

กายวิภาคของเอ็นไขว้หน้าในข้อเข่าเพื่อการผ่าตัดสร้างเอ็นไขว้หน้าโดยวิธีทรานสทิเบีย



นางสาวฐานิสรา ไฉมเกิด

สถาบันวิทยบริการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การแพทย์ ภาควิชากายวิภาคศาสตร์


คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2546

ISBN 974-17-4556-7

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

SURGICAL ANATOMY OF ANTERIOR CRUCIATE LIGAMENT FOR ACL RECONSTRUCTION
TRANSTIBIA TECHNIQUE.



Miss. Thanissara Chomkerd

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

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

Department of Anatomy

Faculty of Medicine

Chulalongkorn University

Academic Year 2003

ISBN 974-17-4556-7

ฐานิสรา โจมเกิด : กายวิภาคของเอ็นไขว้หน้าในข้อเข่าเพื่อการผ่าตัดสร้างเอ็นไขว้หน้าโดยวิธี
ทรานสทิเบีย. (Surgical Anatomy of Anterior Cruciate Ligament for ACL Reconstruction
Transtibia Technique) อ.ที่ปรึกษา: รศ.นพ.ธันวา ตันสถิตย์, อ.ที่ปรึกษาร่วม:
พ.ต.ท.นพ.วิชาญ กาญจนถวัลย์ 73 หน้า. ISBN 974-17-4556-7.

ปัจจุบันการผ่าตัดสร้างเอ็นไขว้หน้าโดยวิธีทรานสทิเบียเป็นที่แพร่หลาย แต่ยังคงมีความผิดพลาด
ในการทำทรานสทิเบียอยู่ เพื่อผลการผ่าตัดที่จะสร้าง ACL ขึ้นมาให้ใกล้เคียงลักษณะทางกายวิภาคมากที่สุด ใน
การทดลองนี้จึงได้ศึกษาถึงกายวิภาคของ ACL และ Intercondylar Notch เพื่อลดความผิดพลาดในการผ่าตัดสร้าง
เอ็นไขว้หน้าโดยวิธีทรานสทิเบีย วิธีการวิจัยคือ ศึกษาในข้อเข่าอาจารย์ใหญ่จำนวน 52 เข่า อายุโดยเฉลี่ย 67.3
±17.73 ปี เป็นเพศชาย 32 เข่า เพศหญิง 16 เข่า มีกระดูก Tibia ยาวเฉลี่ย 33.33 ± 2.23 เซนติเมตร ผู้วิจัยทำการ
วิจัยโดยละเอียดกล้ามเนื้อและเนื้อเยื่อรอบเข่าออกให้หมด เพื่อให้เห็น ACL อย่างชัดเจน สังเกตและวัดระยะทาง
โดย Vernier caliper และวัดมุมโดย Goniometer จากนั้นวิเคราะห์ข้อมูลโดยวิธี Descriptive statistics ผลการ
วิจัยพบว่าลักษณะของ Intercondylar notch มีความกว้างด้านหน้าเฉลี่ย 17.39 ± 2.27 มิลลิเมตร ความกว้างด้าน
หลังเฉลี่ย 17.25 ± 2.66 มิลลิเมตร ความสูงเฉลี่ย 24.68 ± 2.16 มิลลิเมตร ความยาวเฉลี่ย 25.91 ± 2.04
มิลลิเมตร และมีมุมเฉลี่ยระหว่าง Roof กับ Femur 31.3 ± 3.37 องศา ลักษณะของ ACL มีพื้นที่จุดเกาะบน
กระดูก Tibia เฉลี่ย 23.03 ± 4.30 x 12.65 ± 3.60 มิลลิเมตร พื้นที่จุดเกาะบนกระดูก Femur เฉลี่ย 18.21 ±
2.73 x 13.41 ± 3.72 มิลลิเมตร ขนาดเฉลี่ย 5.80 ± 1.38 x 8.99 ± 1.38 มิลลิเมตร ความยาวเฉลี่ย 21.63 ±
2.46 มิลลิเมตร ระยะทางจากศูนย์กลางจุดเกาะไปยังขอบด้านหน้าคิดเป็นร้อยละ 47.98 ระยะห่างที่สุดจากขอบ
หน้าถึงขอบหลังของกระดูก Tibia และมีทิศทางของ ACL ทำมุมกับ Anterior Tibial Shaft มากขึ้น ในขณะที่ทำ
มุมกับแนวผิวข้อแคบลงเมื่อข้อเข่างอมากขึ้น จากผลการวิจัยสามารถนำไปใช้ในการผ่าตัดสร้างเอ็นไขว้หน้าในข้อ
เข่า โดยเฉพาะในขั้นตอนกำหนดตำแหน่งและทิศทางในการเจาะ Tibial Tunnel และ Femoral Tunnel โดยวิธี
ทรานสทิเบีย กล่าวคือ ตำแหน่งของ Tibial Tunnel อยู่ ด้านหน้า 47.98 เปอร์เซ็นต์ของความกว้างของกระดูก Tibia
ในแนวหน้า – หลัง และทิศทางของ Tibial Tunnel ขึ้นอยู่กับการงอข้อเข่า ถ้าจัดมุมข้อเข่างอ 60 องศา ทิศทางของ
Tibial Tunnel ในแนว sagittal ทำมุมกับแนวผิวข้อ 52 ± 4.6 องศา / ในแนว coronal ทำมุมกับแนวสันกระดูก
Tibia 20.86 ± 3.9 องศา หรือตำแหน่งในการเจาะ Femoral Tunnel 10.30 นาฬิกา ถ้าจัดมุมข้อเข่างอ 90 องศา
ทิศทางของ Tibial Tunnel ในแนว sagittal ทำมุมกับแนวผิวข้อ 46.22 ± 5.07 องศา / ในแนว coronal ทำมุมกับ
แนวสันกระดูก Tibia 26.75 ± 4.57 องศา หรือตำแหน่งในการเจาะ Femoral Tunnel 10.15 นาฬิกา และถ้าจัดมุม
ข้อเข่างอ 120 องศา ทิศทางของ Tibial Tunnel ในแนว sagittal ทำมุมกับแนวผิวข้อ 41.63 ± 5.1 องศา / ในแนว
coronal ทำมุมกับแนวสันกระดูก Tibia 31.94 ± 4.3 องศา หรือตำแหน่งในการเจาะ Femoral Tunnel 10.00
นาฬิกา

ภาควิชา กายวิภาคศาสตร์
สาขาวิชา วิทยาศาสตร์การแพทย์
ปีการศึกษา 2546

ลายมือชื่อนิติ.....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

4575218530 : MAJOR MEDICAL SCIENCE

KEY WORD: ACL RECONSTRUCTION / TIBIAL TUNNEL / FEMORAL TUNNEL / TRANSTIBIA

THANISSARA CHOMKERD : SURGICAL ANATOMY OF ANTERIOR CRUCIATE
LIGAMENT FOR ACL RECONSTRUCTION TRANSTIBIA TECHNIQUE. THESIS
ADVISOR: TANVAA TANSATIT, THESIS COADVISOR : WICHAN KANCHANATAWAN,
73 pp. ISBN 974 -17-4556-7.

Arthroscopic transtibial ACL reconstruction operation became more famous today. The major cause of failure of this procedure is technical error. Improper femoral and tibial tunnel placement was one of the technical errors that can be avoided. The 52 embalmed cadaveric knees were selected for study. The average age is 67.3 ± 17.73 years, 36 were males and 16 were females. The mean length of tibia was 33.33 ± 2.23 cm. Anatomy of intercondylar notch and ACL were measured by vernier caliper and goniometer. The intercondylar notch have anterior width 17.39 ± 2.27 mm, posterior width 17.25 ± 2.6 mm, height 24.68 ± 2.16 mm, length 25.97 ± 2.07 mm. and slope of roof 31.31 ± 3.37 degrees. The average area of ACL at tibial attachment was $23.03 \pm 4.4 \times 12.65 \pm 3.6$ mm, the average area of ACL at femoral attachment was $18.21 \pm 2.7 \times 13.41 \pm 3.72$ mm, the average size of ACL was $5.80 \pm 1.38 \times 8.99 \pm 1.38$ mm. and the average length of ACL was 21.63 ± 2.46 mm. The A-P position of ACL at tibial attachment was 47.98 % anteriorly of width of tibial plateau and 49.83 % anteriorly through ACL of width of tibial plateau. Alignment of ACL in sagittal plane (angle between ACL fiber and joint line) were decreased as knee flexion. Alignment of ACL in coronal plane (angle between ACL fiber and anterior tibial shaft) were increased as knee flexion. According to this study, The expected femoral tunnel at 10.30 am, 10.15 am and 10.00 am in right knee could be performed by Arthroscopic transtibial technique using the 48% anteriorly of tibial width for intraarticular tibial tunnel drill guide placement and aiming for sagittal and coronal plane of $52.02 \pm 4.59 / 20.86 \pm 3.88$, $46.22 \pm 5.07 / 26.75 \pm 4.57$, and $41.63 \pm 5.09 / 31.94 \pm 4.29$ degrees while knee flexion degree were as 60, 90, and 120 degrees , respectively.

Department Anatomy	Student's signature.....
Field of study Medical Science	Advisor's signature.....
Academic year 2003	Co-advisor's signature.....

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ

รศ.นพ.ธันวา ตันสถิตย์

อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ริเริ่มและผลักดันให้งานวิจัยนี้ประสบผลสำเร็จ

นพ.สุริยพงษ์ เสาวฤทธิ์และนพ.วิชาญ กาญจนถวัลย์

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ผู้ให้ความรู้เกี่ยวกับ ACL Reconstruction

น้ากล้วย และเจ้าหน้าที่ตีกายวิภาคศาสตร์

ช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกในการเก็บข้อมูล ในงานวิจัยนี้ตั้งแต่ต้นจนจบ

นางสาวทันติกา คนชื้อ

ผู้ช่วยเหลือตั้งแต่ ชี้อบรมสมัครเรียน และให้คำแนะนำในการเรียนที่นี่

นายสิทธิศักดิ์ กิรติวิโรจน์กุล

ผู้แก้ปัญหาเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์จนทำให้ออกมาเป็นรูปเล่มวิทยานิพนธ์ได้สำเร็จ

ประธานและคณะกรรมการวิทยานิพนธ์

และที่สำคัญอาจารย์ใหญ่ทุกท่าน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฅ
สารบัญภาพ.....	ญ
บทที่ 1. บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
คำถามการวิจัย.....	5
สมมุติฐานการวิจัย.....	5
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	5
ขอบเขตของการวิจัย.....	5
ข้อตกลงเบื้องต้น.....	6
ข้อจำกัดของการวิจัย.....	6
คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย.....	6
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	7
วิธีดำเนินการวิจัย.....	7
ลำดับขั้นตอนการเสนอผลการวิจัย.....	9
บทที่ 2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	10
แนวคิดและทฤษฎี.....	10
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	11
บทที่ 3. วิธีดำเนินการวิจัย.....	19
ประชากร.....	19
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	21
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	22
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	36
บทที่ 4. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	37
ผลการวิเคราะห์.....	37

	หน้า
บทที่ 5. สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	53
สรุปผลการวิจัย.....	53
อภิปรายผลการวิจัย.....	55
ข้อเสนอแนะ.....	60
รายการอ้างอิง.....	61
ภาคผนวก.....	64
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	73



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 1. แสดงข้อมูลของ Intercondylar notch.....	38
ตารางที่ 2. แสดงข้อมูลของ ACL.....	42
ตารางที่ 3. แสดงข้อมูลของ PCL.....	48
ตารางที่ 4 แสดงทิศทางของ ACL ใน sagittal plane และใน coronal plane.....	52



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 1. แผนผังแสดงกรอบแนวคิดงานวิจัย.....	10
รูปที่ 2. แสดงข้อเข้าอาจารย์ใหญ่ที่มีผิวข้อเรียบ เอ็นไขว้หน้า และเอ็นไขว้หลังสมบูรณ์ดี.....	20
รูปที่ 3. แสดงข้อเข้าอาจารย์ใหญ่ที่มีผิวข้อเข้าไม่เรียบ อยู่ในสภาพไม่สมบูรณ์ซึ่งถูกคัด เลือกออกไม่นำมาศึกษา.....	20
รูปที่ 4. แสดงอุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดมุม goniometer.....	21
รูปที่ 5. แสดงอุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดระยะทาง vernier caliper.....	21
รูปที่ 6. แสดงการวัดความยาวของกระดูก Tibia.....	22
รูปที่ 7. แสดงการวัดมุมของ roof of intercondylar notch.....	23
รูปที่ 8. แสดงการวัดความยาวของ intercondylar notch.....	23
รูปที่ 9. แสดงข้อเข้าเมื่อ medial femoral condyle ถูกเลื่อยเปิดออกจะสามารถเห็น ACL และ PCL ได้ชัดเจนขึ้น.....	24
รูปที่ 10. แสดงการวัดความสูงของ Intercondylar notch.....	24
รูปที่ 11. แสดงการวัดความกว้างด้านหน้าของ intercondylar notch.....	25
รูปที่ 12. แสดงการวัดความกว้างด้านหลังของ intercondylar notch.....	25
รูปที่ 13. แสดงการวัดจุดเกาะของ ACL บนกระดูก Tibia ในแนวซ้าย – ขวา (medial – lateral).....	26
รูปที่ 14. แสดงการวัดจุดเกาะของ ACL บนกระดูก Tibia ในแนวหน้า – หลัง (anterior – posterior).....	26
รูปที่ 15. แสดงการวัดจุดเกาะของ ACL บนกระดูก Femur.....	27
รูปที่ 16. แสดงการวัดความยาวของ ACL.....	27
รูปที่ 17. แสดงการวัดขนาดของ ACL ในแนวหน้า – หลัง.....	28
รูปที่ 18. แสดงการวัดขนาดของ ACL ที่จุดกึ่งกลางของความยาวของ ACL ในแนว ซ้าย – ขวา.....	28
รูปที่ 19. แสดงการวัดตำแหน่งจุดเกาะของ ACL บนกระดูก Tibia เป็นร้อยละ.....	29
รูปที่ 20. แสดงการวัดจุดเกาะของ PCL บนกระดูก Tibia	30
รูปที่ 21. แสดงการวัดจุดเกาะของ PCL บนกระดูก Femur.....	30
รูปที่ 22. แสดงการวัดความยาวของ PCL.....	31

รูปที่ 23. แสดงการวัดขนาดของ PCL ในแนว ซ้าย-ขวา.....	31
รูปที่ 24. แสดงการวัดทิศทางของ ACL เมื่อเข้าเหยียดตรง.....	32
รูปที่ 25. แสดงการวัดทิศทางของ ACL เมื่อเข่างอ 60 องศา	33
รูปที่ 26.แสดงการวัดทิศทางของ ACL เมื่อเข่างอ 90 องศา.....	34
รูปที่ 27.แสดงการวัดทิศทางของ ACL เมื่อเข่างอ 120 องศา.....	35
รูปที่ 28.แสดงการวัดทิศทางของ ACL เมื่อเข่างอ 135 องศา.....	36
รูปที่ 29. แสดงความกว้างด้านหน้าของ Intercondylar notch เฉลี่ย 17.39 ± 2.9 มิลลิเมตร (mean \pm SD)	38
รูปที่ 30. ความกว้างด้านหลังของ Intercondylar Notch เฉลี่ย 17.25 ± 2.7 มิลลิเมตร (mean \pm SD)	39
รูปที่ 31. ความยาวของ Intercondylar Notch เฉลี่ย 25.91 ± 2.0 มิลลิเมตร (mean \pm SD)...	39
รูปที่ 32. แสดงความสูงของ Intercondylar notch เฉลี่ย 24.68 ± 2.2 มิลลิเมตร (mean \pm SD)	40
รูปที่ 33. แสดงมุมของ Intercondylar notch เฉลี่ย 31.3 ± 3.4 องศา (mean \pm SD)	40
รูปที่ 34. แสดงจุดเกาะของ ACL บน Tibia แบบที่ 1 แบบที่ 2 แบบที่ 3 และ แบบที่ 4	43
รูปที่ 35. แสดงจุดเกาะของ ACL บน Tibia วัดในแนวด้านหน้า – ด้านหลังเฉลี่ย 23.03 ± 4.3 มิลลิเมตร และในแนวซ้าย – ขวา เฉลี่ย 12.65 ± 3.6 มิลลิเมตร.....	44
รูปที่ 36. แสดงจุดเกาะบนกระดูก Femur ของ ACLแบบที่ 1 แบบที่ 2 แบบที่ 3 และ แบบที่ 4.....	45
รูปที่ 37. แสดงจุดเกาะบนกระดูก Femur ของ ACL วัดในแนวด้านหน้า – ด้านหลัง เฉลี่ย 13.41 ± 3.7 มิลลิเมตร และในแนวบน – ล่าง เฉลี่ย 18.21 ± 2.7 มิลลิเมตร.....	46
รูปที่ 38. แสดงความยาวของ ACL เฉลี่ย 21.63 ± 2.5 มิลลิเมตร.....	46
รูปที่ 39. แสดงขนาดของ ACL ที่จุดกึ่งกลางของความยาวในแนวด้านหน้า - ด้านหลัง เฉลี่ย 8.99 ± 1.9 มิลลิเมตร ในแนวซ้าย – ขวา เฉลี่ย 5.79 ± 1.4 มิลลิเมตร.....	47
รูปที่ 40. แสดงตำแหน่งจุดเกาะของ ACL บน Tibia เป็นร้อยละ.....	47

รูปที่ 41. แสดงจุดเกาะของ PCL บนกระดูก Tibia ในแนวซ้าย – ขวา เฉลี่ย 12.45 ± 2.8 มิลลิเมตร ในแนวหน้า – หลัง เฉลี่ย 16.8 ± 3.6 มิลลิเมตร.....	49
รูปที่ 42. แสดงจุดเกาะของ PCL บนกระดูก Femur ในแนวด้านหน้า – ด้านหลัง เฉลี่ย 12.34 ± 2.8 มิลลิเมตร ในแนวบน – ล่าง เฉลี่ย 18.46 ± 3.1 มิลลิเมตร.....	49
รูปที่ 43. แสดงความยาวของ PCL เฉลี่ย 29.35 ± 3.4 มิลลิเมตร.....	50
รูปที่ 44. แสดงขนาดของ PCL ที่จุดกึ่งกลางของความยาวในแนวด้านหน้า – ด้านหลัง เฉลี่ย 5.89 ± 1.3 มิลลิเมตร ในแนวซ้าย – ขวา เฉลี่ย 10.63 ± 1.9 มิลลิเมตร.....	50
รูปที่ 45. กราฟเส้นแสดงทิศทางของ ACL ใน sagittal plane และ coronal plane.....	52
รูปที่ 46. แสดงการเทียบทิศทางของ ACL ใน coronal plane ไปเป็นตำแหน่ง Femoral Tunnel ตามตำแหน่งเข็มนาฬิกา.....	58

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เอ็นไขว้หน้าในข้อเข่า (Anterior Cruciate Ligament, ACL) เป็นเอ็นที่อยู่ภายในข้อเข่ามีหน้าที่ร่วมกับเอ็นของข้อเข่าอื่นๆ ได้แก่ เอ็นไขว้หลัง (Posterior Cruciate Ligament) เอ็นด้านข้างของข้อเข่าทั้งด้านในและด้านนอก (Medial and Lateral Collateral Ligament) เพื่อให้ข้อเข่ามั่นคงดังนี้คือ

1. ป้องกันไม่ให้กระดูก Tibia เคลื่อนไปข้างหน้ามากเกินไป (anterior tibial translation)
2. ป้องกันไม่ให้ข้อเข่าเกิดภาวะเข่าแอ่น (Hyperextension) ขณะเหยียดเข่าโดยทำงานร่วมกับ Posterior Cruciate Ligament (PCL)
3. ป้องกันไม่ให้เกิดการบิดเข้าด้านในของกระดูก Tibia (Tibial internal rotation)มากเกินไป ในขณะที่เหยียดเข่า
4. ป้องกันเข่าโก่งทางด้านข้างทั้งเข้าด้านในและ โกงออกด้านนอก (Varus and valgus) ของข้อเข่าในทุกองศา โดยทำงานร่วมกับ Collateral Ligament
5. ควบคุมการหมุนของกระดูก Tibia ในขณะที่เข่าเหยียดตรง (Screw home mechanism) ^{1, 2, 3}

การบาดเจ็บของเอ็นไขว้หน้าในข้อเข่า (ACL injury) เกิดขึ้นได้จากการเคลื่อนไหวที่มีการบิดอย่างรุนแรง ขณะที่เข่ากำลังงอหรือเหยียด มักพบในนักกีฬา สกี ฟุตบอล ยิมนาสติก หรือผู้ประสบอุบัติเหตุทางรถยนต์ พบว่าในนักกีฬาเพศหญิงเกิดการบาดเจ็บของ ACL ได้ง่ายจึงพบได้บ่อยกว่าเพศชาย ^{2, 4, 5, 6}

ผู้ป่วยที่มีการบาดเจ็บของ ACL (ACL injury) มาพบแพทย์ด้วยอาการเจ็บเข่า เข่าบวม รู้สึกเข่าหมดกำลังไปเฉยๆ คล้ายข้อเข่าหลุดออกไป มีปัญหาในการวิ่งแล้วหยุดกระทันหัน หรือวิ่งเปลี่ยนทิศทาง การขึ้นลงน้ำหนักบนขาข้างเจ็บขณะบิดตัว ซึ่งในบางครั้งทำให้ผู้ป่วยล้มลงไปแสดงถึงหน้าที่ของ ACL บกพร่องไปจากปกติ ⁷ เมื่อแพทย์ส่องกล้องเพื่อวินิจฉัย จึงพบว่าการฉีกขาดของเส้นเอ็นเกิดขึ้น ซึ่งลักษณะการฉีกขาดมักอยู่บริเวณใกล้กับจุดเกาะบนกระดูก Femur และในกรณีที่มีการบาดเจ็บอย่างรุนแรง หรือ เรื้อรังอาจพบการบาดเจ็บของ Meniscus หรือ โครงสร้างอื่นร่วมด้วย ^{8, 9}

หลักการรักษาของแพทย์มี 2 วิธี คือ การรักษาตามอาการ (Conservative Treatment) และการรักษาโดยการผ่าตัด (Operative Treatment)^{7, 10} แพทย์จะพิจารณา อาการสภาพร่างกาย และความต้องการของผู้ป่วยเป็นหลักในการเลือกวิธีการรักษา ดังเช่น อาการของผู้ป่วย ถ้ามีอาการแสดงถึงการพร่องหน้าที่ของ ACL (Functional Disability) อาจนำไปสู่การบาดเจ็บของกระดูกอ่อน Meniscus, ผิวข้อ (Articular cartilage) และ เกิดข้อเข่าเสื่อม (Osteoarthritis) ตามมา⁶ สภาพร่างกายของผู้ป่วย สมบูรณ์พร้อมผ่าตัด และความต้องการของผู้ป่วยที่จะกลับไปเล่นกีฬาตามเดิม แพทย์จึงเลือกการรักษาโดยวิธีการผ่าตัด (Operative Treatment) เป็นต้น

การผ่าตัดสร้างเอ็นไขว้หน้าข้อเข่า (ACL Reconstruction) เป็นวิธีการสำคัญในการรักษาผู้ป่วยที่มีการบาดเจ็บของ ACL (ACL Injury) เนื่องจากเป็นการรักษาที่ให้ผลการรักษาที่ดี ผู้ป่วยสามารถกลับไปใช้งานข้อเข่าได้ดีเหมือนปกติในระยะเวลาไม่นาน⁷

ในปัจจุบันได้นำกล้องส่องเข้าไปในข้อ (Arthroscope) มาใช้ในการผ่าตัดสร้างเอ็นไขว้หน้าในข้อเข่า (ACL Reconstruction) ทำให้สะดวกในการผ่าตัดมากขึ้น บาดเจ็บต่อเนื้อเยื่อข้างเคียงน้อยลง แผลผ่าตัดขนาดเล็กลง ผู้ป่วยกลับบ้านและหายเร็วขึ้น¹

ในขั้นตอนการผ่าตัด ACL Reconstruction ทุกขั้นตอนมีความสำคัญต่อผลการผ่าตัด ขั้นตอนต่างๆ มีดังนี้

1. การคัดเลือกสิ่งที่จะนำมาทดแทนเอ็นที่ฉีกขาด (Graft Selection) การแบ่งประเภทของ Graft แบ่งออกเป็น 3 ชนิดตามแหล่งที่มา คือ ได้มาจากผู้อื่น (allo graft), ได้มาจากตัวผู้ป่วยเอง (auto graft) และได้จากการสร้างขึ้นมา (synthesis graft) แพทย์ต้องคัดเลือก graft ให้เหมาะสมกับวิธีการ อาการบาดเจ็บ และความต้องการใช้งานข้อเข่าของผู้ป่วยแต่ละคน ซึ่งในปัจจุบัน autograft เป็นที่นิยมมากกว่าชนิดอื่น คือ Hamstrings graft และ bone patella tendon bone graft ซึ่งมีข้อดีข้อเสียและวิธีการเตรียมที่แตกต่างกัน ในขั้นตอนนี้การเลือก graft ที่เหมาะสมและการเตรียม graft เพื่อให้ได้ graft ที่ดีมีคุณภาพ ขนาดและความยาวเหมาะสมปราศจากเชื้อ มีผลต่อผลการผ่าตัดอย่างมาก

2. การส่องกล้องเข้าไปในข้อเพื่อการวินิจฉัย (Diagnostic Arthoscopy) เพื่อยืนยันการวินิจฉัยและค้นหาว่ามีกรบาดเจ็บใดอื่นอีกหรือไม่ ซึ่งอาจจะสามารถแก้ไขได้โดยการผ่าตัดในครั้งเดียวกันนี้ หรือวางแผนการรักษาต่อไป

3. การทำอุโมงค์ในกระดูก Tibia (Tibial Tunnel Creation) โดยการกำหนดตำแหน่ง ทิศทาง ขนาด และความยาว ที่เหมาะสมสำหรับใส่ graft เข้าไปและยึด graft ไว้ได้แน่น และอยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้อง

4. การทำอุโมงค์ในกระดูก Femur (Femoral Tunnel Creation) โดยการกำหนดตำแหน่ง ทิศทาง ขนาด และความยาว ที่เหมาะสมสำหรับใส่ graft เข้าไปและยึด graft ไว้ได้แน่น และอยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้อง

5. การยึด graft ไว้ (Graft Fixation) โดยใช้วัสดุยึด graft ให้ติดอยู่กับกระดูกทibia และกระดูกฟีเมอร์ ให้อยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้อง แน่นหนา ไม่หลุดออกมาจนกว่า graft จะติดดี

6. การฟื้นฟูหลังการผ่าตัด (Rehabilitation) เพื่อให้ข้อเข่าแข็งแรงขึ้น เคลื่อนไหวได้มากขึ้น และกลับไปสู่ภาวะปกติ

ซึ่งทุกขั้นตอนต้องถูกต้องและเหมาะสม จึงจะได้ผลการผ่าตัดที่ประสบความสำเร็จ

1, 11

การผ่าตัดสร้างเอ็นไขว้หน้าโดยกล้อง Arthroscope (Arthroscopy ACL Reconstruction) ในปัจจุบันมี 2 วิธีที่ได้รับความนิยมคือ 1-incision technique (Transtibia) และ 2-incision technique^{11, 12}

1 - incision technique คือ การผ่าตัดสร้างเอ็นไขว้หน้าที่เปิดแผลผ่าตัดเพียงแผลเดียวเพื่อเจาะ Tibial tunnel แล้วเจาะ Femoral tunnel ผ่านทาง Tibial tunnel ข้อดีของการผ่าตัดวิธีนี้คือ ระยะเวลาในการผ่าตัดเร็ว จำนวนแผลผ่าตัดน้อย บาดเจ็บต่อเนื้อเยื่อรอบ ๆ น้อย แต่ข้อเสียคือ มีความผิดพลาดในการผ่าตัดสูง ผลสำเร็จระยะยาวมีรายงานอยู่ระหว่าง 75 –95% ในขณะเดียวกันก็มีรายงานผลของการเกิดข้อเข่าไม่มั่นคงซ้ำอีก (Recurrent Instability) และ Graft Failure ได้สูงถึง 2 %¹³

2 – incision technique คือการผ่าตัดสร้างเอ็นไขว้หน้าที่เปิดแผลผ่าตัด 2 ครั้ง แผลผ่าตัดแรกเพื่อเจาะ Tibial tunnel และแผลผ่าตัดที่สองเพื่อเจาะ Femoral tunnel ข้อดีของการผ่าตัดวิธีนี้คือ สามารถกำหนดตำแหน่งของ Tunnel ได้แม่นยำกว่า และมักใช้ในการผ่าตัดสร้างเอ็นไขว้หน้าข้อเข่าซ้ำเมื่อการผ่าตัดครั้งแรกล้มเหลว (Revision ACL Reconstruction) ข้อเสียเมื่อเทียบกับ 1 – incision technique คือ จำนวนแผลผ่าตัดมากกว่า ใช้เวลาและอุปกรณ์มากกว่า และน่าจะบาดเจ็บต่อเนื้อเยื่อรอบ ๆ ข้อเข่ามากกว่า

สาเหตุของผลการผ่าตัดที่ไม่น่าพอใจ แบ่งได้เป็น วิธีการที่คลาดเคลื่อนในการผ่าตัด(Technical errors / Iatrogenic Factor) ซึ่งพบได้บ่อยที่สุด , ปัจจัยเกี่ยวกับเรื่องกลศาสตร์ / ชีวะกลศาสตร์ (Mechanical / Biomechanical Factor) , การบาดเจ็บร่วมของโครงสร้างอื่นที่เกี่ยวข้อง(Associated Structural Injuries) , การบาดเจ็บซ้ำหลังการผ่าตัด (Post-reconstruction re-injury)และการติดเชื้อ (Infection)^{1, 13}

เมื่อพิจารณาจากความคลาดเคลื่อนในการผ่าตัด (Technical errors) ซึ่งเป็นการผิดพลาดที่น่าจะสามารถแก้ไขเพื่อลดความผิดพลาดได้โดยการพัฒนาฝีมือ และวิธีการ จากรายงานความผิดพลาดในตำแหน่งของอุโมงค์ (Improper Tunnel Placement) พบได้บ่อยที่สุดถึง 70-80%¹⁵ โดยเฉพาะความผิดพลาดของตำแหน่งของอุโมงค์ในกระดูก Femur (Femoral Tunnel) พบได้บ่อยกว่า ความผิดพลาดของตำแหน่งของอุโมงค์ในกระดูก Tibia (Tibial Tunnel)^{1, 13, 14, 15} ความผิดพลาดดังกล่าวทำให้เกิดผลการผ่าตัดที่ไม่น่าพอใจตามมาดังนี้

ถ้าตำแหน่ง Femoral Tunnel ผิดพลาด

- อยู่หน้าเกินไป จะทำให้ Graft ดึงตัวมากเกินไปเวลางอเข่า
- อยู่หลังเกินไป จะทำให้เกิด การแตกหลุดออกของส่วน cortex ด้านหลัง (Posterior cortical blowout)
- อยู่บนเกินไป จะทำให้เกิดภาวะที่กระดูก Tibia หมุนได้มากเกินกว่าปกติ (Pivot Shift Limit Rotation ของ Tibia ได้ไม่ดี)¹³

ถ้าตำแหน่ง Tibial Tunnel ผิดพลาด ซึ่งพบน้อยกว่า Femoral Tunnel ทำให้เกิดผลเสียดังนี้

- อยู่หน้าเกินไป (too anterior) จะทำให้เกิด หลังคาด้านหลังของ Intercondylar notch กดลงบนเอ็นไขว้หน้าข้อเข่า (Intercondylar roof impingement)¹ และ ทำให้งอเข่าได้ไม่เต็มช่วงการเคลื่อนไหว
- อยู่หลังเกินไป (too posterior) จะทำให้การแก้ไข instability ไม่ได้ผลดี ข้อเข่างอได้มากเกินไป แต่เหยียดเข้าได้ไม่สุด
- อยู่ด้านในเกินไป (Too Medial) จะทำให้ Graft เสียขดลึกับ PCL
- อยู่ด้านนอกเกินไป (Too Lateral) จะทำให้ Graft ไปเสียดลึกับ Intercondylar notch ได้¹³

การศึกษาครั้งนี้ต้องการศึกษาถึงแนวทางในการผ่าตัด ACL Reconstruction transtibia technique เพื่อลดความผิดพลาดในการผ่าตัด (Technical error) ในขั้นตอนการเจาะ Tunnel โดยศึกษาถึงตำแหน่งของ Tibial tunnel ว่าควรอยู่ที่ใด จึงจะถูกต้องตามลักษณะทางกายวิภาค และสามารถเจาะ Tibial tunnel และ Femoral tunnel ในขั้นตอนเดียวกันได้หรือไม่ เมื่อพิจารณาร่วมกับลักษณะทางกายวิภาคของเอ็นไขว้หน้าข้อเข่า (ACL) และโครงสร้างใกล้เคียง

คำถามการวิจัย

การผ่าตัดผ่าตัดสร้างเอ็นไขว้หน้าโดยวิธีทรานสทิเบีย (ACL Reconstruction Transtibia Technique) ในขั้นตอนการเจาะ Tunnel ตำแหน่งของ Tibial tunnel ในข้อควรมีทิศทางและอยู่ตำแหน่งใด จึงสามารถเจาะ Tibial tunnel และ Femoral tunnel ได้ในขั้นตอนเดียวกัน ซึ่งหมายถึง Tibial และ Femoral tunnel อยู่ใน Alignment เดียวกัน เมื่อพิจารณาจาก ลักษณะทางกายวิภาคของ ACL และโครงสร้างใกล้เคียง

สมมุติฐานการวิจัย

การผ่าตัดสร้างเอ็นไขว้หน้าโดยวิธีทรานสทิเบีย (ACL Reconstruction Transtibia Technique) สามารถเจาะ Tibial tunnel และ Femoral tunnel ได้ในขั้นตอนเดียวกัน เนื่องจากตามลักษณะทางกายวิภาคของ ACL Tibial และ Femoral tunnel สามารถอยู่ใน Alignment เดียวกันได้ โดยทิศทางของ Tibial tunnel ใน Sagittal plane ขณะที่ข้อเข่างอ 60 องศา มีทิศทางทำมุม 45 – 65 องศา จำนวนอย่างน้อยร้อยละ 85 ของจำนวนข้อเข่าอาจารย์ใหญ่ที่นำมาใช้ในการวิจัย

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อสังเกตและวัด ลักษณะทางกายวิภาคของ ACL และโครงสร้างใกล้เคียง แล้วนำมาเปรียบเทียบกับขั้นตอนการผ่าตัดสร้างเอ็นไขว้หน้าข้อเข่า (ACL Reconstruction) เพื่อหาตำแหน่งและทิศทางของ Tibial tunnel ที่สามารถเจาะ Tibial และ Femoral tunnel ได้ในครั้งเดียวกัน

ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยนี้ทำโดยการสังเกตและวัดข้อเข่าอาจารย์ใหญ่ที่ใช้ในการเรียนของนิสิตแพทย์ ภาควิชากายวิภาคศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2545 จำนวน 52 เข่า

ข้อตกลงเบื้องต้น

1. เครื่องมือวัด เป็นเครื่องมือที่เที่ยงตรง แม่นยำ
2. Specimens เป็นเข้าอาจารย์ใหญ่ที่ใช้ในการเรียนของนิสิตแพทย์ชั้นปีที่ 2 ภาควิชากายวิภาคศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
3. ข้อเข้าอาจารย์ใหญ่ที่ใช้ศึกษาเป็นข้อเข้าที่มีผิวข้อเรียบ มีเส้นเอ็นไขว้หน้าและเอ็นไขว้หลังสมบูรณ์ดี

ข้อจำกัดของการวิจัย

ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการวัดขนาดอาจไม่เท่ากับขนาดจริงเนื่องจากศึกษาใน Embalmed cadaveric knees ที่อาจมีการหดตัวของเนื้อเยื่อ เนื่องจากผลของน้ำยารักษาสภาพ

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

ACL Reconstruction	การผ่าตัดสร้างเอ็นไขว้หน้าในข้อเข้าแทนเอ็นเอ็นไขว้หน้าในข้อเข้าที่บาดเจ็บ
Tibial Tunnel Creation	การเจาะอุโมงค์ผ่านในกระดูก Tibia
Femoral Tunnel Creation	การเจาะอุโมงค์ผ่านในกระดูก Femur
Transtibia	การเจาะอุโมงค์ ในกระดูก Femur โดยเจาะผ่านอุโมงค์ ในกระดูก Tibia
Guide wire	ลวดตรงที่ใช้เจอนำเข้าไปก่อนการเจาะอุโมงค์จริง
Aiming device	ตัวช่วยในการกำหนดตำแหน่งที่ใช้เจาะ Tunnel
Graft selection	การคัดเลือกสิ่งที่จะนำมาใช้ทดแทน ACL ที่ฉีกขาด
Diagnostic Arthroscopy	การวินิจฉัยโดยใช้กล้องส่องเข้าไปในข้อ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เพื่อเป็นแนวทางในการผ่าตัด ACL Reconstruction Transtibia Technique
2. เพื่อนำข้อมูลไปใช้ในการวิจัยครั้งต่อไปได้

วิธีดำเนินการวิจัย

ศึกษาในข้อเข่าอาจารย์ใหญ่ ที่ใช้ในการเรียนของนิสิตแพทย์ชั้นปีที่2 ภาควิชากายวิภาคศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยคัดเลือก ข้อเข่าอาจารย์ใหญ่ที่ไม่มีภาวะข้อเข่าเสื่อม ผิวข้อเรียบ มีเส้นเอ็นไขว้หน้าและเอ็นไขว้หลังสมบูรณ์ดี จำนวน 52 เข่า นำมาชำแหละ สังเกต วัด และบันทึกข้อมูลต่อไปนี้

1. ข้อมูลทั่วไป
 - 1.1 บันทึก อายุ, เพศ, ช้าง (ซ้าย หรือ ขวา) ของข้อเข่าอาจารย์ใหญ่ทุกข้อเข่าที่ศึกษา
 - 1.2 วัดความยาวของกระดูก Tibia จากจุด Bony Prominence ที่สุดของ Tibial Tuberosity ไปยังจุด Bony Prominence ที่สุดของ Medial Malleolus
2. ลักษณะทางกายวิภาคของ Intercondylar Notch
 - 2.2 วัดความยาวของ Intercondylar notch โดยวัดจากขอบด้านหน้าไปยังขอบด้านหลังของ Intercondylar notch
 - 2.3 วัดความสูงของ Intercondylar notch โดยวัดจากจุดกึ่งกลางของความยาว ของ Intercondylar notch ไปยังปลายล่างสุดของ Lateral Femoral Condyle
 - 2.4 วัดความกว้างด้านหน้าของ Intercondylar notch โดยวัดที่ระดับกึ่งกลางของความสูงของ Intercondylar notch
 - 2.5 วัดความกว้างด้านหลังของ Intercondylar notch โดยวัดที่ระดับกึ่งกลางของความสูงของ Intercondylar notch
 - 2.6 วัดมุมของ Intercondylar notch (roof) เทียบกับแนว Supracondylar ridge of femoral shaft
3. ลักษณะทางกายวิภาคของ Anterior Cruciate Ligament (ACL)

- 3.1 ตั้งเขตและวัดจุดเกาะบนกระดูก Tibia ของ ACL จากขอบด้าน medial ไปยังขอบด้าน lateral และวัดจุดเกาะบนกระดูก Tibia ของ ACL จากขอบด้าน Anterior ไปยังขอบด้าน Posterior
- 3.2 ตั้งเขตและวัดจุดเกาะบนกระดูก Femur ของ ACL จากขอบด้าน medial ไปยัง ขอบด้าน lateral และวัดจุดเกาะบนกระดูก Femur ของ ACL จากขอบด้าน Anterior ไปยังขอบด้าน Posterior
- 3.3 วัดความยาวของ ACL โดยวัดจากจุดกึ่งกลางของจุดเกาะบนกระดูก Tibia ไปยังจุดเกาะของ ACL บนกระดูก Femur
- 3.4 วัดขนาดของ ACL โดยวัดที่จุดกึ่งกลางของความยาวของเส้นเอ็น ACL ในแนว Medial ไปยัง Lateral และในแนว Anterior ไปยัง Posterior
- 3.5 วัดตำแหน่งของจุดเกาะของ ACL บนกระดูก Tibia ที่สัมพันธ์กับ Tibial Plateau โดยวัดจากขอบหน้าของ Tibial Plateau ไปยังจุดกึ่งกลางของจุดเกาะของ ACL บนกระดูก Tibia เทียบเป็นร้อยละกับความกว้างของ Tibial Plateau 2 จุด คือ จุดที่ผ่าน ACL และจุดที่กว้างที่สุดของ Tibial Plateau
- 3.6 วัดมุมทิศทางของ ACL เทียบกับแนวข้อเข้า (Joint line) หรือ sagittal plane และ แนวด้านหน้าของสันกระดูก Tibia (Anterior Tibial Shaft) หรือ coronal plane เมื่อข้อเข้าอยู่ในมุมต่างๆกันดังนี้ ข้อเข้า 0 องศา 60 องศา 90 องศา 120 องศา และ 135 องศา
4. ลักษณะทางกายวิภาคของ Posterior Cruciate Ligament (PCL)
- 4.1 ตั้งเขตและวัดจุดเกาะบนกระดูก Tibia ของ PCL จากขอบด้าน medial ไปยัง ขอบด้าน lateral และวัดจุดเกาะบนกระดูก Tibia ของ PCL จากขอบด้าน anterior ไปยังขอบด้าน posterior
- 4.2 ตั้งเขตและวัดจุดเกาะบนกระดูก Femur ของ PCL จากขอบด้าน medial ไปยังขอบด้าน lateral และวัดจุดเกาะบนกระดูก Femur ของ PCL จากขอบด้าน anterior ไปยังขอบด้าน posterior
- 4.3 วัดความยาวของ PCL โดยวัดจากจุดกึ่งกลางของจุดเกาะ PCL บนกระดูก Tibia ไปยังจุดเกาะ PCL บนกระดูก Femur
- 4.4 วัดขนาดของ PCL โดยวัดที่จุดกึ่งกลางของความยาวของเส้นเอ็น PCL ในแนว medial ไปยัง lateral และในแนว anterior ไปยัง posterior

แต่ละค่าวัด 3 ครั้ง นำค่าเฉลี่ยบันทึก และวิเคราะห์ผลด้วยโปรแกรม SPSS

windows 11

ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิจัย

- ข้อมูลทั่วไป ได้แก่ อายุ เพศ ข้าง และความยาวของกระดูกทibia
- ข้อมูลทางกายวิภาคของ Intercondylar Notch ได้แก่ ความกว้าง , ความสูง , ความยาว และมุมของ Intercondylar Roof
- ข้อมูลทางกายวิภาคของ Anterior Cruciate Ligament ได้แก่ จุดเกาะบนกระดูกทibia , จุดเกาะบนกระดูกฟีเมอร์ , ความยาว , ขนาด , ตำแหน่งจุดเกาะบนทibia เทียบเป็นเปอร์เซ็นต์
- ข้อมูลทางกายวิภาคของ Posterior Cruciate Ligament ได้แก่ จุดเกาะบนกระดูกทibia , จุดเกาะบนกระดูกฟีเมอร์ , ความยาว และขนาด
- ทิศทางของ ACL ในแนวระนาบ (coronal plane) และแนวตั้ง (sagittal plane)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

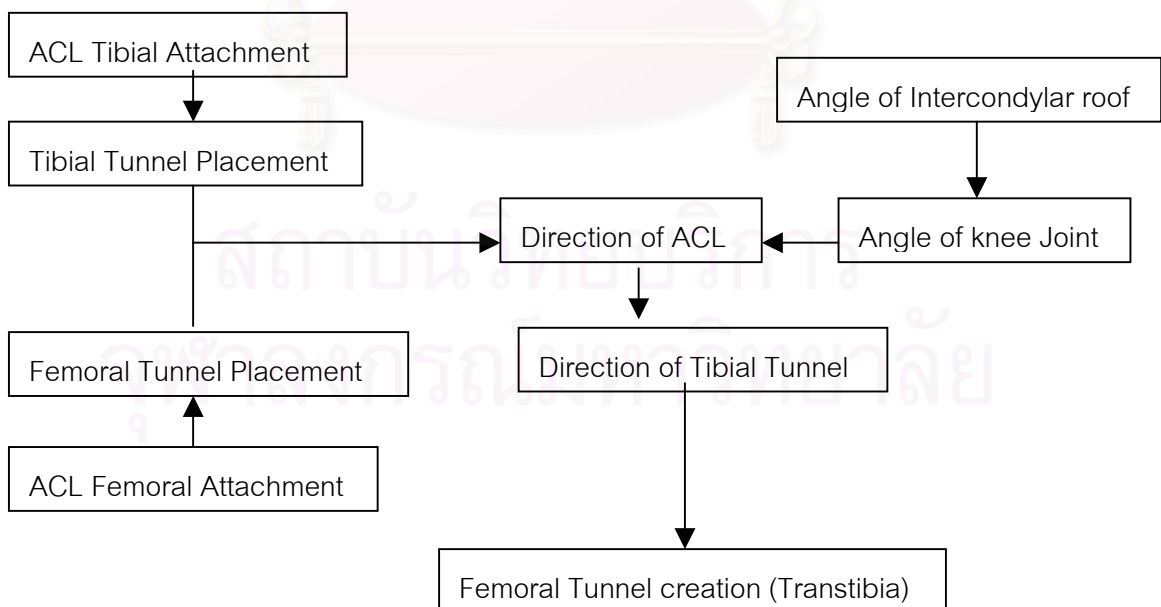
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

แนวคิดและทฤษฎี

การผ่าตัดสร้างเอ็นไขว้หน้าในข้อเข่า (ACL Reconstruction) เพื่อให้ได้ผลดี ACL Graft ควรจะอยู่ในตำแหน่ง ขนาด และความยาวใกล้เคียงกับลักษณะทางกายวิภาคของ ACL ปกติมากที่สุด ซึ่งนำไปสู่การทำหน้าที่ได้สมบูรณ์เหมือนปกติคือทำให้ข้อเข่ามีความมั่นคงดั้งเดิม

ตำแหน่งของจุดเกาะของ ACL บนกระดูก Tibia คือตำแหน่งที่คาดว่าเป็นตำแหน่งของ Tibial Tunnel ตำแหน่งของจุดเกาะของ ACL บนกระดูก Femur คือตำแหน่งที่คาดว่าเป็นตำแหน่งของ Femoral Tunnel ขนาดและความยาวของ ACL คือขนาดและความยาวที่คาดว่า ACL Graft เพื่อให้ได้ ACL graft ใกล้เคียงกับลักษณะทางกายวิภาคเดิมมากที่สุด

การเจาะ Femoral Tunnel ผ่านทาง Tibial Tunnel (Transtibia) ควรเริ่มตั้งแต่การกำหนดจุดของ Tibial Tunnel ให้ถูกต้อง และทิศทางของ Tunnel ต้องเป็นทิศทางเดียวกันกับทิศทางของเส้นใย ACL จึงจะได้ตำแหน่งของ Femoral Tunnel ที่ถูกต้อง และทำให้ ACL Graft อยู่ในตำแหน่งและทิศทางที่ใกล้เคียงกับลักษณะทางกายวิภาคของ ACL ปกติมากที่สุด



รูปที่ 1. แผนผังแสดงกรอบแนวคิดงานวิจัย

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ขนาดและความยาวของเอ็นไขว้หน้าข้อเข่า (ACL)

Marc S. Fineberg และคณะ¹ ได้กล่าวถึงลักษณะทางกายวิภาคและหน้าที่ของ ACL ว่ามีความยาวเฉลี่ย 31 ถึง 38 มิลลิเมตรและกว้าง 11 มิลลิเมตร ความยาวของ ACL เมื่อข้อเข่า และเหยียดเข่าเปลี่ยนแปลงได้ไม่เกิน 2.5 มิลลิเมตร

Boisgard S. และคณะ¹⁶ ศึกษาเกี่ยวกับความยาวของ ACL เมื่อข้อเข่า โดยใช้ 3D model ที่สร้างมาจาก MRI sections ศึกษาในคนมีชีวิต พบว่า ที่มุม 0-70 องศา ACL ยาว 34 มม. ที่ 30 องศา anteromedial band ของ ACL ยาวกว่า band อื่น 30% และ posterolateral band ของ ACL คีงที่สุด

นายแพทย์วิชาญ กาญจนถวัลย์²² ศึกษาความยาวของเส้นเอ็น Semitendinosus และความยาวของ ACL graft ส่วนที่อยู่ภายในข้อเข่า ว่ามีความสัมพันธ์กับความสูงของผู้ป่วยอย่างไร โดยทำการวัดขณะผ่าตัด ACL Reconstruction พบว่าความยาวของเส้นเอ็น Semitendinosus และความยาวของ ACL Graft ส่วนที่อยู่ภายในข้อเข่า ในผู้ป่วยที่เข้ารับการผ่าตัด ACL Reconstruction จำนวน 156 ราย อายุเฉลี่ย 29 ปี ความสูงของผู้ป่วยมีความสัมพันธ์กับความยาวของเส้นเอ็น Semitendinosus และความยาวของ ACL graft ส่วนที่อยู่ภายในข้อเข่า อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ พบว่าค่าเฉลี่ยของความยาวของ ACL Graft ในผู้ป่วยความสูงต่าง ๆ กันอยู่ระหว่าง 17.33 - 22.60 มิลลิเมตร

Anderson และคณะ⁴ ศึกษาความสัมพันธ์ของ Anthropometric measurement, ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ Quadriceps และ Hamstrings, ขนาดของ ACL และ Intercondylar notch กับเพศ ในนักกีฬาบาสเกตบอลระดับมัธยมปลายจำนวน 100 ราย เป็นชาย 50 ราย หญิง 50 ราย อายุเฉลี่ย 16 ปี วัดความสูง, น้ำหนัก, เปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย, ไขมันใต้ผิวหนัง, ประเมินความแข็งแรงของกล้ามเนื้อโดย Cybex II dynamometer, วัดขนาดของ Intercondylar notch (บริเวณ upper 2/3 of notch) จาก MRI axial images และวัดพื้นที่หน้าตัดของ ACL จากภาพ MRI sagittal images โดยใช้ t-test ในการวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบระหว่างเพศชายและเพศหญิง พบว่าพื้นที่หน้าตัดของ ACL นักกีฬาชายมีขนาดมากกว่านักกีฬาหญิงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือ ค่าเฉลี่ยของพื้นที่หน้าตัดของ ACL ในเพศชายเท่ากับ 48.9 ตารางมิลลิเมตร มากกว่าเพศหญิง ซึ่งค่าเฉลี่ยของพื้นที่หน้าตัดของ ACL เท่ากับ 36.1 ตารางมิลลิเมตร นักกีฬาทั้งหญิงและชายที่มีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ Quadriceps มากจะมีขนาดของ ACL ใหญ่ตามไปด้วย แต่ความสัมพันธ์ของพื้นที่

ที่ของ ACL กับความสูงในเพศชายพื้นที่ของ ACL มากขึ้นเมื่อความสูงเพิ่มขึ้น ($p=0.03$) แต่ในเพศหญิงไม่เป็นเช่นนั้น ($p=0.82$)

จุดเกาะของ ACL บนกระดูก Femur

Marc S. Fineberg และคณะ¹ กล่าวว่าตำแหน่งของจุดเกาะบน Femur อยู่ที่ด้านหลังและด้านในของ lateral femoral condyle

Lintner และคณะ²⁹ ได้ทำการศึกษา ตำแหน่งของ ACL ปกติโดย ดิคลวดโลหะรอบจุดเกาะของ ACL ในเข้าอาจารย์ใหญ่ แล้วนำไปถ่ายภาพรังสี ภาพรังสีในแนวหน้าหลังพบว่าจุดเกาะบนกระดูก Femur จะเห็นได้ดีที่สุดเมื่อดูจาก intercondylar notch view หรือ แนวหน้าหลัง ขณะที่เข่างอ 60 องศา ซึ่งอยู่ด้านนอกต่อแนวกึ่งกลางของ notch และด้านบน 2/3 ของ notch ภาพถ่ายรังสีในด้านข้างจะเห็นว่ามุมของ roof ของ intercondylar notch ที่เรียกเส้นสมมุติชื่อว่า Blumensaat ' line ทำมุม 35 องศา กับ Long axis ของ Femur และจุดเกาะบนกระดูก Femur อยู่บริเวณส่วนบนและหลังของ intercondylar notch ซิดแนวของ Blumensaat ' s line

ลักษณะทางกายวิภาคของ Intercondylar notch

Allen F. Anderson และคณะ⁴ กล่าวถึงขนาดของ Intercondylar notch โดยวัดขนาดของ Intercondylar notch (บริเวณ upper 2/3 of notch) จาก MRI axial images และ พื้นที่หน้าตัดของ ACL จากภาพ MRI sagittal images และใช้ t-test ในการวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบระหว่างเพศชายและเพศหญิง พบว่า ขนาดความกว้างเฉลี่ยของ Intercondylar notch ในเพศชายคือ 18.7 มม. ซึ่งจะเพิ่มขึ้นเมื่อความสูงเพิ่มขึ้น และขนาดความกว้างเฉลี่ยของ Intercondylar notch ของเพศหญิงคือ 16.2 มม. ซึ่งไม่สัมพันธ์กับความสูงที่เพิ่มขึ้น ทั้งนี้ความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ของ ACL กับความกว้างของ notch ไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญ

จุดเกาะของ ACL บนกระดูก Tibia

Marc S. Fineberg และคณะ¹ กล่าวว่า เส้นเอ็น ACL ทอดตัวลงมาทางด้านหน้าและด้านในมาสู่จุดเกาะบน Tibia ซึ่งแผ่กว้างกว่าจุดเกาะบนกระดูก Femur เป็นลักษณะแบบ footprint อยู่ในส่วนด้านหน้าและด้านในของ Tibial plateau ระหว่าง Tibial eminences

Lintner และคณะ²⁹ กล่าวถึงจุดเกาะบนกระดูก Tibia ของ ACL จากการศึกษา ตำแหน่งของ ACL ปกติโดย ดิคลวดโลหะรอบจุดเกาะของ ACL ในเข้าอาจารย์ใหญ่ แล้วนำไปถ่าย

ภาพรังสี ภาพรังสีในแนวหน้าหลัง แสดงให้เห็นจุดเกาะของ ACL บน Tibia ว่าอยู่ด้านข้างนอกของ จุดศูนย์กลางของกระดูก Tibia ภาพถ่ายรังสีในด้านข้างจะเห็นว่า tibial plateau ลาดลง ไปสู่ด้านหลัง 10 องศา เมื่อเทียบกับแกนตามยาวของกระดูก Tibia จุดศูนย์กลางของจุดเกาะของ ACL บนกระดูก Tibia อยู่ที่จุดต่อระหว่างด้านหน้า 40 % และด้านหลัง 60% ของความยาวในแนวหน้าหลัง ของ Tibial plateau โดยมีพื้นที่เกาะในแนวหน้าหลัง 30% เริ่มจากตำแหน่งที่ 25% ไปยัง 55%

Marccaci และคณะ²¹ ได้กล่าวถึงตำแหน่งของ Tibial tunnel เมื่ออธิบายถึงขั้นตอนการทำ Anatomic double – bundle ACL reconstruction with Hamstrings ว่าอยู่ด้านในของส่วนหลังของจุดเกาะของ ACL บนกระดูก Tibia

Fineberg และคณะ¹ กล่าวว่า เส้นเอ็นเรียงตัวกันแบ่งได้เป็นหลายกลุ่ม(band)แต่โดยทั่วไปนิยมแบ่งเป็น 2 bands คือ anteromedial band เป็นเส้นเอ็นส่วนที่เกาะจากส่วนต้นของจุดเกาะบน femur ไปยังส่วนด้านในและด้านหน้าของจุดเกาะบน Tibia จะตึงและบิดเวลาดงอเข้า 90 องศา และ posterolateral band เป็นเส้นเอ็นส่วนที่เกาะจากส่วนล่างของจุดเกาะบนกระดูก Femur ไปยังส่วนด้านนอกและด้านหลังของจุดเกาะบนกระดูก Tibia จะตึงเวลาเหยียด และหน้าที่หลักของ ACL คือ จำกัดการเคลื่อนไปด้านหน้า (anterior translation) และ การหมุนเข้าด้านใน (internal rotation) ของกระดูก Tibia, การโค้งงอของเข่า และการแอ่นของเข่า

การบาดเจ็บของเอ็นไขว้หน้า (ACL injury)

Savio L-Y Woo และคณะ¹⁷ ได้ศึกษาถึง Biomechanics of Knee Ligament กล่าวถึง Basic anatomy ของ ACL ว่าประกอบด้วยน้ำและ Dense collagen fiber เรียงตัวในแนว longitudinal และขนานกับแกนของแรง หน้าที่ของ ACL คือ ควบคุม A-P translation และ axial tibial rotation และ มักพบการฉีกขาดของ ACL ในนักกีฬา ฟุตบอล บาสเกตบอล วอลเลย์บอล แอสน์บอล

George AC. Murrell และคณะ⁸ ศึกษาถึง ระยะเวลาที่เกิด ACL Injury มีผลต่อการเสียหายของ Meniscus และ Articular-cartilage อย่างไร โดยการศึกษาแบบ cross-sectional study ในผู้ป่วย ACL Insufficiency ที่ได้รับการวินิจฉัยว่ามีการบกร่องของ ACL คือ 1. มีประวัติข้อเข่าขาดความมั่นคง 2. Lachman test เท่ากับ 5 มม. หรือมากกว่าความแตกต่างใน side to side ของ anterior translation ขณะวางขาสลับ 3. Pivot shift test ขณะวางขาสลับมีผลเป็นบวก 4. พบว่ามีการฉีกขาดของ ACL เมื่อส่องดูด้วยกล้อง arthroscope และต้องมารับการผ่าตัด ACL reconstruction จำนวน 130 ราย มีอายุเฉลี่ย 26 ปี เพศชาย 95 ราย เพศหญิง 35 ราย ข้างที่บาดเจ็บเป็นข้างขวา 71 ราย ข้างซ้าย 59 ราย วันที่เริ่มบาดเจ็บ และวันที่ได้รับการผ่าตัด จากนั้นขณะผ่าตัด

ACL Reconstruction ตรวจประเมินการเสียหายของ Meniscus และ กระจกอ่อนบริเวณผิวข้อ (Articular cartilage) และใช้ hooked arthroscopic probe ที่มีมาตรวัด 5 มิลลิเมตร วัดและบันทึกขนาดของพื้นที่ที่ได้รับคามเสียหายของ Articular cartilage มีหน่วยเป็นตารางเซนติเมตร และความเสียหายของ Meniscus เป็นเปอร์เซ็นต์ ใช้ two - tailed paired Student 't - tests , unpaired Student 't - tests , multiple linear regression analysis และ correlation coefficients ในการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ พบว่า มีความเสียหายของ meniscus 94 รายใน 130 ราย (72%) มีการหายไปของ Medial meniscus 16% Lateral meniscus 5% เมื่อเปรียบเทียบระหว่างการบาดเจ็บของ meniscus กับ cartilage ผู้ป่วยที่มีการบาดเจ็บของ meniscus ร่วมกับการบาดเจ็บของ ACL ด้วยจะส่งผลให้มีการเสียหายของ cartilage เพิ่มขึ้นถึง 3 เท่าเมื่อเทียบกับผู้ป่วย ACL Insufficiency เพียงอย่างเดียว ซึ่งการเสียหายของ medial meniscus จะสัมพันธ์กับการเสียหายของ medial femoral cartilage และ medial tibial cartilage ($r=0.4$) ถ้าการมีเสียหายของ lateral meniscus จะส่งผลให้มีการเสียหายของ lateral femoral cartilage และ lateral femoral cartilage ($r=0.4$) แต่ถ้าเพียงแต่ฉีกขาด ไม่มีผลต่อการเสียหายของ cartilage ถ้าเปรียบเทียบระหว่างความเสียหายของ cartilage กับเวลา พบว่ากระจกอ่อนบริเวณกระดูกสะบ้า (Patellar cartilage) ไม่มีความสัมพันธ์กับเวลา แต่ผลรวมของการเสียหายของกระจกอ่อน (total cartilage loss) ของผู้ป่วยที่มี ACL บกพร่องไป (ACL Insufficiency) มานานกว่า 2 ปี พบว่ามี กระจกอ่อนที่เป็นผิวข้อถูกทำลายมากกว่า ในผู้ป่วย ACL บกพร่องไปมาไม่ถึง 2 เดือนถึง 6 เท่า สมการที่ได้จากการวิจัยนี้คือผลรวมของการเสียหายของกระจกอ่อน (total cartilage loss) เป็นตารางเซนติเมตร = $-1.59 + (0.06 \times \text{อายุเป็นปี}) + (0.0006 \times \text{เวลาเป็นวัน})$ ซึ่งจากการวิจัยนี้มีความเห็นว่า ผู้ป่วยกลุ่มที่รอการผ่าตัด ACL reconstruction เป็นระยะเวลานานขึ้นน่าจะมีการเสียหายต่อ meniscus และ cartilage มากขึ้นกว่าผู้ป่วยที่ไม่ต้องรอรับการผ่าตัดนาน

Good L. และคณะ¹⁴ ได้วัด Intercondylar notch ในผู้ป่วยที่มีการบาดเจ็บของ ACL ในระยะเฉียบพลัน (Acute ACL injury) จำนวน 62 ราย ในผู้ป่วยที่มีการบาดเจ็บของ ACL ในระยะเรื้อรัง (Chronic ACL injury) 93 ราย และใน Fresh Cadaveric 38 รายซึ่งเป็นกลุ่มควบคุมที่มี ACL ปกติ พบว่าผู้ป่วยที่มีการบาดเจ็บของ ACL ในระยะเรื้อรัง (Chronic ACL injury) มีขนาด Intercondylar notch แคบลงอย่างเห็นได้ชัดและในผู้ป่วยที่มีการบาดเจ็บของ ACL ในระยะเฉียบพลัน (Acute ACL injury) ขนาด Intercondylar notch ด้านหน้าแคบลงเล็กน้อยเมื่อเทียบกับ Fresh Cadaveric ซึ่งมี ACL ปกติ

Louis C. AlmeKinders และคณะ²² ศึกษาถึงการเคลื่อนไปจากตำแหน่งเดิมของกระดูก Tibia (Tibial Subluxation) ในข้อเข่าที่มี ACL บกพร่องที่ยังไม่มีอาการ ข้อเข่าไม่มั่นคง

อย่างชัดเจน เปรียบเทียบกับข้อเข่าที่มี ACL ปกติ โดยภาพรังสี X-rays ด้านข้างพบว่ามี การเคลื่อนไปด้านหน้าของกระดูก Tibia (Anterior subluxation of Tibia) ในข้อเข่าที่มี ACL บกพร่อง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเทียบกับการทดลองครั้งก่อนของเขาพบว่า ในข้อเข่าที่ได้รับการผ่าตัด ACL Reconstruction ไม่สำเร็จ และ ข้อเข่าที่มี ACL บกพร่อง ต่างมีการเคลื่อนไปด้านหน้าของกระดูก Tibia เหมือนกัน และยังให้ความเห็นว่าควรแก้ไขการเคลื่อนไปจากตำแหน่งเดิมของกระดูก Tibia ก่อนการทำ Tunnel หรือ ควรใช้จุดอ้างอิงในการทำ Tunnel จาก Tibia น่าจะเหมาะสมกว่าใช้ Intercondylar roof of Femur เป็นจุดอ้างอิง เนื่องจากถ้าวางตำแหน่งเจาะ Tibial Tunnel อยู่หน้าเกินไป อาจทำให้ Graft ถูกหลังคาของ Intercondylar notch กด และนำไปสู่การล้มเหลวในการผ่าตัด ACL Reconstruction ในที่สุด

การผ่าตัดสร้างเอ็นไขว้หน้า (ACL Reconstruction)

การบาดเจ็บของ ACL รักษาโดยทำ ACL Reconstruction เป็นการผ่าตัดเพื่อรักษา ACL ที่บาดเจ็บ เริ่มทำตั้งแต่ปี ค.ศ.1917 และการใช้กล้องส่องข้อ (Arthroscopic ACL Reconstruction) เพิ่งเริ่มทำในระยะ 5-6 ปีมานี้ โดยจุดประสงค์ของการผ่าตัด ACL Reconstruction คือ เพื่อให้ข้อเข่ามีความมั่นคง สามารถกลับไปสู่ภาวะปกติก่อนการบาดเจ็บ ¹¹

นายแพทย์พินิจ ศรีสุวรรณภรณ์ ¹¹ ได้กล่าวถึงขั้นตอนการทำ ACL Reconstruction คือ การคัดเลือกเส้นเอ็นทดแทน ACL เดิมที่ผิดปกติ (Graft selection), การวินิจฉัยโดยการส่องกล้องเข้าไปภายในข้อ (Diagnostic Arthroscopy), การทำอุโมงค์ภายในกระดูก Tibia (Tibial Tunnel Creation), การทำอุโมงค์ภายในกระดูก Femur (Femoral Tunnel Creation), การยึดเส้นเอ็นทดแทน (Graft Fixation) และการฟื้นฟูสมรรถภาพ (Rehabilitation) ทุกขั้นตอนต้องถูกต้องและเหมาะสมจึงได้ผลผ่าตัดที่ประสบความสำเร็จ และกล่าวว่าการสร้าง Femoral tunnel โดยวิธีทรานสทิเบีย เป็นวิธีที่นิยมในปัจจุบัน

ตำแหน่งของอุโมงค์ในกระดูก Tibia (Tibial tunnel placement)

Fineberg และคณะ ¹ กล่าวถึงการเจาะ tibial tunnel ตำแหน่งควรอยู่ทางส่วนหลังของ footprint ซึ่งต่อของ ACL เดิมที่บาดเจ็บใช้เป็นตัวช่วยในการวางตำแหน่งของ tibial guide pin ได้

Morgan และคณะ ²⁰ แนะนำให้ใช้ระยะทางจากขอบหน้าของ PCL ในแนว sagittal plane เป็นตัวกำหนดตำแหน่งของ tibial tunnel และรายงานไว้ที่เข่า 90 องศา ระยะทาง

จากศูนย์กลางของ ACL footprint ไปยังขอบหน้าของ PCL คือ 7 มิลลิเมตร และระยะทางนี้ไม่ขึ้นกับขนาดของข้อเข่าด้วย

Jackson และ Gasser¹⁹ รายงานเรื่องการใช้อ้างอิงเพื่อใช้ในการกำหนดตำแหน่งของศูนย์กลางของ Tibial tunnel ไว้ 4 อย่าง คือ 1. anterior horn ของ lateral meniscus, 2. medial tibial intercondylar eminence, 3. PCL และ 4. ตอเดิมของ ACL และนอกจากนี้ยังต้องคำนึงถึงความยาวและมุมของ tunnel ให้เหมาะสมกับ ACL graft แต่ละชนิดด้วย

Stephen M. Howell และคณะ⁹ ศึกษาเกี่ยวกับตำแหน่งของ Tibial tunnel, intraoperative graft tension และ stability เมื่อ ACL reconstruction 1 – incision technique โดยศึกษาในผู้ป่วยที่ได้รับการผ่าตัด ACL reconstruction 1 – incision technique และใช้ Hamstrings Graft มาแล้ว 1 ปี จำนวน 14 ราย พิจารณาตำแหน่งและมุมของ Tibial Tunnel จากภาพ X-rays เทียบกับ MRI ของเข่าข้างที่ไม่บาดเจ็บเป็น Anatomical Tibial Tunnel Placement, วัด Knee stability โดย KT-1000 arthrometer พบว่าแม้ตำแหน่งของ Tibial Tunnel จะถูกต้อง ผู้ป่วยสามารถกลับใช้เข่าได้ตามปกติ แต่ Tensile behavior ของ ACL graft ผิดปกติไป 10 ราย ปกติ 4 ราย ซึ่ง 10 รายที่ผิดปกตินี้มีมุมของ Tibial Tunnel ในแนวระนาบใกล้เคียงตั้งฉากกับ Tibial Plateau จึงสรุปได้ว่า มุมของ Tibial Tunnel ในแนวระนาบ อาจทำให้เกิด Tensile behavior ของ graft ที่ผิดปกติ

Fineberg และคณะ¹ กล่าวว่า เพื่อลดปัญหาการเกิด graft tunnel mismatch ในการผ่าตัดโดยใช้ bone patella tendon bone graft ได้กำหนดมุมของ tibial guide ไว้ที่ 55 องศา ความยาวของ tibial tunnel ที่วัดได้เท่ากับ 50 – 55 มิลลิเมตร แล้วเจาะ femoral tunnel ผ่านทาง tibial tunnel (transtibia) ถ้ามุมน้อยกว่า 55 องศา graft จะดันออก ถ้ามุมมากกว่า 55 องศาจะเสี่ยงต่อการแตกของผิวด้านหลังของกระดูก Femur และกล่าวถึง ขั้นตอนการเจาะ femoral tunnel ควรอยู่ที่ตำแหน่งจุดเกาะของ ACL ปกติ คือจุดศูนย์กลางของ femoral tunnel ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 มิลลิเมตรควรอยู่ที่ 6 ถึง 7 มิลลิเมตร หน้าต่อขอบหลังของผิวนอกของ intercondylar notch ของกระดูก Femur ซึ่งอยู่ในตำแหน่ง 11 นาฬิกาในขาขวาและ 1 นาฬิกาสำหรับขาซ้าย ขณะผ่าตัดเมื่องอและเหยียดเข่า Graft ควรยึดได้ไม่เกิน 2.5 มิลลิเมตร ซึ่งถ้าตำแหน่งจุดเกาะของ ACL graft บน Femur อยู่หน้าเกินไป จะทำให้งอเข่าได้ไม่สุด เนื่องจากความยาวของ ACL graft ภายในข้อถูกยึดมากขึ้นเวลางอเข่า และในขณะเดียวกันก็จะทำให้เข่าหลวมเกินไปเมื่อเหยียดเข่า ในทางกลับกันถ้าตำแหน่งของจุดเกาะของ ACL graft บน Femur อยู่ด้านหลังมากเกินไป ก็จะทำให้เหยียดเข่าได้ไม่สุด และ ข้อเข่าไม่มั่นคงเมื่องอเข่า สำหรับตำแหน่งจุดเกาะของ ACL graft บน Tibia ถ้าตำแหน่งจุดเกาะของ ACL graft อยู่หน้าเกินไปจะทำให้ ACL graft ถูกหนีบด้วย intercondylar

notch ได้ ในทางกลับกันถ้าตำแหน่งจุดเกาะของ ACL graft อยู่หลังเกินไปจะทำให้ ACL graft วางตัวในแนวโค้งมากเกินไปป้องกันการเคลื่อนไปทางด้านหน้า (anterior translation) ของ tibia ไม่ได้ ซึ่งการล้มเหลวในการผ่าตัดเกิดได้จากตำแหน่งของ Tunnel ที่ไม่ถูกต้อง

ตำแหน่งของอุโมงค์ในกระดูก Femur (Femoral tunnel placement)

Cole J และคณะ²³ ได้ศึกษา ตำแหน่งของ femoral tunnel ใน ACL Reconstruction โดยใช้ ภาพถ่าย x-rays โดยเชื่อว่า ACL Reconstruction จะสำเร็จหรือไม่ขึ้นอยู่กับตำแหน่งของ Graft ใกล้เคียงกับกายวิภาคหรือไม่ ศึกษาโดยใช้ Cadaveric Distal Femur จำนวน 9 ขา เจาะ Femoral tunnel ขนาด 9 mm ห่างจาก posterior rim 2 mm เป็นตำแหน่งที่ถูกต้อง ห่างจาก posterior rim 12 mm เป็นตำแหน่งที่ผิด โดยเจาะที่มุม 12.00 น. 10.30 และ 9.00 ในขาขวา (12.00 น. 1.30 น. และ 3.00 น. ในขาซ้าย) ซึ่งมุม 10.30 น. (1.30 น. ในขาซ้าย) เป็นตำแหน่งที่ถูกต้องตามลักษณะทางกายวิภาค ที่ตำแหน่ง 12.00 น. เป็นตำแหน่งที่สูงเกินไป ที่ตำแหน่ง 3.00 น. เป็นตำแหน่งที่ต่ำเกินไป ซึ่งเมื่อนำมาถ่ายภาพ x - rays ด้านข้างพบว่าไม่สามารถระบุได้ว่าตำแหน่งใดเป็นตำแหน่งที่ถูกต้องโดยใช้การถ่ายภาพ x-rays ด้านเดียวได้

Lintner และคณะ²⁹ กล่าวว่า ภาพถ่ายรังสีด้านข้างสามารถใช้ประเมินตำแหน่งของ tunnel, การถูกหนีบของ graft โดย intercondylar notch, graft tunnel mismatch และการคลายออกระหว่าง bone plug และ metal screws ได้

Csizy M. และ Friederich NF.¹⁵ สนับสนุนข้อมูลที่ว่า ตำแหน่งของ Tunnel ที่ไม่ถูกต้องทำให้เสี่ยงต่อการเกิดการผ่าตัดที่ไม่มีประสิทธิภาพ เกิดจาก การผิดพลาดทางเทคนิค และการกำหนดจุดอ้างอิง และการวัดในระหว่างผ่าตัด อาจจะไม่ใช่ตำแหน่งที่ถูกต้องในข้อเข่าที่มี ACL บกพร่อง

Howell HM²⁶ ได้อธิบายถึงสาเหตุของการถูกหนีบโดย Roof of Intercondylar Notch ในขณะที่ทำ ACL Reconstruction มี 5 ประการคือ 1. ขนาดของ Graft และ ขนาดของ ACL เดิมไม่เท่ากัน 2. มุมของ roof และมุมการเหยียดเข้าของผู้ป่วยแต่ละคนแตกต่างกันไปจากปกติ 3. ความสามารถในการยึดเกาะระหว่าง Graft และ Intercondylar roof 4. มี Anterior tibial translation จากการหดตัวของ Quadriceps muscle และ 5. การใช้ Tibial guides อ้างอิงกับ soft tissue landmarks

Arnold MP และคณะ²⁴ ได้ศึกษาใน Fresh – Frozen cadaveric knees จำนวน 5 เข่า โดยการเลียนแบบการทำ ACL Reconstruction 1- incision technique พบว่าไม่สามารถ

เจาะ Femoral tunnel ผ่าน Tibial Tunnel ให้ได้ตาม ACL Femoral attachment ได้ โดย Femoral tunnel ที่ใกล้ที่สุดอยู่ตรงขอบของจุดเกาะของ ACL บน roof เท่านั้น

นายแพทย์สุริยพงษ์ เสาวฤทธิ์¹³ กล่าวถึงรายงานผลความสำเร็จระยะยาวอยู่ระหว่าง 75 – 95% และรายงานถึงผลของการกลับมาไม่มั่นคงของข้อเข่าอีก และ Graft failure สูงถึง 2% สาเหตุสำคัญคือความผิดพลาดทางเทคนิค (Technical error) ซึ่งพบได้บ่อยที่สุด 70-80% เกิดจาก ตำแหน่งของ Tunnel ไม่ถูกต้อง (Improper Tunnel Placement) โดยเฉพาะ Femoral tunnel พบได้บ่อยกว่า Tibial tunnel

Loh JC และคณะ²⁸ ศึกษาถึงความมั่นคงของข้อเข่า (knee stability) และหน้าที่ของเส้นเอ็นทดแทน (graft function) หลังจาก ACL Reconstruction โดยเปรียบเทียบตำแหน่งของ femoral tunnel 10 นาฬิกา และ 11 นาฬิกา โดยศึกษาใน human cadaveric knee จำนวน 10 เข่า มาทำ ACL Reconstruction โดยใช้ BPTB graft ที่ตำแหน่ง femoral tunnel 10 นาฬิกา และ 11 นาฬิกา และให้แรงทดสอบ พบว่า แรงหมุนและแรงจากด้านหน้า ตำแหน่ง 10 นาฬิกาทนแรงได้ดีกว่า ตำแหน่ง 11 นาฬิกา และพบว่าตำแหน่ง femoral tunnel 10 นาฬิกา และ 11 นาฬิกาทำให้เกิดความมั่นคงของข้อเข่าเหมือนเข่าปกติได้

Texier A และคณะ²⁵ ศึกษาเรื่องการทำให้ ACL reconstruction ช้ำ ในผู้ป่วย 32 คน พบว่าสาเหตุของการล้มเหลวของ ACL reconstruction ครั้งก่อนเกิดจาก การผิดพลาดในตำแหน่งของ Femoral Tunnel เป็นส่วนมาก

Gill TJ และคณะ²⁷ ให้ความเห็นว่า ACL Reconstruction 2- incision technique ได้ ตำแหน่งของ Femoral tunnel และมุมของ ACL graft ให้ผลการผ่าตัดที่ประสบความสำเร็จสูง และภาวะแทรกซ้อนต่ำ เนื่องจากสามารถกำจัด graft- tunnel mismatch, screw divergence ได้ และมักใช้ในการทำ Revision ACL Reconstruction

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากร

ประชากรและตัวอย่าง (Target Population and Sample Population)

ประชากร (Target Population) ข้อเข่าอาจารย์ใหญ่ (Emblashed cadaveric knees)

ประชากรตัวอย่าง (Sample Population) ข้อเข่าอาจารย์ใหญ่ ที่ใช้ในการเรียนของนิสิตแพทย์ชั้นปีที่2 ภาควิชากายวิภาคศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เกณฑ์การคัดเลือกเข้าศึกษา (Inclusion Criteria)

คัดเลือกข้อเข่าอาจารย์ใหญ่โดยการเลาะเอากล้ามเนื้อเนื้อเยื่อรอบข้อออกและเปิดกระดูกสะบ้าออกโดยดึงลงมาห้อยติดกับกระดูก Tibia สังเกตผิวข้อเข่า เอ็นไขว้หน้าและเอ็นไขว้หลัง คัดเลือกเอาข้อเข่าที่มีผิวข้อเรียบ มีเอ็นไขว้หน้าและเอ็นไขว้หลังสมบูรณ์ดี นำมาศึกษา และคัดเลือกข้อเข่าที่ไม่ตรงตามเกณฑ์ออก

การกำหนดกลุ่มประชากรตัวอย่าง

คำนวณประชากรตัวอย่างจากสูตร

$$N = Z^2 p \cdot q / d^2$$

กำหนดให้ $Z = 1.96$ ($\alpha = 0.05$)

$p =$ ความชุกของข้อมูลจาก pilot study จำนวน 14 เข่า จัดข้อเข่ามุม 60 องศา และวัดทิศทางของ ACL ที่ได้มุม 55 ± 10 องศา (เป็นมุมมาตรฐานที่ใช้ในการทำ Tibial guide)^{1, 10} จำนวน 12 เข่า

$$= 0.85$$

$$q = 1 - p = 1 - 0.85 = 0.15$$

$$d = \text{ความคลาดเคลื่อน} = 0.10$$

$$\text{แทนค่าในสูตร } N = (1.96)^2 (0.85) (0.15) / (0.1)^2$$

$$= 49 \text{ เข่า}$$

ดังนั้นควรใช้ข้อเข่าอาจารย์ใหญ่อย่างน้อยจำนวน 49 เข่า



รูปที่ 2. แสดงข้อเข่าอาจารย์ใหญ่ที่มีผิวข้อเข่าเรียบ เอ็นไขว้หน้า และเอ็นไขว้หลัง สมบูรณ์ดี ซึ่งถูกคัดเลือกมาศึกษา



รูปที่ 3. แสดงข้อเข่าอาจารย์ใหญ่ที่มีผิวข้อเข่าไม่เรียบ อยู่ในสภาพไม่สมบูรณ์ ซึ่งถูกคัดเลือกออกไม่นำมาศึกษา

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- Vernier Caliper
- Goniometer
- สายวัด
- Guide wire
- เลื่อยและใบเลื่อย
- แท่นยึดกระดูกให้อยู่กับที่
- เครื่องมือใช้ในการ Dissection



รูปที่ 4. แสดงอุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดมุม goniometer



รูปที่ 5. แสดงอุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดระยะทาง vernier caliper

การเก็บรวบรวมข้อมูล

เตรียมข้อเข่าอาจารย์ใหญ่ โดยตัดขาอาจารย์ใหญ่ออกจากร่างบริเวณ Proximal 1/3 of Femur พร้อมติดหมายเลขไว้กับขาอาจารย์ใหญ่ นำขาอาจารย์ใหญ่อัดไว้กับแท่นยึดขาให้อยู่กับที่ เลาะเอาผิวหนัง กล้ามเนื้อ และเนื้อเยื่อรอบข้อเข่าออก เลาะกระดูก Patella ดึงลงให้ Patella Tendon ห้อยติดอยู่กับ Tibial Tuberosity เพื่อให้เห็น โครงสร้างภายในข้อเข่า ได้ชัดเจนจากนั้นทำการเก็บข้อมูล ดังต่อไปนี้

1. เก็บข้อมูลทั่วไป ได้แก่ อายุ เพศ ข้าง และความยาวของ กระดูก Tibia โดยใช้ สายวัดวัดความยาวของกระดูก Tibia จากจุด Bony Prominence ที่สุดของขอบบน Tibial Tuberosity ไปยังจุด Bony Prominence ที่สุดของขอบล่าง Medial Malleolus



รูปที่ 6. แสดงการวัดความยาวของกระดูก Tibia

2. เก็บข้อมูลของ Intercondylar notch

2.1 วัดค่ามุมของ Intercondylar notch โดยใช้ Guide wire วางชี้คอบ ด้านบนของ Intercondylar notch และใช้ Goniometer วัดมุม Guide wire เทียบกับ แนว

Supracondylar ridge of Femoral shaft



รูปที่ 7. แสดงการวัดมุมของ roof of intercondylar notch

2.2 วัดความยาว ของ Intercondylar notch โดยใช้ Vernier Caliper วัดจากจุดเข้าของ Guide wire ไปยังจุดออกของ Guide wire



รูปที่ 8. แสดงการวัดความยาวของ intercondylar notch

2.3 เลื่อยเอา Medial Femoral Condyle ออกเพื่อเปิดให้เห็น ACL และ PCL ได้อย่างชัดเจน



รูปที่ 9. แสดงข้อเข้าเมื่อ femoral medial condyle ถูกเลื่อยเปิดออกจะสามารถเห็น ACL และ PCL ได้ชัดเจนขึ้น

2.4 วัดความสูงของ Intercondylar notch โดยใช้ Vernier Caliper วัด จาก จุดกึ่งกลางของความยาวของ Intercondylar notch ลงมายังปลายล่างสุดของ Lateral Femoral Condyle

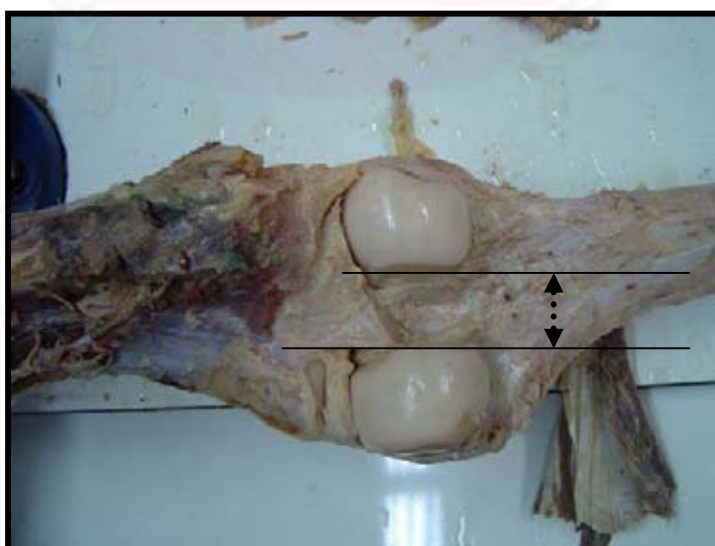


รูปที่ 10. แสดงการวัดความสูงของ Intercondylar notch

2.5 ใช้มีดกรีดทำเครื่องหมายที่จุดกึ่งกลางและตั้งฉากกับความสูงของ Intercondylar notch ไปยังขอบด้านหน้าและด้านหลังของ Intercondylar notch จากนั้นใช้ Vernier Caliper วัดความกว้างด้านหน้าและด้านหลังของ Intercondylar notch



รูปที่ 11. แสดงการวัดความกว้างด้านหน้าของ intercondylar notch



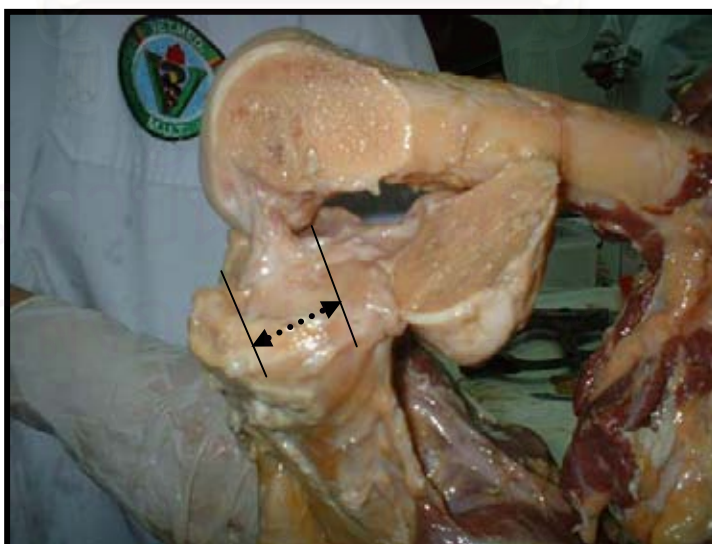
รูปที่ 12. แสดงการวัดความกว้างด้านหลังของ intercondylar notch

3. ข้อมูลของ ACL

3.1 สังเกตจุดเกาะของ ACL บนกระดูก Tibia จากนั้นวาดแผนภาพและใช้ Vernier Caliper วัดจุดเกาะของ ACL บนกระดูก Tibia ในแนวซ้าย – ขวา (medial - lateral) และวัดจุดเกาะของ ACL บนกระดูก Tibia ในแนวหน้า - หลัง (anterior – posterior)

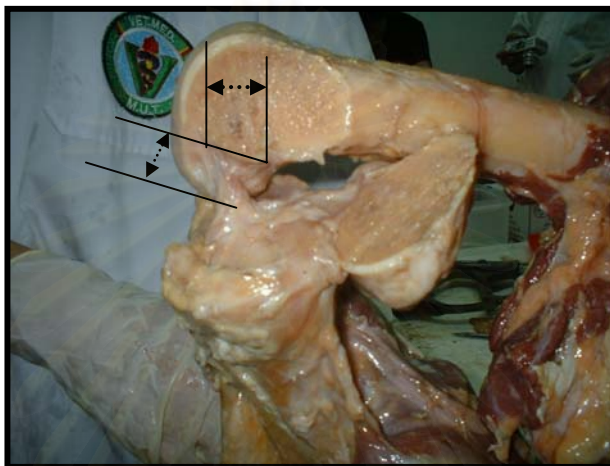


รูปที่ 13. แสดงการวัดจุดเกาะของ ACL บนกระดูก Tibia ในแนวซ้าย – ขวา (medial - lateral)



รูปที่ 14. แสดงการวัดจุดเกาะของ ACL บนกระดูก Tibia ในแนวหน้า – หลัง (anterior – posterior)

3.2 สังกะตจุดเกาะของ ACL บนกระดูก Femur จากนั้นวาดแผนภาพและใช้ Vernier Caliper วัดจุดเกาะของ ACL บนกระดูก Femur ในแนวด้านหน้าไปยังด้านหลัง (anterior – posterior) ตามแนวความยาวของ Intercondylar notch และวัดจุดเกาะของ ACL บนกระดูก Femur ในแนวด้านบนไปยังด้านล่าง (proximal – distal) ตามแนวความสูงของ Intercondylar notch



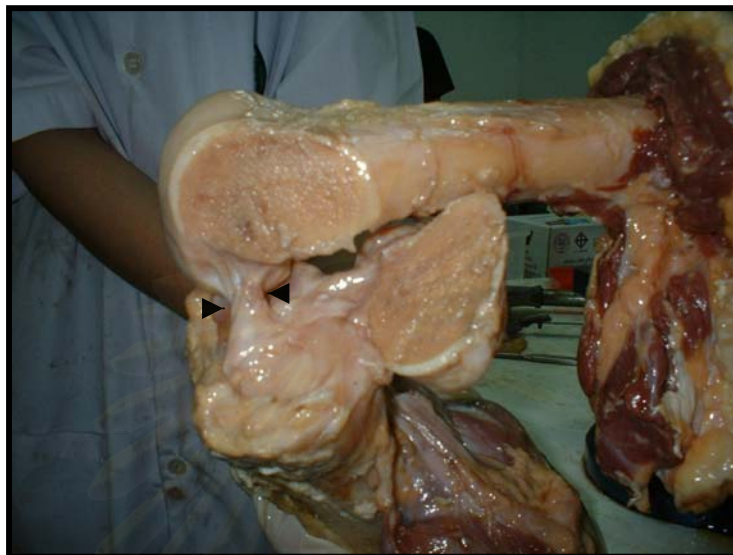
รูปที่ 15. แสดงการวัดจุดเกาะของ ACL บนกระดูก Femur

3.2 วัดความยาวของ ACL โดยใช้ Vernier Caliper วัดจากจุดกึ่งกลาง จุดเกาะของ ACL บน Tibia ไปยังจุดกึ่งกลางจุดเกาะบนกระดูก Femur



รูปที่ 16. แสดงการวัดความยาวของ ACL

3.3 วัดขนาดของ ACL ที่จุดกึ่งกลางของความยาวของ ACL โดยใช้ Vernier Caliper วัดขนาดของ ACL ในแนว Medial ไปยัง Lateral และในแนว Anterior ไปยัง Posterior



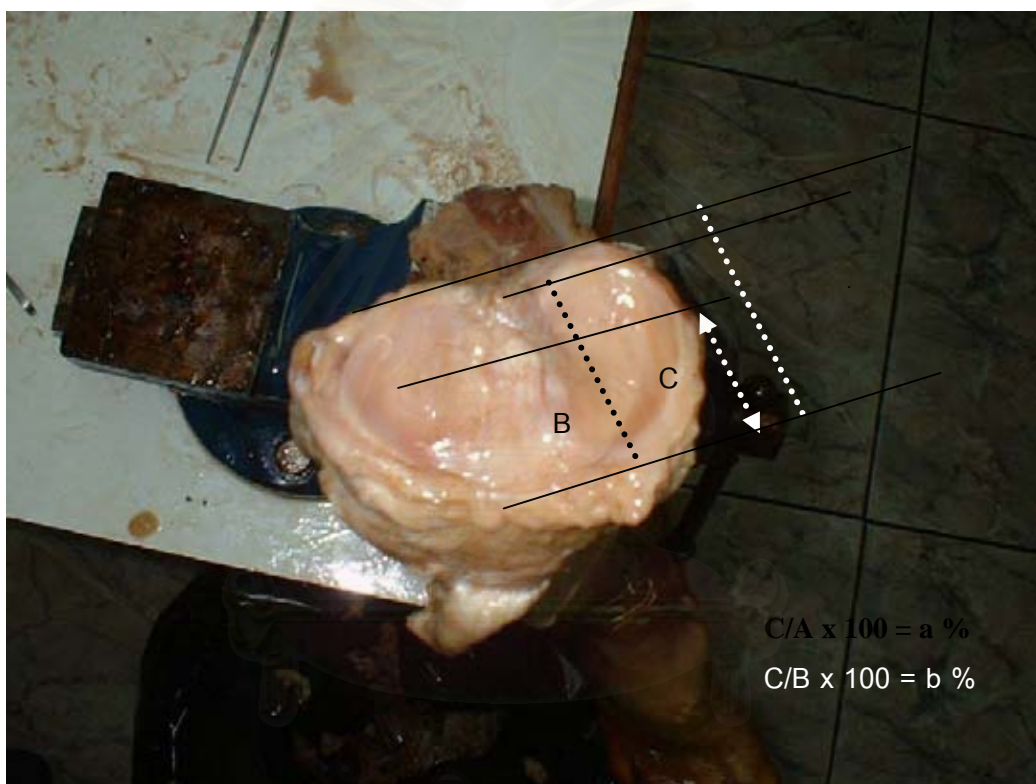
รูปที่ 17. แสดงการวัดขนาดของ ACL ในแนวหน้า - หลัง



รูปที่ 18. แสดงการวัดขนาดของ ACL ที่จุดกึ่งกลางของความยาวของ ACL ในแนว ซ้าย

- ขวา

3.4 ใช้ Vernier Caliper วัดจากขอบหน้าของ Tibial Plateau ไปยังที่จุดกึ่งกลางของส่วนหลังของจุดเกาะ ACL บนกระดูก Tibia เปรียบเทียบเป็นร้อยละกับความกว้างของ Tibial Plateau 2 ระยะ คือ ระยะที่ Tibial Plateau กว้างที่สุด (ระยะที่กว้างที่สุดเมื่อใช้ Vernier Caliper วัดจากขอบด้านหน้า ไปยังขอบด้านหลังของ Tibial Plateau) และ ระยะที่ผ่านจุดเกาะ ACL (ใช้ Vernier Caliper วัดจากขอบด้านหน้าผ่านจุดเกาะ ACL ไปยังขอบด้านหลังของ Tibial Plateau)



รูปที่ 19. แสดงการวัดตำแหน่งจุดเกาะของ ACL บนกระดูก Tibia เป็นร้อยละ
 a คือ ตำแหน่งจุดเกาะของ ACL บนกระดูก Tibia เป็นร้อยละ เทียบกับ ระยะที่กว้างที่สุดของ Tibial Plateau และ b คือ ตำแหน่งจุดเกาะของ ACL บนกระดูก Tibia เป็นร้อยละ เทียบกับ ระยะจากขอบหน้าถึงขอบหลังของ tibial plateau ผ่าน ACL

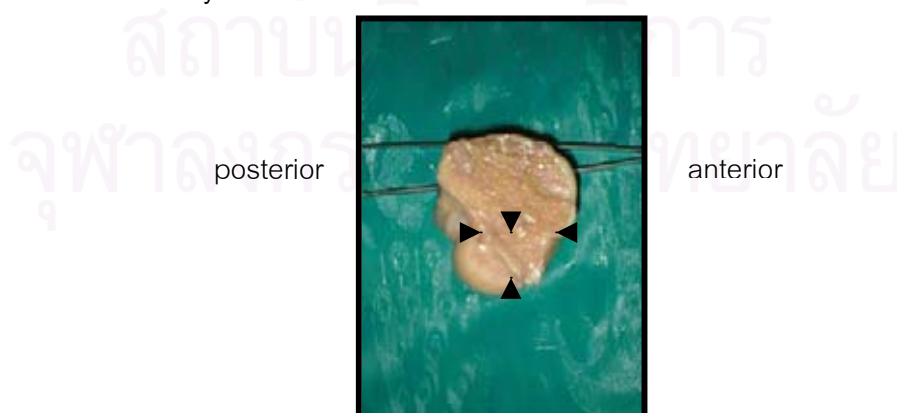
4. ข้อมูลของ PCL

1.1 สังกะสีจุดเกาะของ PCL บนกระดูก Tibia วัดแผนภาพและใช้ Vernier Caliper วัดจุดเกาะของ PCL บนกระดูก Tibia ในแนวซ้าย - ขวา (medial – lateral) และวัดจุดเกาะของ PCL บนกระดูก Tibia ในแนวหน้า - หลัง (anterior – posterior)



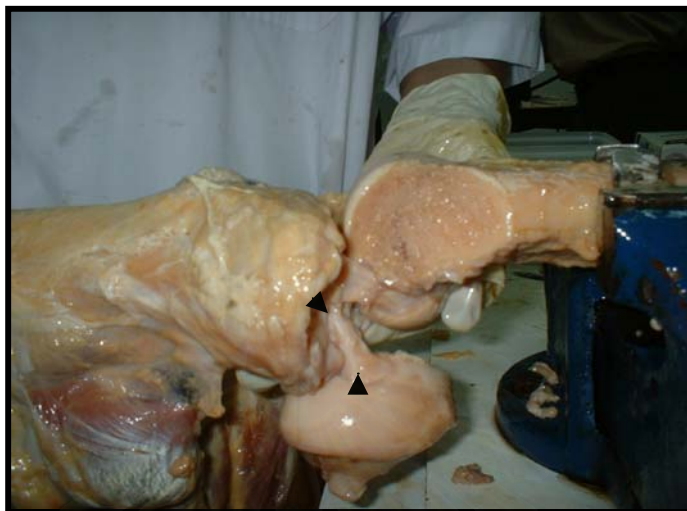
รูปที่ 20. แสดงการวัดจุดเกาะของ PCL บนกระดูก Tibia

4.2 สังกะสีจุดเกาะของ PCL บนกระดูก Femur วัดแผนภาพและใช้ Vernier Caliper วัดจุดเกาะของ PCL บนกระดูก Femur ในแนวบน - ล่าง (upper – lower) และวัดจุดเกาะของ PCL บนกระดูก Femur ในแนวหน้า - หลัง (anterior – posterior) ของ Intercondylar notch



รูปที่ 21. แสดงการวัดจุดเกาะของ PCL บนกระดูก Femur

4.3 วัดความยาวของ PCL วัดจากจุดกึ่งกลางจุดเกาะของ PCL บน Tibia ไปยังจุดกึ่งกลางจุดเกาะของ PCL บนกระดูก Femur



รูปที่ 22. แสดงการวัดความยาวของ PCL

4.4 วัดขนาดของ PCL ที่จุดกึ่งกลางของความยาวของ PCL โดยใช้ Vernier Caliper วัดขนาดของ ACL ในแนวซ้าย-ขวา (medial – lateral) และ วัดขนาดของ ACL ในแนวหน้า – หลัง (anterior – posterior)

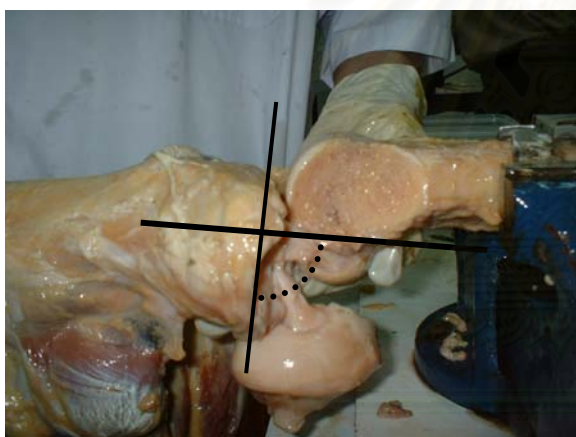


รูปที่ 23. แสดงการวัดขนาดของ PCL ในแนว ซ้าย-ขวา

5. เก็บข้อมูลทิศทางของ ACL

5.1 ทิศทางของ ACL เมื่อข้อเข้าเหยียดตรง

- จัดข้อเข้าอาจารย์ใหญ่ ให้อยู่ในมุม 0 องศา หรือข้อเข้าเหยียดตรง โดยใช้แท่นช่วยยึดขาอาจารย์ใหญ่ไว้ในมุมที่ต้องการคือ 0 องศา เล็งข้อเข้าอาจารย์ใหญ่เทียบกับภาพ X-rays ข้อเข้าเหยียดตรงด้านข้างโดยจัดให้แนวกระดูกตรงกับภาพ X-rays ทุกครั้งก่อนการวัด
- วัดมุมแนว Sagittal plane โดยผู้วัดวัดทางด้านข้างจัดให้แนวกระดูกตรงกับภาพ X-rays ใช้ Goniometer วัดมุมระหว่างแนวเส้นใยของ ACL และแนว Joint Line
- วัดมุมแนว coronal plane โดยผู้วัดวัดทางด้านหน้า ใช้ Goniometer วัดมุมระหว่างแนวเส้นใยของ ACL และแนว Anterior Tibial Shaft



(ก)



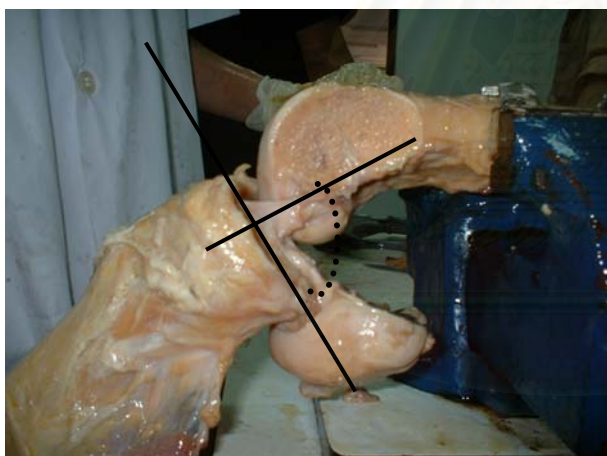
(ข)

รูปที่ 24. แสดงการวัดทิศทางของ ACL เมื่อข้อเข้าเหยียดตรง

(ก) แสดงการวัดทิศทางของ ACL ในแนว Sagittal (ข) แสดงการวัดทิศทางของ ACL ในแนว coronal

5.2 ทิศทางของ ACL เมื่อเข่างอ 60

- จัดข้อเข่าอาจารย์ใหญ่ ให้อยู่ในมุม 60 องศา โดยใช้แท่นช่วยยึดขาอาจารย์ใหญ่ไว้ในมุมที่ต้องการคือ 60 องศา เล็งข้อเข่าอาจารย์ใหญ่เทียบกับภาพ X-rays ด้านข้างของข้อเข่างอ 60 องศา โดยจัดให้แนวกระดูกตรงกับภาพ X-rays ทุกครั้งก่อนการวัด
- วัดมุมทิศทางเส้นใยของ ACL ในแนว Sagittal โดยผู้วัดวัดทางด้านข้างจัดให้แนวกระดูกตรงกับภาพ X-rays ใช้ Goniometer วัดมุมระหว่างแนวเส้นใยของ ACL และแนว Joint Line
- วัดมุมทิศทางเส้นใยของ ACL ในแนว Coronal โดยผู้วัดวัดทางด้านหน้า ใช้ Goniometer วัดมุมระหว่างแนวเส้นใยของ ACL และแนว Anterior Tibial Shaft



(ก)



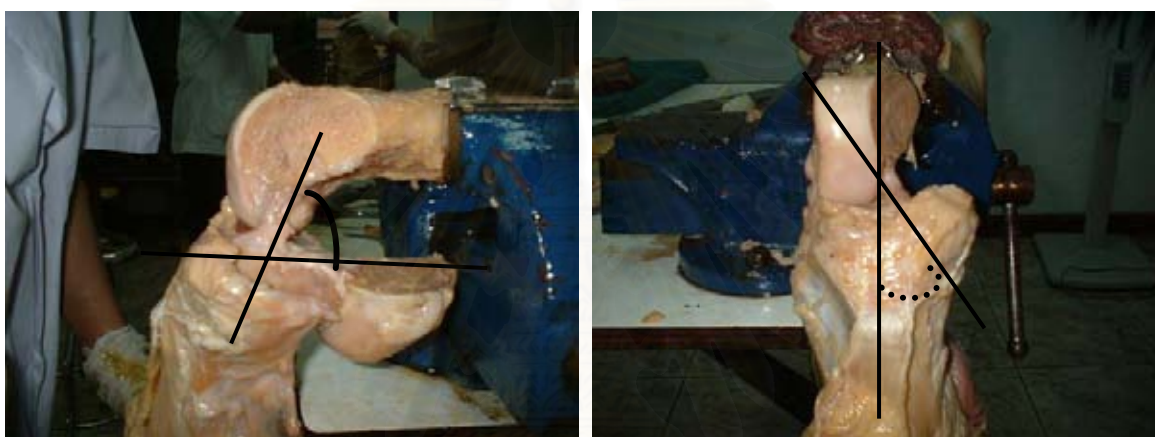
(ข)

รูปที่ 25. แสดงการวัดทิศทางของ ACL เมื่อเข่างอ 60 องศา

(ก) แสดงการวัดทิศทางของ ACL ในแนว sagittal (ข) แสดงการวัดทิศทางของ ACL ในแนว coronal

5.3 ทิศทางของ ACL เมื่อเข่างอ 90

- จัดข้อเข่าอาจารย์ใหญ่ ให้อยู่ในมุม 90 องศา หรือเข่าเหยียดตรง โดยใช้แท่นช่วยยึดขาอาจารย์ใหญ่ไว้ในมุมที่ต้องการคือ 90 องศา เล็งข้อเข่าอาจารย์ใหญ่เทียบกับภาพ X-rays ด้านข้างของข้อเข่างอ 90 องศา โดยจัดให้แนวกระดูกตรงกับภาพ X-rays ทุกครั้งก่อนการวัด
- วัดทิศทางแนวเส้นใยของ ACL ในแนว Sagittal โดยผู้วัดวัดทางด้านข้างจัดให้แนวกระดูกตรงกับภาพ X-rays ใช้ Goniometer วัดมุมระหว่างแนวเส้นใยของ ACL และแนว Joint Line
- วัดทิศทางแนวเส้นใยของ ACL ในแนว Coronal โดยผู้วัดวัดทางด้านหน้า ใช้ Goniometer วัดมุมระหว่างแนวเส้นใยของ ACL และแนว Anterior Tibial Shaft



(ก)

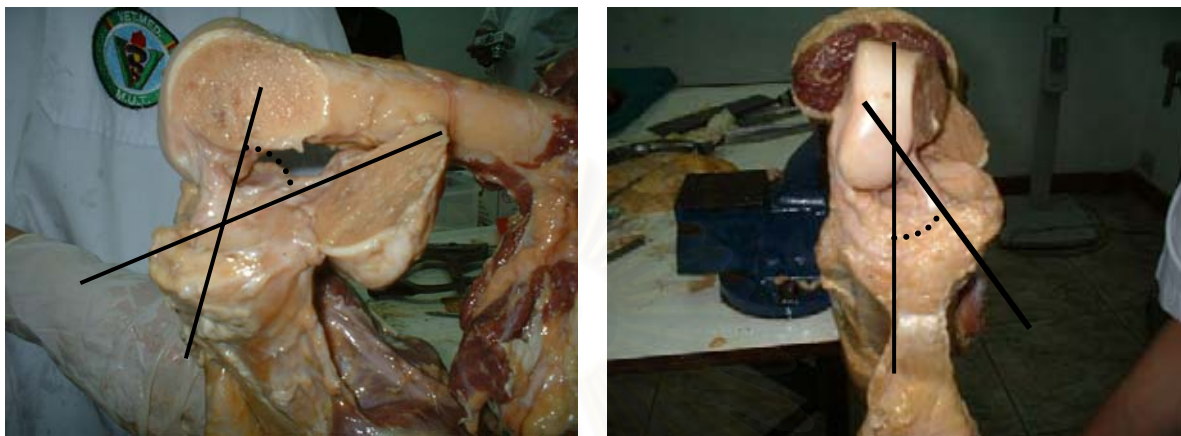
(ข)

รูปที่ 26. แสดงการวัดทิศทางของ ACL เมื่อเข่างอ 90 องศา

(ก) แสดงการวัดทิศทางของ ACL ในแนว sagittal (ข) แสดงการวัดทิศทางของ ACL ในแนว coronal

5.4 ทิศทางของ ACL เมื่อเข่างอ 120

- จัดข้อเข่าอาจารย์ใหญ่ ให้อยู่ในมุม 120 องศา หรือเข่าเหยียดตรง โดยใช้แท่นช่วยยึดขาอาจารย์ใหญ่ไว้ในมุมที่ต้องการคือ 120 องศา เล็งข้อเข่าอาจารย์ใหญ่เทียบกับภาพ X-rays ด้านข้างข้อเข่างอ 120 องศา โดยจัดให้แนวกระดูกตรงกับภาพ X-rays ทุกครั้งก่อนการวัด
- วัดทิศทางแนวเส้นใยของ ACL ในแนว Sagittal โดยผู้วัดวัดทางด้านข้างจัดให้แนวกระดูกตรงกับภาพ X-rays ใช้ Goniometer วัดมุมระหว่างแนวเส้นใยของ ACL และแนว Joint Line
- วัดทิศทางแนวเส้นใยของ ACL ในแนว coronal โดยผู้วัดวัดทางด้านหน้า ใช้ Goniometer วัดมุมระหว่างแนวเส้นใยของ ACL และแนว Anterior Tibial Shaft



(ก)

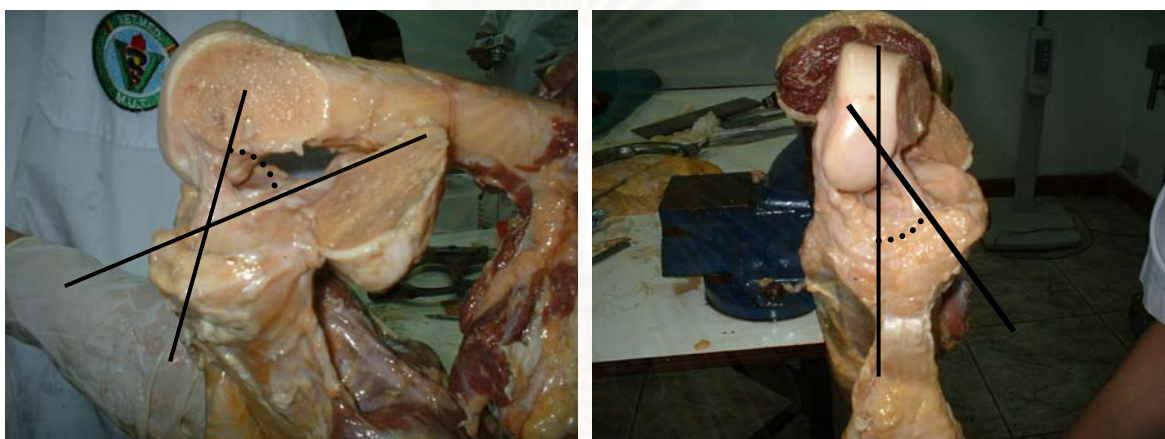
(ข)

รูปที่ 27. แสดงการวัดทิศทางของ ACL เมื่อเข่างอ 120 องศา

(ก) แสดงการวัดทิศทางของ ACL ในแนว sagittal (ข) แสดงการวัดทิศทางของ ACL ในแนว coronal

5.5 ทิศทางของ ACL เมื่อเข่างอ 135

- จัดข้อเข่าอาจารย์ใหญ่ ให้อยู่ในมุม 135 องศา หรือเข่าเหยียดตรง โดยใช้แท่นช่วยยึดขาอาจารย์ใหญ่ไว้ ในมุมที่ต้องการคือ 135 องศา เติงข้อเข่าอาจารย์ใหญ่เทียบกับภาพ X-rays ด้านข้าง ข้อเข่างอ 135 องศา โดยจัดให้แนวกระดูกตรงกับภาพ X-rays ทุกครั้งก่อนการวัด
- วัดทิศทางแนวเส้นใยของ ACL ในแนว Sagittal โดยผู้วัดวัดทางด้านข้างจัดให้แนวกระดูกตรงกับภาพ X-rays ใช้ Goniometer วัดมุมระหว่างแนวเส้นใยของ ACL และแนว Joint Line
- วัดทิศทางแนวเส้นใยของ ACL ในแนว Coronal โดยผู้วัดวัดทางด้านหน้า ใช้ Goniometer วัดมุมระหว่างแนวเส้นใยของ ACL และแนว Anterior tibial shaft



(ก)

(ข)

รูปที่ 28. แสดงการวัดทิศทางของ ACL เมื่อเข่างอ 135 องศา

(ก) แสดงการวัดทิศทางของ ACL ในแนว sagittal (ข) แสดงการวัดทิศทางของ ACL ในแนว coronal

6. เก็บข้อมูลทั้งหมดที่กล่าวข้างต้น โดยการวัด 3 ครั้ง บันทึกข้อมูลที่วัดได้ลงในแบบบันทึก
7. บันทึกข้อมูลลงในโปรแกรมบันทึกข้อมูลของ SPSS windows 11

การวิเคราะห์ข้อมูล

Descriptive statistics

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิเคราะห์

ข้อมูลทั่วไป

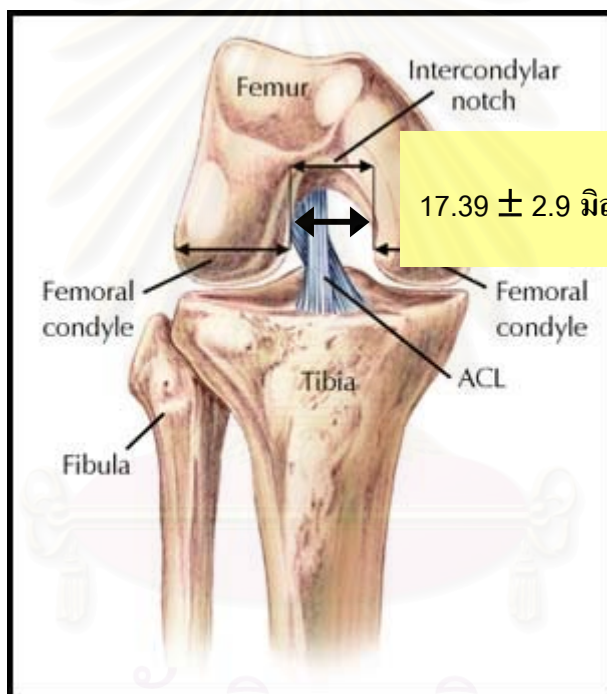
ข้อเข้าอาจารย์ใหญ่จำนวน 52 ข้อ อายุระหว่าง 31 - 91 ปี เฉลี่ย 67.3 ± 17.73 ปี เพศชาย 36 ข้อ เพศหญิง 16 ข้อ ข้างขวา 27 ข้อ ข้างซ้าย 25 ข้อ ความยาวกระดูก Tibia ระหว่าง 26.50 - 37.00 เซนติเมตร เฉลี่ย 33.33 ± 2.32 เซนติเมตร (Mean \pm SD) ซึ่งเทียบเป็นความสูงอาจารย์ใหญ่มีความสูงระหว่าง 138.8 - 170.5 เซนติเมตรความสูงเฉลี่ย 158.7 เซนติเมตร (จาก Pilot study หาความสัมพันธ์ระหว่างส่วนสูงกับความยาวของกระดูก Tibia ของคนไทยจำนวน 102 คน อายุเฉลี่ย 49.39 ± 14.84 ปี เพศชายจำนวน 43 คน เพศหญิง 59 คน ความสูงเฉลี่ย 157.91 ± 7.93 เซนติเมตร ความยาวกระดูก Tibia เฉลี่ย 33.06 ± 2.17 เซนติเมตร พบว่ามีความสัมพันธ์กันดังสูตร คือ ความสูงเป็นเซนติเมตร = $3.17 \times (\text{ความยาวของกระดูกTibiaเป็นเซนติเมตร}) + 53.07$)

ข้อมูลของ Intercondylar Notch

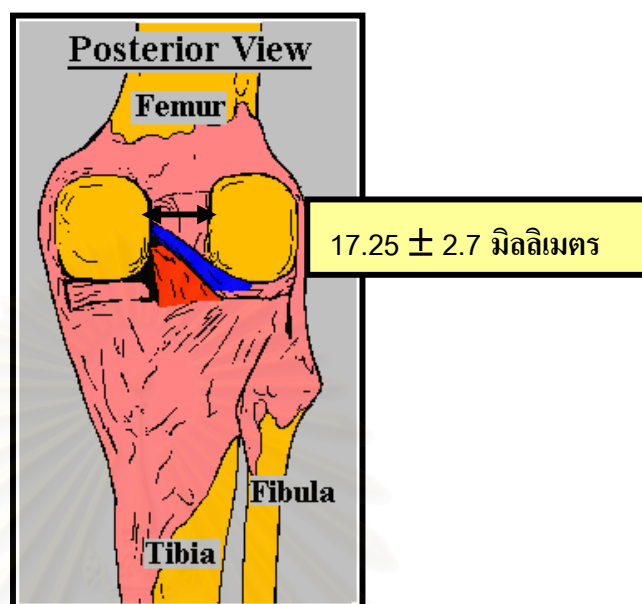
Intercondylar Notch รูปร่างเหมือนกล่องคว่ำและเอียงลาดลงจากด้านหน้าไปสู่ด้านหลัง เป็นจุดเกาะของ ACL ซึ่งอยู่บริเวณก่อนไปทางด้านหลังและด้านในของ Roof ของ Lateral Femoral Condyle และ PCL ซึ่งเกาะบริเวณด้านหน้าและด้านในของ Roof ของ Medial Femoral Condyle มีความกว้างด้านหน้าวัดได้ระหว่าง 13.56 - 23.50 มิลลิเมตร เฉลี่ย 17.25 ± 2.66 และความกว้างด้านหลังวัดได้ระหว่าง 13.23 - 24.80 มิลลิเมตร เฉลี่ย 17.39 ± 2.27 มิลลิเมตร ความสูงวัดได้ระหว่าง 20.23 - 29.20 มิลลิเมตร เฉลี่ย 24.68 ± 2.16 มิลลิเมตร ความยาววัดได้ระหว่าง 18.50 - 32.90 มิลลิเมตร เฉลี่ย 25.97 ± 2.04 มิลลิเมตร และมุมของ Roof ลาดลง เมื่อเทียบกับ Supracondylar Ridge of Femoral Shaft วัดได้ระหว่าง 20 - 36 องศา เฉลี่ย 31.31 ± 3.4 องศา ดังนั้นจึงยากที่จะเห็นจุดเกาะของ ACL บนกระดูก Femur เมื่อข้อเข้าเหยียดตรง เมื่อข้อเข้ามากขึ้นจึงจะเห็นจุดเกาะของ ACL ได้ดีขึ้น

Descriptive Statistics					
	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
anterior width of roof	52	13.56	23.50	17.3873	2.27301
posterior width of roof	50	13.23	24.80	17.2518	2.66088
length of roof	41	21.20	30.00	25.9144	2.04417
hight of roof	41	19.30	29.00	24.6822	2.16520
angle of roof and femur	52	20.00	36.00	31.3077	3.37405
Valid N (listwise)	39				

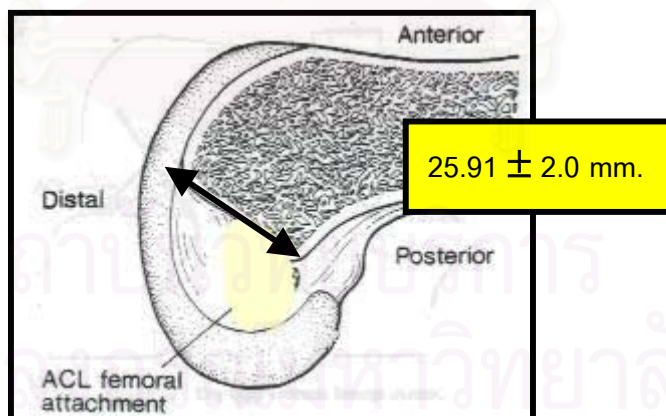
ตารางที่ 1 แสดงข้อมูลของ Intercondylar notch



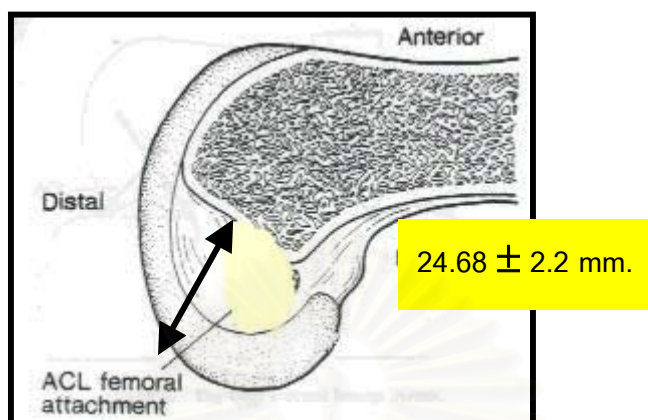
รูปที่ 29. แสดงความกว้างด้านหน้าของ Intercondylar notch เฉลี่ย 17.39 ± 2.9 มิลลิเมตร (mean \pm SD)



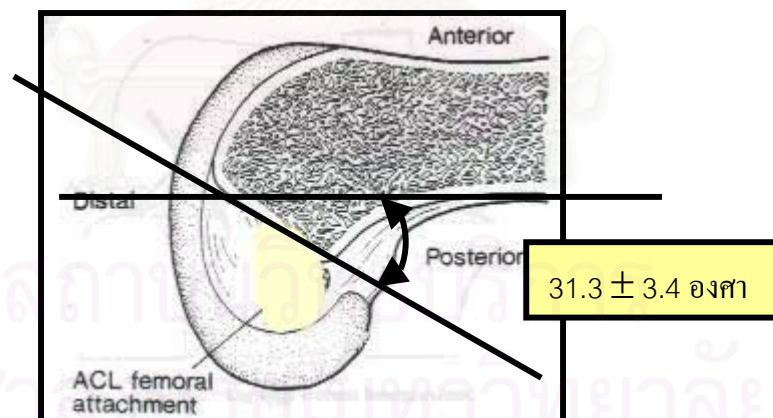
รูปที่ 30. ความกว้างด้านหลังของ Intercondylar Notch เฉลี่ย 17.25 ± 2.7 มิลลิเมตร(mean \pm SD)



รูปที่ 31. ความยาวของ Intercondylar Notch เฉลี่ย 25.91 ± 2.0 มิลลิเมตร (mean \pm SD)



รูปที่ 32. แสดงความสูงของ Intercondylar notch เฉลี่ย 24.68 ± 2.2 มิลลิเมตร
(mean \pm SD)



รูปที่ 33. แสดงมุมของ Intercondylar notch เฉลี่ย 31.3 ± 3.4 องศา (mean \pm SD)

ข้อมูลของ ACL

จากการสังเกตจุดเกาะของ ACL บนกระดูก Tibia ในข้อเข่าอาจารย์ใหญ่ จำนวน 49 เข่าพบว่ามีการแบ่งได้เป็น 4 แบบ ดังรูปที่ 34. คือ แบบที่ 1 มีลักษณะจุดเกาะด้านหน้าในแนวซ้าย – ขวาแผ่ออกไปเท่ากัน และจุดเกาะในแนวหน้า – หลังอยู่ตรงกลางระหว่าง Tibial eminence พบจำนวน 34 เข่า (69.39%) แบบที่ 2 มีลักษณะจุดเกาะด้านหน้าในแนวซ้าย – ขวาแผ่ออกไปเท่ากัน และจุดเกาะในแนวหน้า – หลังอยู่ตรงกลางระหว่าง Tibial eminence และโค้งไปทาง lateral Tibial condyle พบจำนวน 11 เข่า (22.45%) แบบที่ 3 มีลักษณะจุดเกาะด้านหน้าในแนวซ้าย – ขวาแยกออกจากกัน และจุดเกาะในแนวหน้า – หลังอยู่ตรงกลางระหว่าง Tibial eminence ขาวโค้งไปทาง lateral Tibial condyle พบจำนวน 2 เข่า (4.08%) และแบบที่ 4 มีลักษณะจุดเกาะด้านหน้าในแนวซ้าย – ขวาแผ่ออกไปด้าน lateral มากกว่าด้าน medial และจุดเกาะในแนวหน้า – หลังอยู่ตรงกลางระหว่าง Tibial eminence พบจำนวน 2 เข่า (4.08%) ความกว้างบริเวณส่วนหน้าในแนวซ้ายขวาวัดได้ระหว่าง 4.3 – 19.0 มิลลิเมตร เฉลี่ย 12.65 ± 3.6 มิลลิเมตร แคลงไปสู่ด้านหลังความยาวจากด้านหน้าสู่ด้านหลังวัดได้ระหว่าง 13.7 – 35.0 มิลลิเมตร เฉลี่ย 23.08 ± 4.3 มิลลิเมตร

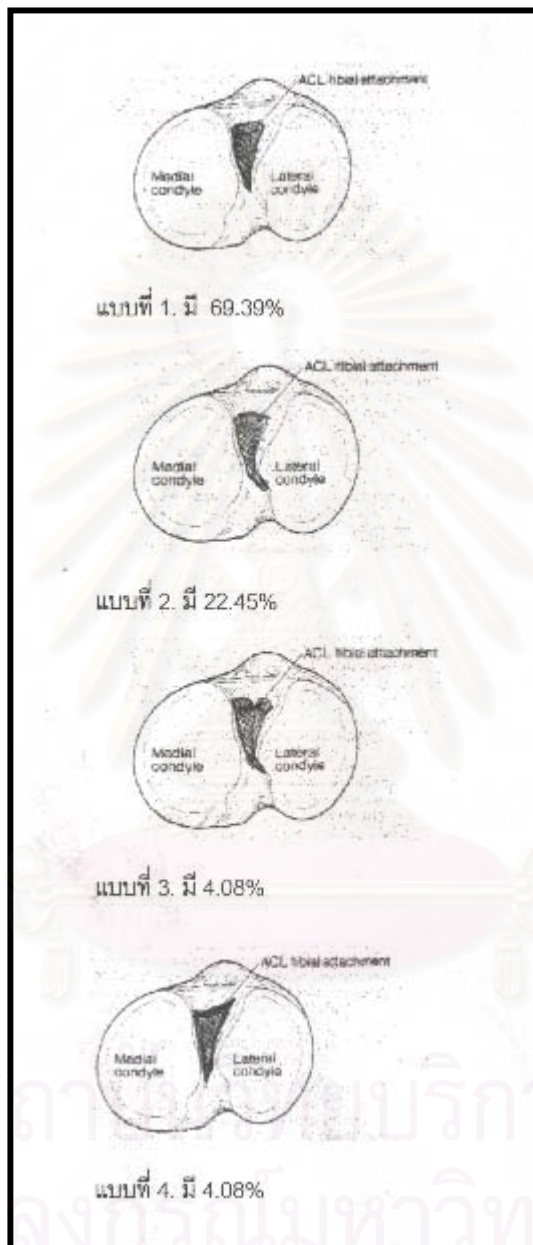
เมื่อสังเกตจุดเกาะบนกระดูก Femur จำนวน 50 เข่า พบว่าค่อนข้างไปทางด้านหลังของ Intercondylar roof ของ Lateral Femoral Condyle รูปร่างของการเกาะ แบ่งออกเป็น 4 แบบดังรูปที่ 36. คือ แบบที่ 1 มีลักษณะขอบด้านหน้าของจุดเกาะในแนวความสูงของ intercondylar notch เป็นแนวตรงจากด้านบนสู่ด้านล่างของจุดเกาะ พบจำนวน 31 เข่า (62%) แบบที่ 2 มีลักษณะขอบด้านหน้าของจุดเกาะในแนวความสูงของ intercondylar notch เป็นแนวโค้งเว้าจากด้านหน้าสู่ด้านหลัง พบจำนวน 8 เข่า (16%) แบบที่ 3 มีลักษณะขอบด้านหน้าของจุดเกาะในแนวความสูงของ intercondylar notch เกาะเกือบเต็มพื้นที่เว้าเพียงส่วนบนและส่วนหน้าของ intercondylar notch ไว้เป็นลักษณะคล้ายสี่เหลี่ยม พบจำนวน 6 เข่า (12%) และแบบที่ 4 มีลักษณะขอบด้านหน้าของจุดเกาะในแนวความสูงของ intercondylar notch เกาะเกือบเต็มพื้นที่เว้าเพียงส่วนบนและส่วนหน้าของ intercondylar notch ไว้เป็นลักษณะคล้ายสามเหลี่ยม พบจำนวน 5 เข่า (10%) ความกว้างของจุดเกาะในแนวความสูงของ roof จากด้านบนสู่ด้านล่างวัดได้ระหว่าง 13.3 - 25.4 มิลลิเมตร เฉลี่ย 18.21 ± 2.73 มิลลิเมตร และความกว้างในแนวความยาวของ roof จากด้านหน้าสู่ด้านหลังวัดได้ระหว่าง 6.4 – 23.5 มิลลิเมตร เฉลี่ย 13.41 ± 3.72

มิลลิเมตร ความยาววัดได้ระหว่าง 18.20 – 28.50 มิลลิเมตร เฉลี่ย 21.63 ± 2.46 มิลลิเมตร ขนาด
 ในแนวด้านหน้า-หลัง วัดได้ระหว่าง 6.5 – 12.5 มิลลิเมตร เฉลี่ย 8.99 ± 1.38 มิลลิเมตร ในแนว
 ซ้าย-ขวา วัดได้ระหว่าง 3.5 – 8.5 มิลลิเมตร เฉลี่ย 5.79 ± 1.38 มิลลิเมตร

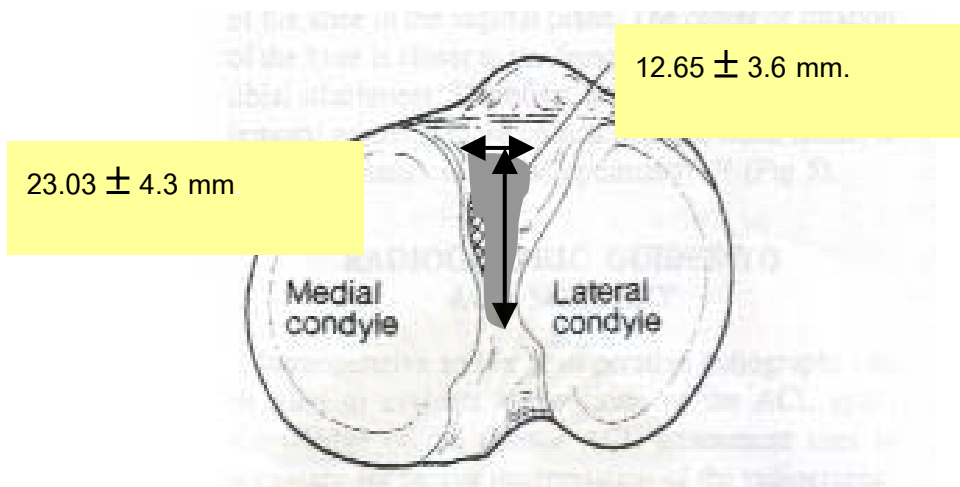
	N	Minimum	Maximum	Mean	Std Deviation
M-L tibial attachment of ACL	52	4.3	19.0	12.65	3.602
A-P tibial attachment of ACL	52	13.7	35.0	23.03	4.30
length of ACL	50	18.2	28.5	21.63	2.46
M-L diameter of ACL	52	3.5	8.5	5.80	1.38
A-P diameter of ACL	52	6.5	12.5	8.99	1.38
M-L femoral attachment of ACL	52	13.3	25.4	18.21	2.73
A-P femoral attachment of ACL	52	6.4	23.5	13.41	3.72

ตารางที่ 2. แสดงข้อมูลของ ACL

สถาบันวิทยบริการ
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

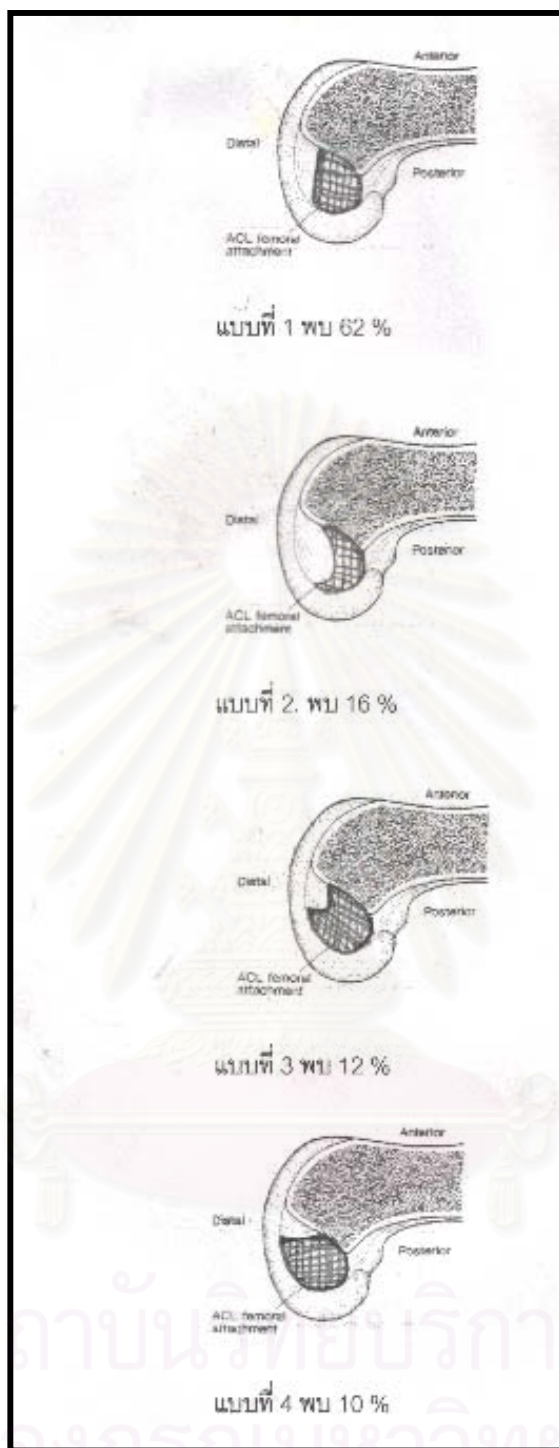


รูปที่ 34. แสดงจุดเกาะของ ACL บน Tibia แบบที่ 1 แบบที่ 2 แบบที่ 3 และ แบบ

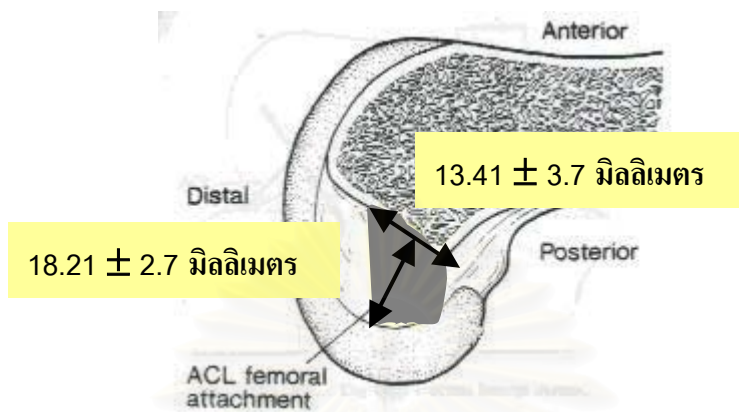


รูปที่ 35. แสดงจุดเกาะของ ACL บน Tibia วัดในแนวด้านหน้า – ด้านหลัง เฉลี่ย 23.03 ± 4.3 มิลลิเมตร และในแนวซ้าย – ขวา เฉลี่ย 12.65 ± 3.6 มิลลิเมตร

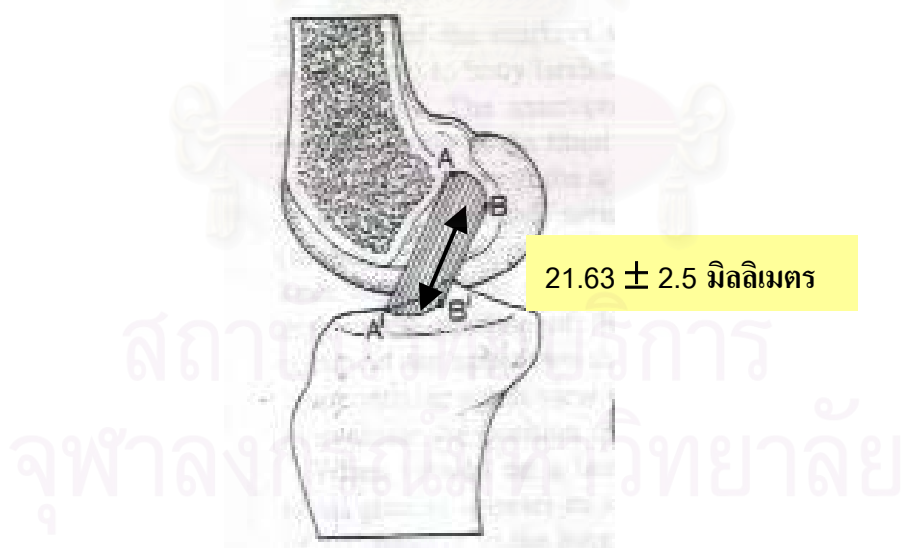
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 36. แสดงจุดเกาะบนกระดูก Femur ของ ACL แบบที่ 1 แบบที่ 2 แบบที่ 3 และ แบบที่ 4

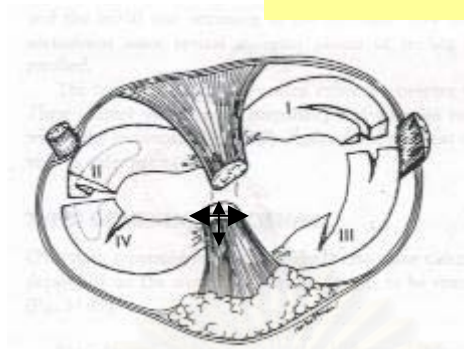


รูปที่ 37. แสดงจุดเกาะบนกระดูก Femur ของ ACL วัดในแนวด้านหน้า – ด้านหลัง เฉลี่ย 13.41 ± 3.7 มิลลิเมตร และในแนวนอน – ล่าง เฉลี่ย 18.21 ± 2.7 มิลลิเมตร



รูปที่ 38. แสดงความยาวของ ACL เฉลี่ย 21.63 ± 2.5 มิลลิเมตร

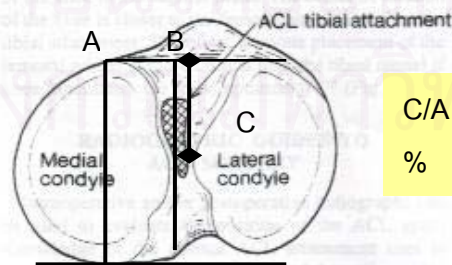
8.99 ± 1.9 mm.



5.79 ± 1.4 mm.

รูปที่ 39. แสดงขนาดของ ACL ที่จุดกึ่งกลางของความยาวในแนวด้านหน้า - ด้านหลัง เฉลี่ย 8.99 ± 1.9 มิลลิเมตร ในแนวซ้าย - ขวา เฉลี่ย 5.79 ± 1.4 มิลลิเมตร

ตำแหน่งของจุดเกาะของ ACL บนกระดูก Tibia เทียบกับความกว้างของ Tibial Plateau (ในจุดที่กว้างที่สุดของ Tibial Plateau) คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ คือ 47.98 เปอร์เซ็นต์ และในจุดที่ผ่านจุดเกาะของ ACL คือ 49.83 เปอร์เซ็นต์



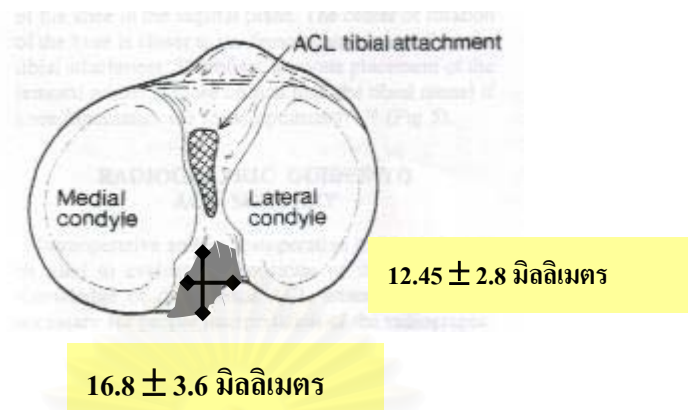
รูปที่ 40. แสดงตำแหน่งจุดเกาะของ ACL บน Tibia เป็นร้อยละ คือ 47.98 ของจุดกว้างที่สุดของ Tibial Plateau และ 49.83 ของความกว้างของ Tibial Plateau จุดที่ผ่านจุดเกาะของ ACL

ข้อมูลของ PCL

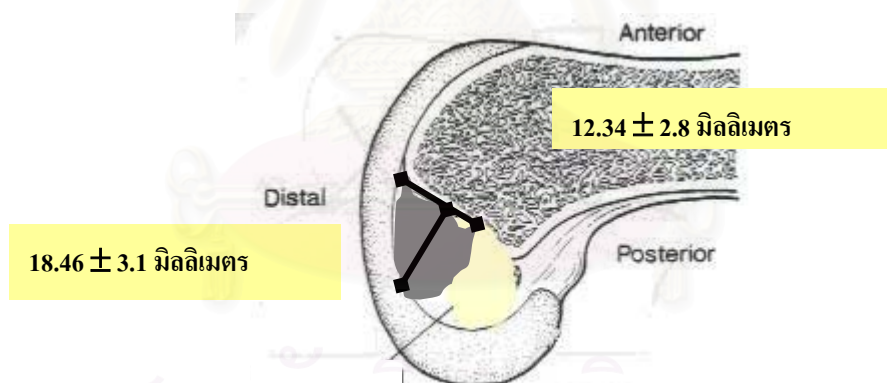
PCL เป็นเอ็นที่แบนและยาวกว่า ACL จุดเกาะของ PCL บนกระดูก Tibia ต่อจากจุดเกาะของ ACL ในแนวหน้า – หลัง ไปยังขอบด้านหลังของ Tibial Plateau ระยะทางวัดได้ระหว่าง 8.0 – 24.0 มิลลิเมตร เฉลี่ย 12.45 ± 2.84 มิลลิเมตร และในแนวซ้าย – ขวา วัดได้ระหว่าง 6.3 – 19.0 มิลลิเมตร เฉลี่ย 16.89 ± 2.27 มิลลิเมตร เกาะบนกระดูก Femur ก่อนไปทางด้านหน้า ความกว้างในแนวความสูงของ roof ของ Medial Femoral Condyle วัดได้ระหว่าง 7.2 – 18.3 มิลลิเมตร เฉลี่ย 12.34 ± 2.83 มิลลิเมตร ในแนวความยาวของ roof จากด้านหน้าสู่ด้านหลัง วัดได้ระหว่าง 12.0 – 24.5 มิลลิเมตร เฉลี่ย 18.46 ± 3.07 มิลลิเมตร ความยาวของเอ็นเอ็น วัดได้ระหว่าง 23.30 – 36.60 มิลลิเมตร เฉลี่ย 29.35 ± 2.37 มิลลิเมตร และขนาดในแนวหน้า – หลัง วัดได้ระหว่าง 4.0 – 8.8 มิลลิเมตร เฉลี่ย 5.89 ± 1.27 มิลลิเมตร และในแนว ซ้าย – ขวา วัดได้ระหว่าง 6.5 – 14.7 มิลลิเมตร เฉลี่ย 10.63 ± 1.87 มิลลิเมตร

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std Deviation
M-L tibial attachment of PCL	52	6.3	19.0	12.45	2.84
A -P tibial attachment of PCL	51	8.0	24.0	16.89	3.57
length of PCL	49	23.3	36.6	29.35	2.37
A-P diameter of PCL	49	4.0	8.8	5.89	1.27
M-L diameter of PCL	48	6.5	14.7	10.63	1.87
A-P femoral attachment of PCL	50	7.2	18.3	12.34	2.83
P-D femoral attachment of PCL	50	12.5	24.5	18.46	3.07

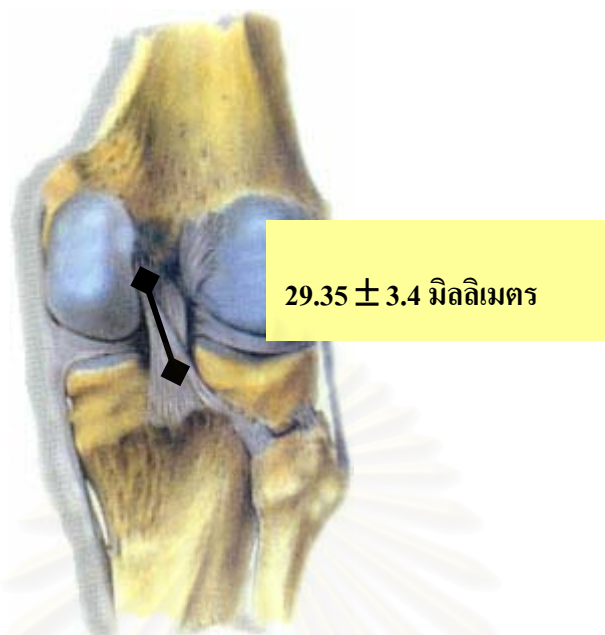
ตารางที่ 3. แสดงข้อมูลของ PCL



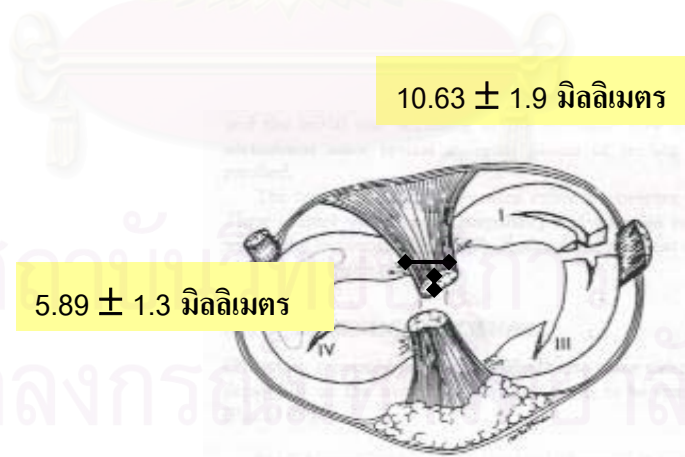
รูปที่ 41. แสดงจุดเกาะของ PCL บนกระดูก Tibia ในแนวซ้าย – ขวา เฉลี่ย 12.45 ± 2.8 มิลลิเมตร ในแนวหน้า – หลัง เฉลี่ย 16.8 ± 3.6 มิลลิเมตร



รูปที่ 42. แสดงจุดเกาะของ PCL บน Medial Femoral Condyle ในแนวด้านหน้า – ด้านหลัง เฉลี่ย 12.34 ± 2.8 มิลลิเมตร ในแนวบน – ต่ำ เฉลี่ย 18.46 ± 3.1 มิลลิเมตร



รูปที่ 43. แสดงความยาวของ PCL เฉลี่ย 29.35 ± 3.4 มิลลิเมตร



รูปที่ 44. แสดงขนาดของ PCL ที่จุดกึ่งกลางของความยาวในแนวด้านหน้า - ด้านหลังเฉลี่ย 5.89 ± 1.3 มิลลิเมตร ในแนวซ้าย - ขวา เฉลี่ย 10.63 ± 1.9 มิลลิเมตร

ข้อมูลทิศทางของ ACL

ทิศทางของ ACL เมื่อข้อเข่าเหยียดตรง ในข้อเข่าอาจารย์ใหญ่จำนวน 52 เข่า พบว่ามุมของ ACL กับ Anterior Tibial Shaft (Coronal plane) วัดได้ระหว่าง 5 - 25 องศา เฉลี่ยคือ 12 ± 4.6 องศา และมุมของ ACL กับ Joint line (sagittal plane) วัดได้ระหว่าง 50 - 75 องศา เฉลี่ยคือ 62.5 ± 5 องศา

ทิศทางของ ACL เมื่อข้อเข่างอ 60 องศา ในข้อเข่าอาจารย์ใหญ่จำนวน 52 เข่า พบว่ามุมของ ACL กับ Anterior Tibial Shaft (Coronal plane) วัดได้ระหว่าง 15 - 35 องศา เฉลี่ยคือ 20.86 ± 3.9 องศา และมุมของ ACL กับ Joint line (sagittal plane) วัดได้ระหว่าง 40 - 64 องศา เฉลี่ยคือ 52 ± 4.6 องศา ซึ่งมีข้อเข่าที่มีทิศทางของ ACL ใน sagittal plane วัดมุมได้ระหว่าง 45 - 65 องศา (ซึ่งเป็นมุมมาตรฐานของ Tibial guide) จำนวน 50 เข่า คิดเป็นร้อยละ 96.15

ทิศทางของ ACL เมื่อข้อเข่างอ 90 องศา ในข้อเข่าอาจารย์ใหญ่จำนวน 49 เข่า พบว่ามุมของ ACL กับ Anterior Tibial Shaft (Coronal plane) วัดได้ระหว่าง 15 - 42 องศา มุมเฉลี่ยคือ 26.75 ± 4.6 องศา และมุมของ ACL กับ Joint line (sagittal plane) วัดได้ระหว่าง 35 - 58 องศา เฉลี่ยคือ 46.2 ± 5.1 องศา

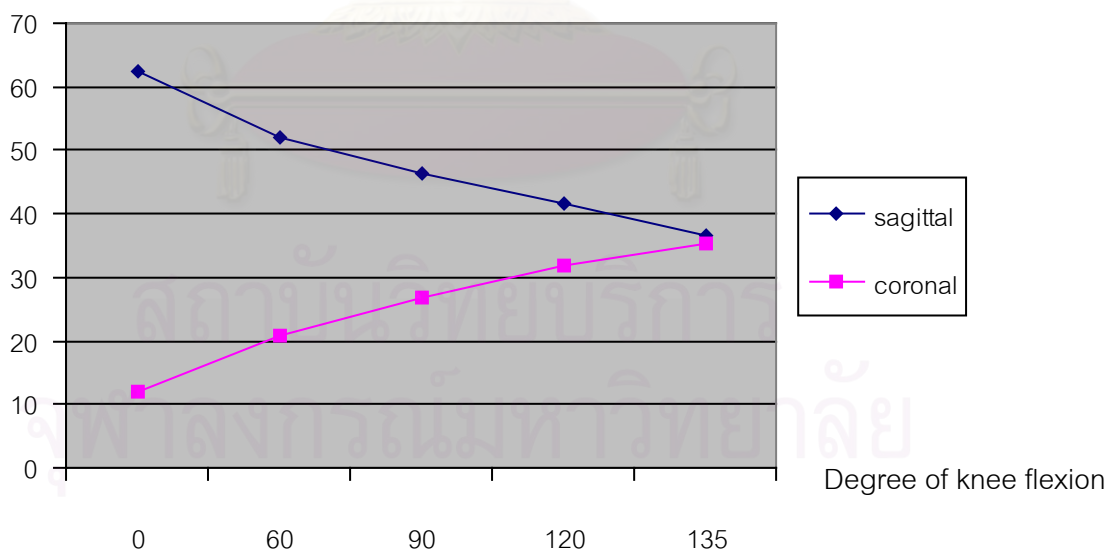
ทิศทางของ ACL เมื่อข้อเข่างอ 120 องศา ในข้อเข่าอาจารย์ใหญ่จำนวน 52 เข่า มุมระหว่าง ACL กับ Anterior Tibial Shaft (Coronal plane) วัดได้ระหว่าง 21 - 45 องศา เฉลี่ยคือ 31.94 ± 4.3 องศา และมุมระหว่าง ACL กับ Joint line (sagittal plane) วัดได้ระหว่าง 30 - 55 องศา เฉลี่ยคือ 41.63 ± 5.1 องศา

ทิศทางของ ACL เมื่อข้อเข่างอ 135 องศา ในข้อเข่าอาจารย์ใหญ่จำนวน 52 เข่า มุมระหว่าง ACL กับ Anterior Tibial Shaft (Coronal plane) วัดได้ระหว่าง 25 - 57 องศา เฉลี่ยคือ 35.44 ± 5.1 องศา และมุมระหว่าง ACL กับ Joint line (sagittal plane) วัดได้ระหว่าง 24 - 55 องศา เฉลี่ยคือ 36.62 ± 6.7 องศา

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std Deviation
knee full extension sagittal / coronal plane	52	50 / 5	75 / 25	62.40 / 12.08	5.46 / 4.56
knee 60 degree of flexion sagittal / coronal plane	52	40 / 15	64 / 35	52.02 / 20.86	4.59 / 3.88
knee 90 degree of flexion sagittal / coronal plane	49	35 / 15	58 / 42	46.22 / 26.75	5.07 / 4.57
knee 120 degree of flexion sagittal / coronal plane	52	30 / 21	55 / 45	41.63 / 31.94	5.09 / 4.29
knee 135 degree of flexion sagittal / coronal plane	52	24 / 25	55 / 57	36.61 / 35.44	6.72 / 5.07

ตารางที่ 4. แสดงทิศทางของ ACL ในแนว sagittal plane และแนว coronal plane

Direction of ACL



รูปที่ 45. กราฟเส้นแสดงทิศทางของ ACL ใน sagittal plane และ coronal plane

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยนี้ได้ศึกษาลักษณะทางกายวิภาคของเอ็นไขว้หน้าในข้อเข่า (ACL), เอ็นไขว้หลังในข้อเข่า (PCL) และ Intercondylar notch ในอาจารย์ใหญ่ เพื่อให้การผ่าตัดสร้างเอ็นไขว้หน้าในข้อเข่า โดยวิธีทรานสทิเบียมีผลสำเร็จ กล่าวคือ ACL ที่สร้างขึ้นใหม่ (Graft) ออกมาใกล้เคียงกับลักษณะทางกายวิภาคของ ACL เดิมมากที่สุด โดยเฉพาะในขั้นตอนการทำอุโมงค์ (Tunnel creation)

การวิจัยในครั้งนี้ได้ทำการศึกษาดำเน่งจุดเกาะของ ACL บนกระดูก Tibia เพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดตำแหน่งของ Tibial tunnel ที่ถูกต้องตามกายวิภาคตำแหน่งจุดเกาะของ ACL บนกระดูก Tibia คือ จุดต่อระหว่างด้านหน้า 47.98 % กับด้านหลัง 52.02 % เมื่อเทียบกับส่วนกว้างที่สุดบนแนวหน้าหลังของ Tibial Plateau

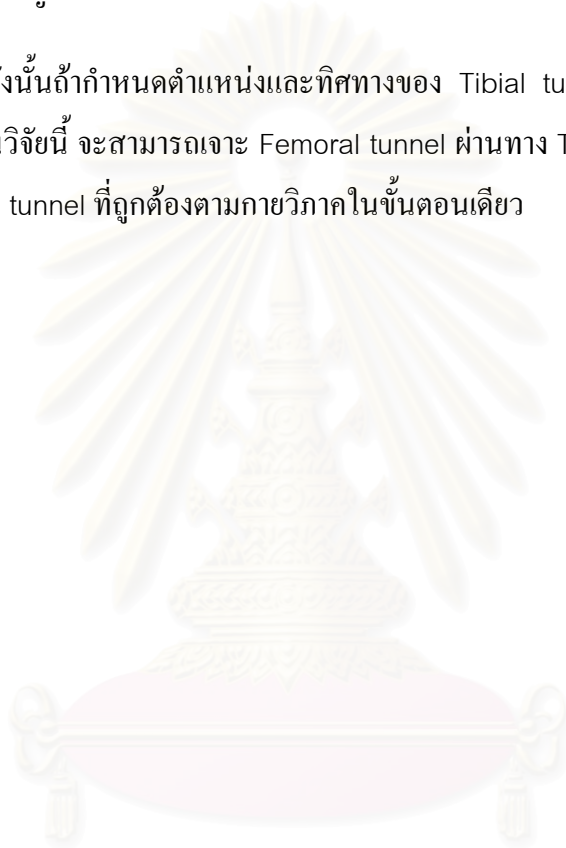
ศึกษาดำเน่งจุดเกาะของ ACL บนกระดูก Femur เพื่อเป็นแนวทางการกำหนดตำแหน่งของ Femoral tunnel และเพื่อศึกษาทิศทางของ ACL (แนวเส้นใยของ ACL จากจุดเกาะบน Tibia ไปยังจุดเกาะบน Femur) สำหรับเป็นแนวทางในการกำหนดทิศทางของ Tunnel สำหรับวิธีทรานสทิเบียม

จากการวิจัยนี้ศึกษาทิศทางของ ACL ใน coronal plane (วัดมุมระหว่างเส้นใย ACL กับ แนว anterior tibial shaft) และทิศทางของ ACL ใน sagittal plane (วัดมุมระหว่างเส้นใย ACL กับแนว joint line) ในขณะที่ข้อเข่าอมุมต่าง ๆ กัน เพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดทิศทางของ Tunnel เมื่อข้อเข่าขณะผ่าตัดอยู่ในมุมต่างกันไปทิศทางของ ACL จะเปลี่ยนไปเมื่อข้อเข่าอมุมต่างกัน กล่าวคือทิศทาง ของ ACL ใน coronal plane จะทำมุมกับแนว anterior tibial shaft กว้างมากขึ้น ในขณะที่ทิศทางของ ACL ใน sagittal plane จะทำมุมกับแนว joint line แคบลง ดังรายละเอียดต่อไปนี้ เมื่อข้อเข่าเหยียดตรง มุมเฉลี่ยใน sagittal plane คือ 62.4 ± 5.46 องศา และมุมเฉลี่ยใน coronal plane คือ 12.08 ± 4.56 องศา ,เมื่อข้อเข่างอ 60 องศา ร้อยละ 96.15 ของข้อเข่าที่นำมาศึกษามีมุมใน sagittal plane อยู่ระหว่าง 45 – 65 องศา ซึ่งมุมเฉลี่ยคือ 52.02 ± 4.59 องศา และมุมเฉลี่ยใน coronal plane คือ 20.86 ± 3.88 องศา, เมื่อข้อเข่างอ 90 องศา มุมเฉลี่ยใน

sagittal plane คือ 46.22 ± 5.07 องศา และมุมเฉลี่ยใน coronal plane คือ 26.75 ± 4.57 องศา ,เมื่อข้อเข่างอ 120 องศา มุมเฉลี่ยใน sagittal plane คือ 41.63 ± 5.09 องศา และมุมเฉลี่ยใน coronal plane คือ 31.94 ± 4.29 องศา และเมื่อข้อเข่างอ 135 องศา มุมเฉลี่ยใน sagittal plane คือ 36.61 ± 6.72 องศา และมุมเฉลี่ยใน coronal plane คือ 35.44 ± 5.07 องศา

ในขั้นตอนการเจาะ Tunnel (Tunnel creation) ตำแหน่งและทิศทางของ Tibial tunnel เป็นส่วนสำคัญทำให้สามารถเจาะ Femoral tunnel โดยวิธีทรานสทิเบีย ได้สำเร็จ

ดังนั้นถ้ากำหนดตำแหน่งและทิศทางของ Tibial tunnel ได้ถูกต้องตามกายวิภาค ดังรายงานของงานวิจัยนี้ จะสามารถเจาะ Femoral tunnel ผ่านทาง Tibial tunnel (Transtibia) ได้ ตำแหน่ง Femoral tunnel ที่ถูกต้องตามกายวิภาคในขั้นตอนเดียว



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

อภิปรายผลการวิจัย

ลักษณะทางกายวิภาคของจุดเกาะของ ACL บนกระดูกทibia มีลักษณะส่วนใหญ่แผ่เป็นรูปพัดที่เรียกว่า Footprint ความกว้างในแนวซ้ายขวาเฉลี่ยที่กว้างที่สุดอยู่ส่วนหน้า 12.45 ± 3.6 มิลลิเมตร และยาวไปสู่ด้านหลังเฉลี่ย 23.08 ± 4.3 มิลลิเมตร ตำแหน่งที่คาดว่าเป็นจุดศูนย์กลางของ Tibial tunnel คือ จุดกึ่งกลางของส่วนหลังและด้านในของจุดเกาะ สอดคล้องกับการศึกษาของ Marccaci และคณะ²¹ ที่กล่าวถึงตำแหน่งของ Tibial tunnel ว่าอยู่ ส่วนในและส่วนหลังของจุดเกาะของ ACL การวิจัยนี้ นำตำแหน่งที่คาดว่าเป็นจุดศูนย์กลางของ Tibial tunnel คือ จุดกึ่งกลางของส่วนหลังและด้านในของจุดเกาะมาเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์กับความกว้างที่สุดในแนวหน้า - หลังของ Tibial plateau พบว่าอยู่ที่ตำแหน่งจุดต่อระหว่างด้านหน้า 47.98% และด้านหลัง 52.02% ซึ่งเป็นตำแหน่งที่ใกล้เคียงกับรายงานของ Lintner และคณะ²⁹ ที่ศึกษาตำแหน่งจุดศูนย์กลางของจุดเกาะของ ACL จากภาพถ่ายรังสีด้านข้าง รายงานว่า อยู่ที่ตำแหน่งด้านหน้า 40% หรือด้านหลัง 60% ของความยาวในแนวหน้า - หลังของ Tibial plateau ดังนั้นรายงานตำแหน่งที่คาดว่าเป็นจุดศูนย์กลางของ Tibial tunnel เป็นเปอร์เซ็นต์นี้ น่าจะสามารถใช้เป็นจุดอ้างอิงที่เป็นกระดูกเพื่อช่วยในการกำหนดตำแหน่งจุดศูนย์กลางของ Tibial tunnel ขณะผ่าตัดได้ นอกจากนั้นยังสามารถประเมินตำแหน่งของ Tibial tunnel ในขณะผ่าตัดและหลังการผ่าตัดโดยภาพถ่ายรังสีด้านข้างได้อีกด้วย

การวิจัยนี้ศึกษาความยาวของ ACL เพื่ออ้างอิงถึงการกำหนดความยาวของ intraarticular graft รายงานความยาวของ ACL เฉลี่ย 21.63 ± 2.5 มิลลิเมตร ซึ่งใกล้เคียงกับผลการศึกษาของ นายแพทย์วิชาญ กาญจนถวัลย์²² จากการศึกษาในผู้ป่วยไทยระหว่างการผ่าตัด ACL reconstruction ซึ่งได้รายงานว่าความยาวเฉลี่ยของ ACL graft ส่วนที่อยู่ภายในข้อเข่า คือ 17.33 - 22.60 มิลลิเมตร ขณะที่ Fineberg และคณะ¹ รายงานความยาวเฉลี่ยของ ACL คือ 34 ถึง 38 มิลลิเมตร และข้อมูลของ Boisgard และคณะ¹⁶ ที่ศึกษาจาก 3D model ที่สร้างมาจาก MRI section รายงานว่าความยาวเฉลี่ยของ ACL เมื่อข้อเข่างอ 0 - 70 องศา คือ 34 มิลลิเมตร รายงานผลความยาวของ ACL ออกมาใกล้เคียงกัน ซึ่งเมื่อนำมาหาความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของกระดูกทibia กับความยาวของ ACL โดยวิธี Pearson Correlation พบว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($r = 0.272, p < 0.01$) อาจเนื่องมาจากความแตกต่างกันในเรื่อง เชื้อชาติ และ/หรือ ความสูงของผู้ป่วย จึงทำให้ข้อมูลทั้งสองกลุ่มออกมาแตกต่างกันก็อาจเป็นไปได้

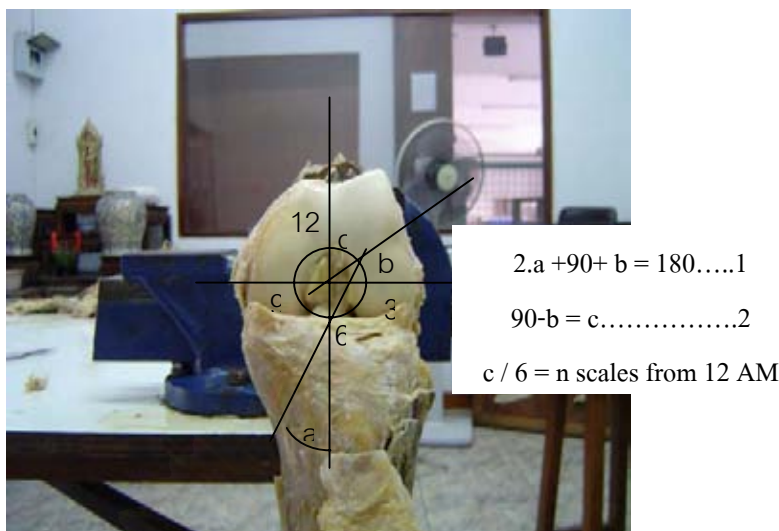
ACL เป็นเส้นเอ็นภายในข้อเข่าที่มีลักษณะค่อนข้างกลม รายงานขนาดที่จุดกึ่งกลางของเส้นเอ็นในแนวซ้าย – ขวา เฉลี่ย 5.79 ± 1.4 มิลลิเมตร และในแนวหน้า – หลังเฉลี่ย 8.99 ± 1.9 มิลลิเมตร ขณะที่ Anderson และคณะ⁴ ได้ทำการศึกษาพื้นที่ของ ACL โดยวัดจากภาพ MRI และคำนวณพื้นที่ของ ACL จากสูตร $\frac{1}{2}(\text{ความสูงที่วัดได้}) \times \frac{1}{2}(\text{ความกว้างในแนวด้านหน้า – หลัง})$ รายงานพื้นที่ของ ACL ในเพศชายคือ 48.9 ตารางมิลลิเมตร และพื้นที่ของ ACL ในเพศหญิงคือ 36.1 ตารางมิลลิเมตร ซึ่งเมื่อนำเอาความสูงและขนาดในแนวหน้าหลังจากการวิจัยนี้มาแทนค่าในสูตรดังกล่าวพบว่า ผลออกมาใกล้เคียงกัน (พื้นที่ของ ACL จากการศึกษาครั้งนี้ $= \frac{1}{2}(21.63) \times \frac{1}{2}(8.99) = 48.61$ ตารางมิลลิเมตร) สำหรับ PCL เป็นเส้นเอ็นที่แบนและยาวกว่ามีความหนาแน่นข้าง 10.63 ± 1.87 มิลลิเมตร และความหนาในแนวหน้า – หลัง 5.89 ± 1.27 มิลลิเมตร ความยาวเฉลี่ย 29.35 ± 2.37 มิลลิเมตร แต่อย่างไรก็ตาม การศึกษาครั้งนี้ศึกษาในข้อเข่าอาจารย์ใหญ่ที่ผ่านการดองมาเป็นปี ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับขนาดและความยาวอาจคลาดเคลื่อนไปจากความยาวและขนาดของ ACL ของผู้ป่วยจริง

เมื่อพิจารณาถึงจุดเกาะของ ACL บนกระดูก Femur ซึ่งเป็นบริเวณที่มองเห็นได้ยากโดยการส่องกล้อง, ภาพถ่ายรังสี และ/หรือ ภาพจาก MRI แม้เกาะเอากล้ามเนื้อและเนื้อเยื่อรอบข้อเข่าออกจนดีแล้วก็ยังไม่สามารถเห็นจุดเกาะของ ACL บนกระดูก Femur ได้ทั้งหมดอย่างชัดเจนเนื่องจากถูกบังโดย Intercondylar notch การวิจัยนี้ได้ศึกษาถึงลักษณะทางกายวิภาคของ Intercondylar notch พบว่ามีลักษณะเหมือนกล่องแคบมีความกว้างที่ระดับกึ่งกลางของความสูงของ Intercondylar notch ด้านหน้าและด้านหลังเฉลี่ย 17.25 ± 2.66 มิลลิเมตร และ 17.39 ± 2.27 มิลลิเมตรตามลำดับ ซึ่งใกล้เคียงกับการศึกษาของ Anderson และคณะ⁴ ได้รายงานลักษณะของ Intercondylar notch จากการศึกษาโดยวิธีวัดในภาพ MRI ว่ามีความกว้างที่ระดับ $\frac{2}{3}$ ของความสูงของ notch เฉลี่ยเท่ากับ 18.7 มิลลิเมตรในเพศชาย และ 16.2 มิลลิเมตรในเพศหญิง สำหรับความสูงและความยาวของ Intercondylar notch เฉลี่ยจากการวิจัยนี้คือ 24.68 ± 2.16 มิลลิเมตร และ 25.97 ± 2.04 มิลลิเมตรตามลำดับ ซึ่งหลังคาของ Intercondylar notch ลาดลงจากด้านหน้าสู่ด้านหลังทำมุมเฉลี่ย 31.31 ± 3.4 องศา กับแกนของกระดูก Femur เป็นผลที่ใกล้เคียงกับข้อมูลของ Lintner และคณะ²⁹ ที่ศึกษาในภาพถ่ายรังสีด้านข้าง คือทำมุมประมาณ 35 องศา กับแนวกระดูก Femur ดังนั้นเมื่อข้อเข่าอยู่ในท่าเหยียดจึงไม่สามารถมองเห็นจุดเกาะของ ACL บนกระดูก Femur ได้ เมื่อข้อเข่ามากขึ้นจึงจะเห็นจุดเกาะของมันแต่ยังไม่ชัดเจนพอ การศึกษาครั้งนี้ได้เลื่อยเอา medial femoral condyle ออกจึงเห็นจุดเกาะได้ชัดเจน พบว่า ACL มีจุดเกาะบริเวณส่วน

หลังด้านในของ lateral femoral condyle โดยมีระยะทางเฉลี่ยของจุดเกาะจากด้านบนสู่ด้านล่าง 18.21 ± 2.73 มิลลิเมตร ด้านหน้าสู่ด้านหลัง 13.41 ± 3.72 มิลลิเมตร

ทิศทางของ Tunnel ยังเป็นสิ่งสำคัญเพื่อให้สามารถเจาะ Femoral Tunnel ผ่าน Tibial Tunnel ไปยังจุดเกาะของ ACL บนกระดูก Femur ได้ถูกต้อง งานวิจัยนี้รายงานถึงทิศทางของ ACL เพื่อเป็นแนวทางการกำหนดทิศทางของ tunnel ทั้ง 2 แนวคือ แนว coronal plane (วัดมุมเทียบกับ Anterior Tibial Shaft) และแนว sagittal plane (วัดมุมเทียบกับ Joint line) เมื่อข้อเข่าอยู่ในมุมต่าง ๆ กัน เพื่อใช้ให้เหมาะสมกับการจัดทำของข้อเข่าของผู้ป่วย พบว่าเมื่อข้อเข่างอมากขึ้น มุมของ ACL ใน coronal plane (วัดมุมเทียบกับ Anterior Tibial Shaft) จะเพิ่มมากขึ้นตาม ในทางตรงกันข้ามมุมของ ACL ในแนว sagittal plane (วัดมุมเทียบกับ Joint line) จะลดลง Tibial guide ที่ใช้อยู่ในปัจจุบันมีมุมอยู่ระหว่าง 45 – 65 องศา (มุมในแนว sagittal plane) จากการวิจัยนี้ พบว่าร้อยละ 96.15 ของข้อเข่าอาจารย์ใหญ่ เมื่องอ 60 องศา มีทิศทางของ ACL ในแนว sagittal plane มีมุมอยู่ระหว่าง 45 – 65 องศา

การกำหนดตำแหน่งของ Femoral tunnel นิยมบอกตำแหน่งเป็นตำแหน่งทิศทาง เข็มนาฬิกา ดังเช่น Fineberg และคณะ¹ รายงานตำแหน่งของ Femoral tunnel เป็นตำแหน่ง 11 นาฬิกาในขาขวา หรือ 01.00 นาฬิกาในขาซ้าย Cole J และคณะ²³ ศึกษาตำแหน่งของ femoral tunnel ใน ACL Reconstruction โดยใช้ ภาพถ่าย x-rays ที่มุม 12.00 น. 10.30 และ 9.00 ในขาขวา (12.00 น. 1.30 น. และ 3.00 น. ในขาซ้าย) ซึ่งมุม 10.30 น. (1.30 น. ในขาซ้าย) เป็นตำแหน่งที่ถูกต้องตามลักษณะทางกายวิภาค ที่ตำแหน่ง 12.00 น. เป็นตำแหน่งที่สูงเกินไป ที่ตำแหน่ง 3.00 น. เป็นตำแหน่งที่ต่ำเกินไป และ Loh JC และคณะ²⁸ ศึกษาถึงความมั่นคงของข้อเข่า (knee stability) และ หน้าที่ของเส้นเอ็นทดแทน (graft function) หลังจาก ACL Reconstruction โดยเปรียบเทียบตำแหน่งของ femoral tunnel 10 นาฬิกา และ 11 นาฬิกา เป็นต้น ดังนั้นในงานวิจัยนี้ จึงนำผลการศึกษาทิศทางของ ACL ในแนว coronal plane ซึ่งเป็นทิศทาง ACL ทำมุมกับแนว Anterior Tibial Shaft มาเทียบให้เป็นตำแหน่งของเข็มนาฬิกาโดยวิธีดังรูป



รูปที่ 46. แสดงการเทียบทิศทางของ ACL ใน coronal plane (a) ไปเป็นตำแหน่ง Femoral Tunnel ตามตำแหน่งเข็มนาฬิกา

ดังนั้นทิศทางของ Femoral Tunnel เป็นตำแหน่งเข็มนาฬิกาที่ได้จากการวิจัยนี้คือ เมื่อข้อเข้าเหยียดตรง Femoral Tunnel อยู่ที่ตำแหน่ง 11.10 นาฬิกา (ในขาขวา) 12.50 นาฬิกา (ในขาซ้าย), เมื่อข้อเข่างอ 60 องศา Femoral Tunnel อยู่ที่ตำแหน่ง 10.30 นาฬิกา (ในขาขวา) 01.30 นาฬิกา (ในขาซ้าย), เมื่อข้อเข่างอ 90 องศา Femoral Tunnel อยู่ที่ตำแหน่ง 10.15 นาฬิกา (ในขาขวา) 01.45 นาฬิกา (ในขาซ้าย), เมื่อข้อเข่างอ 120 องศา Femoral Tunnel อยู่ที่ตำแหน่ง 10.00 นาฬิกา (ในขาขวา) นาฬิกา 02.00 (ในขาซ้าย), และเมื่อข้อเข่างอ 135 องศา Femoral Tunnel อยู่ที่ตำแหน่ง 09.40 นาฬิกา (ในขาขวา) 02.20 นาฬิกา (ในขาซ้าย)

จากข้อมูลของงานวิจัยครั้งนี้ สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการผ่าตัด ACL reconstruction โดยเฉพาะในขั้นตอนการสร้างอุโมงค์ (Tunnel creation) ได้ กล่าวคือ ข้อมูลตำแหน่งจุดเกาะของ ACL บนกระดูก Tibia ใช้เป็นข้อมูลในการกำหนดตำแหน่งจุดออกของ Tibial tunnel ภายในข้อเข่าคือ จุดต่อระหว่างด้านหน้า 47.98% และด้านหลัง 52.02% เมื่อเทียบกับความกว้างในแนวหน้า – หลังของ Tibial plateau ข้อมูลจุดเกาะของ ACL บนกระดูก Femur ใช้เป็นข้อมูลในการกำหนดตำแหน่งจุดเข้าของ Femoral tunnel ภายในข้อเข่า และทำให้สามารถศึกษาทิศทางของเส้นใย ACL จากจุดเกาะบนกระดูก Tibia สู่จุดเกาะบนกระดูก Femur ได้ ซึ่งข้อมูลทิศทางของ ACL ในแนว sagittal plane และในแนว coronal plane ขณะข้อเข่างอมุมต่างๆกันนั้น เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการกำหนดทิศทางของอุโมงค์เพื่อสำหรับวิธีทรานสทิเบีย ให้ได้ตำแหน่งของ

Femoral tunnel ที่ถูกต้องตามลักษณะทางกายวิภาค จากการศึกษาของ การกำหนดทิศทางของ Tunnel ขึ้นอยู่กับการงอข้อเข่าผู้ป่วยขณะผ่าตัด ซึ่งขึ้นอยู่กับความถนัดของแพทย์ผู้ผ่าตัด ถ้าจัดทำผู้ป่วยงอข้อเข่า 60 –90 องศา ควรกำหนดทิศทางของ Tunnel ในแนว sagittal ให้ทำมุมกับแนว joint line ระหว่าง 45 – 52 องศา และกำหนดทิศทางในแนว coronal ให้ทำมุมกับแนว anterior tibial shaft ระหว่าง 20 – 27 องศา หรือ 10.15 ถึง 10.30 นาฬิกา (ในขาขวา) ถ้าจัดทำให้ผู้ป่วยงอข้อเข่า 90 – 120 องศา ควรกำหนดทิศทางของ Tunnel ในแนว sagittal ให้ทำมุมกับแนว joint line ระหว่าง 42 - 46 องศา และกำหนดทิศทางในแนว coronal ให้ทำมุมกับแนว anterior tibial shaft ระหว่าง 27 – 32 องศา หรือ 10.00 – 10.15 นาฬิกา(ในขาขวา) สำหรับข้อมูลเรื่องขนาดของ ACL สามารถใช้เป็นข้อมูลในการกำหนดขนาดของ ACL graft ควรจะมีขนาดใกล้เคียงกับ ACL คือ $5.80 \pm 1.38 \times 8.99 \pm 1.38$ ตารางมิลลิเมตร และขนาดของ Tunnel ควรจะมีขนาดมากกว่า ขนาดของ ACL เพื่อให้สามารถใส่ ACL graft เข้าไปอยู่ภายใน Tunnel ได้ และเหมาะสมกับวัสดุและวิธีที่ใช้ยึด ACL graft ข้อมูลเรื่องความยาวของ ACL ใช้เป็นข้อมูลในการกำหนดความยาวของ ACL graft ส่วนที่อยู่ในข้อได้ กล่าวคือควรมีความยาวเฉลี่ย 21.63 ± 2.46 มิลลิเมตร

เพื่อลดความผิดพลาดในการทำ ACL reconstruction โดยเฉพาะในขั้นตอนการเจาะ tunnel ควรจัดทำข้อเข่าของผู้ป่วยอยู่ในแนวปกติ ไม่มีภาวะข้อเข่าโก่ง ข้อเข่าบิด หรือมีการเคลื่อนไปข้างหน้าของกระดูก Tibia และจัดข้อเข่าผู้ป่วยให้อยู่ในมุมเดิมนตลอดขั้นตอนการเจาะ Tunnel มีการกำหนดจุดที่ออกของ tibial tunnel ที่แน่นอน โดยใช้ตำแหน่งเป็นเปอร์เซ็นต์ เทียบกับความกว้างของ Tibial Plateau จากการศึกษาวิจัยนี้เป็นจุดอ้างอิงแรกก่อน จุดอ้างอิงที่เป็นเนื้อเยื่ออ่อน เช่น Lateral Meniscus, PCL และ ตอของ ACL เป็นจุดอ้างอิงร่วม เนื่องจากจุดอ้างอิงที่เป็นเนื้อเยื่ออ่อน อาจบาดเจ็บร่วมด้วยหรือคลาดเคลื่อนจากตำแหน่งเดิมไปได้เมื่อมีการบาดเจ็บของ ACL ขึ้น และอาจส่งผลทำให้ตำแหน่งของ Tibial Tunnel คลาดเคลื่อนไปจากตำแหน่งที่ถูกต้องได้ จากนั้น กำหนดทิศทางของ Tunnel ทั้งในแนว sagittal และ coronal ซึ่งมุมของข้อเข่าที่ง่ายต่อการกำหนด ทิศทางการเจาะคือ ข้อเข่างอ 90 องศา เนื่องจากเมื่อกำหนดมุมในแนว sagittal แนว joint line ขนานกับพื้นพอดี และในการกำหนดมุมในแนว coronal แนว anterior tibial shaft ตั้งฉากกับพื้นพอดีด้วย คือมุมในแนว sagittal 46.22 ± 5.07 องศา และมุมในแนว coronal 26.75 ± 4.57 องศา หรือในตำแหน่ง 10.15 น. นอกจากนั้นควรตรวจสอบตำแหน่งและทิศทางของ Tunnel โดยภาพถ่าย X-rays ด้านข้างขณะผ่าตัด หรือหลังผ่าตัดด้วย ถ้าพบว่าตำแหน่งและทิศทางของ Tunnel คลาดเคลื่อนไปจากตำแหน่งที่ถูกต้องดังที่อ้างอิงไว้ อาจต้องแก้ไขโดยการเจาะ Tunnel ใหม่อีกครั้ง

หรือต้องคัดข้อเข้าร่วมด้วยในขณะที่เจาะ Transtibia เพื่อให้ได้ตำแหน่งของ Femoral tunnel ที่ถูกต้องตามลักษณะทางกายวิภาค

อย่างไรก็ตามเพื่อผลการผ่าตัด ACL reconstruction ที่ประสบความสำเร็จ นอกจากตำแหน่งและทิศทางของ Tunnel ที่ถูกต้องแล้ว ควรต้องคำนึงถึงชนิดของ graft และ การยึด graft (Graft fixation) ให้เหมาะสมกับความลึกและทิศทางของ Tunnel ด้วย

ข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้ศึกษาในอาจารย์ใหญ่ที่ผ่านการดองมานานกว่า 1 ปี ดังนั้นข้อมูลอันเกี่ยวข้องกับขนาดอาจไม่เท่ากับขนาดในผู้ป่วยจริง ควรจะมีการศึกษาเปรียบเทียบระหว่างขนาดที่ศึกษาในอาจารย์ใหญ่ที่ดองนาน (Embalmed cadaver) กับ Fresh cadaver ว่ามีความแตกต่างกัน และสัมพันธ์กันอย่างไร

และในการศึกษาต่อไปน่าจะทดลองเจาะ Tunnel ใน Fresh cadaver โดยใช้ข้อมูลจากการทดลองนี้เป็นจุดอ้างอิงในการเจาะ Tunnel เพื่อเป็นการยืนยันอีกครั้งก่อนนำไปใช้จริงในการผ่าตัดสำหรับผู้ป่วยต่อไป

รายการอ้างอิง

1. Fineberg MS, Zarins B, Sherman OH. Practical Considerations in ACL Replacement Surgery. Arthroscopy 2000; 16: 715-724.
2. Hunter RE. Skiing Injuries. Am J Sports Med 1999; 21(3) : 381-389.
3. Nelson EW, Laprade RF. The Anterior Intermeniscal Ligament of the Knee. An anatomic Study. Am J Sports Med 2000; 28(1): 74-76.
4. Anderson AF., Dome DC, Gautam S, Awh MH, Rennert GW. Correlation of Anthropometric Measurements, Strength, ACL Size and Intercondylar Notch Characteristics to Sex Differences in Anterior Cruciate Ligament Injured Athletes. Am J Sports Med 1999; 29(1): 58-66.
5. Rozzi SL, Lephart SM, Gear WS, Fu FH. Knee – Joint Laxity and Neuromuscular Characteristics of Male and Female Soccer and Basketball Players. Am J Sports Med 1999; 27(2): 312-319.
6. Heitz NA, Eisenman PA, Beck CL, Walker JA. Hormonal Changes Throughout the Menstrual Cycle and Increased Anterior Cruciate Ligament Laxity in Female. Journal of Athletic Training 1999; 34(2): 144-149.
7. ชีรวัดณ์ กุลทนนท์. Anterior Cruciate Ligament. The Navigator of Sport Medicine 2002 Knee, shoulder, and small joints. Bangkok .2002 :1-3 .
8. Murrell GA, Maddali S, Horovitz L, Oakley SP, Warren RF. The Effects of Time Course After Anterior Cruciate Ligament Injury in Correlation with Meniscal and Articular – Cartilage Loss. Am J Sports Med 2001; 29(1): 9-14.
9. Howell SM, Wallace MP, Hull ML, Deutsch ML. Evaluation of the Single – Incision Arthroscopic Technique for Anterior Cruciate Ligament Replacement. A Study of Tibial Tunnel Placement, Intraoperative Graft Tension and Stability. Am J Sports Med 1999; 27(3): 284-293.
10. Canale ST. Cambbell's Operative Orthopaedics. Vol 2. 9th Edition. St. Louis: Mosby – Year Book. Inc, 1998: 1522-1528.
11. พินิจ ศรีสุวรรณภรณ์. Arthroscopic ACL Reconstruction. The Navigator of Sport Medicine 2002 Knee, shoulder, and small joints. Bangkok, 2002: 5-8.
12. Simonian PT, Erickson MS, et al. Tunnel Expansion After Hamstring Anterior Cruciate

Ligament Reconstruction with 1-Incision EndoButton Femoral Fixation.

Arthroscopy 2000;16: 707-714.

13. สุริยพงษ์ เสาวฤทธิ์ . Revision Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. The Navigator of Sport Medicine 2002 Knee, shoulder, and small joints. Bangkok, 2002: 9-13.
14. Good L, Odensten M, Gillquist J. Intercondylar notch Measurements with Special Reference to Anterior Cruciate Ligament Surgery. Clin Orthop 1991; Feb 263: 185-9.
15. Csizy M, Friedrish NF. Bone Tunnel Site in Surgical Reconstruction of the Anterior Cruciate Ligament. Position – Placement- Errors Anatomic Measurement. Orthopade 2002; 31(8): 741 –50.
16. Boisgard S, Levai JP, Geiger B, Saidane K, Landjerit B. Study of the Variation in Length of the Anterior Cruciate Ligament During Flexion of the Knee: Use of a 3D Model Reconstructed from MRI Sections. Surgical Radiology Anatomy 1999 ; 21(5): 313-7.
17. Woo SL, Debski RE, Withrow JD, Janaushek MA. Biomechanics of Knee Ligaments. Am J Sports Med 1999; 27(4): 533-543
18. Almekinders LC, Chiavetta JB. Tibial Subluxation in ACL-Deficient Knees : Implication for Tibial Tunnel Placement. Arthroscopy 2001;17(9):960-962..
19. Jackson DW, Gasser SI. Tibial Tunnel Placement in ACL Reconstruction. Arthroscopy 1994; 10: 124-131.
20. Morgan CD, Kalman VR, Grawl DM. Definitive Landmark for Reproducible Tibial Tunnel Placement in ACL Reconstruction. Arthroscopy 1994; 10: 275-288.
21. Marcacci M, Molgora AP, Zaffagnini S, Vascellari A, Iacono F, Presti ML. Anatomy double – bundle ACL Reconstruction with Hamstrings. Arthroscopy 2003; 19(5): 540-6.
22. วิชานุกาจนถวัลย์ ความยาวของ Intraarticular ACL Graft. Journal of The Lerdsin Hospital 2002; 5(5): 8-15.
23. Cole J, Brand JC, Caborn DN, Johnson DL. Radiographic Analysis of Femoral Tunnel Position in Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. Am J Knee Surg 2000 Fall: 13(4); 218-22.

24. Arnold MP, Koolos J, Van Kampen A. Single – Incision Technique Misses the Anatomical Femoral Anterior Cruciate Ligament Insertion: A Cadaver Study. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 2001; 9(4): 194-9.
25. Texier A, Hulet C, Acquitter Y, Tallier E, Lcker B, Vielpeau C. Arthroscopy – Assisted Revision in Failed Reconstruction of ACL: 32 Cases. Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot 2001; 87(7): 653-60.
26. Howell SM. Principles for Placing the Tibial Tunnel and Avoiding Roof Impingement During Reconstruction of Torn ACL. Knee Surg Sports Traumatol arthrosc 1998; suppl 1: s49-55.
27. Gill TJ., Steadman JR. Anterior Cruciate Ligament Reconstruction the Two – Incision Technique. Orthop Clin North AM 2002; 33(4): 727-35.
28. Loh JC, Fukuda Y, Tsuda E, Steadman JR, Fu FH, Woo SL. Knee Stability and Graft Function Following Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: Comparison Between 11 O’ clock and 10 O’ clock Femoral Tunnel Placement. Arthroscopy 2003; 19(3): 297-304.
29. Lintner DM, Dewitt SE, Moseley JB. Radiographic Evaluation of Native Anterior Cruciate Ligament Attachments and Graft Placement for Reconstruction. Am J Sports Med 1996; 24:72 – 78.



ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Anterior Cruciate Ligament Reconstruction



Holes are drilled in the femur and tibia, and the torn ACL is removed.



The graft is passed through the drill holes to replace the torn anterior cruciate ligament.

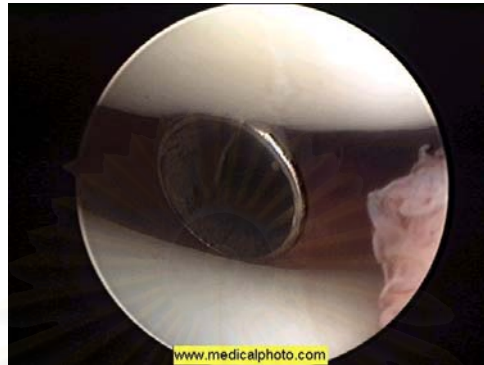


The graft is anchored in place using screws or staples.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Step by Step of ACL Reconstruction1- Incision Technique

The following pictures will demonstrate an ACL reconstruction using the central third of the patella tendon. The surgery was performed on the right knee.



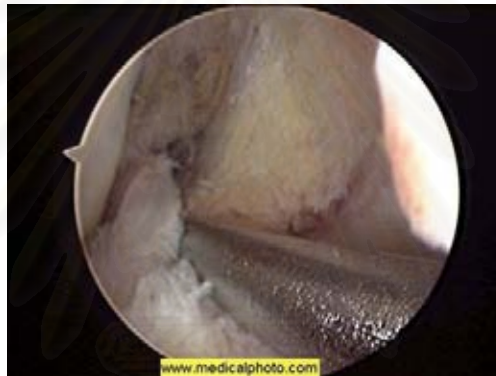
1. The inflow cannula, which brings the fluid into the joint so that the knee may be visualized, is seen in this picture. The patella is at the top of the screen and the trochlear groove of the femur at the bottom. The width of the tube is approximately 4 mm (1 inch = 25.4 mm).



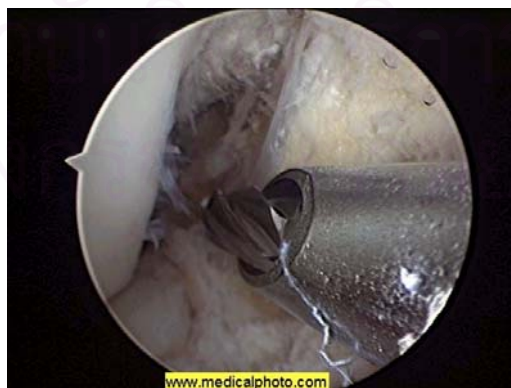
2. apparently normal meniscus is viewed in the center of the image. The femur is above the meniscal cartilage and the tibia is below. A probe is inserted to inspect the meniscal cartilage.



3. The normal ACL is a taut rope-like structure which goes from the femur to the tibia. Probing of this ACL indicates that it is lax and frayed. This indicates a functionally incompetent ACL (torn ACL).



4. To reconstruct the ACL, it is necessary to remove all of the existing damaged ACL. This is done with a motorized device which is called a shaver.



5. In some patients, the "notch" where the ACL is located is extremely narrow. If the notch is not widened, then the newly reconstructed ACL may be at risk for

rerupture. To decrease the probability of injury to the newly reconstructed ACL, the notch may be widened using a burr.



6. At this point, attention is directed to the patella tendon. Incisions are made at the inferior pole of the patella and at the tibial tubercle. Each incision is approximately 1.5 inches in length.



7. After making the skin incisions, the tendon is identified, and the central third is harvested with a bone block at each end of the tendon. Initially, the tendon is removed from the tibial tubercle area. The graft is then passed beneath the skin and retrieved from the superior incision. Harvesting is completed.



8. The graft then has sutures placed through the bone blocks.



9. Attention is then directed to the arthroscopic part of the procedure. The tibial drill guide is positioned on the tibia. The guide wire is then drilled into the tibia, exiting inside the joint.



10. The tibial drill hole is placed.



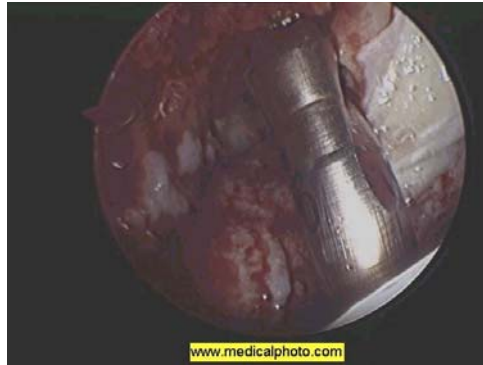
11. The endoscopic femoral drill guide is then passed through the tibial drill hole.



12. The guide is then positioned on the back of the femur.



13. The femoral guide wire is then placed, the femoral guide is removed and the femoral drill is used to place a hole in the femur.



14. After drilling, the hole is inspected.



15. The graft is then placed through the tibia, through the knee joint, and into the femoral drill hole.



16. For the graft to heal, blood vessels must grow into the reconstructed ACL. To hold the graft in place, a screw is inserted into the femoral drill hole. This particular screw is a bioabsorbable screw.



17. A second screw is inserted into the tibia to hold that part of the reconstruction in place. Following this, the reconstructed ACL is inspected. Unlike the picture of the torn ACL, the reconstructed ACL is a rigid rope-like structure that provides stability to the joint.



18. At this point the procedure is finished, the incisions are closed, and the outpatient surgical procedure is completed.



ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวฐานิสรา โฉมเกิด เกิดวันที่ 21 มกราคม พ.ศ.2518 ที่จังหวัดชัยนาทสำเร็จ การศึกษาระดับปริญญาตรี วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาภาพถ่ายบัณฑิตมหาวิทยาลัยมหิดล ในปีการ ศึกษา 2539 ทำงานในตำแหน่งนักถ่ายภาพบำบัด โรงพยาบาลชลบุรี จังหวัดชลบุรี (พ.ศ.2539 - พ.ศ.2540) โรงพยาบาลสุภุมิตร จังหวัดสุพรรณบุรี (พ.ศ. 2540 – พ.ศ.2541) ตำแหน่งหัวหน้า แผนกถ่ายภาพบำบัด โรงพยาบาลศรีสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์ (พ.ศ.2541 – พ.ศ.2544) และ ตำแหน่งนักถ่ายภาพบำบัด (part time) โรงพยาบาลบำรุงราษฎร์ จังหวัดกรุงเทพ (พ.ศ.2545 – ปัจจุบัน)

ปีการศึกษา 2545 เข้าศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ การแพทย์ คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย