัญแผนภูมิ

แผนภูมิ	หน้า
1. แสดงค่าเฉลี่ยความกว้างของ Thoracic pedicle .....	55
2. แสดงค่าเฉลี่ยของ Transverse angle .....	57



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# บทที่ 1

## บทนำ

### ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันการรักษาความผิดปกติของกระดูกสันหลังส่วนอกอันเนื่องมาจากพยาธิสภาพของโรค เช่น Scoliosis, Tumor, Degenerative instability หรือจากอุบัติเหตุต่างๆ ที่ต้องการทำ Fusion, Reduction, Correction หรือ Stabilization จะรักษาโดยการทำ Posterior transpedicular screw fixation คือการผ่าตัดใส่ Screw ยึดทางด้านหลังเข้าไปในบริเวณ Thoracic pedicle<sup>(1)</sup> เนื่องจาก Pedicle เป็นบริเวณที่แข็งแรงมาก และเป็นตำแหน่งที่ได้เปรียบเชิงกลมากกว่า Lamina<sup>(2)</sup>

ในทางปฏิบัติการใช้ Pedicular screw เป็นเทคนิคที่ท้าทาย เนื่องจากลักษณะของ Thoracic pedicle เล็กและแคบ เมื่อเปรียบเทียบกับ Lumbar pedicle โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณ Upper และ Middle thoracic ทำให้ใส่สกรูผ่านเข้าไปใน Pedicle ลำบาก อาจก่อให้เกิดการแตกหักของ Pedicle เกิดอันตรายต่อไขสันหลัง รากประสาท และโครงสร้างที่อยู่ใกล้เคียง

ดังนั้นจึงจำเป็นต้องอย่างยิ่งที่จะต้องทราบตำแหน่งทางเข้าของสกรูที่แน่นอน รวมทั้งขนาดและความยาวของสกรูที่เหมาะสมในกระดูกสันหลังส่วนอกแต่ละระดับ เพื่อลดภาวะแทรกซ้อนที่จะเกิดต่อ Neurovascular structure อันเนื่องมาจากการผ่าตัด โดยการวัดเพื่อประเมินค่าในแง่ของมุมที่ Pedicle ทำกับแนวกึ่งกลางของ Spinous process (Transverse angle) เพื่อหาค่าความปลอดภัยไม่ให้เกิดอันตรายต่อไขสันหลัง และมุมที่ Pedicle ทำกับแนวระนาบของ Superior articular process (Sagittal angle) เพื่อหาค่าความปลอดภัยไม่ให้เกิดอันตรายต่อรากประสาท เนื่องจากการวิจัยของ Ebraheim และคณะ ในปี 1997<sup>(3)</sup> ได้ทำการศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่าง Thoracic spine กับรากประสาทและไขสันหลัง พบว่าไม่มีระยะห่างระหว่าง Pedicle กับ Dural sac ของไขสันหลัง และระยะห่างระหว่าง Pedicle กับรากประสาท ทั้งด้านบนและด้านล่าง มีค่าน้อยมาก จึงเล็งเห็นความสำคัญได้ว่าเวลาใส่ Pedicular screw จำเป็นต้องคำนึงถึงมุมทั้งในแนว Transverse และ Sagittal นอกจากนั้นนำค่านุมที่ได้ทั้งในแนว Transverse และ Sagittal มาใช้หาตำแหน่งทางเข้าของ Screw ในกระดูกสันหลังส่วนอกแต่ละระดับ และวัดเพื่อประเมินค่าในแง่ของความกว้างของ Pedicle (Pedicle width) ความสูงของ Pedicle (Pedicle height) และความยาวจากตำแหน่งทางเข้าของ Screw ไปจนถึงด้านหน้าของกระดูกสันหลัง (Anterior cortex of vertebral body) เพื่อหาขนาดและความยาวของ Screw ที่เหมาะสมกับกระดูกสันหลังส่วนอกในแต่ละระดับ

และจากงานวิจัยของ Alexander และคณะในปี 1995<sup>(4)</sup> ได้ทำการศึกษาโดยให้ Spine surgeon 5 คน ที่มีประสบการณ์ในการผ่าตัดกระดูกสันหลัง ทำการใส่ Screw เข้าไปใน Thoracic pedicle ทั้งสองข้าง ตั้งแต่ระดับ T4-T12 ใน 5 Cadavers รวมทั้งสิ้น 90 Screw หลังจากใส่ Screw แล้ววิเคราะห์ผลจาก

Computerized Tomography Scan จากการทดลองพบว่า 37 Screw หรือคิดเป็น 41% ของ Screw ทั้งหมด แทะทะลุออกมาจาก Cortex ของ Pedicle โดย 21 Screw แทะทะลุผ่าน Medial cortex เข้าไปถึง ไขสันหลัง และ 16 Screw แทะทะลุออกไปทาง Lateral cortex และยังได้มีการกล่าวถึงโครงสร้างที่สามารถเกิดอันตราย จากการที่ Screw แทะทะลุผ่าน Vertebral body ไปทางด้านหน้า อาทิเช่น Superior intercostal vessels, Esophagus, Azygose vein, Thoracic duct, Inferior venacava, Lung, Sympathetic chain, Segmental Vessels, Aorta, ไขสันหลังและรากประสาท จากการศึกษารายชื่อของ Alexander และคณะจึงสังเกตเห็นได้อย่าง ชัดเจนอีกเช่นกันว่า จำเป็นอย่างมากที่จะต้องมีการวัดเพื่อประเมินค่าหาขนาดและความยาวของ Screw ที่ เหมาะสมเพื่อไม่ให้เกิดอันตรายต่อ Neurovascular structure ดังที่ได้กล่าวมา

ปัจจุบันยังไม่มีการกำหนดตำแหน่งทางเข้าของ Pedicular screw ที่อ้างอิงจากโครงสร้างทางด้าน หลังและสามารถใช้งานได้จริงในการผ่าตัด เพราะการอ้างอิงส่วนใหญ่ใช้อ้างอิงกับ Vertebral body หรือ เส้นอ้างอิงสมมติอื่น แตกต่างกันไปในแต่ละการศึกษา และจากงานการวิจัยของ Nam-Hyun Kim และ คณะในปี 1994<sup>(5)</sup> พบว่าค่าที่ได้จากการวัดมีความแตกต่างกันระหว่างชาวตะวันตกและตะวันออก จึงจำ เป็นที่จะต้องมีการวิจัย เพื่อช่วยให้แพทย์ออร์โธปิดิกส์วางแผนในการผ่าตัด เพื่อหาค่าความปลอดภัย โดยให้มีผลกระทบต่อไขสันหลัง รากประสาท และ โครงสร้างที่อยู่ใกล้เคียงให้น้อยที่สุด

### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. หาค่ามุมของ Thoracic pedicle ในแนว Transverse และ Sagittal เพื่อหาจุดตำแหน่งทางเข้า ของ Pedicular screw และเพื่อใช้สำหรับประเมินแนวมุมของสกรู ว่าจะต้องเอียงทำมุมเท่าใดจึงจะปลอดภัย ต่อผู้ป่วย
2. นำจุดตำแหน่งทางเข้ามาหาระยะห่างจาก Lateral border of superior articular process และ Upper border of transverse process เพื่อใช้เป็น Landmark ในการผ่าตัด
3. หาค่าความกว้างและความสูงของ Thoracic pedicle ในกระดูกสันหลังส่วนอกแต่ละระดับเพื่อ มาใช้ในการเลือกขนาดของ Screw ที่เหมาะสม ไม่ให้เกิดการแตกหักต่อ Thoracic pedicle
4. หาค่าระยะทางจากตำแหน่งจุดทางเข้าของ Pedicular screw จนถึงขอบหน้าของกระดูกสัน หลัง เพื่อมาใช้ในการเลือกความยาวของ Pedicular screw ที่เหมาะสม ไม่ให้เกิดอันตรายต่อ Structure ต่างๆ ที่อยู่ทางด้านหน้าของกระดูกสันหลังส่วนอกแต่ละระดับ



## ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงพรรณนา โดยการสังเกตแบบช่วงระยะเวลาใดเวลาหนึ่ง ( Cross – section observational descriptive study ) เพื่อประเมินหาตำแหน่งจุดทางเข้าของ Pedicular screw โดยเปรียบเทียบกับตำแหน่งอ้างอิงสองตำแหน่งคือ Lateral border of superior articular process และ Upper border of transverse process และประเมินหาขนาดและค่ามุมของ Thoracic pedicle ในกระดูกสันหลังส่วนอกระดับ T1 ถึง T 12 ในคนไทย จากกลุ่มตัวอย่างกระดูกสันหลังส่วนอกที่มีความสมบูรณ์ จากภาควิชากายวิภาคศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล จำนวน 50 ตัวอย่าง

## คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

1. Thoracic pedicle คือ ส่วนของกระดูกที่มีขนาดสั้นและแข็งแรงยื่นออกมาทางด้านหลังเฉียงไปทางด้านข้าง จากลำตัวของกระดูกสันหลังส่วนอก เป็นส่วนที่เชื่อมต่อระหว่าง Vertebral body กับ Transverse process และเป็นบริเวณที่สังเกตเห็น Superior & Inferior vertebral notches
2. Posterior transpedicular screw fixation เป็นเทคนิคการรักษานิดหนึ่งในการทำ Internal fixation คือการใส่ Screw ยึดเข้าไปในบริเวณ Thoracic pedicle แล้วใช้แผ่นโลหะหรือแท่งโลหะมาเชื่อมต่อ Pedicular screws เข้าด้วยกัน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อทำ Spinal fusion, Reduction, Correction หรือ Stabilization
3. Pedicle width (Transverse pedicle isthmus width, Transverse diameter , Mediolateral diameter) คือบริเวณส่วนที่แคบที่สุดของ Pedicle เมื่อสังเกตจากทางด้านบน
4. Pedicle height (Sagittal pedicle isthmus width, Sagittal diameter, Superoinferior diameter) คือบริเวณส่วนที่แคบที่สุดของ Pedicleเมื่อสังเกตจากทางด้านข้าง
5. Transverse angle คือค่ามุมที่เกิดขึ้นระหว่างเส้นอ้างอิงสองเส้น คือเส้นที่ลากผ่านกึ่งกลางของ Spinous process และเส้นที่ลากผ่าน Pedicle axis ในแนว Transverse
6. Sagittal angle คือค่ามุมที่เกิดขึ้นระหว่างเส้นอ้างอิงสองเส้น คือเส้นที่ลากผ่านระนาบของ Superior articular process ทางด้านหลัง กับเส้นที่ลากผ่าน Pedicle axis ในแนว Sagittal
7. Upper border of transverse process คือบริเวณรอยคอดที่เชื่อมต่อระหว่าง Superior articular process กับ Transverse process

## ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถหาตำแหน่งทางเข้าของ Screw ที่แน่นอนในกระดูกสันหลังส่วนอกแต่ละระดับได้ โดยเปรียบเทียบกับจุดอ้างอิงที่เห็นจริงในการผ่าตัด ทำให้ลดภาวะแทรกซ้อนอันเนื่องมาจากการผ่าตัด
2. จากตำแหน่งทางเข้าทำให้สามารถรู้ได้ว่าการใส่ Screw จะต้องเอียงทำมุมเท่าใด จึงจะปลอดภัยต่อผู้ป่วย
3. สามารถเลือกขนาดและความยาวของ Screw ให้เหมาะสมกับกระดูกสันหลังส่วนอกแต่ละระดับได้ โดยไม่ให้เกิดอันตรายต่อไขสันหลัง, รากประสาทและโครงสร้างที่อยู่ใกล้เคียง
4. ได้ค่าจากการวัดที่เป็นมาตรฐานของคนไทย สามารถประยุกต์ใช้ทางคลินิกได้ ช่วยให้แพทย์ออร์โธปิดิกส์วางแผนในการผ่าตัดให้เหมาะสมกับผู้ป่วยไทย โดยให้มีผลกระทบต่อไขสันหลัง รากประสาท และโครงสร้างที่อยู่ใกล้เคียงให้น้อยที่สุด



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวัดเพื่อประเมินค่าบริเวณกระดูกสันหลังส่วนอกสำหรับการผ่าตัดใส่สกรูยึดทางด้านหลัง จำเป็นจะต้องมีความรู้พื้นฐานดังหัวข้อต่อไปนี้

1. ลักษณะทางกายวิภาคศาสตร์ของกระดูกสันหลังส่วนอกระดับ T1 -T12
2. การบาดเจ็บต่อกระดูกสันหลังส่วนอกระดับ T1 -T12
3. การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างกระดูกสันหลังส่วนอกระดับ T1-T12 กับการผ่าตัดทำ Posterior transpedicular screw fixation

### ลักษณะทางกายวิภาคศาสตร์ของกระดูกสันหลังส่วนอกระดับ T1 ถึง T12 <sup>(6)</sup>

ลักษณะทั่วไปของกระดูกสันหลังแต่ละชิ้น ไม่ว่าจะอยู่ส่วนใด จะมีส่วนประกอบที่สำคัญดังต่อไปนี้

1. Body ลักษณะเป็นแท่งสั้น ๆ อยู่ทางด้านหน้า ผิวบนและล่างไปต่อกับ Vertebral body ถัดไป จึงมีหน้าที่สำคัญในการรับน้ำหนัก
2. Vertebral Arch คือส่วนโค้งทางด้านหลัง ประกอบด้วย
  - 2.1 Lamina เป็นแผ่นแบนอยู่ทางด้านหลัง เชื่อมกัน 2 ข้างในแนวกลาง
  - 2.2 Pedicle เป็นแท่งอยู่ 2 ข้าง เชื่อมระหว่าง Lamina แต่ละข้างกับขอบด้านหลังของ Vertebral body

Lamina, Pedicle และด้านหลังของ Body ต่อกันเป็นวง ภายในมีช่องทางเรียกว่า Vertebral foramen ซึ่งเมื่อกระดูกสันหลังต่อกันเข้าเป็น Vertebral Column Vertebral foramen ของแต่ละ Vertebra จะต่อกันเป็นช่องทางยาวตลอดตั้งแต่ส่วนบนสุดของ Cervical spine ลงไปจนถึง Sacrum เรียกว่า Vertebral ( Spinal ) canal ซึ่งเป็นที่อยู่ของไขสันหลังและรากประสาท ดังนั้น Lamina และ Pedicle มีหน้าที่สำคัญในการปกป้องส่วนสำคัญของระบบประสาทดังกล่าว

ที่ขอบบนและล่างของ Pedicle มีส่วนเว้า เรียกว่า Vertebral notches ซึ่งใน Vertebral column ส่วนเว้าล่าง ( Inferior vertebral notch ) ของกระดูกสันหลังชิ้นบน จะประกอบเข้ากับส่วนเว้าบน ( Superior vertebral notch ) ของกระดูกสันหลังชิ้นล่าง เป็นช่องทางให้รากประสาทผ่านออกจาก Vertebral canal เรียกว่า Intervertebral foramen

บนส่วนของ Vertebral arch มีส่วนกระดูกที่ยื่นออกไปเป็น Process ดังนี้

2.3 Spinous process ยื่นออกจากแนวต่อระหว่าง Lamina ทั้งสองข้างไปทางด้านหลัง

2.4 Transverse process ยื่นออกไปทางด้านข้าง ข้างละ Process Spinous และ Transverse processes เหล่านี้ เป็นที่เกาะของกล้ามเนื้อและเอ็น จึงมีหน้าที่สำคัญเกี่ยวกับการเคลื่อนไหวของกระดูกสันหลัง

2.5 Articular process ยื่นจาก Lamina ไปทางด้านบน 1 คู่ ( Superior articular processes ) และล่าง 1 คู่ ( Inferior articular processes ) บนแต่ละ Articular process มีหน้าต่อ ( Facet ) สำหรับไปเชื่อมกับ Facet บน Articular process ของ Vertebrae ถัดไปเป็น Zygoapophyseal หรือ Facet joint ซึ่งมีหน้าที่สำคัญในการควบคุมทิศทางและช่วงการเคลื่อนไหวของกระดูกสันหลัง

#### กระดูกสันหลังส่วนอก ( Thoracic vertebrae )

เป็นกระดูกแกนของสันหลังส่วนอกมี 12 ชิ้น ซึ่งมีลักษณะเฉพาะดังนี้

1. มี Costal facets ซึ่งเป็น Articular facets สำหรับซี่โครง 12 คู่ มี 2 แห่งบนแต่ละข้างของกระดูกสันหลัง คือ

1.1 Facet for head of rib อยู่ด้านข้างของ Body ตรงส่วนที่ต่อกับ Pedicle

1.2 Facet for tubercle of rib อยู่ทางด้านหน้าของ Transverse process ( T11-T12 ไม่มี Facet นี้ )

2. Spinous process เรียวยาว ที่ระดับ T5-T8 ( Middle 4 vertebrae ) จะทอดเกือบอยู่ในแนวตั้ง ปิดคลุมช่องระหว่าง Laminae คล้ายกระเบื้องมุงหลังคา

3. Body มีรูปร่างคล้ายหัวใจ

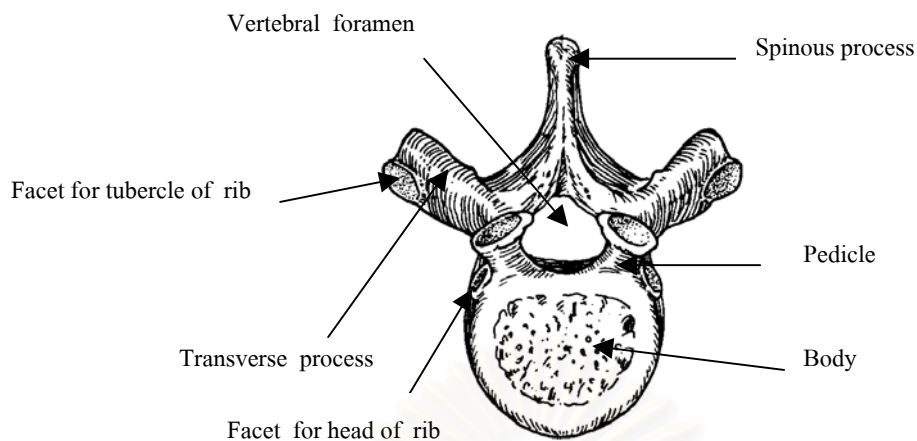
4. Vertebral foramen เป็นรูปกลม ( ของ Cervical และ Lumbar เป็นรูปสามเหลี่ยม )

5. Inferior vertebral notch ใหญ่

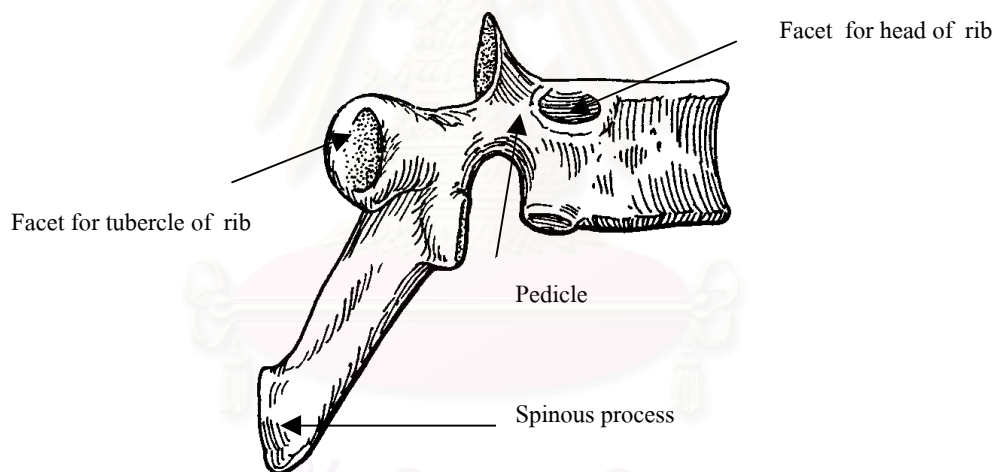
Surface anatomy เราจะสังเกตเห็นระดับของ Thoracic spine เช่น Spinous process ของ T 1 นูนพอกๆ กับของ C 7 อยู่ถัดลงมา , Spinous process ของ T 3 จะอยู่ตรงกับ Root ของ Spine of scapula Spinous process ของ T 7 จะอยู่ตรงกับ Inferior angle of scapula

#### การเคลื่อนไหวของกระดูกสันหลังระดับอก<sup>(7)</sup>

เนื่องจาก Articular facet วางตัวอยู่ในระนาบ Frontal ทำให้เกิดการเคลื่อนไหวเป็น Lateral flexion แต่อย่างไรก็ตาม กระดูกหน้าอกและกระดูกซี่โครงจะจำกัดระยะเวลาการเคลื่อนไหวเอาไว้ และ Articular facet ระหว่างกระดูกสันหลังระดับหน้าอกอันที่ 11 และอันที่ 12 จะวางตัวอยู่ในระนาบ Sagittal ฉะนั้นทำให้บริเวณนี้เกิดการงอและการเหยียดหลังได้



รูปที่ 1 แสดงลักษณะทางกายวิภาคของกระดูกสันหลังส่วนอกทางด้านบน



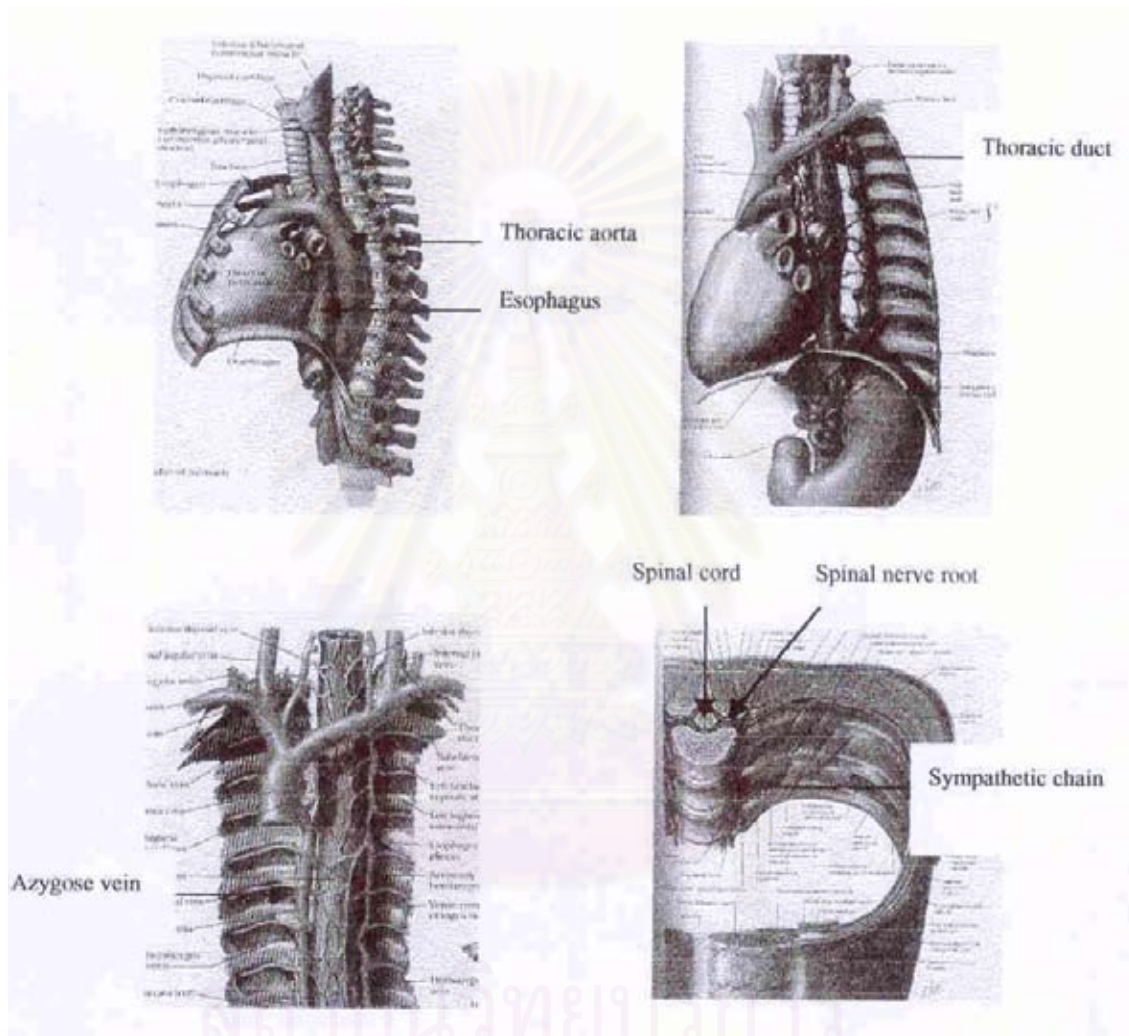
รูปที่ 2 แสดงลักษณะทางกายวิภาคของกระดูกสันหลังส่วนอกทางด้านข้าง

### โครงสร้างที่สัมพันธ์กับกระดูกสันหลังระดับอก<sup>(8)</sup>

โครงสร้างที่อยู่ใกล้เคียงกับกระดูกสันหลังส่วนอก และควรระวังในการผ่าตัดทำ Posterior transpedicular screw fixation อาทิเช่น

- Descending thoracic aorta
- Thoracic duct
- Sympathetic chain

- Azygose vein
- Esophagus
- Spinal cord
- Spinal nerve root



รูปที่ 3 แสดงโครงสร้างที่สัมพันธ์กับกระดูกสันหลังระดับอก

**การบาดเจ็บและพยาธิสภาพที่อาจก่อให้เกิดความผิดปกติต่อกระดูกสันหลังส่วนอก**

ภยันตรายที่เกิดกับกระดูกสันหลังอาจเกิดจากแรงกระทำจากภายใน เช่น การหดเกร็งของกล้ามเนื้อ หรือแรงกระทำภายนอกต่อกระดูกสันหลัง ถ้าแรงไม่มากพอจะไม่เกิดภยันตราย แต่ถ้ามากจะ

ทำให้กระดูกหัก ส่วนพยาธิสภาพของโรคที่อาจทำให้เกิดความผิดปกติต่อกระดูกสันหลังส่วนอกเช่น Scoliosis, Kyphosis, Tumor, Segmental Instability, Spinal Cord Decompression, Thoracic Disc herniation <sup>(9)</sup> เป็นต้น

#### กระดูกสันหลังส่วนอกระดับ T1-T10 <sup>(10)</sup>

เป็นส่วนที่มีความมั่นคงค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับระดับอื่น เนื่องจากตรงตำแหน่งนี้มีกระดูกซี่โครงประกอปกั้นคล้ายกรงนก ช่องไขสันหลังของส่วนนี้จะแคบกว่าส่วนอื่น ลักษณะการบาดเจ็บจึงต้องใช้ความรุนแรงค่อนข้างสูง แต่เมื่อเกิดขึ้นแล้วอาการของความสูญเสียทางประสาท จะค่อนข้างรุนแรงเช่นเดียวกัน เพราะเป็นส่วนของไขสันหลัง

#### กระดูกสันหลังส่วนอกระดับ T11-T12

การบาดเจ็บต่อกระดูกสันหลังส่วนอกแบบ Burst fracture มักเกิดที่ระดับ T11-T12 คือเกิดจากแรงกระทำในแนวตั้ง ทำให้ Anterior และ Middle column หักยุบ และหรืออาจมี Posterior column หักร่วมด้วย เกิดจากการตกจากที่สูงในท่ายืนบนเท้า แรงกระแทกทำให้ Vertebral body แตกกระจาย โดยเฉพาะกระดูกทางด้านหลังของ Middle column แตกเข้าไปใน Spinal canal ในบางรายจะมีการแตกของ Intervertebral disc มีผลให้ Annulus fibrosus แตกด้วย Vertebral end plate ทางด้านบนหรือล่างหักด้วย

#### กระดูกสันหลังส่วนอก ระดับ T11-L1 ( Thoracolumbar junction )

มีลักษณะพิเศษหลายประการ ได้แก่

1. เป็นตำแหน่งที่โพรงกระดูกสันหลังเริ่มกว้างขึ้น
2. เป็นที่รวมของส่วนปลายประสาทไขสันหลัง ( Conus medullaris ) และปลายเส้นประสาท ( Cauda equina, Lumbosacral roots )
3. เป็นส่วนที่ต่อระหว่างกระดูกอก (Thoracic Spine) T2-T10 และกระดูกเอว (Lumbar spine) ส่วนล่าง L2-L5 ซึ่งทั้งสองส่วนจะมีความมั่นคงสูง ตำแหน่งนี้จึงต้องต่อต้านต่อแรงบิดหมุนถ้าแรงกระทำที่รุนแรง ทั้ง Flexion และ Rotation ก็จะทำให้กระดูกหักและข้อเคลื่อนตรงตำแหน่งนี้

#### แนวทางการรักษาการบาดเจ็บต่อกระดูกสันหลังส่วนอก <sup>(2)</sup>

1. การตรึงนิ่ง (Immobilization) ควรเริ่มตามทันทีที่กระดูกสันหลังได้รับการบาดเจ็บ เพื่อลดความเจ็บปวดและป้องกันการกระทบกระเทือนอันเกิดจากการเคลื่อนไหวหรือการเคลื่อนย้าย ซึ่งอาจทำให้เกิดการกดทับ หรือทำลายประสาทไขสันหลังเพิ่มมากขึ้น
2. การอภิบาล (Medical stabilization) มีหลักการเช่นเดียวกับการรักษาผู้ป่วยฉุกเฉิน ตั้งแต่การดูแลเรื่องระบบการหายใจให้หายใจได้สะดวก เปิดหลอดเลือดดำเพื่อการตรวจสอบและรักษาสภาพการหมุนเวียนของเลือดให้อยู่ในระดับปกติ วัดความดันเลือด ชีพจรและการหายใจ ควรตรวจหาภัยอันตรายที่อาจเกิดขึ้นต่อระบบอื่นของร่างกายด้วย
3. การจัดแนวกระดูกสันหลัง (Reduction) การจัดขึ้นกระดูกหักและข้อที่เคลื่อนให้เข้าที่ เป็นส่วนสำคัญที่สุดส่วนหนึ่งในการเริ่มรักษาผู้ป่วยกระดูกสันหลังหัก โดยมีวัตถุประสงค์ในการลดการ



กดทับต่อประสาทไขสันหลัง และเส้นประสาทและต้องทำด้วยความระมัดระวังเพื่อมิให้การบาดเจ็บเพิ่มมากขึ้น

วิธีการจัดกระดูกให้เข้าที่ ทำได้หลายวิธีตั้งแต่การทำ Traction, Postural reduction และ Open reduction จากนั้น จึงตามด้วยเฝือกหรือกายอุปกรณ์เสริม (Orthosis) หรือใช้วัสดุยึดตรึงภายใน (Internal fixation) ชนิดต่างๆ ตามความเหมาะสม

4. การจัดการการกดทับ (Decompression) การผ่าตัดเพื่อขจัดเอาสิ่งทีกดทับเส้นประสาทหรือประสาทไขสันหลังออก มีความสำคัญในผู้ป่วยที่เป็น Incomplete cord lesion ภาพ Magnetic Resonance Imaging (MRI) มีบทบาทสำคัญในการบ่งบอกตำแหน่ง ความยาวและพยาธิสภาพของการกดทับ เพื่อช่วยในการพิจารณาเลือกวิธีการผ่าตัดรักษา

5. การตรึงกระดูกสันหลังให้มั่นคง (Spine stabilization) การตามกระดูกสันหลังมีวัตถุประสงค์เพื่อทำให้ความมั่นคงของกระดูกสันหลังกลับคืนมาวิธีที่ใหญ่ๆ 2 วิธีคือ วิธีการรักษาแบบอนุรักษ์และวิธีการผ่าตัด การผ่าตัดมีข้อได้เปรียบกว่าแบบอนุรักษ์ คือ สามารถจัดกระดูกให้เข้าที่ได้แน่นอนกว่า ทำให้กระดูกสันหลังเกิดความมั่นคง เพื่อให้ผู้ป่วยสามารถเคลื่อนไหวและฟื้นฟูสภาพของกล้ามเนื้อและข้อต่อต่างๆ ได้เร็วกว่าและมีผลสำเร็จมากกว่า

เครื่องมือที่ใช้ตามกระดูกสันหลังที่เคยได้รับความนิยมในอดีต คือ Harrington Rod เป็นเครื่องมือที่ถูกสร้างขึ้นเพื่อให้เกิดแรงยึดถ่าง (Distraction) หรือแรงอัด (Compression) บนส่วนหลังของ Spinal segment หลายๆอัน สามารถจะแก้ไขหลังที่คดให้ตรงได้ระดับหนึ่ง ประมาณร้อยละ 50 โดยเฉลี่ย เครื่องมือชนิดนี้มีข้อเสียคือ

1. หลังผ่าตัดต้องใส่เฝือก และตะขอ (Hook) อาจหลุดได้ง่าย
2. ไม่สามารถต้านแรง Flexion และ Rotation ได้
3. ต้องผ่าตัดตรึงเอาปล้องที่ดีเข้าไปหลายปล้อง ทำให้สูญเสียการเคลื่อนไหวของกระดูกสันหลังไปมาก และปล้องที่ดีอาจจะเกิดการเคลื่อนตัวภายหลังได้
4. เกิดภาวะหลังแบน (Flat back) จากการสูญเสียความโค้ง (Normal sagittal contour) ของกระดูกสันหลังระดับ T-L

เครื่องมือชนิดใหม่สำหรับยึดกระดูกสันหลังที่กำลังได้รับความนิยมเป็นอย่างสูงในปัจจุบันคือระบบสกรูที่ยึดผ่าน Pedicle (Transpedicular Screws Fixation, TSF)

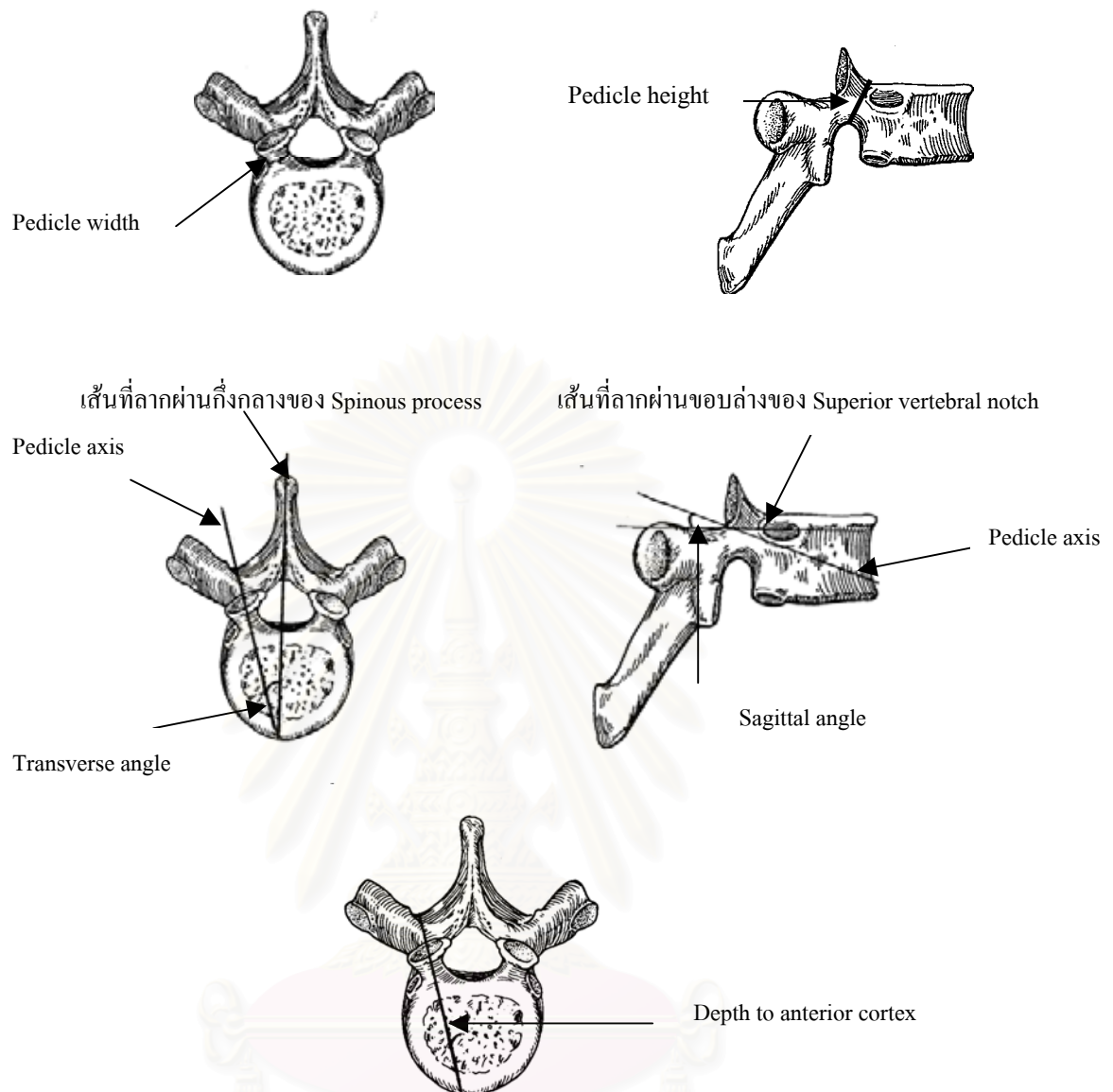
ข้อได้เปรียบของ TSF ได้แก่

1. มีความแข็งแรง ตัวสกรูแทงจากด้านหลังผ่านเข้า Pedicle (ซึ่งมีความแข็งแรงมาก) เพื่อเข้าสู่ปล้องกระดูกสันหลัง เครื่องมือชนิดนี้สามารถครอบคลุมคอดัมภ์ทั้ง 3 คอดัมภ์ของกระดูกสันหลัง จึงสามารถใส่ข้อได้เปรียบนี้ในการจัดกระดูกให้เข้าที่
2. ผ่าตัดช่วงสั้นๆ เฉพาะกระดูกสันหลังที่หักหรือข้อที่เคลื่อน โดยไม่ต้องรบกวนต่อกระดูกสันหลังปล้องปกติที่อยู่ใกล้เคียง

3. ไม่ต้องอาศัยเครื่องพยุงภายนอกหลังผ่าตัด
  4. สามารถใช้ได้ ในรายที่ Lamina หัก หรือเคยทำ Laminectomy มาแล้ว
- ข้อเสียของ TSF คือ มีโอกาสเกิดกัยอันตรายต่อเส้นประสาทได้ค่อนข้างสูง เมื่อเทียบกับ Harrington rod

## การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างกระดูกสันหลังส่วนอกระดับ T1-T12 กับการผ่าตัดทำ Posterior Transpedicular Screw Fixation

จากการศึกษาของ Zindrick และคณะในปี 1987<sup>(11)</sup> ได้ทำการศึกษาใน Cadavers โดยวัดค่าต่างๆ ของกระดูกสันหลังส่วนอกตั้งแต่ระดับ T1-T12 จาก Computerized Tomography Scan (CT) และจากภาพถ่าย X-ray โดยวัดค่า Pedicle isthmus width ทั้งในแนว Transverse และ Sagittal โดยวัดจากส่วนที่แคบที่สุดของ Pedicle พบว่า Transverse pedicle isthmus width ที่ระดับ T5 แคบสุด ค่าเฉลี่ย 4.5 mm. และ T1 กว้างสุด ค่าเฉลี่ย 7.9 mm. ส่วน Sagittal pedicle isthmus width ที่ระดับ T1 แคบสุดค่าเฉลี่ย 9.9 mm. และ T11 กว้างสุด ค่าเฉลี่ย 17.4 mm. ในการวัดมุม Transverse angle คือการวัดมุมระหว่างเส้นที่ลากจากกึ่งกลางของ Spinous process กับ เส้นของ Pedicle axis ในแนว Transverse พบว่าที่ระดับ T12 แคบสุดเฉลี่ย  $-4.2^{\circ}$  และระดับ T1 กว้างสุดเฉลี่ย  $26.6^{\circ}$  ในการวัด Transverse angle เราสามารถนำไปใช้ได้จริงในการผ่าตัดเนื่องจากจุดที่ใช้อ้างอิงคือ Spinous process สามารถมองเห็นได้จริงในการผ่าตัด ในการวัดมุม Sagittal angle ทำการวัดระหว่าง เส้นที่ลากผ่านขอบล่างของ Superior vertebral notch กับ เส้นของ Pedicle axis พบว่าที่ระดับ T2 มุมกว้างสุดเฉลี่ย  $17.5^{\circ}$  และ T12 แคบสุดเฉลี่ย  $11.6^{\circ}$  จากการวัด Sagittal angle จะเห็นได้ว่าจุดอ้างอิงที่ใช้ไม่สามารถนำมาปฏิบัติได้จริงในการผ่าตัด เนื่องจากเราไม่สามารถมองเห็นขอบล่างของ Superior vertebral notch จากการผ่าตัดจากทางด้านหลังได้ จึงควรจะใช้จุดอ้างอิงที่เห็นได้จริงจากการผ่าตัด ในการวัด Depth to anterior cortex วัดตามความยาวของ Pedicle axis จากขอบหลังสุดของกระดูก จนถึงขอบด้านหน้าสุดของกระดูกสันหลัง พบว่าที่ระดับ T2 มีความยาวสั้นที่สุดเฉลี่ย 35.7mm. และที่ระดับ T8 ยาวสุดเฉลี่ย 45.4 mm. จากการวัดโดยใช้จุดอ้างอิงนี้จะเห็นได้ว่าค่าความยาวที่ได้ไม่ใช่ค่าความยาวของ Screw ที่แท้จริง ควรจะทำการวัดระยะทางตั้งแต่ตำแหน่งจุดทางเข้าของ Screw ไปจนถึงขอบหน้าของกระดูกสันหลัง จึงจะได้ค่าความยาวที่ถูกต้องของ Screw



รูปที่ 4 แสดงการวัดค่าต่างๆ จากการศึกษานี้ของ Zindrick และคณะในปี 1987

จากการศึกษาของ James L. Berry และคณะในปี 1987<sup>(12)</sup> ในการวัด Pedicle diameter โดยคัดเลือกใช้ T2, T7, T12 ซึ่งเป็นตัวแทนของกระดูกสันหลังส่วนอกระดับ Upper, Middle และ Lower thoracic ตามลำดับ ใช้การวัดโดยตรงจากโครงกระดูกด้วย Vernier calipers วัดส่วนที่แคบที่สุดของ Pedicle ทั้งแนว Transverse และ Sagittal ผลการวัด Pedicle width ที่ระดับ T2 ข้างขวามีค่าเฉลี่ย  $6.1 \pm 1.2$  mm. ข้างซ้ายมีค่าเฉลี่ย  $6.3 \pm 1.0$  mm. ที่ระดับ T7 ข้างขวามีค่าเฉลี่ย  $5.1 \pm 1.4$  mm. ข้างซ้ายมีค่าเฉลี่ย  $4.8 \pm 1.4$  mm. ที่ระดับ T12 ข้างขวามีค่าเฉลี่ย  $7.7 \pm 2.1$  mm. ข้างซ้ายมีค่าเฉลี่ย  $7.6 \pm 1.5$  mm. ผลการวัด Pedicle height ที่ระดับ T2 ข้างขวามีค่าเฉลี่ย  $11.7 \pm 1.2$  mm. ข้างซ้ายมีค่าเฉลี่ย  $11.9 \pm 1.3$  mm. ที่ระดับ T7

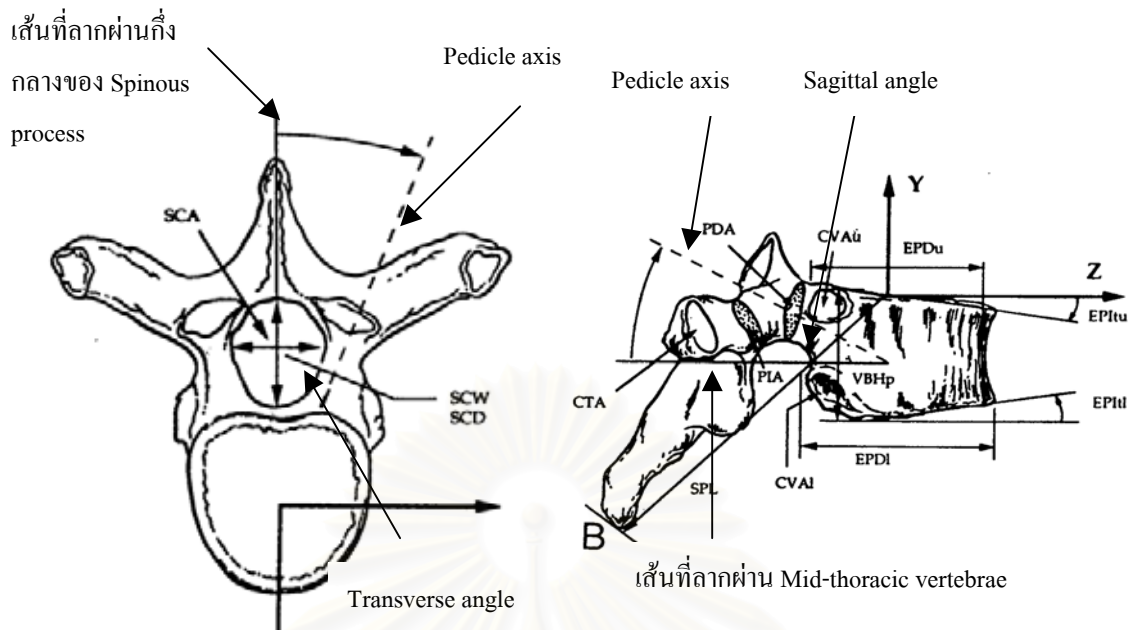


ข้างขวามีค่าเฉลี่ย  $12.1 \pm 1.0$  mm. ข้างซ้ายมีค่าเฉลี่ย  $11.9 \pm 1.0$  mm. และที่ระดับ T12 ข้างขวามีค่าเฉลี่ย  $17.2 \pm 1.6$  mm. ข้างซ้ายมีค่าเฉลี่ย  $17.0 \pm 1.3$  mm.

จากการศึกษาของ Peter และคณะในปี 1988<sup>(13)</sup> ได้ทำการวัดค่าต่างๆในโครงกระดูกสันหลังส่วนอกระดับ T1, T3, T9, T12 โดยมีอายุขณะเสียชีวิตอยู่ในช่วง 20-40 ปี Parameters ที่ได้ทำการวัดมี Pedicle width , Pedicle height , Pedicle axis length วัดโดยตรงด้วย Vernier calipers และ Transverse angle วัดโดยตรงด้วย Goniometer ผลจากการวัดพบว่าค่า Pedicle width ระดับ T12 มีค่ามากที่สุดเท่ากับ 7.2 mm. และ T6 ต่ำสุดเท่ากับ 3 mm. ค่า Pedicle height ที่ระดับ T12 มีค่ามากที่สุดเท่ากับ 14.8 mm. และระดับ T1 ต่ำสุด 8.4 mm. ค่า Pedicle axis length พบว่าที่ระดับ T12 ยาวสุดเท่ากับ 42 mm. และระดับ T1 สั้นสุดเท่ากับ 29 mm. ค่า Transverse angle ที่ระดับ T1 มีค่ามากที่สุดเท่ากับ 26.4 องศา และที่ระดับ T9 ต่ำสุดเท่ากับ 10.3 องศา

จากการศึกษาของ Charles และคณะในปี 1989<sup>(14)</sup> ได้ทำการวัดค่า Effective pedicle diameter (EPD) ในกระดูกสันหลังส่วนอกตั้งแต่ระดับ T6-T12 ค่า EPD คือการวัดค่าของ Thoracic pedicle ในส่วนที่เป็น Cancellous bone วิธีการวัดคือนำ Thoracic pedicle มาดอกเอาส่วนที่เป็น Cancellous bone ออกโดยไม่ให้โดน Cortex ของ Pedicle จากนั้นทำการวัดบริเวณ Medullary cavity ของ Pedicle ผลจากการวัดพบว่าค่าเฉลี่ยของ EPD ตั้งแต่ระดับ T6-T12 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.8-5.5 mm.

จากการศึกษาของ Panjabi และคณะในปี 1991<sup>(15)</sup> ได้ทำการวัดค่าใน Fresh spine specimens โดยใช้เครื่องมือ Three-Dimensional Morphometer ในการประเมินค่าของ Thoracic pedicle ในแง่ของ Diameter และ Angle ในการวัด Pedicle height และ Pedicle width วัดบริเวณส่วนที่แคบที่สุดของ Pedicle ใน Pedicle width พบว่าที่ระดับ T7 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ 5.9 mm. และที่ระดับ T11 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 9.8 mm. ส่วน Pedicle height พบว่าที่ระดับ T1 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ 9.6 mm. และที่ระดับ T11 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 17.4 mm. การวัดค่า Transverse angle วัดค่ามุมระหว่างแนวเส้นของ Pedicle axis กับเส้นที่ลากผ่านกึ่งกลางของ Spinous process พบว่าที่ระดับ T12 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ 11.6 องศา และที่ระดับ T2 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 28.6 องศา ส่วนการวัด Sagittal angle วัดค่ามุมระหว่างแนวเส้นของ Pedicle axis กับเส้นที่ลากผ่าน Mid-thoracic vertebrae พบว่าที่ระดับ T12 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ 5.1 องศา และที่ระดับ T2 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 17.9 องศา



รูปที่ 5 แสดงการวัดค่า Transverse angle และ Sagittal angle ในงานวิจัยของ Panjabi และคณะในปี 1991

จากรายงานผลการวิจัยของ Roy-Camille และคณะในปี 1992<sup>(16)</sup> ได้เสนอแนะว่าจุดตำแหน่งทางเข้าของสกรูในกระดูกสันหลังส่วนอก ควรจะอยู่ตรงบริเวณจุดที่มาบรรจบกันระหว่าง Midline of the facet joint and transverse process แต่ตำแหน่งจุดทางเข้าของ Screw หรือ Projection point คือจุดที่เกิดจากการตัดกันของเส้นที่ลากผ่าน Pedicle axis ในแนว Transverse และ Sagittal ซึ่งจุดที่ได้จากการตัดกันอาจจะไม่ตรงกับ Midline of the facet joint and transverse process ของกระดูกสันหลังส่วนอกทุกระดับ จึงควรนำจุดที่ได้มาเทียบหาระยะทางกับโครงสร้างที่เห็นชัดเจนจากทางด้านหลังเช่น Upper border of transverse process และ Lateral border of superior facet เพื่อให้ได้ตำแหน่งที่ถูกต้องแม่นยำ และสามารถใช้ได้จริง

จากการศึกษาของ Bret A. Ferree ในปี 1992<sup>(17)</sup> ได้ทำการวัดค่า Pedicle width ในเด็กอายุ 3-20 ปีที่ระดับ T12 โดยทำการวัดจาก Computed tomographic scans ผลจากการวัดพบว่าค่า Pedicle width จะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจนอายุถึง 12 ปี โดยอัตราการเพิ่มเท่ากับ 0.3 mm. ต่อปี และหลังจากอายุ 12 ปีการเจริญของ Pedicle width จะเพิ่มขึ้นไม่มากและการเจริญเติบโตจะสมบูรณ์ที่อายุครบ 16 ปี จากผลการวิจัยนี้ทำให้ทราบว่าการจะวัดค่า Parameter ต่างๆ ของ Thoracic pedicle ให้ได้ค่าที่แม่นยำควรทำการวัดในกลุ่มประชากรที่มีอายุ 16 ปีขึ้นไป

จากการศึกษาของ Shuxun Hou และคณะปี 1993<sup>(18)</sup> ได้ทำการวัดค่า Pedicle width, Pedicle height และ Pedicle length ในโครงกระดูกสันหลังของชาวจีนตั้งแต่ระดับ T9-T12 โดยใช้ Vernier caliper วัดโดยตรง ผลการทดลองพบว่าค่าเฉลี่ยของ Pedicle width เพิ่มขึ้นจากระดับ T9-T12 โดยมีค่าอยู่ในช่วง 5-8 mm. ส่วนค่าเฉลี่ยของ Pedicle height เพิ่มขึ้นจากระดับ T9-T12 เช่นกัน โดยมีค่าอยู่ในช่วง

12-16 mm. ส่วนค่า Pedicle length ทำการวัดจากขอบหลังจนถึงขอบหน้าสุดของกระดูกสันหลังตามแนวของ Pedicle axis พบว่าค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจากระดับ T9-T12 โดยมีค่าอยู่ในช่วง 38-42 mm.

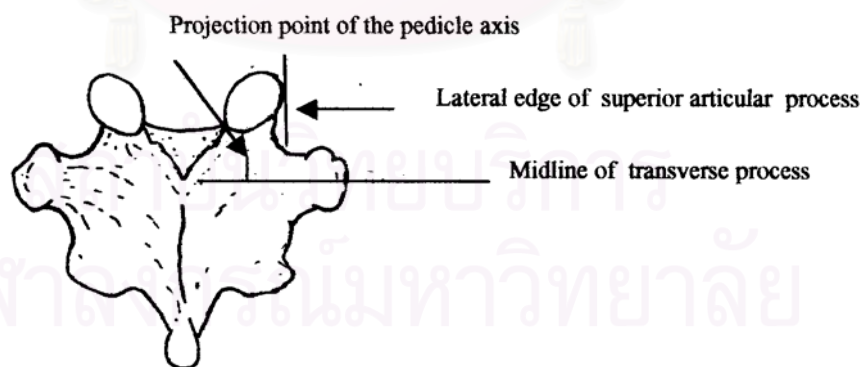
จากการศึกษาของ Nam-Hyun Kim et al. 1994<sup>(5)</sup> ได้ทำการวัดโครงกระดูกของชาวเกาหลีโดยใช้ Vernier calipers และ Goniometer เพื่อประเมินค่า Thoracic pedicle ในแง่ของ Diameter และ Angle ในการวัด Pedicle height และ Pedicle width วัดบริเวณส่วนที่แคบสุดของ Pedicle เช่นกัน ค่าของ Pedicle width ที่ระดับ T4 แคบสุด เฉลี่ย 4.1mm. ระดับ T1 กว้างสุดเฉลี่ย 8.1 mm. และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างชายกับหญิงที่ระดับ T10 ส่วน Pedicle height พบว่าที่ระดับ T12 กว้างสุดเฉลี่ย 16.6 mm. และ T1 แคบสุด เฉลี่ย 9.1 mm. การวัด Transverse angle วัดมุมระหว่างแนวเส้นของ Pedicle axis กับเส้นที่ขนานกับ Midline axis พบว่าที่ระดับ T11 และ T12 แนวของ Pedicle หันออกไปทางด้าน Lateral ส่วน Sagittal angle ได้ทำการวัดค่ามุมระหว่าง ขอบล่างของ Superior vertebral notch กับแนวของ Pedicle axis พบว่า T2 มีค่ามุมมากที่สุดเฉลี่ย  $21.6^{\circ}$  และ T 12 น้อยสุด  $10.6^{\circ}$  ส่วนค่า Depth to anterior cortex ได้ทำการวัดความยาวของเส้นที่ลากผ่าน Pedicle axis จากขอบหลังสุดของกระดูกไปจนถึงขอบหน้าสุดของกระดูกสันหลัง พบว่าที่ T2 สั้นที่สุด ส่วน T12 ยาวสุด จากการศึกษาของ Nam-Hyun Kim จะเห็นว่าจุดอ้างอิงต่างๆ ที่ใช้ในการวัดเหมือนกับการศึกษาของ Zindrick ในปี 1987 ต่างกันตรงที่วัดในชาวเกาหลี และจากการศึกษานี้ได้ให้ข้อสรุปว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างชาวตะวันตกกับเกาหลีในค่าของ Pedicle width จึงทำให้เล็งเห็นความสำคัญที่จะต้องทำการศึกษาในชาวตะวันออกเพื่อที่จะหาค่าที่สามารถใช้ได้จริงในการผ่าตัด

จากการศึกษาของ McCormack และคณะในปี 1995<sup>(19)</sup> ได้ทำการวัดค่า Pedicle width, Pedicle height, Transverse and sagittal angle ทำการวัดโดยตรงในกระดูกโดยใช้ Vernier calipers และ Goniometer ผลการศึกษาพบว่าค่า Pedicle width และ Pedicle height เพิ่มขึ้นจาก T1-T12 ส่วนค่า Transverse angle พบว่าแนวโน้มค่าเฉลี่ยลดลงจากระดับ T1-T12 และค่า Sagittal angle ทำการวัดค่ามุมระหว่างเส้นที่ลากผ่านขอบบนของ Vertebral body กับเส้นที่ลากผ่าน Pedicle axis พบว่าที่ระดับ T3 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดและที่ระดับ T8 มีค่าเฉลี่ยสูงสุด

จากการศึกษาของ Ralph Kothe และคณะในปี 1996<sup>(20)</sup> ได้ทำการศึกษาลักษณะโครงสร้างภายในของ Thoracic pedicle โดยได้ทำการวัดค่า Internal dimension ได้แก่ Pedicle height, Pedicle width, Cortical thickness of the superior, inferior, medial and lateral wall โดยใช้ Computer เข้ามาช่วยในการวัด ผลการทดลองพบว่า ส่วนที่เป็น Cancellous ของ Pedicle มีพื้นที่มากกว่าส่วนที่เป็น Cortical ถึง 2 เท่า โดยในด้านความกว้างคิดเป็น 61.3%-71.6% และในด้านความสูงคิดเป็น 65.6%-78.6% และ Medial wall ของ Thoracic pedicle มีความหนากว่าด้าน Lateral wall 2-3 เท่า

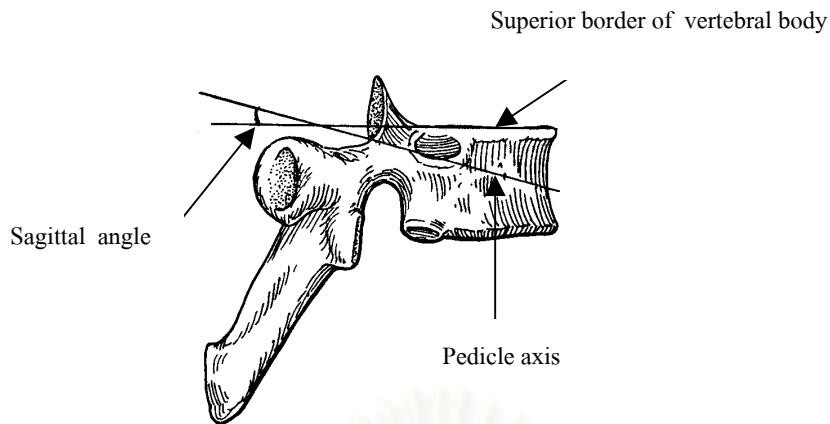
จากการศึกษาของ Ebraheim และคณะในปี 1997<sup>(1)</sup> ได้ทำการศึกษาหาจุดทางเข้าของ Pedicular screw จากโครงกระดูกสันหลังตั้งแต่ระดับ T1-T12 แล้วนำจุดที่ได้มาหาความสัมพันธ์กับ Lateral edge of

superior articular process และ Midline of transverse process และได้ทำการวัดเพื่อประเมินค่า Linear และ Angular dimension ของ Thoracic pedicle โดยใช้ Vernier calipers และ Goniometer วัด แยกเพศชายและหญิง ผลการทดลองพบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างเพศชายและหญิงมากกว่าครึ่งของพารามิเตอร์ที่ใช้วัด และค่า Projection point of the pedicle axis ที่ระดับ T1-T2 ห่างจาก Lateral edge of superior articular process 7-8 mm. และจาก Midline of transverse process 3-4 mm. ส่วนที่ระดับ T3-T12 ห่างจาก Lateral edge of superior articular process 4-5 mm. และจาก Midline of transverse process 5-8 mm. ส่วนในการวัด Transverse angle of the pedicle axis ก็ได้ทำการวัดค่ามุมระหว่างเส้นที่ลากจากกึ่งกลางของ Spinous process กับ เส้นของ Pedicle axis ในแนว Transverse เช่นกัน พบว่าที่ระดับ T1-T2 มีค่า  $30-40^{\circ}$  ระดับ T3-T11 มีค่า  $20-25^{\circ}$  ส่วน T 12 มีค่า  $13^{\circ}$  และค่ามุมจะค่อยๆลดลงจากบนลงล่างทั้งชายและหญิง ส่วนในด้านของ Sagittal angle of the pedicle axis ก็คือการวัดมุมระหว่าง Superior border of the vertebral body กับ เส้นของ Pedicle axis แต่การวัดมุมโดยใช้เส้นอ้างอิงเป็น Superior border of the vertebral body ในการผ่าตัดจริงจะไม่สามารถมองเห็น Vertebral body ได้ เส้นอ้างอิงที่ใช้จึงน่าจะเป็นเส้นที่เห็นได้จากการผ่าตัด ผลจากการวัดในแนว Sagittal พบว่าที่ระดับ T6 มุมกว้างมากที่สุดทั้งในเพศชายและหญิง และแคบสุดที่ระดับ T10 ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ T9-T11 ส่วนในการวัดค่า Pedicle width และ Pedicle height ก็วัดส่วนที่แคบที่สุดของ Pedicle เช่นกัน ค่า Pedicle width จะค่อยๆแคบลงจากระดับ T1-T4 และจะค่อยๆเพิ่มขึ้นจนถึง T12 โดย Pedicle จะแคบมากตั้งแต่ระดับ T3-T10 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างเพศชายและหญิงที่ระดับ T1, T3 และ T12 ค่า Pedicle height จะเพิ่มขึ้นจากระดับ T1-T11 ทั้งชายและหญิง ที่ระดับ T11 ใหญ่สุด และเล็กสุดที่ระดับ T1 ทั้งสองเพศ และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างเพศชายและหญิง ที่ระดับ T4, T7, T8, T11 และ T12



รูปที่ 6 แสดงตำแหน่งจุดทางเข้าของสกรูจากการศึกษาของ Ebraheim และคณะในปี 1997





รูปที่ 7 แสดงการวัด Sagittal angle จากการศึกษาของ Ebraheim และคณะในปี 1997

จากการศึกษาของ Ebraheim และคณะในปี 1997<sup>(3)</sup> เขาได้ทำการศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่าง Thoracic spine กับ Spinal nerve root และ Spinal cord เพื่อลดอันตรายต่อการทำ Pedicular screw placement โดยได้ทำการศึกษาใน Cadaver โดยการทำให้ Laminectomy แล้วนำเอา Superior และ Inferior articular process ออก แล้วทำการวัดระยะห่างระหว่าง Pedicle กับ Nerve root ทั้งบนและล่างต่อ Pedicle ได้ผลว่าระยะห่างระหว่าง Pedicle กับ Nerve root ข้างบนมีค่า 1.9-3.9 mm. ส่วนระยะห่างระหว่าง Pedicle กับ Nerve root ข้างล่างมีค่า 1.7-2.8 mm. และวัดระยะห่างระหว่าง Pedicle กับ Spinal cord พบว่าไม่มีระยะห่างระหว่าง Dural sac กับ Pedicle จากการวิจัยของ Ebraheim และคณะ เห็นความสำคัญได้อย่างชัดเจนว่าเวลาใส่ Pedicular screw จำเป็นต้องคำนึงถึงมุมในแนว Transverse เพื่อป้องกันอันตรายต่อ Spinal cord และมุมในแนว Sagittal เพื่อป้องกันอันตรายต่อ Nerve root อีกทั้งยังต้องคำนึงถึงขนาดของ Screw เพื่อไม่ให้เกิดการแตกหักของ Pedicle ซึ่งส่งผลให้เกิดอันตรายต่อ Spinal cord และ Nerve root

จากการศึกษาของ Alexander และคณะในปี 1995<sup>(4)</sup> ได้ทำการศึกษาโดยให้ Spine surgeon 5 คน ที่มีประสบการณ์ในการผ่าตัดกระดูกสันหลัง ทำการใส่ Screw เข้าไปใน Thoracic pedicle ทั้งสองข้าง ตั้งแต่ระดับ T4-T12 ใน 5 Cadavers รวมทั้งสิ้น 90 Screw หลังจากใส่ Screw แล้ววิเคราะห์ผลจาก Computerized Tomography Scan จากการทดลองพบว่า 37 Screw หรือคิดเป็น 41% ของ Screw ทั้งหมด แทะทะลุออกมาจาก Cortex ของ Pedicle โดย 21 Screw แทะทะลุผ่าน Medial cortex เข้าไปถึง Spinal cord และ 16 Screw แทะทะลุออกไปทาง Lateral cortex และยังได้มีการกล่าวถึงโครงสร้างที่สามารถเกิดอันตรายจากการที่ Screw แทะทะลุผ่าน Vertebral body ไปทางด้านหน้า อาทิเช่น Superior intercostal vessels, Esophagus, Azygose vein, Thoracic duct, Inferior venacava, Lung, Sympathetic chain, Segmental vessels, Aorta, Spinal cord, Spinal nerve root จากการศึกษาของ Alexander และคณะ จึงสังเกตเห็นได้อย่างชัดเจนอีกเช่นกันว่า จำเป็นอย่างมากที่จะต้องมีการวัดเพื่อประเมินค่าหาขนาดและความยาวของ Screw ที่เหมาะสมเพื่อไม่ให้เกิดอันตรายต่อ Neurovascular structure ดังที่ได้กล่าวมา

## บทที่ 3

### วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงพรรณนา โดยการสังเกตแบบช่วงระยะเวลาใดเวลาหนึ่ง ( Cross – section observational descriptive study ) เพื่อประเมินหาตำแหน่งจุดทางเข้าของ Pedicular screw โดยเปรียบเทียบกับตำแหน่งอ้างอิงสองตำแหน่งคือ Lateral border of superior articular process และ Upper border of transverse process และประเมินหาขนาดและค่ามุมของ Thoracic pedicle ในกระดูกสันหลังส่วนอกระดับ T1 ถึง T 12 ในคนไทย

### ประชากร

ประชากรเป้าหมาย ( Target population ) ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ คือกระดูกสันหลังส่วนอก ( Dry bone ) ของอาจารย์ใหญ่ ผู้ที่อุทิศร่างกายเพื่อการศึกษาให้กับ ภาควิชากายวิภาคศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล

### หลักเกณฑ์การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง

1. เกณฑ์ในการคัดเลือกเข้ามาศึกษา ( Inclusion criteria )
  - 1.1 กระดูกสันหลังส่วนอกของอาจารย์ใหญ่ที่ศึกษามีอายุขณะเสียชีวิตอยู่ระหว่าง 20 ถึง 60 ปี
  - 1.2 กระดูกสันหลังส่วนอกของอาจารย์ใหญ่มีความสมบูรณ์ไม่มีการแตกหัก
2. เกณฑ์ในการคัดออกจากการศึกษา ( Exclusion criteria )
  - 2.1 กระดูกสันหลังส่วนอกของอาจารย์ใหญ่แตกหัก มีลักษณะผิดปกติ หรือกระดูก มีความเสื่อมมาก

### เทคนิคในการสุ่มตัวอย่าง

การเลือกตัวอย่างแบบ Non-probability sampling โดยวิธี Convenience sampling คือ การสุ่มตัวอย่างโดยไม่อาศัยทฤษฎีความน่าจะเป็น การเลือกตัวอย่างเลือกตามความสะดวกซึ่งไม่มีการสุ่มหรือเลือกตัวอย่าง โดยนำประชากรทั้งหมดที่มีมาเป็นตัวอย่างในการศึกษา

## การคำนวณขนาดตัวอย่าง

การพิจารณาขนาดตัวอย่าง ใช้ข้อมูลจากการศึกษาของ James L. Berry และคณะในปี 1987<sup>(12)</sup>

กำหนดระดับความเชื่อมั่นในการสรุปข้อมูล = 95%

$$Z_{\alpha/2} = Z_{0.05/2} = 1.96 \text{ (two tail)}$$

$$n = Z_{\alpha/2}^2 \sigma^2 / d^2$$

โดยที่  $Z_{\alpha/2} = 1.96$

$$\sigma^2 = \text{Variance ของข้อมูล}$$

$$d = \text{ค่าความคลาดเคลื่อนทางคลินิกที่ยอมรับได้มีค่า 5 \% ของค่าเฉลี่ย}$$

$$n_{\text{Upper thoracic}} = (1.96)^2 (1.2)^2 / (0.305) = 18.14 \text{ ศึกษาในกระดูกสันหลังส่วนอกระดับบน 18 ชิ้นขึ้นไป}$$

$$n_{\text{Middle thoracic}} = (1.96)^2 (1.4)^2 / (0.255) = 29.52 \text{ ศึกษาในกระดูกสันหลังส่วนอกระดับกลาง 30 ชิ้นขึ้นไป}$$

$$n_{\text{Lower thoracic}} = (1.96)^2 (2.1)^2 / (0.385) = 44.00 \text{ ศึกษาในกระดูกสันหลังส่วนอกระดับล่าง 44 ชิ้นขึ้นไป}$$

เนื่องจากประชากรตัวอย่างที่ต้องการศึกษามีจำนวนทั้งหมด 50 ตัวอย่าง หรือจำนวนกระดูกสันหลังส่วนอกทั้งหมด 600 ชิ้น (T1-T12) จึงเลือกที่จะทำการศึกษาในประชากรทั้งหมด เพื่อให้ได้ค่าที่ถูกต้องแม่นยำยิ่งขึ้น

## เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้วัดระยะทาง

1. Verneir caliper
2. ไม้บรรทัดมาตรฐาน ( Standard ruler )

เครื่องมือที่ใช้วัดมุมและหาตำแหน่งทางเข้าของ Pedicular screw

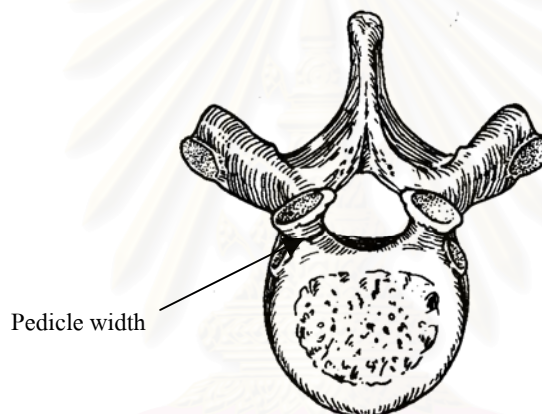
1. กล้องถ่ายภาพดิจิทัล
2. Program adobe photoshop version 6.0
3. ลูกน้ำวัดระดับ
4. กระดาษกราฟ
5. แผ่นพลาสติกสี
6. ดินน้ำมัน
7. เทปกาไว

## การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ขั้นตอนการรวบรวมประวัติของอาจารย์ใหญ่จากบันทึกทางการแพทย์ โดยแบ่งเป็น
  - ข้อมูลเกี่ยวกับเพศ อายุ
  - สาเหตุของการเสียชีวิต
2. ขั้นตอนการเก็บข้อมูลจากการวัด

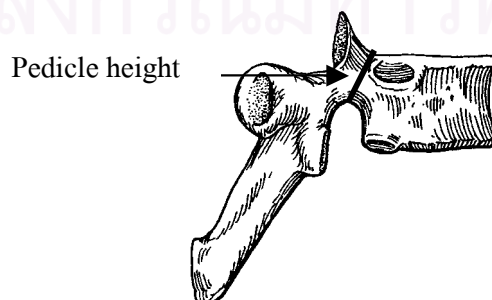
นำกระดูกสันหลังส่วนอกตั้งแต่ระดับ T1-T12 จากตัวอย่างดังกล่าวข้างต้น มาทำการวัดเพื่อประเมินค่าในแง่ของ Linear และ Angular dimension เรียงลำดับตามขั้นตอนดังนี้

2.1 วัดค่าความกว้างของ Thoracic pedicle (Pedicule width) โดยใช้ Vernier calipers ทำการวัดโดยตรงจากกระดูก โดยวัดบริเวณ Pedicle isthmus คือบริเวณที่แคบที่สุดของ Thoracic pedicle บันทึกค่าระยะทางที่ได้เป็นมิลลิเมตร



รูปที่ 8 แสดงตำแหน่งในการวัด Pedicle width

2.2 วัดค่าความสูงของ Thoracic pedicle (Pedicule height ) โดยใช้ Vernier calipers ทำการวัดโดยตรงจากกระดูก โดยวัดบริเวณ Pedicle isthmus คือบริเวณที่แคบที่สุดของ Thoracic pedicle บันทึกค่าระยะทางที่ได้เป็นมิลลิเมตร

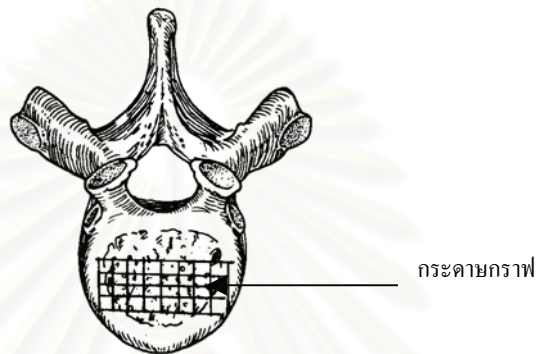


รูปที่ 9 แสดงตำแหน่งในการวัด Pedicle height



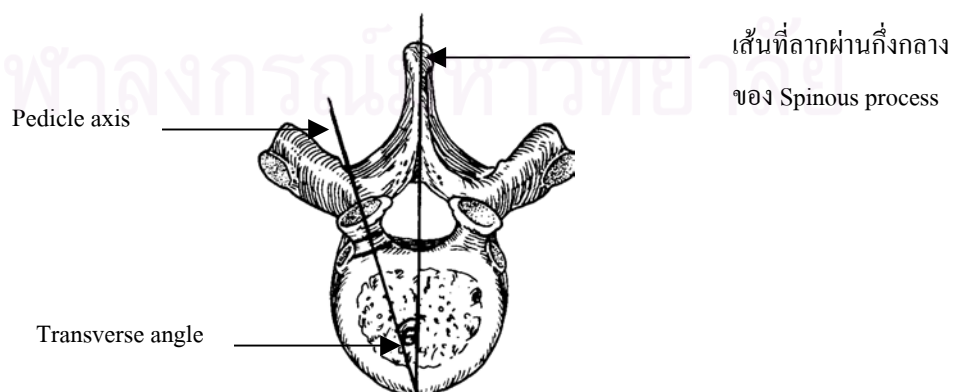
2.3 วัดค่ามุมในแนว Transverse (Transverse angle) โดยการแปลงกระดูกจาก 3 มิติ ให้เป็นภาพในแนว 2 มิติเพื่อสะดวกต่อการวัด มีวิธีการขั้นตอนดังนี้

2.3.1 นำกระดูกสันหลังส่วนอกระดับที่ต้องการศึกษามาแปะกระดาษกราฟ บริเวณด้านบนของ Vertebral body จากนั้นวางบนพื้นฉากที่ติดกับกระดูกโดยใช้ลูกน้ำวัดระดับแปะที่ ด้านบนของ vertebral body เพื่อควบคุมให้ Vertebral body อยู่ในแนวขนานกับพื้น จากนั้นถ่ายภาพจาก ทางด้านบนโดยให้ระนาบของกล้องขนานกับพื้น สามารถควบคุมได้โดยใช้ลูกน้ำวัดระดับแปะที่ตัวกล้อง



รูปที่ 10 แสดงการติดกระดาษกราฟบริเวณด้านบนของ Vertebral body

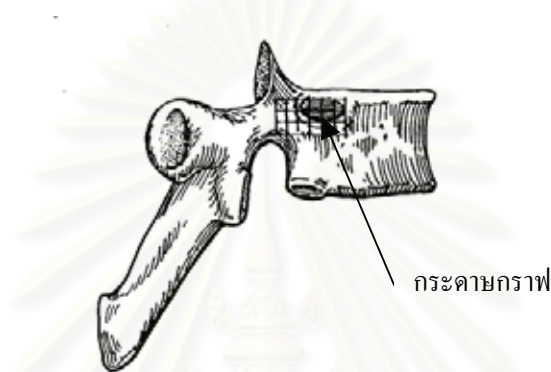
2.3.2 จากนั้นนำภาพถ่ายที่ได้ไปเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์ และวัดค่ามุม ด้วย Program adobe photoshop version 6.0 โดยทำการวัดค่ามุมที่อยู่ระหว่างเส้นที่ลากผ่านแนวกึ่งกลางของ Spinous process กับ เส้นที่ลากผ่าน Pedicle axis ในแนว Transverse โดยเส้นที่ลากผ่าน Pedicle axis ในแนว Transverse จะลากผ่านจุดอ้างอิงสองจุด จุดแรกคือจุดที่แบ่งครึ่ง Pedicle บริเวณใกล้กับด้านหลังของ Vertebral body และจุดที่สองคือจุดที่แบ่งครึ่งบริเวณ Pedicle isthmus ทำการวัดค่าทั้งซ้ายและขวา บันทึกค่ามุมที่ได้เป็นองศา ผลจากขั้นตอนนี้จะทำให้ได้จุดตัดบนกระดาษกราฟที่แปะไว้ทางด้านบน สำหรับการหาตำแหน่งทางเข้าของ Pedicular screw



รูปที่ 11 แสดงตำแหน่งในการวัดค่า Pedicle transverse angle

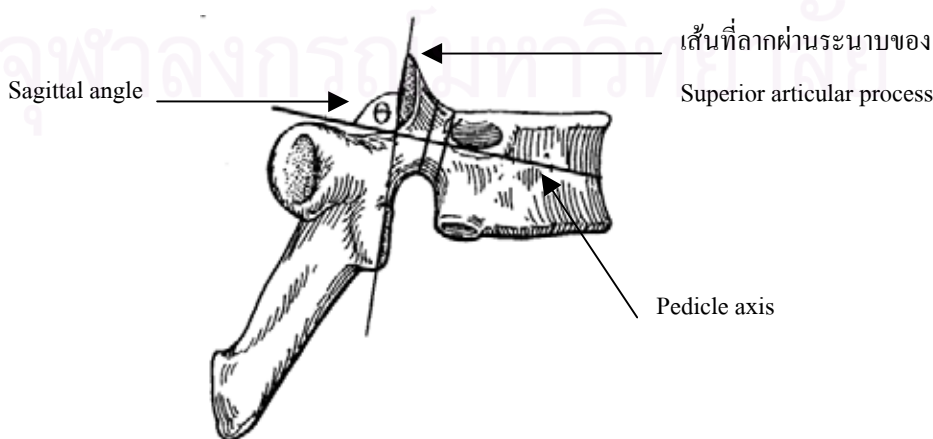
2.4 วัดค่ามุมในแนว Sagittal (Sagittal angle) โดยการแปลงกระดูกจาก 3 มิติ ให้เป็นภาพในแนว 2 มิติเพื่อสะดวกต่อการวัด มีวิธีการขั้นตอนดังนี้

2.4.1 นำกระดูกสันหลังส่วนอกระดับที่ต้องการศึกษามาแปะกระดาษกราฟบริเวณด้านข้าง จากนั้นวางบนพื้นฉากที่ติดกับกระดูกและใช้ลูกน้ำวัดระดับแปะที่ด้านบนของ vertebral body เพื่อควบคุมให้ Vertebral body อยู่ในแนวขนานกับพื้น จากนั้นถ่ายภาพจากทางด้านข้าง โดยให้ระนาบของกล้องตั้งฉากกับพื้น และขนานกับระนาบที่แบ่งกึ่งกลางของ Vertebral body ในแนว Sagittal สามารถควบคุมได้โดยใช้ลูกน้ำวัดระดับแปะที่ตัวกล้อง



รูปที่ 12 แสดงการติดกระดาษกราฟบริเวณด้านข้างของ Vertebral body

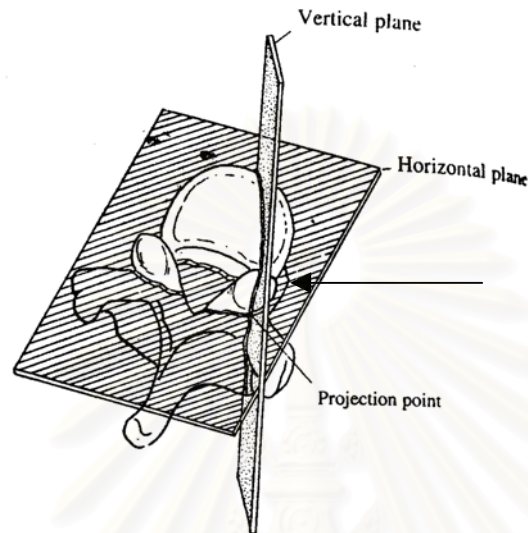
2.4.2 จากนั้นนำภาพถ่ายที่ได้ไปเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์ และวัดค่ามุม ด้วย Program adobe photoshop version 6.0 โดยทำการวัดค่ามุมที่อยู่ระหว่างเส้นที่ลากผ่านระนาบของ Superior articular process กับ เส้นที่ลากผ่าน Pedicle axis ในแนว Sagittal โดยเส้นที่ลากผ่าน Pedicle axis ในแนว Sagittal จะลากผ่านจุดอ้างอิงสองจุด จุดแรกคือจุดที่แบ่งครึ่ง Pedicle บริเวณใกล้กับด้านหลังของ Vertebral body และจุดที่สองคือจุดที่แบ่งครึ่งบริเวณ Pedicle isthmus ทำการวัดค่าทั้งซ้ายและขวา บันทึกค่ามุมที่ได้เป็นองศา ผลจากขั้นตอนนี้จะทำให้ได้จุดตัดบนกระดาษกราฟที่แปะไว้ทางด้านข้าง



รูปที่ 13 แสดงตำแหน่งในการวัดค่า Pedicle sagittal angle

## 2.5 หาจุดตำแหน่งทางเข้าของ Pedicular screw ตามขั้นตอนดังนี้

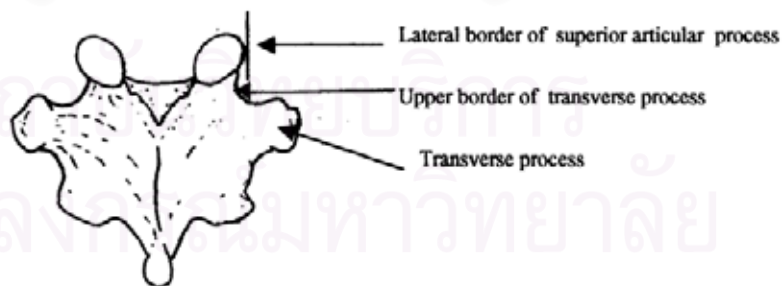
2.5.1 นำจุดที่เกิดขึ้นบนกระดาศกราฟ จากการวัดค่ามุม Transverse และ Sagittal จาก Program adobe photoshop version 6.0 มาจุดโดยตรงบนกระดูก แล้วหาจุดตัด (Intersection) ที่เกิดขึ้นระหว่าง Transverse angle กับ Sagittal angle จะทำให้ได้ตำแหน่งทางเข้าของ Pedicular screw



เกิดจุดตัดบนกระดูกได้ตำแหน่งทางเข้า  
ของ Pedicular screw

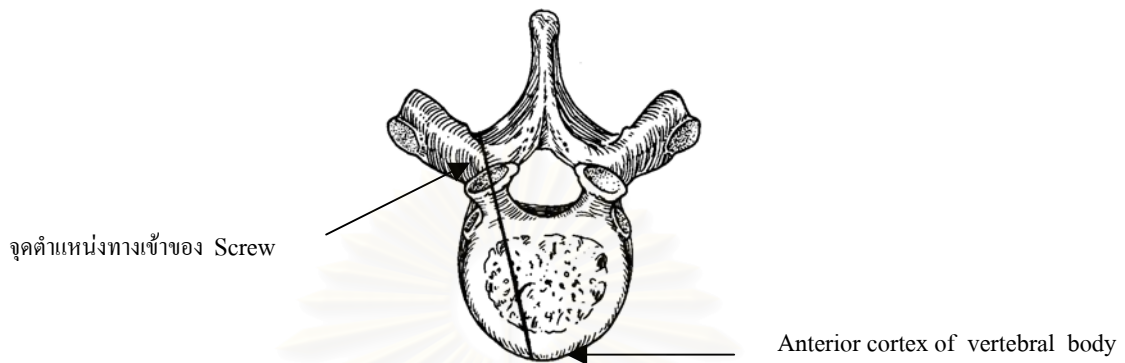
รูปที่ 14 แสดงการเกิดจุดตัดบนกระดูกจากระนาบ 2 ระนาบที่ตัดผ่าน Pedicle axis

2.5.2 จุดตำแหน่งทางเข้าของ Screw ที่ได้มาวัดหาระยะห่างระหว่างจุดอ้างอิงสองจุด คือ Lateral border of superior articular process และ Upper border of transverse process โดยทำการวัดโดยตรงจากกระดูกทั้งด้านซ้ายและขวา ด้วย Standard ruler บันทึกค่าระยะทางที่ได้เป็นมิลลิเมตร



รูปที่ 15 แสดงตำแหน่งของ Lateral border of superior articular process และ Upper border of transverse process

2.6 หาค่า Depth to anterior cortex คือ ค่าระยะทางจากจุดตำแหน่งทางเข้าของ Screw ไปจนถึง Anterior cortex of vertebral body คือขอบด้านหน้าของกระดูกสันหลัง โดยทำการวัดโดยตรงจากกระดูกด้วย Vernier calipers บันทึกค่าระยะทางที่ได้เป็นมิลลิเมตร



รูปที่ 16 แสดงการวัดระยะทางจากจุดตำแหน่งทางเข้าของสกรูไปยัง Anterior cortex of vertebral body

2.7 คำนวณหาค่าเฉลี่ยของ Linear และ Angular dimension ที่หามาได้

### 3. การบันทึกข้อมูล

- บันทึกข้อมูลลงในตารางที่ประกอบด้วย ข้อมูลทั่วไป และพารามิเตอร์ต่างๆที่ใช้ในการวัด

### การวิเคราะห์ข้อมูล

#### 1. การสรุปข้อมูล (Summarization of data)

- นำค่าที่ได้มาวิเคราะห์โดยแยกซ้ายขวา และระดับของกระดูกสันหลัง โดยสรุปเป็นค่า

1. ค่าเฉลี่ย (Mean)
2. ค่าพิสัย (Range)
3. ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation)

- เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างข้างซ้ายและข้างขวาโดยใช้ Paired samples test
- เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างเพศชายและเพศหญิงโดยใช้ Independent samples test

#### 2. การนำเสนอข้อมูล (Data presentation)

- นำเสนอโดยใช้ตาราง, กราฟและรูปภาพ
- อธิบายผลประกอบตารางและกราฟ

## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

#### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการศึกษาในกระดูกสันหลังส่วนอก เพื่อหาตำแหน่งจุดทางเข้าของ Pedicular screw ขนาดและค่ามุมของ Thoracic pedicle เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในการทำ Posterior transpedicular screw fixation กลุ่มตัวอย่างคือ กระดูกสันหลังส่วนอก (Dry bone) ของอาจารย์ใหญ่ผู้ที่ อุทิศร่างกายเพื่อการศึกษาให้กับภาควิชากายวิภาคศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล จำนวน 50 ตัวอย่าง มีอายุขณะเสียชีวิตอยู่ระหว่าง 20-60 ปี กระดูกมีความสมบูรณ์และปกติ โดยศึกษาในระดับ T1 ถึง T12 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล นำเสนอด้วยตารางประกอบคำบรรยายโดยแบ่งเป็นสองส่วนคือ

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

ส่วนที่ 2 ข้อมูลที่ได้จากการวัด

#### ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

1. ข้อมูลส่วนนี้จำแนกตามเพศ อายุขณะเสียชีวิต และสาเหตุของการเสียชีวิต พบว่าช่วงอายุขณะเสียชีวิตของกลุ่มตัวอย่างอยู่ระหว่าง 20-60 ปี แบ่งเป็นเพศชาย 32 ตัวอย่าง และเพศหญิง 18 ตัวอย่าง ดังตารางที่ 1

ตาราง 1 แสดงช่วงอายุของกลุ่มตัวอย่าง

ช่วงอายุ	เพศ		รวม
	ชาย	หญิง	
20-30	8	5	13
31-40	12	4	16
41-50	6	2	8
51-60	6	7	13
รวม	32	18	50

2. ข้อมูลส่วนนี้จำแนกตามสาเหตุของการเสียชีวิตซึ่งส่วนใหญ่เกิดโรคหัวใจ 18 ตัวอย่าง รองลงมาคือระบบหายใจล้มเหลว 8 ตัวอย่าง ส่วนสาเหตุการเสียชีวิตอื่นๆ มีจำนวนใกล้เคียงกัน แสดงผลในตารางที่ 2 ดังนี้

ตาราง 2 แสดงสาเหตุการเสียชีวิตของกลุ่มตัวอย่าง แยกตามเพศ

สาเหตุของการเสียชีวิต	ชาย	หญิง	จำนวน
สมองไม่ทำงาน	1	1	2
โรคหัวใจ	11	7	18
ตับวาย	1	-	1
ระบบหายใจล้มเหลว	7	1	8
ระบบไหลเวียนเลือดล้มเหลว	2	1	3
มะเร็งปอด	1	-	1
ปอดบวม	1	-	1
เนื้องอกในสมอง	1	1	2
ตับล้มเหลว	-	1	1
รับประทานยาเกินขนาด	1	-	1
ไตล้มเหลว	1	2	3
ฝีในปอด	1	-	1
มะเร็งกระเพาะอาหาร	-	1	1
มะเร็งเม็ดเลือดขาว	1	-	1
พิษจากสารฆ่าแมลง	-	1	1
โรคภูมิคุ้มกันบกพร่อง (SLE)	-	1	1
เบาหวาน	1	1	2
เนื้องอกในกระเพาะปัสสาวะ	1	-	1
มะเร็งต่อมไทรอยด์	1	-	1
รวม	32	18	50



จากข้อมูลที่แสดงในตารางพบว่าการเสียชีวิตของกลุ่มตัวอย่างไม่ได้ส่งผลให้เกิดความผิดปกติต่อกระดูกสันหลังส่วนอกของกลุ่มตัวอย่าง ดังนั้นจึงไม่ส่งผลต่อการวัดค่า และจากการคัดเลือกกระดูกสันหลังส่วนอกของกลุ่มตัวอย่างก่อนการวัดทั้ง 50 ตัวอย่าง พบว่ากระดูกมีความสมบูรณ์ไม่มีลักษณะผิดปกติก่อนการวัด

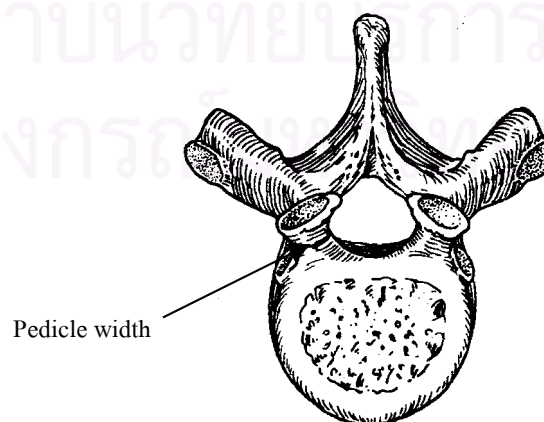
ส่วนที่ 2 ข้อมูลที่ได้จากการวัด

ข้อมูลส่วนนี้เป็นข้อมูลที่ได้จากการวัดค่าต่างๆ ดังนี้

- ค่าความกว้างและความสูงของ Thoracic pedicle ในกระดูกสันหลังส่วนอกแต่ละระดับ เพื่อมาใช้ในการเลือกขนาดของ Screw ที่เหมาะสม
- ค่ามุมของ Thoracic pedicle ในแนว Transverse และ Sagittal เพื่อหาจุดตำแหน่งทางเข้าของ Pedicular screw และเพื่อใช้สำหรับประเมินแนวมุมของสกรู ว่าจะต้องเอียงทำมุมเท่าใดจึงจะปลอดภัยต่อผู้ป่วย
- นำจุดตำแหน่งทางเข้ามาหาระยะห่างจาก Lateral border of superior articular process และ Upper border of transverse process
- ค่าความยาวของ Pedicle axis จากตำแหน่งจุดทางเข้าของ Pedicular screw จนถึงขอบหน้าของกระดูกสันหลัง เพื่อมาใช้ในการเลือกความยาวของ Pedicular screw ที่เหมาะสม

#### 2.1 ค่าความกว้างของ Thoracic pedicle ( Pedicle width )

ค่านี้หาได้จากวัดค่าความกว้างของ Thoracic pedicle (Pedicle width) โดยใช้ Vernier calipers ทำการวัดโดยตรงจากกระดูก โดยวัดบริเวณ Pedicle isthmus คือบริเวณที่แคบที่สุดของ Thoracic pedicle โดยผลการวัดแสดงดังตารางด้านล่าง



รูปที่ 17 แสดงตำแหน่งในการวัด Pedicle width

ตาราง 3 แสดงค่าความกว้างของ Thoracic pedicle ( Pedicle width )

ระดับกระดูก	ค่าความกว้างของ Thoracic pedicle (mm)		
	Mean	SD	Range
T1	8.6	1.04	6.12-11.00
T2	6.68	0.99	4.16-8.80
T3	5.36	0.93	3.36-7.86
T4	4.88	0.95	2.96-7.62
T5	4.82	0.95	2.84-7.40
T6	5.05	0.99	2.82-8.10
T7	5.27	1.06	3.18-9.00
T8	5.52	1.02	2.74-8.24
T9	6.14	1.04	3.90-8.64
T10	7.32	1.08	5.04-10.10
T11	8.78	1.18	6.60-12.00
T12	8.63	1.55	5.22-13.24

ผลการวัดค่าความกว้างของ Thoracic pedicle พบว่าที่ระดับ T5 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ  $4.82 \pm 0.95$  mm. และที่ระดับ T11 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ  $8.78 \pm 1.18$  mm. โดยแนวโน้มค่าเฉลี่ยลดลงจากระดับ T1-T5 และเพิ่มขึ้นจากระดับ T5-T11 จากนั้นลดลงอีกที่ระดับ T12

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ตาราง 4 แสดงค่าความกว้างของ Thoracic pedicle ( Pedicle width ) โดยแยกข้างขวาและข้างซ้าย

ระดับกระดูก	ค่าความกว้างของ Thoracic pedicle (mm)						P Value
	ข้างขวา			ข้างซ้าย			
	Mean	SD	Range	Mean	SD	Range	
T1	8.68	1.07	6.12-11.00	8.53	1.03	6.46-10.86	NS
T2	6.69	1.01	4.16-8.80	6.66	0.97	4.30-8.80	NS
T3	5.34	0.96	3.36-7.86	5.38	0.91	3.50-7.86	NS
T4	4.88	0.97	3.06-7.50	4.87	0.93	2.96-7.62	NS
T5	4.88	0.94	2.84-7.16	4.76	0.95	2.92-7.40	NS
T6	5.04	0.94	3.26-7.60	5.06	1.05	2.82-8.10	NS
T7	5.27	1.03	3.20-8.72	5.27	1.11	3.18-9.00	NS
T8	5.61	0.95	3.40-8.24	5.44	1.09	2.74-8.08	NS
T9	6.17	1.02	4.00-8.64	6.10	1.06	3.90-7.96	NS
T10	7.31	1.05	5.04-10.10	7.33	1.11	5.40-9.88	NS
T11	8.80	1.14	7.10-12.00	8.76	1.24	6.60-11.80	NS
T12	8.68	1.53	5.60-13.24	8.58	1.59	5.22-13.06	NS

ผลการวัดค่าความกว้างของ Thoracic pedicle (Pedicle width) โดยแยกข้างขวาและข้างซ้าย ได้ผลดังนี้ ข้างขวาพบว่าที่ระดับ T11 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ  $8.80 \pm 1.14$  mm. และที่ระดับ T4 และ T5 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ  $4.88 \pm 0.97$  mm. และ  $4.88 \pm 0.94$  mm. ตามลำดับ ส่วนข้างซ้ายพบว่าที่ระดับ T11 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ  $8.76 \pm 1.24$  mm. และที่ระดับ T5 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ  $4.76 \pm 0.95$  mm.

แนวโน้มค่าเฉลี่ยของข้างขวาลดลงจากระดับ T1-T5 โดยที่ระดับ T4 และ T5 มีค่าเฉลี่ยเท่ากัน และเพิ่มขึ้นจากระดับ T5-T11จากนั้นลดลงอีกที่ระดับ T12 แนวโน้มค่าเฉลี่ยของข้างซ้ายลดลงจากระดับ T1-T5 และเพิ่มขึ้นจากระดับ T5-T11 จากนั้นลดลงอีกที่ระดับ T12

เปรียบเทียบค่าความกว้างของ Thoracic pedicle (Pedicle width) ระหว่างข้างขวาและข้างซ้ายในกระดูกสันหลังส่วนอกแต่ละระดับ โดยใช้ Paired samples test พบว่าไม่มีความแตกต่างระหว่างข้างขวาและข้างซ้ายในกระดูกสันหลังส่วนอกทุกระดับ

ตาราง 5 แสดงค่าความกว้างของ Thoracic pedicle ( Pedicle width ) โดยแยกเพศชายและหญิง

ระดับกระดูก	ค่าความกว้างของ Thoracic pedicle (mm)						P Value
	เพศชาย			เพศหญิง			
	Mean	SD	Range	Mean	SD	Range	
T1	8.68	0.99	6.52-10.92	8.46	1.14	6.12-11.00	NS
T2	6.85	0.88	4.76-8.80	6.37	1.11	4.16-8.80	≤ 0.05
T3	5.47	0.83	3.94-7.86	5.17	1.09	3.36-7.60	NS
T4	4.92	0.92	2.96-7.62	4.80	1.01	3.30-6.98	NS
T5	4.86	0.90	2.96-7.40	4.75	1.04	2.84-6.98	NS
T6	5.08	0.96	2.82-8.10	5.01	1.06	3.22-7.60	NS
T7	5.24	0.92	3.18-7.60	5.22	1.13	3.26-8.72	NS
T8	5.57	0.93	3.32-8.08	5.44	1.18	2.74-8.24	NS
T9	6.15	1.10	3.90-8.64	6.11	0.92	4.40-7.90	NS
T10	7.35	1.07	5.04-10.10	7.27	1.11	5.40-9.88	NS
T11	8.78	1.16	6.60-12.00	8.78	1.24	6.86-11.80	NS
T12	8.65	1.66	5.22-13.24	8.59	1.36	5.96-11.60	NS

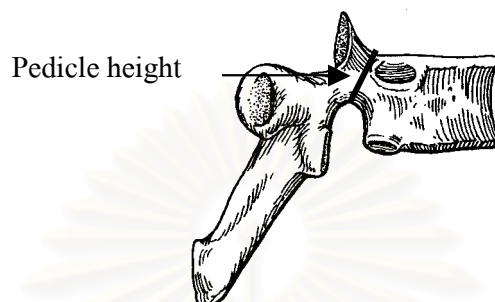
ผลการวัดค่าความกว้างของ Thoracic pedicle (Pedicle width) โดยแยกเพศชายและเพศหญิง ได้ผลดังนี้ ในเพศชายพบว่าที่ระดับ T5 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ  $4.86 \pm 0.90$  mm. และที่ระดับ T11 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ  $8.78 \pm 1.16$  mm. ส่วนในเพศหญิงพบว่า ที่ระดับ T5 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ  $4.75 \pm 1.04$  mm. และที่ระดับ T11 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ  $8.78 \pm 1.24$  mm.

แนวโน้มค่าเฉลี่ยลดลงจากระดับ T1-T5 และเพิ่มขึ้นจากระดับ T5-T11 จากนั้นลดลงอีกที่ระดับ T12 เหมือนกันทั้งในเพศชายและเพศหญิง

เปรียบเทียบค่าความกว้างของ Thoracic pedicle (Pedicle width) ระหว่างเพศชายและเพศหญิงในกระดูกสันหลังส่วนอกแต่ละระดับ โดยใช้ Independent samples test พบว่าที่ระดับ T2 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างเพศชายและเพศหญิง โดยเพศชายมีค่าเฉลี่ยมากกว่าเพศหญิง

## 2.2 ค่าความสูงของ Thoracic pedicle (Pedicule height)

ค่านี้หาได้จากค่าความสูงของ Thoracic pedicle (Pedicule height) โดยใช้ Vernier calipers ทำการวัดโดยตรงจากกระดูก โดยวัดบริเวณ Pedicle isthmus คือบริเวณที่แคบที่สุดของ Thoracic pedicle



รูปที่ 18 แสดงตำแหน่งในการวัด Pedicle height

ตาราง 6 แสดงค่าความสูงของ Thoracic pedicle (Pedicule height)

ระดับกระดูก	ค่าความสูงของ Thoracic pedicle (mm)		
	Mean	SD	Range
T1	9.20	0.99	6.60-11.26
T2	10.86	1.19	7.66-13.52
T3	11.42	1.22	8.44-14.10
T4	11.48	1.25	8.90-14.90
T5	11.31	1.24	8.38-15.00
T6	11.33	1.12	8.72-13.80
T7	11.69	1.14	8.96-14.14
T8	12.26	1.21	9.22-15.06
T9	13.02	1.09	10.72-15.4
T10	14.88	1.02	12.66-16.90
T11	16.27	1.19	12.40-18.26
T12	16.14	1.55	13.24-20.12

ผลจากการวัดค่าความสูงของ Thoracic pedicle (Pedicle height) พบว่าที่ระดับ T1 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด เท่ากับ  $9.20 \pm 0.99$  mm. และที่ระดับ T11 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ  $16.27 \pm 1.19$  mm. แนวโน้มของค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจากระดับ T1-T4 จากนั้นลดลงที่ระดับ T5 และเพิ่มขึ้นจากระดับ T5-T11 และลดลงอีกที่ระดับ T12

ตาราง 7 แสดงค่าความสูงของ Thoracic pedicle (Pedicle height) โดยแยกข้างขวาและข้างซ้าย

ระดับกระดูก	ค่าความสูงของ Thoracic pedicle (mm)						P Value
	ข้างขวา			ข้างซ้าย			
	Mean	SD	Range	Mean	SD	Range	
T1	9.12	0.97	6.90-11.22	9.28	1.01	6.60-11.26	NS
T2	10.77	1.11	7.66-13.00	10.95	1.26	7.68-13.52	$\leq 0.05$
T3	11.33	1.12	8.44-13.74	11.51	1.32	8.80-14.10	$\leq 0.05$
T4	11.47	1.27	8.90-14.20	11.48	1.24	9.10-14.90	NS
T5	11.25	1.16	8.38-13.64	11.37	1.31	8.90-15.00	NS
T6	11.29	1.22	8.72-13.80	11.36	1.04	9.18-13.46	NS
T7	11.59	1.08	9.02-14.14	11.79	1.17	8.96-13.94	$\leq 0.05$
T8	11.94	1.10	9.22-13.92	12.57	1.24	9.90-15.06	$\leq 0.05$
T9	12.90	1.05	10.72-15.40	13.13	1.12	10.80-15.38	NS
T10	14.97	1.12	12.66-16.86	14.78	0.91	13.16-16.90	NS
T11	16.11	1.24	12.90-17.94	16.33	1.14	12.40-18.26	$\leq 0.05$
T12	16.00	1.46	13.60-20.12	16.29	1.65	13.24-19.72	NS

ผลการวัดค่าความกว้างของ Thoracic pedicle (Pedicle height) โดยแยกข้างขวาและข้างซ้าย ได้ผลดังนี้ ข้างขวาพบว่าที่ระดับ T1 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ  $9.12 \pm 0.97$  mm. และที่ระดับ T11 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ  $16.11 \pm 1.24$  mm. ส่วนข้างซ้ายพบว่าที่ระดับ T1 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ  $9.28 \pm 1.01$  mm. และที่ระดับ T11 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ  $16.33 \pm 1.14$  mm.

แนวโน้มค่าเฉลี่ยของข้างขวาเพิ่มขึ้นจากระดับ T1-T4 จากนั้นลดลงที่ระดับ T5 และเพิ่มขึ้นจากระดับ T5-T11 และลดลงอีกที่ระดับ T12 ส่วนแนวโน้มค่าเฉลี่ยของข้างซ้ายเพิ่มขึ้น จากระดับ T1-T3 จากนั้นลดลงที่ระดับ T3-T6 และค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นอีกจากระดับ T6-T11 และลดลงอีกที่ระดับ T12

เปรียบเทียบค่าความสูงของ Thoracic pedicle (Pedicle height) ระหว่างข้างขวาและข้างซ้าย ในกระดูกสันหลังส่วนอกแต่ละระดับ โดยใช้ Paired samples test พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างข้างขวาและข้างซ้าย ที่ระดับ T2, T3, T7, T8 และ T11 โดยทุกระดับที่กล่าวมานั้น ค่าเฉลี่ยของข้างซ้ายมีค่ามากกว่าข้างขวา

ตาราง 8 แสดงค่าความสูงของ Thoracic pedicle (Pedicle height) โดยแยกเพศชายและหญิง

ระดับกระดูก	ค่าความสูงของ Thoracic pedicle (mm)						P Value
	เพศชาย			เพศหญิง			
	Mean	SD	Range	Mean	SD	Range	
T1	9.36	0.97	7.24-11.26	8.90	0.95	6.60-11.22	≤ 0.05
T2	11.03	1.01	8.92-13.52	10.57	1.41	7.66-13.32	NS
T3	11.61	1.02	8.80-14.10	11.07	1.47	8.44-13.64	≤ 0.05
T4	11.66	1.17	9.50-14.90	11.09	1.39	8.90-14.20	≤ 0.05
T5	11.56	1.03	9.36-15.00	10.87	1.45	8.38-14.66	≤ 0.05
T6	11.58	0.88	9.46-13.68	10.88	1.36	8.72-13.80	≤ 0.05
T7	11.81	0.93	9.52-13.94	11.48	1.41	8.96-14.14	NS
T8	12.43	1.08	9.86-14.86	11.94	1.37	9.22-15.06	NS
T9	13.15	0.97	10.80-15.40	12.78	1.24	10.72-15.38	NS
T10	15.05	0.93	13.00-16.90	14.56	1.10	12.66-16.68	≤ 0.05
T11	16.29	1.24	12.40-18.14	16.10	1.09	13.30-18.26	NS
T12	16.26	1.51	13.24-20.12	15.93	1.64	13.56-19.72	NS

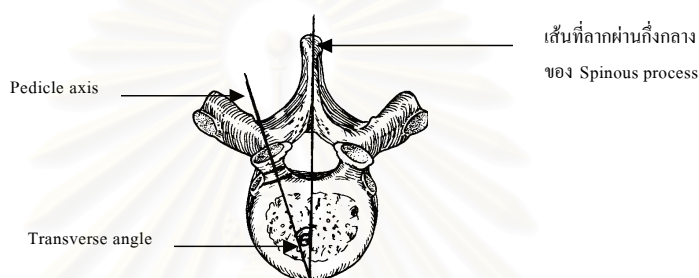
ผลการวัดค่าความกว้างของ Thoracic pedicle (Pedicle height) โดยแยกเพศชายและเพศหญิง ได้ผลดังนี้ เพศชายพบว่าที่ระดับ T1 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ  $9.36 \pm 0.97$  mm. และที่ระดับ T11 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ  $16.29 \pm 1.24$  mm. ส่วนในเพศหญิงพบว่าที่ระดับ T1 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ  $8.90 \pm 0.95$  mm. และที่ระดับ T11 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ  $16.10 \pm 1.09$  mm.

แนวโน้มค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจากระดับ T1-T4 และลดลงที่ระดับ T5 จากนั้นเพิ่มขึ้นตั้งแต่ระดับ T5 จนถึง T11 และลดลงอีกครั้งที่ระดับ T12 เหมือนกันทั้งในเพศชายและเพศหญิง

เปรียบเทียบค่าความสูงของ Thoracic pedicle (Pedicule height) ระหว่างเพศชายและเพศหญิง ในกระดูกสันหลังส่วนอกแต่ละระดับ โดยใช้ Independent samples test พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างเพศชายและเพศหญิงที่ระดับ T1, T2-T6 และ T10 โดยระดับที่กล่าวมานั้น ค่าความสูงของ Thoracic pedicle ในเพศชายมีค่าเฉลี่ยมากกว่าเพศหญิง

### 2.3 ค่ามุมในแนว Transverse (Transverse angle)

ค่านี้หาได้จากการวัดค่ามุมที่อยู่ระหว่างเส้นที่ลากผ่านแนวกึ่งกลางของ Spinous process กับ เส้นที่ลากผ่าน Pedicle axis ในแนว Transverse



รูปที่ 19 แสดงการวัดค่า Pedicle transverse angle

ตาราง 9 แสดงค่า Transverse angle

ระดับกระดูก	ค่า Transverse angle (องศา)		
	Mean	SD	Range
T1	36.23	1.60	32.60-39.90
T2	26.85	2.83	20.00-33.00
T3	20.18	2.69	14.60-26.80
T4	15.73	2.26	12.20-20.80
T5	11.72	2.01	9.10-17.80
T6	10.67	1.63	6.10-16.40
T7	9.14	0.62	8.00-11.20
T8	8.34	0.42	7.10-9.40
T9	7.62	0.48	5.20-8.10
T10	5.18	0.53	4.20-7.00
T11	2.30	0.92	1.10-4.80
T12	-5.68	1.52	(-8.70)-(-2.00)



ผลการวัดค่า Transverse angle พบว่าที่ระดับ T12 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ  $-5.68 \pm 1.52$  องศา และที่ระดับ T1 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ  $36.23 \pm 1.60$  องศา โดยแนวโน้มค่าเฉลี่ยลดลงจากระดับ T1-T12

ตาราง 10 แสดงค่า Transverse Angle โดยแยกข้างขวาและข้างซ้าย

ระดับกระดูก	ค่า Transverse angle (องศา)						P Value
	ข้างขวา			ข้างซ้าย			
	Mean	SD	Range	Mean	SD	Range	
T1	36.25	1.56	32.60-39.90	36.22	1.65	32.80-39.30	NS
T2	26.88	2.83	20.10-33.00	26.82	2.86	20.00-32.90	NS
T3	20.22	2.69	14.80-26.80	20.18	2.69	14.60-26.80	NS
T4	15.75	2.29	12.30-20.80	15.70	2.25	12.20-20.40	NS
T5	11.77	2.09	9.30-17.80	11.66	2.00	9.10-17.10	$\leq 0.05$
T6	10.68	1.58	6.90-16.20	10.66	1.70	6.10-16.40	NS
T7	9.13	0.62	8.00-11.00	9.14	0.62	8.20-11.20	NS
T8	8.33	0.43	7.10-9.40	8.33	0.40	7.20-9.20	NS
T9	7.62	0.43	5.80-8.10	7.61	0.53	5.20-8.10	NS
T10	5.21	0.54	4.70-7.00	5.14	0.51	4.20-6.60	NS
T11	2.29	0.97	1.10-4.70	2.31	0.88	1.20-4.80	NS
T12	-5.69	1.50	(-8.10)-(-2.10)	-5.68	1.55	(-8.70)-(-2.00)	NS

ผลการวัดค่า Transverse angle โดยแยกข้างขวาและข้างซ้ายได้ผลดังนี้ ข้างขวาพบว่าที่ระดับ T12 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ  $-5.69 \pm 1.50$  องศา และที่ระดับ T1 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ  $36.25 \pm 1.56$  องศา ส่วนข้างซ้ายพบว่าที่ระดับ T12 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ  $-5.68 \pm 1.55$  องศา และที่ระดับ T1 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ  $36.22 \pm 1.65$  องศา

แนวโน้มค่าเฉลี่ยเหมือนกันทั้งในข้างขวาและข้างซ้าย คือลดลงจากระดับ T1-T12

เปรียบเทียบค่า Transverse angle ระหว่างข้างขวาและข้างซ้ายในกระดูกสันหลังส่วนอกแต่ละระดับ โดยใช้ Paired Samples Test พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างข้างขวาและข้างซ้ายที่ระดับ T5 โดยที่ข้างขวามีค่าเฉลี่ยมากกว่าข้างซ้าย

ตาราง 11 แสดงค่า Transverse angle โดยแยกเพศชายและเพศหญิง

ระดับกระดูก	ค่า Transverse angle (องศา)						P Value
	เพศชาย			เพศหญิง			
	Mean	SD	Range	Mean	SD	Range	
T1	36.47	1.38	34.00-39.30	35.80	1.88	32.60-39.90	NS
T2	27.29	2.79	22.50-33.00	26.07	2.78	20.00-30.70	≤ 0.05
T3	20.59	2.33	12.40-25.80	19.46	3.14	14.60-26.80	≤ 0.05
T4	16.07	1.88	12.70-19.80	15.12	2.74	12.20-20.80	NS
T5	11.69	1.87	9.10-16.60	11.76	2.26	9.40-17.80	NS
T6	10.70	1.70	6.10-15.80	10.61	1.52	9.50-16.40	NS
T7	9.20	0.70	8.00-11.20	9.02	0.43	8.20-9.90	NS
T8	8.32	0.46	7.10-9.40	8.36	0.32	7.30-9.00	NS
T9	7.60	0.44	6.00-8.10	7.63	0.55	5.20-8.00	NS
T10	5.23	0.47	4.30-6.90	5.08	0.61	4.20-7.00	NS
T11	2.31	0.87	1.10-4.80	2.28	1.03	1.30-4.70	NS
T12	-5.69	1.48	(-8.70)-(-2.00)	-5.68	1.60	(-7.90)-(-3.00)	NS

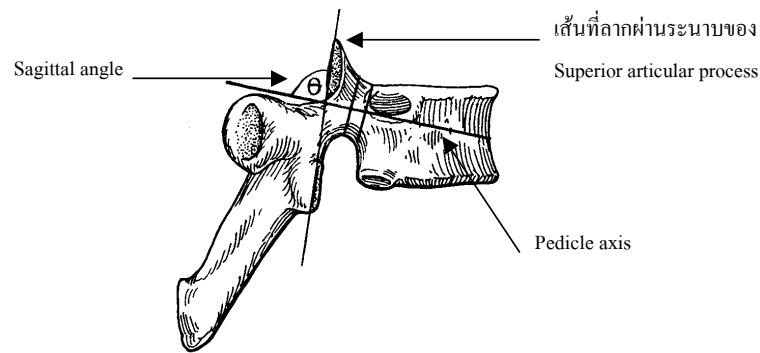
ผลการวัดค่า Transverse angle โดยแยกเพศชายและเพศหญิงได้ผลดังนี้ ในเพศชายพบว่าที่ระดับ T12 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ  $-5.69 \pm 1.48$  องศา และที่ระดับ T1 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ  $36.47 \pm 1.38$  องศา ส่วนในเพศหญิงพบว่าที่ระดับ T12 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ  $-5.68 \pm 1.60$  องศา และที่ระดับ T1 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ  $35.80 \pm 1.88$  องศา

แนวโน้มค่าเฉลี่ยเหมือนกันทั้งในเพศชายและเพศหญิงคือลดลงจากระดับ T1-T12

เปรียบเทียบค่า Transverse angle ระหว่างเพศชายและเพศหญิงในกระดูกสันหลังส่วนอกแต่ละระดับ โดยใช้ Independent samples test พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างเพศชายและเพศหญิงที่ระดับ T2 และ T3 โดยทุกระดับที่กล่าวมานั้นค่าเฉลี่ยในเพศชายมากกว่าเพศหญิง

#### 2.4 ค่ามุมในแนว Sagittal (Sagittal angle)

ค่านี้หาได้จากการวัดค่ามุมที่อยู่ระหว่างเส้นที่ลากผ่านระนาบของ Superior articular process กับ เส้นที่ลากผ่าน Pedicle axis ในแนว Sagittal



รูปที่ 20 แสดงการวัดค่า Pedicle sagittal angle

ตาราง 12 แสดงค่า Sagittal angle

ระดับกระดูก	ค่า Sagittal angle (องศา)		
	Mean	SD	Range
T1	110.73	4.80	92.30-118.70
T2	93.84	4.04	79.20-100.50
T3	91.90	3.91	79.40-99.20
T4	91.27	4.15	80.20-98.90
T5	91.49	3.79	81.40-98.80
T6	90.71	4.06	80.70-97.70
T7	90.95	4.05	80.80-98.60
T8	90.93	3.52	80.00-97.80
T9	89.71	3.83	80.10-96.90
T10	93.18	3.65	84.00-99.60
T11	95.42	3.12	87.10-99.80
T12	96.98	3.44	89.10-110.50

ผลการวัดค่า Sagittal angle พบว่าที่ระดับ T9 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ  $89.71 \pm 3.83$  องศา และที่ระดับ T1 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ  $110.73 \pm 4.80$  องศา  
แนวโน้มของค่าเฉลี่ยไม่มีรูปแบบที่แน่นอน

ตาราง 13 แสดงค่า Sagittal angle โดยแยกข้างขวาและข้างซ้าย

ระดับกระดูก	ค่า Sagittal angle (องศา)						P Value
	ข้างขวา			ข้างซ้าย			
	Mean	SD	Range	Mean	SD	Range	
T1	110.71	4.84	92.40-118.70	110.74	4.81	92.30-118.20	NS
T2	93.84	4.12	79.20-100.30	93.83	3.99	80.20-100.50	NS
T3	91.83	3.92	79.40-99.20	91.96	3.94	79.40-99.20	≤ 0.05
T4	91.26	4.20	80.20-98.90	91.28	4.15	80.70-98.70	NS
T5	91.45	3.83	81.40-98.80	91.53	3.78	81.90-98.80	NS
T6	90.65	4.08	80.70-97.70	90.76	4.09	80.80-97.50	≤ 0.05
T7	90.91	4.10	80.80-98.60	91.00	4.04	80.90-98.60	NS
T8	90.90	3.58	80.00-97.50	90.96	3.50	80.60-97.80	NS
T9	89.72	3.83	80.10-96.60	89.69	3.87	80.90-96.40	NS
T10	93.14	3.64	84.30-98.90	93.21	3.64	84.30-98.90	NS
T11	95.38	3.16	87.40-99.50	95.46	3.11	87.10-99.80	NS
T12	96.89	3.48	89.10-110.20	97.07	3.43	89.90-110.50	≤ 0.05

ผลการวัดค่า Sagittal angle โดยแยกข้างขวาและข้างซ้ายได้ผลดังนี้ ข้างขวาพบว่าที่ระดับ T9 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ  $89.72 \pm 3.83$  องศา และที่ระดับ T1 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ  $110.71 \pm 4.84$  องศา ส่วนข้างซ้ายพบว่าที่ระดับ T9 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ  $89.69 \pm 3.87$  องศา และที่ระดับ T1 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ  $110.74 \pm 4.81$  องศา

แนวโน้มของค่าเฉลี่ยทั้งข้างขวาและข้างซ้ายไม่มีรูปแบบที่แน่นอน

เปรียบเทียบค่า Sagittal angle ระหว่างข้างขวาและข้างซ้ายในกระดูกสันหลังส่วนอกแต่ละระดับ โดยใช้ Paired samples test พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างข้างขวาและข้างซ้ายที่ระดับ T3, T6 และ T12 โดยทุกระดับที่กล่าวมา ค่าเฉลี่ยข้างซ้ายมีค่ามากกว่าข้างขวา

ตาราง 14 แสดงค่า Sagittal angle โดยแยกเพศชายและเพศหญิง

ระดับกระดูก	ค่า Sagittal angle (องศา)						P Value
	เพศชาย			เพศหญิง			
	Mean	SD	Range	Mean	SD	Range	
T1	110.98	4.58	92.30-117.60	110.28	5.20	99.30-118.70	NS
T2	93.09	4.49	79.20-100.50	95.16	2.64	90.00-99.90	≤ 0.05
T3	91.15	4.20	79.40-99.00	93.23	2.93	86.70-99.20	≤ 0.05
T4	91.28	4.49	80.70-98.70	91.25	3.52	81.60-96.40	NS
T5	91.13	3.75	85.30-98.80	92.12	3.83	81.40-97.60	NS
T6	90.52	4.16	81.30-97.70	90.95	3.90	80.70-96.50	NS
T7	90.49	4.44	80.80-98.60	91.79	3.13	85.10-95.90	NS
T8	90.40	3.51	80.00-97.70	91.86	3.39	84.90-97.30	≤ 0.05
T9	89.07	4.15	80.10-96.60	90.84	2.91	86.60-95.40	≤ 0.05
T10	93.03	3.76	84.10-99.60	93.43	3.48	84.00-98.20	NS
T11	94.90	3.29	87.10-99.80	96.22	2.68	89.00-99.40	≤ 0.05
T12	96.19	2.93	89.10-100.90	98.38	3.86	90.30-110.50	≤ 0.05

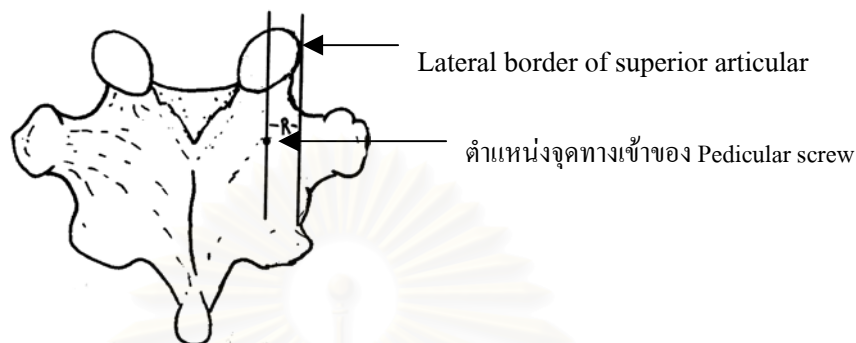
ผลการวัดค่า Sagittal angle โดยแยกเพศชายและเพศหญิงได้ผลดังนี้ ในเพศชายพบว่าที่ระดับ T9 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ  $89.07 \pm 4.15$  องศา และที่ระดับ T1 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ  $110.98 \pm 4.58$  องศา ส่วนในเพศหญิงพบว่าที่ระดับ T9 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ  $90.84 \pm 2.91$  องศา และที่ระดับ T1 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ  $110.28 \pm 5.20$  องศา

แนวโน้มของค่าเฉลี่ยไม่มีรูปแบบที่แน่นอนทั้งในเพศชายและเพศหญิง

เปรียบเทียบค่า Sagittal angle ระหว่างเพศชายและเพศหญิงในกระดูกสันหลังส่วนอกแต่ละระดับ โดยใช้ Independent samples test พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างเพศชายและเพศหญิงที่ระดับ T2, T3, T8, T9, T11 และ T12 โดยทุกระดับที่กล่าวมานั้น ค่าเฉลี่ยในเพศหญิงมีค่ามากกว่าเพศชาย

2.5 ค่าระยะทางจากจุดตำแหน่งทางเข้าของสกรูถึง Lateral border of superior articular process

ค่านี้หาได้จากการวัดระยะทางจากจุดตำแหน่งทางเข้าของสกรูถึง Lateral border of superior articular process ซึ่งอยู่ถัดออกไปทางด้านนอกจากจุดตำแหน่งทางเข้า



รูปที่ 21 แสดงการวัดระยะทางจากจุดตำแหน่งทางเข้าของสกรูถึง Lateral border of superior articular

ตาราง 15 แสดงค่าระยะทางจากจุดตำแหน่งทางเข้าของสกรูถึง Lateral border of superior articular process

ระดับกระดูก	ค่าระยะทางจากจุดตำแหน่งทางเข้าของสกรูถึง Lateral border of superior articular process (mm.)		
	Mean	SD	Range
T1	7.62	0.91	5.00-9.00
T2	6.02	0.94	4.00-8.00
T3	5.09	0.82	3.50-7.50
T4	5.07	0.77	3.00-7.25
T5	4.77	0.81	2.50-7.00
T6	4.74	0.68	2.50-6.50
T7	4.68	0.73	3.25-6.75
T8	4.85	0.77	2.75-7.50
T9	5.07	0.89	2.25-8.00
T10	5.55	0.96	2.25-7.50
T11	5.64	0.95	3.00-8.50
T12	5.31	1.00	3.00-8.00



ผลการวัดค่าระยะทางจากจุดตำแหน่งทางเข้าของสกรูถึง Lateral border of superior articular process พบว่าที่ระดับ T7 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ  $4.68 \pm 0.73$  mm. และที่ระดับ T1 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ  $7.62 \pm 0.91$ mm.

แนวโน้มน้ำค่าเฉลี่ยลดลงจากระดับ T1-T7 และเพิ่มขึ้นจากระดับ T7-T11 และลดลงอีกครั้งที่ระดับ T12

ตาราง 16 แสดงค่าระยะทางจากจุดตำแหน่งทางเข้าของสกรูถึง Lateral border of superior articular process โดยแยกข้างขวาและข้างซ้าย

ระดับกระดูก	ค่าระยะทางจากจุดตำแหน่งทางเข้าของสกรูถึง Lateral border of superior articular process (mm.)						P Value
	ข้างขวา			ข้างซ้าย			
	Mean	SD	Range	Mean	SD	Range	
T1	7.67	0.94	5.00-9.00	7.58	0.88	5.50-9.00	NS
T2	6.00	0.90	4.00-8.00	6.05	0.98	4.00-8.00	NS
T3	5.15	0.85	3.50-7.50	5.04	0.79	3.50-7.00	$\leq 0.05$
T4	5.11	0.78	3.00-7.00	5.03	0.78	3.00-7.25	NS
T5	4.79	0.85	2.50-7.00	4.74	0.79	3.00-6.50	NS
T6	4.74	0.71	2.50-6.50	4.73	0.66	3.25-6.50	NS
T7	4.68	0.70	3.50-6.75	4.69	0.75	3.25-6.50	NS
T8	4.92	0.79	2.75-7.50	4.79	0.76	3.00-7.00	$\leq 0.05$
T9	5.08	0.92	2.25-8.00	5.06	0.88	2.50-7.00	NS
T10	5.56	0.97	2.25-7.50	5.54	0.96	2.50-7.50	NS
T11	5.64	1.02	3.00-8.25	5.64	0.90	3.00-8.50	NS
T12	5.29	1.01	3.00-7.75	5.32	0.99	3.00-8.00	NS

ผลการวัดค่าระยะทางจากจุดตำแหน่งทางเข้าของสกรูถึง Lateral border of superior articular process โดยแยกข้างขวาและข้างซ้ายได้ผลดังนี้ ข้างขวาพบว่าที่ระดับ T7 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ  $4.68 \pm 0.70$  mm. และที่ระดับ T1 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ  $7.67 \pm 0.94$  mm. ส่วนข้างซ้ายพบว่าที่ระดับ T7 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ  $4.69 \pm 0.75$  mm.

แนวโน้มน้ำค่าเฉลี่ยของข้างขวาลดลงจากระดับ T1-T7 และเพิ่มขึ้นจากระดับ T7-T11 และลดลงอีกครั้งที่ระดับ T12 ส่วนแนวโน้มน้ำค่าเฉลี่ยของข้างซ้ายลดลงจากระดับ T1-T7 และเพิ่มขึ้นจากระดับ T7-T11 และลดลงอีกครั้งที่ระดับ T12

เปรียบเทียบค่าระยะทางจากจุดตำแหน่งทางเข้าของสกรูถึง Lateral border of superior articular process ระหว่างข้างขวาและข้างซ้ายในกระดูกสันหลังส่วนอกแต่ละระดับ โดยใช้ Paired samples test พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างข้างขวาและข้างซ้ายที่ระดับ T3 และ T8 โดยค่าเฉลี่ยของข้างขวามากกว่าข้างซ้าย

ตาราง 17 แสดงค่าระยะทางจากจุดตำแหน่งทางเข้าของสกรูถึง Lateral border of superior articular process โดยแยกเพศชายและเพศหญิง

ระดับกระดูก	ค่าระยะทางจากจุดตำแหน่งทางเข้าของสกรูถึง Lateral border of superior articular process (mm.)						P Value
	เพศชาย			เพศหญิง			
	Mean	SD	Range	Mean	SD	Range	
T1	7.69	0.94	5.00-9.00	7.49	0.85	5.50-8.50	NS
T2	6.19	0.94	4.00-8.00	5.73	0.86	4.50-7.50	≤ 0.05
T3	5.26	0.72	3.75-7.50	4.79	0.91	3.50-7.00	≤ 0.05
T4	5.18	0.71	4.00-7.25	4.87	0.85	3.00-6.75	≤ 0.05
T5	4.95	0.71	3.50-7.00	4.44	0.90	2.50-6.50	≤ 0.05
T6	4.89	0.65	3.75-6.50	4.47	0.66	2.50-5.50	≤ 0.05
T7	4.83	0.78	3.25-6.75	4.42	0.53	3.75-6.00	≤ 0.05
T8	4.90	0.83	3.50-7.50	4.76	0.67	2.75-6.00	NS
T9	5.17	0.89	3.00-8.00	4.89	0.88	2.25-7.00	NS
T10	5.65	0.89	4.00-7.50	5.36	1.06	2.25-7.00	NS
T11	5.75	0.97	3.00-8.50	5.44	0.91	3.00-7.25	NS
T12	5.40	0.98	4.00-8.00	5.14	1.02	3.00-7.50	NS

ผลการวัดค่าระยะทางจากจุดตำแหน่งทางเข้าของสกรูถึง Lateral border of superior articular process โดยแยกเพศชายและเพศหญิง ได้ผลดังนี้ ในเพศชายพบว่าที่ระดับ T7 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ

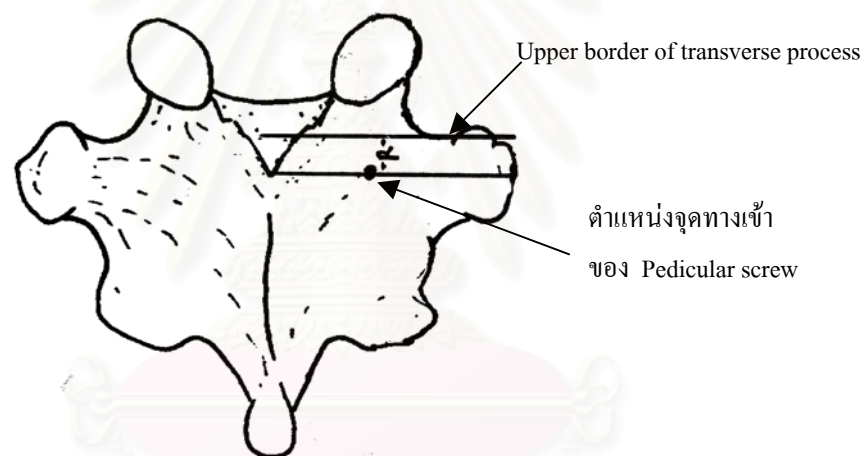
4.83 ± 0.78 mm. และที่ระดับ T1 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 7.69 ± 0.94 mm. ส่วนในเพศหญิงพบว่าที่ระดับ T7 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ 4.42 ± 0.53 mm. และที่ระดับ T1 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 7.49 ± 0.85 mm.

แนวโน้มค่าเฉลี่ยในเพศชายลดลงจากระดับ T1-T7 และเพิ่มขึ้นจากระดับ T7-T11 และลดลงอีกครั้งที่ระดับ T12 ส่วนแนวโน้มค่าเฉลี่ยในเพศหญิงไม่มีรูปแบบที่แน่นอน

เปรียบเทียบค่าระยะทางจากจุดตำแหน่งทางเข้าของสกรูถึง Lateral border of superior articular process ระหว่างเพศชายและเพศหญิงในกระดูกสันหลังส่วนอกแต่ละระดับ โดยใช้ Independent samples test พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างเพศชายและเพศหญิงที่ระดับ T2-T7 โดยค่าเฉลี่ยของเพศชายมีค่ามากกว่าเพศหญิง

## 2.6 ค่าระยะทางจากจุดตำแหน่งทางเข้าของสกรูถึง Upper border of transverse process

ค่านี้หาได้จากการวัดระยะทางจากจุดตำแหน่งทางเข้าของสกรูถึง Upper border of transverse process ซึ่งอยู่ห่างจากตำแหน่งทางเข้าของ Pedicular screw ไปทางด้านบน



รูปที่ 22 แสดงการวัดระยะทางจากจุดตำแหน่งทางเข้าของสกรูถึง Upper border of transverse process

ตาราง 18 แสดงค่าระยะทางจากจุดตำแหน่งทางเข้าของสกรูถึง Upper border of transverse process

ระดับกระดูก	ค่าระยะทางจากจุดตำแหน่งทางเข้าของสกรูถึง Upper border of transverse process (mm.)		
	Mean	SD	Range
T1	4.39	0.61	3.00-5.50
T2	3.71	0.83	0.00-5.25
T3	3.22	0.86	0.00-5.50
T4	3.35	0.88	0.00-5.00
T5	3.45	0.78	1.50-5.00
T6	3.30	0.74	0.00-4.50
T7	3.33	0.74	1.75-5.50
T8	3.29	0.96	1.50-5.50
T9	3.60	0.98	1.50-5.50
T10	3.85	0.95	2.00-6.00
T11	4.13	0.92	2.25-6.00
T12	4.71	0.67	3.00-6.00

ผลการวัดค่าระยะทางจากจุดตำแหน่งทางเข้าของสกรูถึง Upper border of transverse process พบว่าที่ระดับ T3 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ  $3.22 \pm 0.86$  mm. และที่ระดับ T12 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ  $4.71 \pm 0.67$  mm.

แนวโน้มของค่าเฉลี่ยไม่มีรูปแบบที่แน่นอน

ศูนย์บริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง 19 แสดงค่าระยะทางจากจุดตำแหน่งทางเข้าของสกรูถึง Upper border of transverse process โดยแยกข้างขวาและข้างซ้าย

ระดับกระดูก	ค่าระยะทางจากจุดตำแหน่งทางเข้าของสกรูถึง Upper border of transverse process (mm.)						P Value
	ข้างขวา			ข้างซ้าย			
	Mean	SD	Range	Mean	SD	Range	
T1	4.40	0.63	3.00-5.50	4.39	0.60	3.00-5.50	NS
T2	3.72	0.83	0.00-5.25	3.71	0.84	0.00-5.00	NS
T3	3.23	0.86	0.00-5.50	3.22	0.87	0.00-5.50	NS
T4	3.36	0.87	0.00-5.00	3.34	0.90	0.00-4.75	NS
T5	3.49	0.82	1.50-5.00	3.42	0.74	1.50-4.50	NS
T6	3.28	0.80	0.00-4.50	3.32	0.68	2.00-4.50	NS
T7	3.35	0.73	2.00-5.50	3.32	0.75	1.75-5.50	NS
T8	3.30	0.97	1.50-5.50	3.29	0.97	1.50-5.50	NS
T9	3.62	1.03	1.50-5.50	3.59	0.95	1.50-5.50	NS
T10	3.84	0.94	2.00-5.75	3.87	0.98	2.00-6.00	NS
T11	4.14	0.95	2.25-6.00	4.13	0.90	2.50-6.00	NS
T12	4.71	0.67	3.00-6.00	4.72	0.67	3.00-6.00	NS

ผลการวัดค่าระยะทางจากจุดตำแหน่งทางเข้าของสกรูถึง Upper border of transverse process โดยแยกข้างขวาและข้างซ้ายได้ผลดังนี้ ข้างขวาพบว่าที่ระดับ T3 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ  $3.23 \pm 0.86$  mm. และที่ระดับ T12 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ  $4.71 \pm 0.67$  mm. ส่วนข้างซ้ายพบว่าที่ระดับ T3 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ  $3.22 \pm 0.87$  mm. และที่ระดับ T12 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ  $4.72 \pm 0.67$  mm.

แนวโน้มของค่าเฉลี่ยทั้งข้างขวาและข้างซ้ายไม่มีรูปแบบที่แน่นอน

เปรียบเทียบค่าระยะทางจากจุดตำแหน่งทางเข้าของสกรูถึง Upper border of transverse process ระหว่างข้างขวาและข้างซ้ายในกระดูกสันหลังส่วนอกแต่ละระดับ โดยใช้ Paired samples test พบว่าไม่มีความแตกต่างระหว่างข้างขวาและข้างซ้ายทุกระดับ

ตาราง 20 แสดงค่าระยะทางจากจุดตำแหน่งทางเข้าของสกรูถึง Upper border of transverse process โดยแยกเพศชายและเพศหญิง

ระดับกระดูก	ค่าระยะทางจากจุดตำแหน่งทางเข้าของสกรูถึง Upper border of transverse process (mm.)						P Value
	เพศชาย			เพศหญิง			
	Mean	SD	Range	Mean	SD	Range	
T1	4.46	0.66	3.00-5.50	4.27	0.51	3.50-5.25	NS
T2	3.66	0.92	0.00-5.00	3.81	0.62	2.50-5.25	NS
T3	3.23	0.82	2.00-5.50	3.22	0.94	0.00-4.25	NS
T4	3.30	0.96	0.00-4.75	3.43	0.72	2.00-5.00	NS
T5	3.51	0.70	2.25-5.00	3.35	0.90	1.50-5.00	NS
T6	3.29	0.60	2.25-4.50	3.28	1.10	0.00-4.50	NS
T7	3.25	0.75	2.25-5.50	3.43	0.73	1.75-4.50	NS
T8	3.22	0.96	1.50-5.25	3.42	0.95	2.00-5.50	NS
T9	3.56	1.02	1.50-5.50	3.60	0.96	1.50-5.50	NS
T10	3.91	0.90	2.00-6.00	3.76	1.05	2.00-5.75	NS
T11	4.26	0.92	2.25-6.00	3.90	0.88	2.25-5.50	NS
T12	4.63	0.65	3.00-6.00	4.86	0.70	3.50-6.00	NS

ผลการวัดค่าระยะทางจากจุดตำแหน่งทางเข้าของสกรูถึง Upper border of transverse process โดยแยกเพศชายและเพศหญิงได้ผลดังนี้ ในเพศชายพบว่าที่ระดับ T3 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ  $3.23 \pm 0.82$  mm. และที่ระดับ T12 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ  $4.63 \pm 0.65$  mm. ส่วนในเพศหญิงพบว่าที่ระดับ T3 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ  $3.22 \pm 0.94$  mm. และที่ระดับ T12 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ  $4.86 \pm 0.70$  mm.

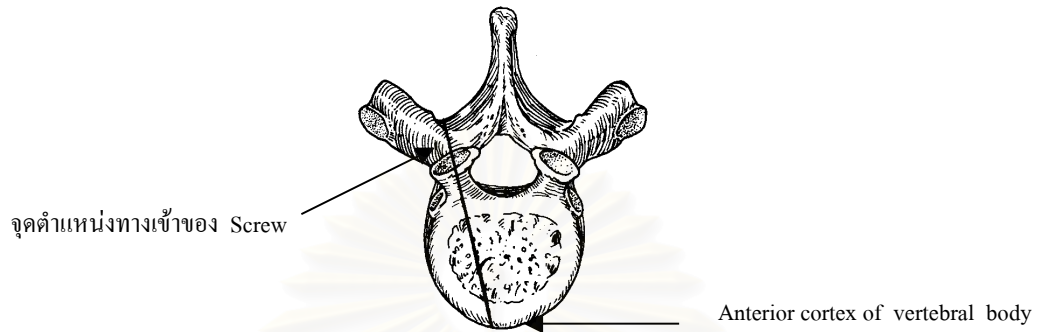
แนวโน้มของค่าเฉลี่ยทั้งเพศชายและเพศหญิงไม่มีรูปแบบที่แน่นอน

เปรียบเทียบค่าระยะทางจากจุดตำแหน่งทางเข้าของสกรูถึง Upper border of transverse process ระหว่างเพศชายและเพศหญิงในกระดูกสันหลังส่วนอกแต่ละระดับ โดยใช้ Independent samples test พบว่าไม่มีความแตกต่างระหว่างเพศชายและเพศหญิง ทุกระดับ



## 2.7 ค่าความยาวของสกรู

ค่านี้หาได้จากการวัดระยะทางจากจุดตำแหน่งทางเข้าของ Screw ไปจนถึงขอบด้านหน้าของกระดูกสันหลังตามแนวของ Pedicle axis



รูปที่ 23 แสดงการวัดระยะทางจากจุดตำแหน่งทางเข้าของสกรูไปยัง Anterior cortex of vertebral body

ตาราง 21 แสดงค่าระยะทางจากจุดตำแหน่งทางเข้าของสกรูไปยัง Anterior cortex of vertebral body

ระดับกระดูก	ค่าระยะทางจากจุดตำแหน่งทางเข้าของสกรูไปยัง Anterior cortex of vertebral body (mm.)		
	Mean	SD	Range
T1	30.37	1.80	27.44-35.70
T2	32.22	2.13	26.58-37.58
T3	34.17	2.30	28.10-39.32
T4	36.33	2.12	30.80-40.00
T5	37.51	2.39	33.16-42.54
T6	39.31	2.70	33.74-47.32
T7	39.95	2.95	31.94-45.70
T8	40.96	2.63	35.20-48.16
T9	41.21	2.98	36.48-48.42
T10	40.56	3.19	35.32-48.20
T11	39.67	2.94	34.66-47.76
T12	37.18	2.89	32.08-45.42

ผลการวัดค่าระยะทางจากจุดตำแหน่งทางเข้าของสกรูไปยัง Anterior cortex of vertebral body พบว่าที่ระดับ T1 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ  $30.37 \pm 1.80$  mm. และที่ระดับ T9 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ  $41.21 \pm 2.98$  mm.

แนวโน้มของค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจากระดับ T1-T9 และลดลงจากระดับ T9-T12

ตาราง 22 แสดงค่าระยะทางจากจุดตำแหน่งทางเข้าของสกรูไปยัง Anterior cortex of vertebral body โดยแยกข้างขวา และข้างซ้าย

ระดับกระดูก	ค่าระยะทางจากจุดตำแหน่งทางเข้าของสกรูไปยัง Anterior cortex of vertebral body (mm.)						P Value
	ข้างขวา			ข้างซ้าย			
	Mean	SD	Range	Mean	SD	Range	
T1	30.40	1.82	27.60-35.20	30.34	1.81	27.44-35.70	NS
T2	32.24	2.17	26.58-37.58	32.21	2.11	26.76-37.36	NS
T3	34.17	2.32	28.54-39.32	34.17	2.31	28.10-39.00	NS
T4	36.34	2.14	30.80-39.82	36.31	2.13	30.98-40.00	NS
T5	37.51	2.43	33.16-42.54	37.51	2.37	33.76-42.00	NS
T6	39.27	2.70	33.74-47.32	39.35	2.72	33.92-47.00	NS
T7	39.96	2.98	31.94-45.40	39.95	2.96	31.94-45.70	NS
T8	40.98	2.66	35.20-48.16	40.94	2.64	35.30-48.00	NS
T9	41.18	2.97	36.48-48.42	41.23	3.02	36.50-48.22	NS
T10	40.59	3.24	35.32-48.10	40.54	3.18	35.90-48.20	NS
T11	39.68	2.95	34.70-47.76	39.66	2.96	34.66-47.00	NS
T12	37.20	2.97	32.08-45.42	37.17	2.85	32.38-45.30	NS

ผลการวัดค่าระยะทางจากจุดตำแหน่งทางเข้าของสกรูไปยัง Anterior cortex of vertebral body โดยแยกข้างขวาและข้างซ้าย ได้ผลดังนี้ ข้างขวาพบว่าที่ระดับ T1 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ  $30.40 \pm 1.82$  mm. และที่ระดับ T9 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ  $41.18 \pm 2.97$  mm. ส่วนข้างซ้ายพบว่าระดับ T1 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ  $30.34 \pm 1.81$  mm. และที่ระดับ T9 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ  $41.23 \pm 3.02$  mm.

แนวโน้มนៃของค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจากระดับ T1-T9 และลดลงจากระดับ T9-T12 เหมือนกันทั้งข้างขวาและข้างซ้าย

เปรียบเทียบค่าระยะทางจากจุดตำแหน่งทางเข้าของสกรูไปยัง Anterior cortex of vertebral body ระหว่างข้างขวาและข้างซ้ายในกระดูกสันหลังส่วนอกแต่ละระดับ โดยใช้ Paired samples test พบว่าไม่มีความแตกต่างระหว่างข้างขวาและข้างซ้ายทุกระดับ

ตาราง 23 แสดงค่าระยะทางจากจุดตำแหน่งทางเข้าของสกรูไปยัง Anterior cortex of vertebral body โดยแยกเพศชายและเพศหญิง

ระดับกระดูก	ค่าระยะทางจากจุดตำแหน่งทางเข้าของสกรูไปยัง Anterior cortex of vertebral body (mm.)						P Value
	เพศชาย			เพศหญิง			
	Mean	SD	Range	Mean	SD	Range	
T1	30.36	1.90	27.44-35.70	30.40	1.65	27.72-33.22	NS
T2	32.28	1.86	27.90-35.96	32.14	2.57	26.58-37.58	NS
T3	34.27	2.27	28.10-39.32	33.99	2.38	29.74-38.94	NS
T4	36.33	2.03	30.80-40.00	36.32	2.31	32.84-39.56	NS
T5	37.49	2.41	33.16-42.54	37.55	2.39	33.18-41.46	NS
T6	39.35	2.76	33.74-47.32	39.23	2.62	35.40-43.54	NS
T7	40.11	3.09	31.94-45.70	39.67	2.72	35.00-43.94	NS
T8	41.21	2.80	35.20-48.16	40.52	2.29	36.10-45.66	NS
T9	41.50	3.18	36.50-48.42	40.69	2.54	36.48-45.64	NS
T10	40.75	3.60	35.32-48.20	40.23	2.30	36.18-43.84	NS
T11	39.82	3.04	34.70-47.76	39.42	2.78	34.66-44.94	NS
T12	37.49	3.17	32.50-45.42	36.64	2.27	32.08-41.30	NS

ผลการวัดค่าระยะทางจากจุดตำแหน่งทางเข้าของสกรูไปยัง Anterior cortex of vertebral body โดยแยกเพศชายและเพศหญิงได้ผลดังนี้ ในเพศชายพบว่าที่ระดับ T1 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ  $30.36 \pm 1.90$  mm. และที่ระดับ T9 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ  $41.50 \pm 3.18$  mm. ส่วนในเพศหญิงพบว่าที่ระดับ T1 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ  $30.40 \pm 1.65$  mm. และที่ระดับ T9 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ  $40.69 \pm 2.54$  mm.

แนวโน้มของค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจากระดับ T1-T9 และลดลงจากระดับ T9-T12 เหมือนกันทั้งในเพศชายและเพศหญิง

เปรียบเทียบค่าระยะทางจากจุดตำแหน่งทางเข้าของสกรูถึง Anterior cortex of vertebral body ระหว่างเพศชายและเพศหญิงในกระดูกสันหลังส่วนอกแต่ละระดับ โดยใช้ Independent samples test พบว่าไม่มีความแตกต่างระหว่างเพศชายและเพศหญิงทุกระดับ



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## บทที่ 5

### สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

#### สรุปผลการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงพรรณนาโดยการสังเกตแบบช่วงระยะเวลาใดเวลาหนึ่ง (Cross-section observational descriptive study) เพื่อประเมินหาตำแหน่งจุดทางเข้าของ Pedicular screw โดยเปรียบเทียบกับตำแหน่งอ้างอิงสองตำแหน่งคือ Lateral border of superior articular process และ Upper border of transverse process และประเมินหาขนาดและค่ามุมของ Thoracic pedicle ในกระดูกสันหลังส่วนอกระดับ T1 ถึง T12 สำหรับการผ่าตัดทำ Posterior transpedicular screw fixation ในคนไทย จากกลุ่มตัวอย่างกระดูกสันหลังส่วนอกที่มีความสมบูรณ์ จากภาควิชากายวิภาคศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล จำนวน 50 ตัวอย่าง การศึกษาในครั้งนี้ประกอบด้วย การเก็บข้อมูล 2 ส่วนคือ ส่วนที่ 1 เป็นข้อมูลทั่วไป ประกอบด้วยเพศ อายุขณะเสียชีวิต และสาเหตุของการเสียชีวิต จากการเก็บข้อมูลส่วนนี้พบว่ากลุ่มตัวอย่างมีอายุขณะเสียชีวิต 20-60 ปี เป็นเพศชาย 32 ตัวอย่าง และเพศหญิง 18 ตัวอย่าง สาเหตุของการเสียชีวิตมากที่สุดเกิดจากโรคหัวใจ 18 ตัวอย่าง สาเหตุของการเสียชีวิตทั้งหมดพบว่าไม่มีผลต่อการศึกษาในครั้งนี้ ส่วนที่ 2 เป็นข้อมูลที่ได้จากการวัดค่าความกว้างและความสูงของ Thoracic pedicle, การวัดค่ามุมของ Thoracic pedicle ในแนว Transverse และ Sagittal, การนำจุดตำแหน่งทางเข้ามาระยะห่างจาก Lateral border of superior articular process และ Upper border of transverse process และการวัดค่าความยาวของ Pedicle axis จากตำแหน่งจุดทางเข้าของ Pedicular screw จนถึงขอบหน้าของกระดูกสันหลังส่วนอก โดยนำค่าที่วัดได้มาหาค่าเฉลี่ย พิสัย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าที่ได้จากการวัดประกอบด้วย

1. การหาค่าความกว้างของ Thoracic pedicle ค่านี้หาได้จากการวัดบริเวณส่วนที่แคบที่สุดของ Thoracic Pedicle ทางด้านบน ผลการวัดพบว่าที่ระดับ T5 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ  $4.82 \pm 0.95$  mm. และที่ระดับ T11 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ  $8.78 \pm 1.18$  mm. เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลโดยแบ่งแยกข้างขวาและข้างซ้าย ข้างขวาพบว่าที่ระดับ T11 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ  $8.80 \pm 1.14$  mm. และที่ระดับ T4 และ T5 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ  $4.88 \pm 0.97$  mm. และ  $4.88 \pm 0.94$  mm. ตามลำดับ ส่วนข้างซ้ายพบว่าที่ระดับ T5 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ  $4.76 \pm 0.95$  mm. และที่ระดับ T11 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ  $8.76 \pm 1.24$  mm. และไม่มี ความแตกต่างระหว่างข้างขวาและข้างซ้ายในกระดูกสันหลังส่วนอกทุกระดับ เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลโดยแบ่งเพศชายและเพศหญิง ในเพศชายพบว่าที่ระดับ T5 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ  $4.86 \pm 0.90$  mm. และที่ระดับ T11 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ  $8.78 \pm 1.16$  mm. ส่วนในเพศหญิงพบว่า ที่ระดับ T5 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ

4.75 ± 1.04 mm. และที่ระดับ T11 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 8.78 ± 1.24 mm. และพบว่าที่ระดับ T2 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างเพศชายและเพศหญิง โดยเพศชายมีค่าเฉลี่ยมากกว่าเพศหญิง

2. การหาค่าความสูงของ Thoracic pedicle ค่านี้หาได้จากการวัดบริเวณส่วนที่แคบที่สุดของ Thoracic Pedicle ทางด้านข้าง ผลการวัดพบว่า ที่ระดับ T1 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด เท่ากับ 9.20 ± 0.99 mm. และที่ระดับ T11 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 16.27 ± 1.19 mm. เมื่อวิเคราะห์ข้อมูล โดยแบ่งแยกข้างขวาและข้างซ้าย ข้างขวาพบว่าที่ระดับ T1 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ 9.12 ± 0.97 mm. และที่ระดับ T11 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 16.11 ± 1.24 mm. ส่วนข้างซ้ายพบว่าที่ระดับ T1 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ 9.28 ± 1.01 mm. และที่ระดับ T11 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 16.33 ± 1.14 mm. และพบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างข้างขวาและข้างซ้าย ที่ระดับ T2, T3, T7, T8 และ T11 โดยทุกระดับที่กล่าวมานั้น ค่าเฉลี่ยของข้างซ้ายมีค่ามากกว่าข้างขวา เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลโดยแบ่งเพศชายและเพศหญิง เพศชายพบว่าที่ระดับ T1 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ 9.36 ± 0.97 mm. และที่ระดับ T11 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 16.29 ± 1.24 mm. ส่วนในเพศหญิงพบว่าที่ระดับ T1 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ 8.90 ± 0.95 mm. และที่ระดับ T11 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 16.10 ± 1.09 mm. และพบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างเพศชายและเพศหญิงที่ระดับ T1, T2-T6 และ T10 โดยระดับที่กล่าวมานั้น ค่าความสูงของ Thoracic Pedicle ในเพศชายมีค่าเฉลี่ยมากกว่าเพศหญิง

3. การหาค่า Transverse angle ค่านี้หาได้จากการวัดค่ามุมที่อยู่ระหว่างเส้นที่ลากผ่านแนวกึ่งกลางของ Spinous process กับ เส้นที่ลากผ่าน Pedicle axis ในแนว Transverse ผลการวัดพบว่า ที่ระดับ T12 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ -5.68 ± 1.52 องศา และที่ระดับ T1 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 36.23 ± 1.60 องศา เมื่อวิเคราะห์ข้อมูล โดยแบ่งแยกข้างขวาและข้างซ้าย ข้างขวาพบว่าที่ระดับ T12 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ -5.69 ± 1.50 องศา และที่ระดับ T1 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 36.25 ± 1.56 องศา ส่วนข้างซ้ายพบว่าที่ระดับ T12 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ -5.68 ± 1.55 องศา และที่ระดับ T1 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 36.22 ± 1.65 องศา และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างข้างขวาและข้างซ้ายที่ระดับ T5 โดยที่ข้างขวามีค่าเฉลี่ยมากกว่าข้างซ้าย เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลโดยแบ่งเพศชายและเพศหญิง ในเพศชายพบว่าที่ระดับ T12 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ -5.69 ± 1.48 องศา และที่ระดับ T1 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 36.47 ± 1.38 องศา ส่วนในเพศหญิงพบว่าที่ระดับ T12 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ -5.68 ± 1.60 องศา และที่ระดับ T1 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 35.80 ± 1.88 องศา และพบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างเพศชายและเพศหญิงที่ระดับ T2 และ T3 โดยทุกระดับที่กล่าวมานั้นค่าเฉลี่ยในเพศชายมากกว่าเพศหญิง

4. การหาค่า Sagittal angle ค่านี้หาได้จากการวัดค่ามุมที่อยู่ระหว่างเส้นที่ลากผ่านระนาบของ Superior articular process กับ เส้นที่ลากผ่าน Pedicle axis ในแนว Sagittal ผลการวัดพบว่าที่ระดับ T9 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ 89.71 ± 3.83 องศา และที่ระดับ T1 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 110.73 ± 4.80 องศา เมื่อวิเคราะห์ข้อมูล โดยแบ่งแยกข้างขวาและข้างซ้าย ข้างขวาพบว่าที่ระดับ T9 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ 89.72 ± 3.83 องศา และที่ระดับ T1 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 110.71 ± 4.84 องศา ส่วนข้างซ้ายพบว่าที่ระดับ T9 มี



ค่าเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ  $89.69 \pm 3.87$  องศา และที่ระดับ T1 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ  $110.74 \pm 4.81$  องศา และพบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างข้างขวาและข้างซ้ายที่ระดับ T3, T6 และ T12 โดยทุกระดับที่กล่าวมา ค่าเฉลี่ยข้างซ้ายมีค่ามากกว่าข้างขวา เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลโดยแบ่งเพศชายและเพศหญิง ในเพศชายพบว่าที่ระดับ T9 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ  $89.07 \pm 4.15$  องศา และที่ระดับ T1 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ  $110.98 \pm 4.58$  องศา ส่วนในเพศหญิงพบว่าที่ระดับ T9 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ  $90.84 \pm 2.91$  องศา และที่ระดับ T1 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ  $110.28 \pm 5.20$  องศา และพบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างเพศชายและเพศหญิงที่ระดับ T2, T3, T8, T9, T11 และ T12 โดยทุกระดับที่กล่าวมานั้น ค่าเฉลี่ยในเพศหญิงมีค่ามากกว่าเพศชาย

5. การหาค่าระยะทางจากจุดตำแหน่งทางเข้าของสกรูถึง Lateral border of superior articular process คำนี้นหาได้จากการวัดระยะทางจากจุดตำแหน่งทางเข้าของสกรูถึง Lateral border of superior articular process ผลการวัดพบว่าที่ระดับ T7 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ  $4.68 \pm 0.73$  mm. และที่ระดับ T1 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ  $7.62 \pm 0.91$  mm. เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลโดยแบ่งแยกข้างขวาและข้างซ้าย ข้างขวาพบว่าที่ระดับ T7 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ  $4.68 \pm 0.70$  mm. และที่ระดับ T1 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ  $7.67 \pm 0.94$  mm. ส่วนข้างซ้ายพบว่าที่ระดับ T7 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ  $4.69 \pm 0.75$  mm. และพบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างข้างขวาและข้างซ้ายที่ระดับ T3 และ T8 โดยค่าเฉลี่ยของข้างขวามากกว่าข้างซ้าย เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลโดยแบ่งเพศชายและเพศหญิง ในเพศชายพบว่าที่ระดับ T7 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ  $4.83 \pm 0.78$  mm. และที่ระดับ T1 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ  $7.69 \pm 0.94$  mm. ส่วนในเพศหญิงพบว่าที่ระดับ T7 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ  $4.42 \pm 0.53$  mm. และที่ระดับ T1 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ  $7.49 \pm 0.85$  mm. และพบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างเพศชายและเพศหญิงที่ระดับ T2-T7 โดยค่าเฉลี่ยของเพศชายมีค่ามากกว่าเพศหญิง

6. การหาค่าระยะทางจากจุดตำแหน่งทางเข้าของสกรูถึง Upper border of transverse process คำนี้นหาได้จาก การวัดระยะทางจากจุดตำแหน่งทางเข้าของสกรูถึง Upper border of transverse process ผลการวัดพบว่า ที่ระดับ T3 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ  $3.22 \pm 0.86$  mm. และที่ระดับ T12 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ  $4.71 \pm 0.67$  mm. เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลโดยแบ่งแยกข้างขวาและข้างซ้าย ข้างขวาพบว่าที่ระดับ T3 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ  $3.23 \pm 0.86$  mm. และที่ระดับ T12 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ  $4.71 \pm 0.67$  mm. ส่วนข้างซ้ายพบว่าที่ระดับ T3 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ  $3.22 \pm 0.87$  mm. และที่ระดับ T12 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ  $4.72 \pm 0.67$  mm. และพบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างระหว่างข้างขวาและข้างซ้ายทุกระดับ เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลโดยแบ่งเพศชายและเพศหญิง ในเพศชายพบว่าที่ระดับ T3 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ  $3.23 \pm 0.82$  mm. และที่ระดับ T12 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ  $4.63 \pm 0.65$  mm. ส่วนในเพศหญิงพบว่าที่ระดับ T3 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ  $3.22 \pm 0.94$  mm. และที่ระดับ T12 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ  $4.86 \pm 0.70$  mm. และพบว่าไม่มีความแตกต่างระหว่างเพศชายและเพศหญิงทุกระดับ

7. การหาค่าความยาวของสกรู คำนวณได้จากการวัดระยะทางจากจุดตำแหน่งทางเข้าของ Screw ไปจนถึง Anterior cortex of vertebral body คือขอบด้านหน้าของกระดูกสันหลัง ผลการวัดพบว่า ที่ระดับ T1 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ  $30.37 \pm 1.80$  mm. และที่ระดับ T9 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ  $41.21 \pm 2.98$  mm. เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลโดยแบ่งแยกข้างขวาและข้างซ้าย ข้างขวาพบว่าที่ระดับ T1 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ  $30.40 \pm 1.82$  mm. และที่ระดับ T9 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ  $41.18 \pm 2.97$  mm. ส่วนข้างซ้ายพบว่าระดับ T1 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ  $30.34 \pm 1.81$  mm. และที่ระดับ T9 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ  $41.23 \pm 3.02$  mm. และพบว่าไม่มีความแตกต่างระหว่างข้างขวาและข้างซ้ายทุกระดับ เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลโดยแบ่งเพศชายและเพศหญิง ในเพศชายพบว่าที่ระดับ T1 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ  $30.36 \pm 1.90$  mm. และที่ระดับ T9 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ  $41.50 \pm 3.18$  mm. ส่วนในเพศหญิงพบว่าที่ระดับ T1 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ  $30.40 \pm 1.65$  mm. และที่ระดับ T9 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ  $40.69 \pm 2.54$  mm. และพบว่าไม่มีความแตกต่างระหว่างเพศชายและเพศหญิงทุกระดับ

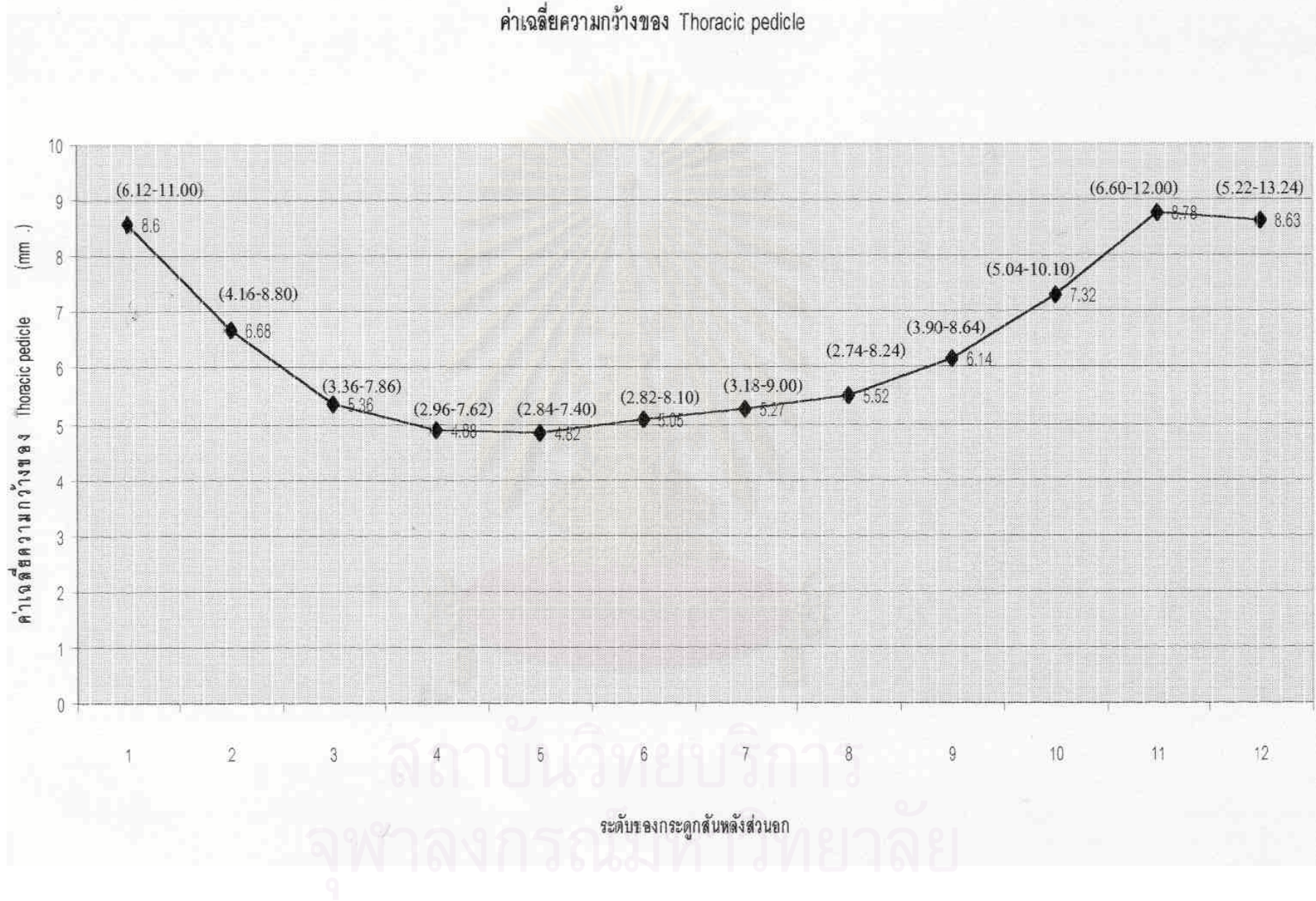
### สรุปค่าที่ได้จากการวัดเพื่อพิจารณาในการผ่าตัดทำ Posterior transpedicular screw fixation

การสรุปค่าที่ได้จากการวัดจะสรุปเป็นกราฟและเป็นตารางโดยแยกเป็นระดับของกระดูกสันหลัง เพื่อสะดวกต่อการนำข้อมูลไปประยุกต์ใช้ในการผ่าตัดทำ Posterior transpedicular screw fixation

1. ค่า Pedicle width สัมพันธ์กับการเลือกขนาดของ Pedicular screw ในการผ่าตัด จะสรุปค่าโดยแสดงเป็นกราฟดังนี้

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กราฟ 1 แสดงค่าเฉลี่ยความกว้างของ Thoracic pedicle ( Pedicle width)



จากกราฟที่แสดงค่าของ Pedicle width ซึ่งสัมพันธ์กับการเลือกขนาดของ Pedicular screw ในการผ่าตัดทำ Posterior transpedicular screw fixation ควรจะเลือกใช้ขนาดของ Pedicular screw ให้ต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของ Pedicle width ที่วัดได้ในกระดูกสันหลังส่วนอกแต่ละระดับ เพราะเนื่องจากค่าที่วัดได้เป็น External diameter

2. ค่า Pedicle height สัมพันธ์กับการเลือกขนาดของ Pedicular screw ในการผ่าตัด แต่ในการเลือกขนาดของ Pedicular screw จะพิจารณาค่า Pedicle width เป็นหลัก เนื่องจากค่าเฉลี่ยของ Pedicle height มีค่าสูงกว่า Pedicle width ในกระดูกสันหลังส่วนอกแต่ละระดับ ดังนั้นค่า Pedicle height จึงมีความสำคัญน้อยกว่าค่า Pedicle width ในการเลือกขนาดของ Pedicular screw

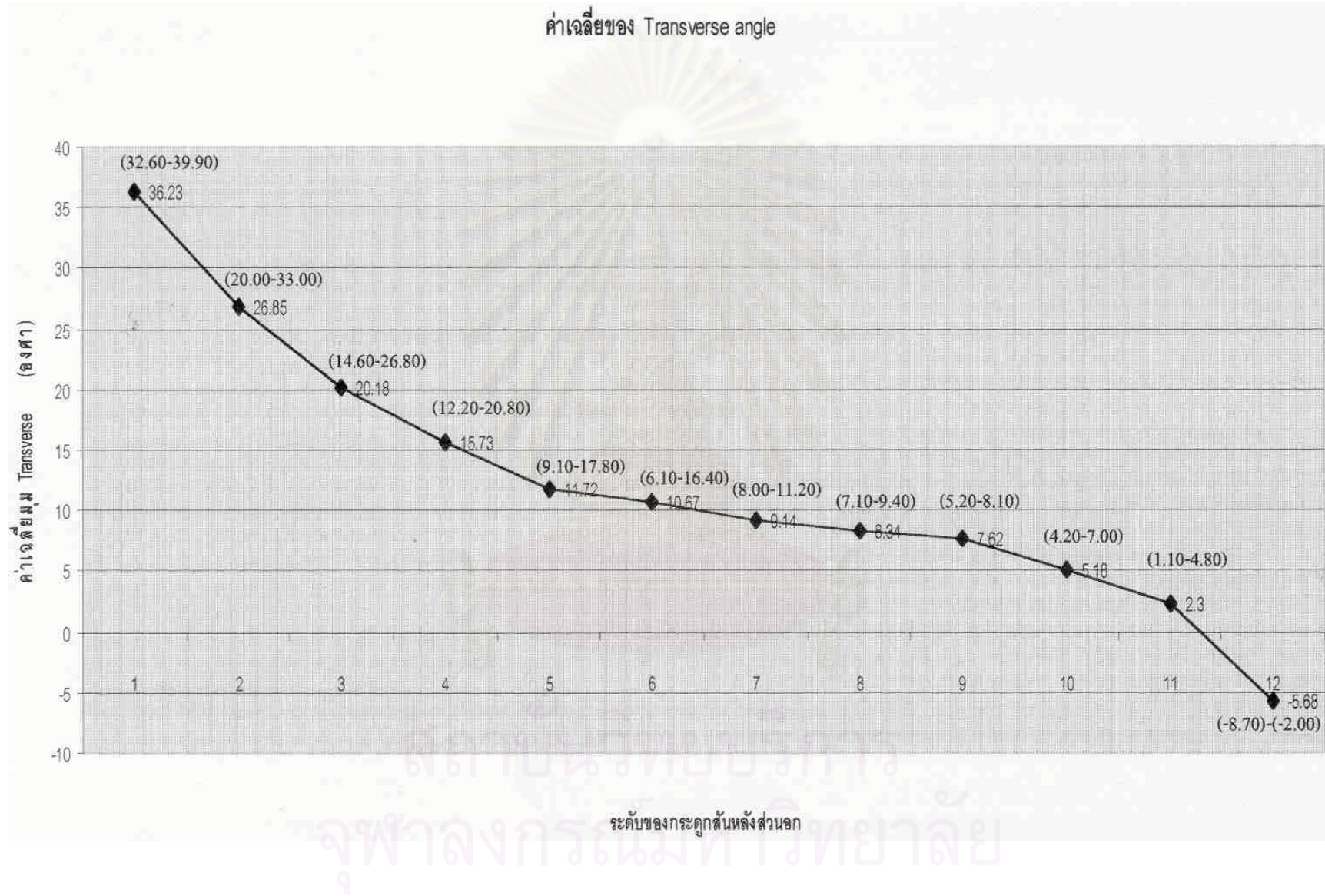
3. ค่า Transverse angle สัมพันธ์กับการเอียงท่ามุมของ Pedicular screw ในแนว Horizontal plane ว่าจะต้องเอียงท่ามุมเท่าใดในการผ่าตัด จะสรุปค่าโดยแสดงเป็นกราฟดังนี้



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



กราฟ 2 แสดงค่าเฉลี่ยของ Transverse angle



จากกราฟค่าเฉลี่ยของ Transverse angle ไม่สามารถแยกจัดเป็นกลุ่มได้เนื่องจากค่าเฉลี่ยในกระดูกสันหลังส่วนอกแต่ละระดับก่อนข้างจะแตกต่างกัน

4. ค่า Sagittal angle สัมพันธ์กับการเอียงท่ามุมของ Pedicular screw ในแนว Vertical plane ว่าจะต้องเอียงท่ามุมเท่าใดในการผ่าตัด ผลจากการวัดสามารถสรุปได้ว่าค่า Sagittal angle ตั้งแต่ระดับ T1-T12 มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 90-110 องศา โดยที่

- ระดับ T1 มีค่าเฉลี่ยมากที่สุดคือ 110 องศา
- ระดับ T2-T10 มีค่าเฉลี่ยประมาณ 90 องศา
- ระดับ T11-T12 มีค่าเฉลี่ยประมาณ 95 องศา

5. ตำแหน่งจุดทางเข้าของ Pedicular screw ในกระดูกสันหลังส่วนอกแต่ละระดับ จะระบุได้โดยการหาค่าระยะห่างระหว่างจุดตำแหน่งทางเข้าของ Pedicular screw เทียบกับตำแหน่งอ้างอิงสองตำแหน่งคือ 1. Lateral border of superior articular process 2. Upper border of transverse process โดยจะสรุปค่าเป็นตารางเพื่อสะดวกต่อการนำไปใช้ดังนี้

ตาราง 24 แสดงตำแหน่งทางเข้าของ Pedicular screw เทียบกับ Lateral border of superior articular process และ Upper border of transverse process

ระดับกระดูก	ระยะทางจากตำแหน่งทางเข้าของ Peicular screw ถึง Lateral border of superior articular process (mm.)	ระยะทางจากตำแหน่งทางเข้าของ Peicular screw ถึง Upper border of Transverse process (mm.)
T1	7.62	4.39
T2	6.02	3.71
T3	5.09	3.22
T4	5.07	3.35
T5	4.77	3.45
T6	4.74	3.30
T7	4.68	3.33
T8	4.85	3.29
T9	5.07	3.60
T10	5.55	3.85
T11	5.64	4.13
T12	5.31	4.71



จากตารางสามารถสรุปค่าโดยจัดเป็นกลุ่มได้ดังนี้

1. ค่าเฉลี่ยระยะทางจากตำแหน่งทางเข้าของ Pedicular screw ถึง Lateral border of superior articular process

- ระดับ T1-T2 มีค่าเฉลี่ยประมาณ 6-7 mm.
- ระดับ T3-T12 มีค่าเฉลี่ยประมาณ 4-5 mm.

2. ค่าเฉลี่ยระยะทางจากตำแหน่งทางเข้าของ Pedicular screw ถึง Upper border of transverse process

- ระดับ T1-T 12 มีค่าเฉลี่ยประมาณ 3-4 mm.

6. ค่าความยาวของ Pedicular screw ตั้งแต่ระดับ T1 –T12 มีค่าเฉลี่ยประมาณ 30 –40 mm.



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## อภิปรายผลการวิจัย

แบ่งการอภิปรายออกเป็น 7 หัวข้อหลักใหญ่ๆ โดยหัวข้อที่ 1-3 จะสัมพันธ์กับขนาดของ Pedicular screw ส่วนหัวข้อ 4-7 จะสัมพันธ์กับค่ามุมและตำแหน่งทางเข้าของ Pedicular screw

1. ขนาดความกว้างของ Thoracic pedicle (Pedicule width) ค่านี้บ่งบอกถึงขนาดความกว้างของ Pedicular screw จากผลการวิเคราะห์ข้อมูล ไม่ว่าจะวิเคราะห์โดยรวม แยกข้างขวาข้างซ้าย หรือแยกเพศชายและหญิง พบว่าค่าเฉลี่ยต่ำสุดและสูงสุดอยู่ที่ระดับกระดูกสันหลังเดียวกัน คือ ที่ระดับ T5 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด และที่ระดับ T11 มีค่าเฉลี่ยสูงสุด

เมื่อวิเคราะห์โดยแยกข้างขวาและข้างซ้ายพบว่าไม่มีความแตกต่างทุกระดับ แต่เมื่อวิเคราะห์โดยแยกเพศ พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างเพศชายและเพศหญิง 1 ระดับ คือ T2 โดยเพศชายมีค่าเฉลี่ยมากกว่า แสดงให้เห็นว่าลักษณะโครงสร้างของกระดูกสันหลังในเพศชายใหญ่กว่าเพศหญิง แต่เนื่องจากแตกต่างกันเพียงแค่ระดับเดียว เมื่อมองโดยรวมเพศจึงไม่น่ามีอิทธิพลต่อขนาดความกว้างของ Thoracic pedicle

2. ขนาดความสูงของ Thoracic pedicle (Pedicule height) ค่านี้บ่งบอกถึงขนาดความหนาของ Pedicular screw จากผลการวิเคราะห์ข้อมูล ไม่ว่าจะวิเคราะห์โดยรวม แยกข้างขวาข้างซ้าย หรือแยกเพศชายและหญิง พบว่าค่าเฉลี่ยต่ำสุดและสูงสุดอยู่ที่ระดับกระดูกสันหลังเดียวกัน คือ ที่ระดับ T1 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด และที่ระดับ T11 มีค่าเฉลี่ยสูงสุด

เมื่อวิเคราะห์โดยแยกข้างขวาและข้างซ้ายพบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติถึง 5 ระดับ คือ T2, T3, T7, T8 และ T11 โดยมีรูปแบบเหมือนกันทั้ง 5 ระดับ คือค่าเฉลี่ยของข้างซ้ายมีค่ามากกว่าข้างขวา ซึ่งแสดงให้เห็นว่าความสูงของ Thoracic pedicle ในข้างซ้ายมีขนาดใหญ่กว่าข้างขวาในระดับดังกล่าว เมื่อวิเคราะห์โดยแยกเพศ พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างเพศชายและเพศหญิงถึง 6 ระดับ คือ T1, T3-T6 และ T10 โดยมีรูปแบบเหมือนกันคือค่าเฉลี่ยในเพศชายมากกว่าเพศหญิง ซึ่งแสดงให้เห็นว่าลักษณะโครงสร้างของกระดูกสันหลังในเพศชายใหญ่กว่าเพศหญิง และเนื่องจากแตกต่างกันถึง 6 ระดับ เมื่อมองโดยรวมเพศจึงมีอิทธิพลต่อขนาดความสูงของ Thoracic pedicle แต่เนื่องจากค่าเฉลี่ยของ Pedicle height มีค่ามากกว่า Pedicle width ในกระดูกสันหลังส่วนอกทุกระดับ การพิจารณาเลือกขนาดของ Pedicular screw จึงพิจารณาจากค่า Pedicle width เป็นหลัก

3. ค่าระยะทางจากจุดตำแหน่งทางเข้าของ Pedicular screw ไปยังขอบหน้าของกระดูกสันหลัง ค่านี้บ่งบอกถึงความยาวของ Pedicular screw จากผลการวิเคราะห์ข้อมูล ไม่ว่าจะวิเคราะห์โดยรวม แยกข้างขวาข้างซ้าย หรือแยกเพศชายและหญิง พบว่าค่าเฉลี่ยต่ำสุดและสูงสุดอยู่ที่ระดับกระดูกสันหลังเดียวกัน คือ ที่ระดับ T1 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด และที่ระดับ T9 มีค่าเฉลี่ยสูงสุด

เมื่อวิเคราะห์โดยแยกข้างขวาและข้างซ้ายและวิเคราะห์โดยแยกเพศชายและหญิงพบว่าไม่มีความแตกต่างทุกระดับ แสดงให้เห็นว่าเพศไม่มีอิทธิพลต่อการเลือกใช้ความยาวของ Pedicular screw

4. ค่ามุม Transverse ( Transverse angle ) คำนี้นับบอกว่าจะแทงสกรูจากจุดตำแหน่งทางเข้านั้นจะต้องเอียงทำมุมเท่าใดในแนว Transverse จากผลการวิเคราะห์ข้อมูล ไม่ว่าจะวิเคราะห์โดยรวม แยกข้างขวาข้างซ้าย หรือแยกเพศชายและหญิง พบว่าค่าเฉลี่ยต่ำสุดและสูงสุดอยู่ที่ระดับกระดูกสันหลังเดียวกัน คือ ที่ระดับ T12 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด และที่ระดับ T1 มีค่าเฉลี่ยสูงสุด

เมื่อวิเคราะห์โดยแยกข้างขวาและข้างซ้ายพบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 1 ระดับ คือระดับ T5 โดยข้างขวามีค่าเฉลี่ยมากกว่าข้างซ้าย ซึ่งแสดงให้เห็นว่า Transverse angle ของข้างขวามากกว่าข้างซ้าย แต่เนื่องจากแตกต่างกันเพียงแค่ระดับเดียว เมื่อมองโดยรวมแล้วจึงไม่ถือว่าเป็นปัจจัยสำคัญ เมื่อวิเคราะห์โดยแยกเพศ พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างเพศชายและเพศหญิงถึง 2 ระดับ คือ T2 และ T3 โดยมีรูปแบบเหมือนกันคือค่าเฉลี่ยในเพศชายมากกว่าเพศหญิง ซึ่งแสดงให้เห็นว่าค่ามุมในการแทงเข้าของ Pedicular screw ในแนว Horizontal plane ของเพศชายมีค่ามากกว่าเพศหญิงในระดับที่กล่าวมา แต่เนื่องจากแตกต่างกันเพียงแค่ 2 ระดับ เมื่อมองโดยรวมเพศจึงไม่มีอิทธิพลต่อค่ามุม Transverse

5. ค่ามุม Sagittal ( Sagittal angle ) คำนี้นับบอกว่าจะแทงสกรูจากจุดตำแหน่งทางเข้านั้นจะต้องเอียงทำมุมเท่าใดในแนว Sagittal จากผลการวิเคราะห์ข้อมูล ไม่ว่าจะวิเคราะห์โดยรวม แยกข้างขวาข้างซ้าย หรือแยกเพศชายและหญิง พบว่าค่าเฉลี่ยต่ำสุดและสูงสุดอยู่ที่ระดับกระดูกสันหลังเดียวกัน คือ ที่ระดับ T9 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด และที่ระดับ T1 มีค่าเฉลี่ยสูงสุด

เมื่อวิเคราะห์โดยแยกข้างขวาและข้างซ้ายพบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 3 ระดับ คือระดับ T3, T6 และ T12 โดยข้างซ้ายมีค่าเฉลี่ยมากกว่าข้างขวา แต่เนื่องจากแตกต่างกันเพียงแค่ 3 ระดับเมื่อมองโดยรวมแล้วจึงไม่ถือว่าเป็นปัจจัยสำคัญมาก เมื่อวิเคราะห์โดยแยกเพศ พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างเพศชายและเพศหญิงถึง 6 ระดับ คือ T2, T3, T8, T11 และ T12 โดยมีรูปแบบเหมือนกันคือค่าเฉลี่ยในเพศหญิงมากกว่าเพศชาย แสดงให้เห็นว่า ค่ามุมในการแทงเข้าของ Pedicular screw ในแนว Vertical plane ของเพศหญิงมีค่ามากกว่าเพศชายในระดับที่กล่าวมา และเนื่องจากแตกต่างกันถึง 6 ระดับ เมื่อมองโดยรวมเพศจึงค่อนข้างมีอิทธิพลต่อค่ามุม Sagittal

6. ค่าระยะทางจากจุดตำแหน่งทางเข้าของสกรูถึง Lateral border of superior articular process คำนี้นับบอกลึถึงจุดตำแหน่งทางเข้าของสกรู จากผลการวิเคราะห์ข้อมูล ไม่ว่าจะวิเคราะห์โดยรวม แยกข้างขวาข้างซ้าย หรือแยกเพศชายและหญิง พบว่าค่าเฉลี่ยต่ำสุดและสูงสุดอยู่ที่ระดับกระดูกสันหลังเดียวกัน คือ ที่ระดับ T7 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด และที่ระดับ T1 มีค่าเฉลี่ยสูงสุด

เมื่อวิเคราะห์โดยแยกข้างขวาและข้างซ้ายพบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 2 ระดับ คือระดับ T3 และ T8 โดยข้างขวามีค่าเฉลี่ยมากกว่าข้างซ้าย แต่เนื่องจากแตกต่างกันเพียงแค่ 2 ระดับเมื่อมองโดยรวมแล้วจึงไม่ถือว่าเป็นปัจจัยสำคัญมาก เมื่อวิเคราะห์โดยแยกเพศ พบว่ามีความแตกต่าง

ต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างเพศชายและเพศหญิง 1 ระดับ คือ T7 โดยค่าเฉลี่ยเพศชายมากกว่าเพศหญิง ซึ่งแสดงให้เห็นว่าลักษณะโครงสร้างของกระดูกสันหลังในเพศชายใหญ่กว่าเพศหญิง แต่เนื่องจากแตกต่างกันถึง 6 ระดับ เมื่อมองโดยรวมเพศจึงมีอิทธิพลต่อ ค่าระยะทางจากจุดตำแหน่งทางเข้าของสกรูถึง Lateral border of superior articular process

7. ค่าระยะทางจากจุดตำแหน่งทางเข้าของสกรูถึง Upper border of transverse process ค่านี้ บ่งบอกถึงจุดตำแหน่งทางเข้าของสกรู จากผลการวิเคราะห์ข้อมูล ไม่ว่าจะวิเคราะห์โดยรวม แยกข้างขวาข้างซ้าย หรือแยกเพศชายและหญิง พบว่าค่าเฉลี่ยต่ำสุดและสูงสุดอยู่ที่ระดับกระดูกสันหลังเดียวกัน คือ ที่ระดับ T3 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด และที่ระดับ T12 มีค่าเฉลี่ยสูงสุด เมื่อวิเคราะห์โดยแยกข้างขวาและข้างซ้ายและวิเคราะห์โดยแยกเพศชายและเพศหญิงพบว่าไม่มีความแตกต่างทุกระดับ แสดงว่าเพศไม่มีอิทธิพลต่อค่าระยะทางจากจุดตำแหน่งทางเข้าของสกรูถึง Upper border of transverse process



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## เปรียบเทียบงานวิจัยปัจจุบันกับงานวิจัยก่อนหน้า

เปรียบเทียบงานวิจัยปัจจุบันกับงานวิจัยก่อนหน้าในแง่ของค่าต่างๆ แสดงเป็นตาราง ดังนี้

ตาราง 25 เปรียบเทียบค่า Pedicle width ในงานวิจัยปัจจุบันกับงานวิจัยก่อนหน้า

ระดับ กระดูก	Zindrick (1987)	Panjabi (1991)	Ebraheim (1997)	Present Study
	PW	PW	PW	<b>PW</b>
T1	**7.90	8.50	**9.60	<b>8.60</b>
T2	7.00	8.50	6.40	<b>6.68</b>
T3	5.60	8.20	4.70	<b>5.36</b>
T4	4.70	6.80	*3.70	<b>4.88</b>
T5	*4.50	6.30	4.30	<b>*4.82</b>
T6	5.20	6.00	3.80	<b>5.05</b>
T7	5.30	*5.90	4.60	<b>5.27</b>
T8	5.90	6.70	4.80	<b>5.52</b>
T9	6.10	7.70	5.40	<b>6.14</b>
T10	6.30	9.00	5.80	<b>7.32</b>
T11	7.80	**9.80	8.60	<b>**8.78</b>
T12	7.10	8.70	8.70	<b>8.63</b>

PW = Pedicle width / หน่วยเป็น mm. \* ค่าเฉลี่ยต่ำสุด, \*\* ค่าเฉลี่ยสูงสุด

ในแง่ของ Pedicle width เมื่อเปรียบเทียบงานวิจัยปัจจุบันกับงานวิจัยก่อนหน้าพบว่า ค่าเฉลี่ยของ Pedicle width ก่อนข้างจะใกล้เคียงกันในแต่ละงานวิจัย ยกเว้นของ Panjabi ค่าเฉลี่ยที่ได้มีค่าค่อนข้างสูงกว่างานวิจัยอื่น อาจเนื่องมาจากวิธีการวัดและกลุ่มประชากรที่ใช้ในการศึกษาแตกต่างกัน โดยจุดอ้างอิงที่ใช้ในแต่ละงานวิจัยเหมือนกันคือวัดบริเวณส่วนที่แคบที่สุดของ Thoracic pedicle ทางด้านบน แต่วิธีการวัดแตกต่างกันโดยของ Zindrick ทำการวัดจาก Computerized tomography scan และ Roentgenogram ส่วนของ Panjabi วัดโดยใช้อุปกรณ์ Three-Dimensional Morphometer ส่วนของ Ebraheim และงานวิจัยปัจจุบันทำการวัดโดยตรงจากกระดูก (Dry bone) ด้วย Vernier calipers

ตาราง 26 เปรียบเทียบค่า Pedicle height ในงานวิจัยปัจจุบันกับงานวิจัยก่อนหน้า

ระดับ กระดูก	Zindrick (1987)	Panjabi (1991)	Ebraheim (1997)	Present Study
	PH	PH	PH	<b>PH</b>
T1	*9.90	*9.60	*8.20	<b>*9.20</b>
T2	12.00	11.40	9.70	<b>10.86</b>
T3	12.40	11.90	10.00	<b>11.42</b>
T4	12.10	12.10	10.40	<b>11.48</b>
T5	11.90	11.30	10.40	<b>11.31</b>
T6	12.20	11.80	9.40	<b>11.33</b>
T7	12.10	12.00	10.40	<b>11.69</b>
T8	12.80	12.50	11.20	<b>12.26</b>
T9	13.80	13.90	12.80	<b>13.02</b>
T10	15.20	14.90	14.00	<b>14.88</b>
T11	**17.40	**17.40	**16.10	<b>**16.27</b>
T12	15.80	16.70	15.20	<b>16.14</b>

PH= Pedicle height / หน่วยเป็น mm. \* ค่าเฉลี่ยต่ำสุด, \*\* ค่าเฉลี่ยสูงสุด

ในแง่ของ Pedicle height เมื่อเปรียบเทียบงานวิจัยปัจจุบันกับงานวิจัยก่อนหน้าพบว่าค่าเฉลี่ยที่ได้ในแต่ละงานวิจัยค่อนข้างใกล้เคียงกัน โดยที่ระดับ T1 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดทุกงานวิจัย และ T 11 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดทุกงานวิจัยเช่นกัน

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ตาราง 27 เปรียบเทียบค่า Transverse angle ในงานวิจัยปัจจุบันกับงานวิจัยก่อนหน้า

ระดับ กระดูก	Zindrick (1987)	Panjabi (1991)	Ebraheim (1997)	Present Study
	TA	TA	TA	TA
T1	<b>**26.60</b>	27.10	<b>**34.40</b>	<b>**36.23</b>
T2	19.10	<b>**28.60</b>	31.00	<b>26.85</b>
T3	14.60	19.40	24.30	<b>20.18</b>
T4	12.60	19.50	24.00	<b>15.73</b>
T5	9.40	15.60	20.60	<b>11.72</b>
T6	9.60	16.40	20.70	<b>10.67</b>
T7	8.70	20.70	18.10	<b>9.14</b>
T8	8.10	19.60	17.90	<b>8.34</b>
T9	7.60	14.80	16.40	<b>7.62</b>
T10	4.60	12.40	18.10	<b>5.18</b>
T11	1.20	13.10	18.50	<b>2.30</b>
T12	<b>*-4.20</b>	<b>*9.80</b>	<b>*13.10</b>	<b>*-5.68</b>
TA= Transverse angle / หน่วยเป็นองศา * ค่าเฉลี่ยต่ำสุด, ** ค่าเฉลี่ยสูงสุด				

เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของ Transverse Angle ในแต่ละงานวิจัย จะพบว่าค่าที่ได้ค่อนข้างจะแตกต่างกัน แม้ว่าตำแหน่งที่ใช้ในการวัดจะเป็นตำแหน่งเดียวกัน อาจเนื่องมาจากวิธีการวัด และประชากรที่นำมาวิจัยแตกต่างกัน โดยที่ระดับ T1 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดเหมือนกันทุกงานวิจัย ยกเว้นของ Panjabi อยู่ที่ระดับ T2 ส่วนที่ระดับ T12 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดเหมือนกันทุกงานวิจัย แต่งานวิจัยปัจจุบันมีค่าเฉลี่ยที่ระดับ T12 ตีลบ เหมือนงานวิจัยของ Zindrick เนื่องจากลักษณะของ Thoracic pedicle ที่ระดับ T12 เบนออกไปทางด้าน Lateral

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง 28 เปรียบเทียบค่า Sagittal angle ในงานวิจัยปัจจุบันกับงานวิจัยก่อนหน้า

ระดับ กระดูก	Zindrick (1987)	Panjabi (1991)	Ebraheim (1997)	Present Study
	SA	SA	SA	<b>SA</b>
T1	12.60	7.60	21.70	<b>110.73</b>
T2	17.50	17.90	21.80	<b>93.84</b>
T3	17.30	8.80	20.40	<b>91.90</b>
T4	16.30	8.50	20.30	<b>91.27</b>
T5	15.00	8.10	21.80	<b>91.49</b>
T6	15.00	8.60	25.70	<b>90.71</b>
T7	15.70	11.50	21.30	<b>90.95</b>
T8	16.60	11.60	19.20	<b>90.93</b>
T9	16.00	8.40	17.90	<b>89.71</b>
T10	16.80	7.10	17.30	<b>93.17</b>
T11	15.50	8.70	19.20	<b>95.42</b>
T12	11.50	5.10	19.00	<b>96.98</b>
SA= Sagittal angle / หน่วยเป็นองศา				

ส่วนค่าเฉลี่ยของ Sagittal Angle นั้นค่อนข้างแตกต่างกันมาก เนื่องจากตำแหน่งและวิธีการวัดในแต่ละงานวิจัยแตกต่างกัน โดยเฉพาะงานวิจัยปัจจุบันค่าเฉลี่ยที่ได้มากกว่างานวิจัยอื่นเนื่องจากค่ามุมที่วัดอยู่ระหว่างเส้นที่ลากผ่านระนาบของ Superior articular process กับ Pedicle axis ในแนว Sagittal

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## ประโยชน์ที่ได้จากการวิจัย

1. สามารถหาตำแหน่งทางเข้าของ Screw ที่แน่นอนในกระดูกสันหลังส่วนอกแต่ละระดับได้ โดยเปรียบเทียบกับจุดอ้างอิงที่เห็นจริงในการผ่าตัด ทำให้ลดภาวะแทรกซ้อนอันเนื่องมาจากการผ่าตัด
2. จากตำแหน่งทางเข้าทำให้สามารถรู้ได้ว่าการใส่ Screw จะต้องเอียงท่ามุมเท่าใด จึงจะปลอดภัยต่อผู้ป่วย
3. สามารถเลือกขนาดและความยาวของ Screw ให้เหมาะสมกับกระดูกสันหลังส่วนอกแต่ละระดับได้ โดยไม่ให้เกิดอันตรายต่อไขสันหลัง, รากประสาทและโครงสร้างที่อยู่ใกล้เคียง
4. ได้ค่าจากการวัดที่สามารถประยุกต์ใช้ทางคลินิกได้ ช่วยให้แพทย์ออร์โธปิดิกส์วางแผนในการผ่าตัดให้เหมาะสมกับผู้ป่วยไทย โดยให้มีผลกระทบต่อไขสันหลัง รากประสาท และโครงสร้างที่อยู่ใกล้เคียงให้น้อยที่สุด

## ข้อเสนอแนะ

ผู้วิจัยมีความเชื่อมั่นว่าค่าต่างๆที่ได้จากการวัดสามารถนำไปใช้ได้จริง เนื่องจากในการวิจัยผู้วิจัยได้เลือกกลุ่มตัวอย่างที่มีความสมบูรณ์มากที่สุด และเครื่องมือที่ใช้ในการวัดได้มาตรฐานและมีความเชื่อถือได้ อีกทั้งวิธีการวัดที่ผู้วิจัยใช้เก็บข้อมูลในครั้งนี้เป็นวิธีการวัดที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าจากแหล่งข้อมูลต่างๆ และได้นำมาพัฒนาวิธีการวัดให้เหมาะสมกับอุปกรณ์และเทคนิคที่ใช้ในงานวิจัยนี้ ดังนั้นผู้ที่ต้องการทำวิจัยเรื่องนี้ในครั้งต่อไปและต้องการพัฒนาการวัดวิธีใหม่ ต้องคำนึงถึงค่าที่วัดได้ว่าจะต้องมีความเหมาะสมและสะดวกต่อการประเมินขณะทำการผ่าตัดด้วย

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## รายการอ้างอิง

1. Ebraheim NA, Rongming Xu, Muhammad Ahmad, et al. Projection of the thoracic pedicle and its morphometric analysis. Spine 1997 ; 22 : 233-238.
2. วิรุพห์ เหล่าภัทรเกษม. การบาดเจ็บต่อกระดูกสันหลังและเชิงกราน. ตำราออร์โธปิดิกส์ แห่งประเทศไทย. ขอนแก่น โรงพิมพ์ศิริกัญท์ ออฟเซ็ท, 2539 : 846-857.
3. Ebraheim NA, Georges Jabaly, Rongming Xu, et al. Anatomic relations of the thoracic pedicle to the adjacent neural structures. Spine 1997 ; 14 :1553-1557.
4. Alexander R, Rizzolo SJ, Balderston RA, et al. Placement of pedicle screws in the thoracic spine. The journal of bone and joint surgery 1995 ; 77-A : 1200-1206.
5. Nam-Hyun Kim, Hwan-Mo Lee, In-Hyuk Chung, et al. Morphometric study of the pedicles of thoracic and lumbar vertebrae in Koreans. Spine 1994;19:1390-1394.
6. สุธี สุทัศน์ ณ อยุธยา. กระดูกและข้อต่อของสันหลัง. กายวิภาคศาสตร์ระบบการเคลื่อนไหว 2533 : 218-223
7. กานดา ใจภักดี. การเคลื่อนไหวของศีรษะ คอ และลำตัว. วิทยาศาสตร์การเคลื่อนไหว. ไทยมิตรการพิมพ์ , 2531: 201
8. James N, Weinstein, Bjorn L, et al. Anatomic and technical considerations of pedicular Fixation. Clinical orthopaedics and related research 1992 ; 284 : 34-46.
9. John P. Kostuik. Surgical approaches to the thoracic and thoracolumbar spine. The adult spine 1997 ; 1437-1439
10. นายแพทย์เจริญ โชติกานิชย์. ภัยอันตรายที่กระดูกสันหลังและเชิงกราน. กระดูกหักข้อเคลื่อน ในผู้ใหญ่ โครงการตำราศิริราชคณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล. บริษัท พี.เอ. ลีฟวิ่ง จำกัด , 2539 : 410-432
11. Zindrick MR , Wiltse LL, Doornik A , et al. Analysis of the morphometric characteristics of the thoracic and lumbar pedicles. Spine 1987 ; 12 : 160-166.
12. Berry JL, Moran JM, Berg WS, Steffee AD. A morphometric study of human lumbar and selected thoracic vertebrae. Spine 1987 ; 12 : 362-367.
13. Peter V. Scoles, Anne E. Linton, Bruce Latimer, et al. Vertebral body and posterior element morphology : The normal spine in middle life. Spine 1988;13:1082-1086.
14. Charles J. Banta, Andrew G. King, Eugene J. Dabezies, et al. Measurement of effective pedicle diameter in the human spine. Orthopedics 1989 ; 12 : 939-942.

15. Panjabi, Manohar M, Koichiro Takata, et al. Thoracic human vertebrae quantitative three-dimensional anatomy. Spine 1991 ; 16 : 888-901
16. Roy-Camille R, Mazel C, Laville C. Roy-Camille posterior screw plate fixation for cervical, thoracic, lumbar spine and sacrum. Spinal instrumentation 1992 ;167-181.
17. Bret A. Ferree. Morphometric characteristics of pedicle of the immature spine. Spine 1992 ; 17 : 887-891.
18. Shuxun Hou, Richard Hu, Yamin Shi. Pedicle morphology of the lower thoracic and lumbar spine in a Chinese population. Spine 1993 ; 13 : 1850-1855.
19. Bruce M. McCormack, Edward C. Benzel, Mark S. Adams, et al. Anatomy of the thoracic pedicle. Neurosurgery 1995 ; 37 : 303-308.
20. Ralph Kothe, James D, Wen Liu, et al. Internal architecture of the thoracic pedicle. Spine 1996 ; 21 : 264-270.



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย







ที่ ทม.0311/๑๗๖๖

คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
ถนนราชดำริ กรุงเทพฯ ๑ 10330

๑๖ พฤศจิกายน 2544

เรื่อง ขออนุญาตขอความเห็นในการอนุญาตให้นิสิตเข้าเก็บข้อมูลเพื่อทำวิทยานิพนธ์

เรียน หัวหน้าภาควิชากายวิภาคศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล

เนื่องด้วยนางสาวน้ำฝน มหาทรัพย์/นิสิตหลักสูตร วท.ม.(สาขาวิทยาศาสตร์การแพทย์) กำลังทำวิทยานิพนธ์เรื่อง Morphometric evaluation of Thoracic spine for posterior transpedicular screw fixation โดยจะทำการศึกษาในส่วนของกระดูกสันหลังส่วนอกซึ่งจะต้องใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 50 ตัวอย่าง

แต่เนื่องจากภาควิชากายวิภาคศาสตร์ของคณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยมีกลุ่มตัวอย่างไม่เพียงพอที่จะใช้ในการวิจัย ดังนั้น จึงใคร่ขอความร่วมมือจากภาควิชากายวิภาคศาสตร์ของคณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล โดยขอได้โปรดอนุญาตให้นิสิตตั้งมีนามข้างต้นเข้าเก็บข้อมูลที่จะใช้ในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้ด้วย ลักเป็นพระคุณยิ่ง

บัณฑิตศึกษาของคณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับ ความอนุเคราะห์จากท่าน และใคร่ขอขอบพระคุณล่วงหน้ามา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์แพทย์หญิงวิไล ชินธเนศ)

ประธานคณะกรรมการบริหารหลักสูตรฯ

## ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

ชื่อ นามสกุล                      นางสาวน้ำฝน    มหาทรัพย์

วัน เดือน ปีเกิด                      24 ตุลาคม 2519

## ประวัติการศึกษา

วุฒิการศึกษา	สถาบันการศึกษา	พ.ศ.ที่สำเร็จการศึกษา
- ประกาศนียบัตรมัธยมศึกษาปีที่ 6	โรงเรียนเบญจมราชานุสรณ์	2536
- วิทยาศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชากายภาพบำบัด คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล	2540

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย