ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์การกีฬา)

ปริญญา

วิทยาศาสตร์การกีฬา — **สาขา**

วิทยาศาสตร์การกีฬา — **คณะ**

เรื่อง ผลของการพันผ้าเทปที่มีต่อแรงตึงที่เอ็นไขว้หน้าขณะกระโดดยิงประตูบาสเกตบอล

The Effect of Taping on Anterior Cruciate Ligament Tensile Force Occurring in Basketball Jump Shot

นามผู้วิจัย นางสาวสุจิตรา ลิ้มทรัพย์

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สิริพร ศศิมณฑลกุล, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(อาจารย์อรอุมา บุณยารมย์, Ph.D.)

ประธานสาขาวิชา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ราตรี เรืองไทย, Ed.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญจนา ธีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ ..... **เดือน** ..... **พ.ศ.** .....

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

ผลของการพันผ้าเทปที่มีต่อแรงตึงที่เอ็นไขว้หน้าขณะกระโดดยิงประตูบาสเกตบอล

The Effect of Taping on Anterior Cruciate Ligament Tensile Force Occurring in Basketball Jump Shot

โดย

นางสาวสุจิตรา ลิ้มทรัพย์

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์การกีฬา)
พ.ศ. 2556

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สุจิตรา ลิ้มทรัพย์ 2556: ผลของการพันผ้าเทปที่มีต่อแรงตึงที่เอ็นไขว้หน้าขณะกระโดดยิงประตูบาสเกตบอล ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์การกีฬา) สาขาวิทยาศาสตร์การกีฬา คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผู้ช่วยศาสตราจารย์สิริพร ศศิมณฑลกุล, Ph.D. 109 หน้า

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการพันผ้าเทปที่มีต่อแรงตึงที่เอ็นไขว้หน้าที่บาดเจ็บเรื้อรัง โดยได้เจาะจงที่จะศึกษาในการกระโดดยิงประตูบาสเกตบอล เนื่องจากนักบาสเกตบอลมีอุบัติการณ์การบาดเจ็บที่เอ็นไขว้หน้าในขณะยิงประตูเป็นจำนวนมาก ส่งผลให้ข้อเข่าขาดความมั่นคงและสูญเสียสมรรถนะในการเล่นกีฬา ซึ่งการวิจัยครั้งนี้ได้ออกแบบให้เป็นการทดลองแบบวัดซ้ำเพื่อลดความแปรปรวนที่เกิดขึ้นจากทักษะที่แตกต่างกันของกลุ่มตัวอย่าง และเพื่อให้เห็นผลของการพันผ้าเทปเท่านั้น นักบาสเกตบอลเพศชายที่มีการบาดเจ็บเรื้อรังที่เอ็นไขว้หน้าและมีอายุระหว่าง 18-30 ปี เข้าร่วมการวิจัย ซึ่งลำดับการพันหรือไม่พันผ้าเทปจะถูกสุ่ม โดยกลุ่มตัวอย่างที่สุ่มได้ลำดับการพันผ้าเทปที่ข้อเข่าข้างที่มีการบาดเจ็บของเอ็นไขว้หน้าก่อนจะได้รับการพันผ้าเทปด้วยเทคนิค Anterior Cruciate Ligament Taping แล้วจึงทำการติดวัตถุสะท้อนแสงที่ร่างกายส่วนล่าง จากนั้นจึงให้กลุ่มตัวอย่างกระโดดยิงประตูบาสเกตบอลอย่างเต็มความสามารถ จำนวน 5 ครั้ง และให้กระโดดยิงประตูในขณะที่ไม่พันผ้าเทปอีก 5 ครั้ง โดยที่กล้องบันทึกภาพเคลื่อนไหวความเร็วสูงจำนวน 8 ตัว บันทึกภาพเคลื่อนไหวที่ความถี่ 240 Hz พร้อมกับที่แผ่นวัดแรงทำการวัดแรงปฏิกิริยาจากพื้นพิกัดของวัตถุสะท้อนแสงและแรงปฏิกิริยาจากพื้นที่บันทึกได้ถูกนำมาคำนวณหาแรงปฏิกิริยาและโมเมนท์ในข้อเข่าด้วยวิธี Inverse Dynamic และคำนวณหาแรงตึงที่เอ็นไขว้หน้าจากการจำลองเอ็นไขว้หน้าเป็นแบบ double bundles ซึ่งประกอบไปด้วย Anteromedial และ Posterolateral bundles วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุทางเดียวแบบวัดซ้ำ กำหนดระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

การพันผ้าเทปช่วยลดปริมาณแรงตึงที่เอ็นไขว้หน้า แรงปฏิกิริยาและโมเมนท์ในข้อเข่าและมุมการหมุนของข้อเข่าเมื่อเปรียบเทียบกับการไม่พันผ้าเทป ซึ่งปริมาณแรงตึงที่เอ็นไขว้หน้ามีความสัมพันธ์แบบแปรผันตามแรงปฏิกิริยาข้อเข่าทิศทางด้านหน้า แต่แปรผกผันกับมุมของการงอเข่าและการหมุนเข่า

_____ _____ ___ / ___ / ___

ลายมือชื่อนิสิต ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Sujitra Limsup 2013: The Effect of Taping on Anterior Cruciate Ligament Tensile Force Occurring in Basketball Jump Shot. Master of Science (Sports Science), Major Field: Sports Science, Faculty of Sports Science. Thesis Advisor: Assistance Professor Siriporn Sasimontonkul, Ph.D. 109 pages.

This research aimed to study the effect of taping on the tensile force of chronically injured Anterior Cruciate Ligaments (ACL). Only cases which resulted from jump shots used in basketball were studied. This was because ACL tears are common in basketball players who perform jump shots. These injuries result in knee instability, and loss of sporting performance. The research study employed a one way repeated measure to control for variance resulting from the difference in skill levels of participants, in order to convey only the effect of taping. Ten male basketball players who had chronic ACL injury, and were aged 18-30, participated in this study. The order of taping or non use of taping was random. If the taping was sampled first, the ACL taping technique was applied to the injured knee. Retro-reflective markers were affixed to their lower bodies. Participants performed 5 jump shots with taping, deploying maximum effort. Thereafter, they performed 5 jump shots without taping. The motion of participants was captured by eight high speed cameras at 240 Hz, whilst a force plate recorded the Ground Reaction Force, synchronously. The spatial position of the reflective markers, and the Ground Reaction Force, were used to compute the Joint Reaction Force (JRF), and moment of the knee, by inverse dynamic. In addition, ACL was modeled as double bundles composed of anteromedial and posterolateral bundles, in order to estimate tensile force. One way MANOVA with repeated measure was used for statistical testing, and the significant level was set at .05.

Taping reduced the tensile force of ACL, JRF and the moment of the knee, as well as the knee joint angle, compared to non use of taping. Moreover, the tensile force of ACL was associated with anterior knee JRF, but it had an inverse relationship with the flexion angle and the rotation of the knee.

_____ _____ ___ / ___ / ___

Student's signature Thesis Advisor's signature

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงได้โดยดี ด้วยความเมตตากรุณาเป็นอย่างดียิ่งในการให้คำปรึกษา คำแนะนำ ให้การตรวจสอบ และแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ในการทำวิทยานิพนธ์จาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์สิริพร ศศิมณฑลกุล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และ อาจารย์อรอุมา บุญยารมย์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม จนทำให้วิทยานิพนธ์เล่มนี้มีความสมบูรณ์และถูกต้อง ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ ที่นี้

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ นายแพทย์ปิยวิทย์ สรไชเมธา และ นางสาวพรสุรีย์ อ่อนมณีในความอนุเคราะห์ในส่วนของสถานที่ ห้องวิเคราะห์การเคลื่อนไหวสามมิติ รวมทั้งอุปกรณ์ในการเก็บข้อมูลภาพเคลื่อนไหวสามมิติ และขอขอบพระคุณนักกีฬาบาสเกตบอล มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ และมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ที่เข้าร่วมโครงการ วิจัยในครั้งนี้

สุดท้ายนี้ข้าพเจ้าขอกราบบูชาพระคุณ คณะครู และคณาจารย์ทุกท่าน ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทถ่ายทอดวิชาความรู้ ความเมตตา พร้อมทั้งให้การอบรมสั่งสอน ให้คำแนะนำ และช่วยเหลือด้านการศึกษาด้วยดี และขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อสุรธีร์ และคุณแม่อนงค์ ลิ้มทรัพย์ ที่ได้ให้กำลังใจและสนับสนุนการศึกษาเป็นอย่างดีมาตลอด และขอขอบคุณพี่ ๆ เพื่อน ๆ และน้อง ๆ นิสิตปริญญาโท คณะวิทยาศาสตร์การกีฬาที่คอยช่วยเหลือและเป็นกำลังใจ

ประโยชน์จะพึงมีเพียงใดที่เกิดจากวิทยานิพนธ์เล่มนี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่ผู้ที่มีพระคุณทุกท่านที่ได้กล่าวมาทั้งหมด และที่ไม่ได้กล่าวถึงในที่นี้ด้วย

สุจิตรา ลิ้มทรัพย์

พฤษภาคม 2556

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(5)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	5
การตรวจเอกสาร	8
อุปกรณ์และวิธีการ	34
อุปกรณ์	34
วิธีการ	34
ผลและวิจารณ์	45
ผล	45
วิจารณ์	66
สรุปและข้อเสนอแนะ	70
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	72
ภาคผนวก	82
ภาคผนวก ก เอกสารชี้แจงข้อมูล/คำแนะนำแก่ผู้เข้าร่วมวิจัย	83
ภาคผนวก ข หนังสือยินยอมโดยได้รับการบอกกล่าวและเต็มใจ	87
ภาคผนวก ค แบบบันทึกและแบบสอบถามประกอบการเก็บข้อมูล	89
ภาคผนวก ง เทคนิคและวิธีการพันผ้าเทปในนักกีฬาที่บาดเจ็บเอ็นไขว้หน้า	91
ภาคผนวก จ แบบเสนอโครงการวิจัยเพื่อขอคำรับรองจากคณะกรรมการสิทธิมนุษยชนเกี่ยวกับการทดลองในมนุษย์	95
ภาคผนวก ฉ ตารางแสดงปฏิสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทางชีวกลศาสตร์ในขณะที่เกิดแรงตึงสูงสุดที่เอ็นไขว้หน้าของทั้ง Anteromedial bundle และ Posterolateral bundle	105
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	109

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แสดงพื้นที่หน้าตัดและเส้นผ่าศูนย์กลางของ Anteromedial (AM) bundle และ Posterolateral (PL) bundle	15
2	แสดงแรงตึงสูงสุดของเอ็นไขว้หน้าที่เกิดขึ้นขณะประกอบกิจกรรมทางกายรูปแบบต่าง ๆ ผ่านแบบจำลองทางคอมพิวเตอร์	17
3	แสดงคุณสมบัติของข้อต่อได้แก่ ความแข็ง (joint stiffness) และความหน่วง (damping) ของข้อเข่า ข้อสะโพก และข้อเท้า	41
4	แสดงเส้นผ่าศูนย์กลาง ความแข็ง (Stiffness) และความหย่อน (slack length) ของ Anteromedial (AM) bundle และ Posterolateral (PL) bundle	42
5	แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุทางเดียวแบบวัดซ้ำของแรงตึงที่เอ็นไขว้หน้า โดยพิจารณาตามแรงที่เกิดขึ้นที่ข้อเข่าและเงื่อนไขของการพันหรือไม่พันผ้าเทป	47
6	แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุทางเดียวแบบวัดซ้ำของแรงตึงที่เอ็นไขว้หน้า โดยพิจารณาตามทิศทางของโมเมนท์และเงื่อนไขของการพันหรือไม่พันผ้าเทป	48
7	แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุทางเดียวแบบวัดซ้ำของแรงตึงที่เอ็นไขว้หน้า โดยพิจารณาตามมุมของข้อเข่าในระนาบด้านข้างและเงื่อนไขของการพันหรือไม่พันผ้าเทป	49
8	แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุทางเดียวแบบวัดซ้ำของแรงตึงที่เอ็นไขว้หน้า โดยพิจารณาตามมุมของข้อเข่าในระนาบด้านหน้าและเงื่อนไขของการพันหรือไม่พันผ้าเทป	50
9	แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุทางเดียวแบบวัดซ้ำของแรงตึงที่เอ็นไขว้หน้า โดยพิจารณาตามมุมข้อเข่าในระนาบขวางและเงื่อนไขของการพันหรือไม่พันผ้าเทป	51
10	แสดงค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำของแรงตึงสูงสุดที่ Anteromedial bundle และ Posterolateral bundle ในขณะพันผ้าเทปและไม่พันผ้าเทป	52

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

11 แสดงค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำของแรงปฏิกิริยาในข้อเข่า (Knee Joint Reaction Forces) ในขณะพันผ้าเทปและไม่พันผ้าเทป 54

12 แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำของมุมและโมเมนท์ที่เกิดขึ้นที่ข้อเข่า (Knee Joint Angle and Moment) ในขณะพันผ้าเทปและไม่พันผ้าเทป 56

13 แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำของแรงปฏิกิริยาในข้อเข่า มุมของข้อเข่า และโมเมนท์ที่เกิดขึ้นที่ข้อเข่า (JRF_{Knee} Joint Angle and Joint Moment) ในขณะพันผ้าเทปและไม่พันผ้าเทป 59

14 แสดงค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของตัวแปรทางชีวกลศาสตร์ที่เกิดขึ้นในขณะที่พบแรงตึงสูงสุดที่เอ็นไขว้หน้าของข้อมูลทั้งหมด (N=20) 61

15 ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทางชีวกลศาสตร์ที่เกิดขึ้นในขณะที่พบแรงตึงสูงสุดที่เอ็นไขว้หน้าของข้อมูลทั้งหมด (N=20) 62

ตารางผนวกที่

ฉ1 แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุทางเดียวแบบวัดซ้ำของแรงตึงสูงสุดที่เอ็นไขว้หน้า โดยพิจารณาตามแรงปฏิกิริยาในข้อเข่าในขณะที่เกิดแรงตึงสูงสุดที่เอ็นไขว้หน้า และเงื่อนไขของการพันหรือไม่พันผ้าเทป 106

ฉ2 แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุทางเดียวแบบวัดซ้ำของแรงตึงสูงสุดที่เอ็นไขว้หน้า โดยพิจารณาตามทิศทางของโมเมนท์ในขณะที่เกิดแรงตึงสูงสุดที่เอ็นไขว้หน้า และเงื่อนไขของการพันหรือไม่พันผ้าเทป 107

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่ **หน้า**

ฉ3 แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุทางเดียวแบบวัดซ้ำของแรงดึงสูงสุดที่เอ็นไขว้หน้า โดยพิจารณาตามมุมข้อเข่าในขณะที่เกิดแรงดึงสูงสุดที่เอ็นไขว้หน้าและเงื่อนไขของการพันหรือไม่พันผ้าเทป 108

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แสดงกระดูกต้นขา (Femur) กระดูกหน้าแข้ง (Tibia) หมอนรองกระดูกข้อเข่า (Meniscus) และเอ็นไขว้หน้า (Anterior Cruciate ligament)	8
2	แสดงแกนของจุดศูนย์กลางการหมุนของข้อเข่า (flexion axes) จำนวน 2 แกน โดย Extension facet (EF) อยู่บริเวณ distal condylar axis และ Flexion facet (FF) อยู่บริเวณ posterior condylar axis ในกระดูกต้นขา	10
3	แสดงการหมุน (Pure rolling) การเลื่อนไถล (Pure gliding) และการทำงานร่วมกันระหว่างการหมุน และการเลื่อนไถล (Combination of rolling and gliding) ที่ส่งผลให้เกิดการเคลื่อนไหวที่ข้อเข่า	12
4	แสดงเอ็นไขว้หน้าข้อเข่า (Anterior Cruciate ligament) ที่ทำหน้าที่ร่วมกับเอ็นไขว้หลัง (Posterior Cruciate ligament) ในการยึดกระดูกต้นขา (Femur) และกระดูกหน้าแข้ง (Tibia) เข้าด้วยกัน	13
5	แสดงการแบ่งเอ็นไขว้หน้าออกเป็น Anteromedial (AM) bundle และ Posterolateral (PL) bundle	13
6	แสดงจุดเกาะต้น (B) ที่กระดูกต้นขา (Femur) และจุดเกาะปลาย (A) ที่กระดูกหน้าแข้ง (Tibia) ของ Anteromedial (AM) bundle และ Posterolateral (PL) bundle	14
7	แสดงแรงตึงที่เอ็นไขว้หน้าและมัดเส้นใยย่อย Anteromedial (AM) bundle และ Posterolateral (PL) bundle เมื่อให้แรงกระทำที่ข้อเข่าในทิศทางด้านหน้าร่วมกับงอเข่าในมุมต่าง ๆ	16
8	แสดงลักษณะของเอ็นไขว้หน้าที่เกิดการฉีกขาด	18
9	แสดงการตรวจวิเคราะห์การบาดเจ็บของเอ็นไขว้หน้าด้วยวิธี anterior drawer test วิธี Lachman's test และวิธี pivot shift test	20
10	แสดงภาพ Magnetic Resonance Imaging (MRI) ที่ใช้ตรวจการบาดเจ็บของเอ็นไขว้หน้า	21
11	แสดงลักษณะการกระโดดยิงประตูบาสเกตบอล (Jump Shot)	24
12	แสดงการผ่าตัดเอ็นไขว้หน้าที่วางตำแหน่งวัสดุทดแทนเอ็นไขว้หน้าใหม่ไม่ถูกต้องตามตำแหน่งกายวิภาคศาสตร์	26

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
13	แสดงภาพถ่ายเอ็นไขว้หน้าที่ได้จากการส่องกล้อง (arthroscopy) ซ้าย: เอ็นไขว้หน้าไม่มีการบาดเจ็บ กลาง: เอ็นไขว้หน้าทั้ง 2 มัดเส้นใยขาดโดยสมบูรณ์ ขวา: Anteromedial (AM) bundle ไม่มีการบาดเจ็บในขณะที่ Posterolateral (PL) bundle มีการฉีกขาด	28
14	แสดงภาพขนาดความกว้างของเอ็นไขว้หน้าเปรียบเทียบระหว่าง Double-Bundle ACL reconstruction (ขวา) และ Single-Bundle ACL reconstruction	29
15	แสดงตัวอย่างชิ้นส่วนเนื้อเยื่อที่มาจากร่างกายคนไข้เองเพื่อมาใช้ทดแทนเอ็นไขว้หน้าที่บาดเจ็บ	30
16	แสดงระยะการเลื่อนไปในทิศทางหน้าหลังของกระดูกหน้าแข้งในกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการผ่าตัดซ่อมแซมเอ็นไขว้หน้าและไม่ได้รับการผ่าตัดซ่อมแซมเอ็นไขว้หน้า	31
17	แสดงมุมการบิดของปลายเท้า เปรียบเทียบระหว่างพันผ้าเทปด้วยเทคนิคเกลียว (Spiral technique) กับไม่พันผ้าเทปที่ข้อเข่าในนักกีฬาฟุตบอล	33
18	แสดงตำแหน่งของวัตถุสะท้อนแสงที่ติดตามร่างกายบริเวณที่กำหนดตาม Plug in Gait Marker Set	36
19	แสดงภาพการพันผ้าเทปด้วยเทคนิค Anterior Cruciate Ligament Taping	37
20	แสดงตำแหน่งการตั้งกล้องบันทึกภาพเคลื่อนไหวความเร็วสูงระบบแสงอินฟราเรด จำนวน 8 ตัว และตำแหน่งการวางแผ่นวัดแรงปฏิกิริยาจากพื้นและภาพโครงร่างของนักกีฬาเต็มตัวตัวอย่าง	39
21	ตัวอย่างภาพต่อเนื่องในขณะกระโดดยิงประตูบาสเกตบอลที่นำมาวิเคราะห์ข้อมูล	40
22	แสดงแบบจำลองร่างกายส่วนล่างและเอ็นไขว้หน้าของผู้เข้าร่วมวิจัยที่ถูกสร้างจากโปรแกรม LifeMOD™	42
23	แสดงการหาปริมาณแรงตึงของเอ็นไขว้หน้าจากแบบจำลองสามมิติโดยโปรแกรม LifeMOD™	43

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
24	แสดงตัวอย่างการเคลื่อนไหวของร่างกายท่อนล่างขณะกระโดดยิงประตูบาสเกตบอลและกราฟแรงตึงที่เอ็นไขว้หน้าของผู้เข้าร่วมการวิจัยหนึ่งคนในแต่ละช่วงของการกระโดด (สีแดง: Anteromedial bundle สีน้ำเงิน: Posterolateral bundle)	46
25	แสดงค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (S.E.) ของแรงตึงสูงสุดที่ Anteromedial bundle และ Posterolateral bundle ในขณะพันผ้าเทปและไม่พันผ้าเทป	53
26	แสดงค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (S.E.) ของแรงปฏิกิริยาในข้อเข่า ในขณะพันผ้าเทปและไม่พันผ้าเทป	55
27	แสดงค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (S.E.) ของโมเมนท์ในข้อเข่าในขณะพันผ้าเทปและไม่พันผ้าเทป	57
28	แสดงค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (S.E.) ของมุมของข้อเข่าในขณะพันผ้าเทปและไม่พันผ้าเทป	58
29	แสดงค่าความสัมพันธ์ของแรงตึงสูงสุดที่ Anteromedial bundle และ Posterolateral bundle ในขณะพันผ้าเทปและไม่พันผ้าเทปกับตัวแปรทางชีวกลศาสตร์ คือ แรงปฏิกิริยาข้อเข่าทิศทางด้านหน้า มุมงอเข่าและมุมหมุนข้อเข่าออกด้านนอก	63

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลของการพันผ้าเทปที่มีต่อแรงตึงที่เอ็นไขว้หน้าขณะกระโดดยิงประตูบาสเกตบอล

The Effect of Taping on Anterior Cruciate Ligament Tensile Force Occurring in Basketball Jump Shot

คำนำ

การกระโดดยิงประตูในกีฬาบาสเกตบอล (Jump Shot) เป็นหนึ่งในเทคนิคที่สำคัญที่สุดของกีฬาบาสเกตบอล (Hess, 1980) เนื่องจากการยิงประตูด้วยเทคนิคนี้จะมีการกระโดดเป็นการเคลื่อนไหวหลัก (Hudson, 1985) การกระโดดนั้นจะทำให้ได้เปรียบในเรื่องของการหลบหลีกการป้องกันประตูของคู่ต่อสู้ และช่วยเพิ่มแรงส่งไปยังลูกบอลเมื่อผู้เล่นต้องการให้ลูกบอลเคลื่อนที่อยู่ในอากาศด้วยความเร็วและมีระยะทางที่ไกล (Brancazio, 1981; Hay, 1994) ซึ่งในความได้เปรียบดังกล่าวย่อมทำให้มีความเสี่ยงสูงที่จะทำให้เกิดการบาดเจ็บในจังหวะที่ร่างกายนักกีฬาลอยตัวอยู่ในอากาศและตกลงสู่พื้นภายหลังการกระโดดได้ (Hicky *et al*., 1997; Louw, 2003)

จากการศึกษาถึงอุบัติการณ์การบาดเจ็บในนักกีฬาบาสเกตบอล พบว่า ข้อเข่าเป็นอวัยวะที่เกิดการบาดเจ็บมากที่สุดโดยพบการบาดเจ็บ ร้อยละ 23.8 ของการบาดเจ็บทั้งหมด ซึ่งการบาดเจ็บดังกล่าวเกิดขึ้นที่เอ็นไขว้หน้าถึงร้อยละ 37 ของโครงสร้างทั้งหมดภายในข้อเข่า (Louw, 2003) การเคลื่อนไหวที่มักทำให้นักกีฬาเกิดการบาดเจ็บที่ข้อเข่า คือ ขณะกระโดดลอยตัวอยู่ในอากาศ (Dufek and Bates, 1990) ถ้าข้อเข่าของนักกีฬามีการงอไม่เพียงพอที่จะดูดซับแรงที่กระทำต่อข้อเข่าขณะที่ร่างกายนักกีฬาตกลงสู่พื้น จะทำให้มีแรงส่งไปยังกระดูกหน้าแข้ง (Tibia) ร่วมกับมีแรงบิด (twist) และทำให้ข้อเข่ากางออก (valgus) จนเกิดแรงเค้น (strain) ต่อเอ็นไขว้หน้า (Anterior Cruciate Ligament, ACL) ในระดับสูง ซึ่งส่งผลให้เอ็นไขว้หน้าบาดเจ็บได้ (Dempsey *et al*., 2007; Cochrane *et al*., 2007) โดยการบาดเจ็บเอ็นไขว้หน้าของนักกีฬาส่วนใหญ่เกิดโดยไม่มีแรงปะทะจากภายนอก (Non Contact Injury) ถึงร้อยละ 80 ของการบาดเจ็บเอ็นไขว้หน้าในนักกีฬาทั้งหมด (Arendt and Dick, 1999)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Louw (2003) ได้ศึกษาเปรียบเทียบรูปแบบทางชีวกลศาสตร์ในการกระโดดของนักบาสเกตบอลที่เอ็นไขว้หน้าบาดเจ็บและไม่บาดเจ็บ โดยบันทึกภาพเคลื่อนไหวในขณะที่นักกีฬากระโดดยิงประตูบาสเกตบอล (Jump shot) ด้วยกล้องความถี่สูง และนำภาพเคลื่อนไหวนั้นมาวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมจำลองโครงสร้างร่างกาย พบว่า ในขณะที่นักกีฬากระโดดยิงประตูบาสเกตบอล (Jump shot) นักกีฬาที่เอ็นไขว้หน้าไม่บาดเจ็บจะงอเข่ามากกว่านักกีฬาที่เอ็นไขว้หน้าบาดเจ็บ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Hicky *et al*. (1997) และงานวิจัยของ Bicer *et al*. (2009) ที่ศึกษาพบว่า มุมของการงอเข่าในกระโดดเป็นตัวบ่งชี้ถึงความเสี่ยงให้เกิดการบาดเจ็บของเอ็นไขว้หน้าภายในข้อเข่า

การบาดเจ็บที่เอ็นไขว้หน้าจะทำให้เกิดภาวะสูญเสียความมั่นคงของข้อเข่า หรือทำให้ข้อเข่าหมุนหรือเคลื่อนที่มากกว่าปกติ ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงกลไกการเคลื่อนไหวของข้อเข่า (Berchuck and Watts, 1990) ซึ่งกลไกการเคลื่อนไหวของข้อเข่าที่เปลี่ยนไปทำให้เกิดความไม่สมดุลกันในการทำงานของข้อเข่าข้างที่บาดเจ็บและข้างที่ไม่บาดเจ็บ (Andriacchi *et al.*, 1990; Noyes, 1991) รวมทั้งทำให้เกิดการเสื่อมของหมอนรองข้อเข่า (meniscus) และกระดูกอ่อนบริเวณผิวข้อ (articular cartilage) อีกด้วย (Gillquist and Messner, 1999; Jones *et al.,* 2003) ส่งผลให้นักกีฬาที่เอ็นไขว้หน้าบาดเจ็บหลายคนเลือกการผ่าตัดซ่อมแซมเอ็นไขว้หน้าเพื่อฟื้นฟูความมั่นคงในการทำงานของข้อเข่า อย่างไรก็ตามเมื่อศึกษาและติดตามผลภายหลังการผ่าตัดทั้งระยะสั้นและระยะยาว พบว่าร้อยละ 15 ถึงร้อยละ 25 ของผู้ป่วยที่ได้รับการผ่าตัดซ่อมแซมเอ็นไขว้หน้า ยังคงมีอาการเจ็บปวดและมีภาวะข้อเข่าขาดความมั่นคงอยู่เช่นเดิม (Barrett *et al*., 2002)

การฟื้นฟูการบาดเจ็บของเอ็นไขว้หน้าที่เหมาะสมเป็นเรื่องสำคัญ เนื่องจากช่วยลดการสูญเสียการทำงานของข้อเข่า รวมถึงลดความเสี่ยงในการเกิดการบาดเจ็บซ้ำที่โครงสร้างเดิม (Decker*,* 2004; Kvist, 2004; Timoney *et al.,* 1993; Gokeler *et al.,* 2003) วิธีการฟื้นฟูการบาดเจ็บเอ็นไขว้หน้าที่นักกายภาพบำบัดและผู้ดูแลนักกีฬานิยมใช้กันมากวิธีหนึ่ง คือการพันผ้าเทป งานวิจัยที่ผ่านมาพบว่า การพันผ้าเทปในนักกีฬาที่เอ็นไขว้หน้าบาดเจ็บสามารถช่วยพัฒนาสมรรถภาพการทำงานของข้อเข่าที่บาดเจ็บ (Rebel and Paessler, 2001) ป้องกันการสูญเสียการทำงานของกล้ามเนื้อต้นขาทางด้านหน้า (Ramsey *et al*., 2003) ลดภาวะข้อเข่าหลวม (Beynnon *et al*., 1997) และป้องกันการเคลื่อนไหวที่ส่งผลให้มีแรงมากระทำต่อข้อเข่ามากเกินไป (Fleming *et al*., 2000) ได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ในทางตรงกันข้ามหลายงานวิจัยพบข้อเสียของการพันผ้าเทป ดังเช่น งานวิจัยของ Miller and Hergenroeder (1990) รายงานว่า การพันผ้าเทปรอบข้อเข่าแก้ไขการทำงานของกล้ามเนื้อรอบข้อเข่าได้ด้อยกว่าการใช้ผ้ารัดตามข้อเข่า และงานวิจัยของ Garrick and Requa (2003) พบว่า ผ้าเทปที่พันบริเวณข้อเท้าของนักฟุตบอลจะเริ่มคลายเมื่อเวลาผ่านไปเพียง 10 นาที และเริ่มสูญเสียการทำงานในการรักษาความมั่นคงให้แก่ข้อเท้าภายหลังลงสนามแข่งขันกีฬาเพียงครึ่งชั่วโมง

แม้ว่าผลการวิจัยที่ผ่านมาศึกษาพบทั้งข้อดีและข้อเสียของการพันผ้าเทป แต่งานวิจัยของ Dvorak and Laursen (1993) ได้รายงานว่า นักกีฬาสมัครเล่นและนักกีฬาระดับอาชีพ มีการพันผ้าเทปอย่างแพร่หลาย แม้ว่าผลลัพธ์ของการพันผ้าเทปจะยังไม่ชัดเจนว่า นักกีฬาต้องการพันผ้าเทปเพื่อป้องกันการเกิดการบาดเจ็บในขณะเคลื่อนไหว ต้องการลดอาการเจ็บปวดจากการบาดเจ็บที่เป็นอยู่ หรือเพียงเพื่อให้ผลทางด้านจิตใจ ส่งผลให้เกิดงานวิจัยเพื่อหาข้อสนับสนุนผลลัพธ์ของการพันผ้าเทปในนักกีฬาเพิ่มขึ้นเป็นจำนวนมากในทุก ๆ ด้าน เช่นเดียวกับงานวิจัยทางด้านชีวกลศาสตร์ ซึ่งงานวิจัยส่วนใหญ่ที่ศึกษาการพันผ้าเทปบริเวณข้อเข่าให้ความสนใจถึงกลไกการเคลื่อนไหวของข้อเข่าภายหลังการพันผ้าเทปเป็นสำคัญ เช่นศึกษาผลการเคลื่อนไหวของข้อเข่าในระนาบด้านข้าง (Sagittal plane) ศึกษาการเคลื่อนของกระดูกหน้าแข้งไปทางด้านหน้า (Anterior translation) (Anderson and Hull, 1992; Beynnon *et al*., 1997; Wojtys, 1996) หรือสนใจถึงมุมการเคลื่อนไหวของข้อเข่าในการทำกิจกรรมต่างๆ (De Vita *et al.,* 1998) แต่ยังไม่มีงานวิจัยใดเลยที่ศึกษาถึงแรงตึงที่เอ็นไขว้หน้าขณะที่มีการพันผ้าเทปและเคลื่อนไหวในกิจกรรมกีฬา ทั้งที่วัตถุประสงค์ของการพันผ้าเทป คือ การยึดตรึงข้อเข่าไม่ให้เคลื่อนที่ดึงเอ็นไขว้หน้าให้ตึงมากเกินไป ดังนั้นการคำนวณหาแรงตึงที่เอ็นไขว้หน้าจะทำให้สามารถเข้าใจถึงกลไกการบาดเจ็บรวมทั้งเป็นประโยชน์ในการรักษาและป้องกันการบาดเจ็บของเอ็นไขว้หน้าได้

การหาปริมาณของแรงตึงที่เอ็นไขว้หน้าสามารถทำได้หลายวิธีด้วยกัน เช่น วัดแรงตึงที่เอ็นไขว้หน้าในข้อเข่ามนุษย์ที่มีชีวิตด้วยการติดเครื่องมือวัดแรงตึงที่บริเวณเอ็นไขว้หน้าโดยตรง ซึ่งวิธีนี้จะส่งผลให้เอ็นไขว้หน้าและอวัยวะอื่นภายในข้อเข่าเกิดการบาดเจ็บ ดังนั้นจึงไม่เป็นที่นิยมในการวิจัย แต่จะใช้วิธีการวัดแรงตึงที่เอ็นไขว้หน้าในร่างกายของผู้ที่เสียชีวิตแล้วแทน วิธีการนี้สามารถติดเครื่องมือวัดที่เอ็นไขว้หน้าของท่อนขาผู้เสียชีวิตได้โดยตรง (Shin *et al*., 2007) แต่วิธีการนี้มีข้อจำกัด คือข้อมูลได้จากการเคลื่อนไหวที่ไม่เป็นธรรมชาติและไม่เหมือนการเคลื่อนไหวของมนุษย์ที่มีชีวิตจริง ๆ วิธีการหาแรงตึงที่เอ็นไขว้หน้าวิธีสุดท้าย คือ การนำข้อมูลการเคลื่อนไหวมาวิเคราะห์ผ่านแบบจำลองร่างกาย 3 มิติ ที่มีความเฉพาะเจาะจงกับขนาดของนักกีฬา ส่งผลให้มีการพัฒนาวิธีการศึกษาปริมาณแรงตึงที่เอ็นไขว้หน้าได้โดยไม่ต้องผ่าตัดติดเครื่องมือที่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอ็นไขว้หน้าของกลุ่มตัวอย่าง (Krosshaug and Bahr, 2007) ซึ่งปริมาณแรงตึงที่คำนวณได้สามารถนำไปเปรียบเทียบกับแรงตึงสูงสุดของเอ็นไขว้หน้าที่จะรับได้ เพื่อให้ทราบว่าการเคลื่อนไหวดังกล่าวก่อให้เกิดแรงตึงที่เอ็นไขว้หน้าจนสามารถทำให้เนื้อเยื่อเกิดการฉีกขาด หรือเกิดการบาดเจ็บได้หรือไม่ ทั้งนี้ Cheng *et al*. (2008) ได้รายงานว่าแรงตึงสูงสุดที่เอ็นไขว้หน้าของเพศชายจะรับได้มีค่าประมาณ 2,250 นิวตัน และแรงตึงสูงสุดที่เอ็นไขว้หน้าของเพศหญิงจะรับได้มีค่าประมาณ 1,800 นิวตัน ถ้าการเคลื่อนไหวในกิจกรรมใดทำให้เกิดแรงตึงที่เอ็นไขว้หน้ามากกว่าแรงตึงสูงสุดของเอ็นไขว้หน้าจะรับได้ ย่อมส่งผลให้เอ็นไขว้หน้าเกิดการฉีกขาด

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการศึกษาผลของการพันผ้าเทปที่มีต่อแรงตึงที่เอ็นไขว้หน้าในนักกีฬาที่มีการบาดเจ็บของเอ็นไขว้หน้าเรื้อรัง เนื่องจากนักกีฬาที่เอ็นไขว้หน้าบาดเจ็บเรื้อรังมักจะพันผ้าเทปที่ข้อเข่าเมื่อแข่งขันหรือฝึกซ้อม อย่างไรก็ตามผลลัพธ์ของการพันผ้าเทปในนักกีฬาที่เอ็นไขว้หน้าบาดเจ็บเรื้อรังยังไม่ชัดเจน ดังเช่นที่มีรายงานว่าการพันผ้าเทปไม่ได้ช่วยลดอาการเจ็บปวดบริเวณข้อเข่าภายหลังการฝึกซ้อมหรือแข่งขัน (Dempsey *et al*., 2007; Cochrane *et al*., 2007) อีกทั้งวัตถุประสงค์ของการพันผ้าเทป คือ การยึดตรึงข้อเข่าเพื่อลดแรงตึงที่เอ็นไขว้หน้า แต่ยังไม่มีงานวิจัยใดให้ผลการวิจัยที่สนับสนุนประสิทธิผลของการพันผ้าเทปในการลดแรงตึงที่เอ็นไขว้หน้า ดังนั้นผู้วิจัยจึงต้องการศึกษาว่า การพันผ้าเทปสามารถลดแรงตึงของเอ็นไขว้หน้าได้จริงหรือไม่ โดยกิจกรรมที่เลือก คือ การกระโดดยิงประตูบาสเกตบอล ซึ่งเป็นการเคลื่อนไหวที่ส่งผลให้เกิดการบาดเจ็บได้บ่อยเมื่อเปรียบเทียบกับการเคลื่อนไหวในกีฬาประเภทอื่น ๆ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาผลของการพันผ้าเทปที่มีต่อปริมาณแรงตึงที่เอ็นไขว้หน้าและตัวแปรทางชีวกลศาสตร์ที่เกิดขึ้นที่ข้อเข่าของนักกีฬาบาสเกตบอลที่เอ็นไขว้หน้าบาดเจ็บเรื้อรังขณะที่กระโดดยิงประตูบาสเกตบอล

สมมติฐาน

1. ปริมาณแรงตึงที่เอ็นไขว้หน้าของนักกีฬาที่กระโดดยิงประตูบาสเกตบอลในขณะไม่พันผ้าเทปมีค่าสูงกว่าขณะพันผ้าเทป อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ตัวแปรทางชีวกลศาสตร์ที่เกิดขึ้นที่ข้อเข่าของนักกีฬาที่กระโดดยิงประตูบาสเกตบอลในขณะพันผ้าเทปและไม่พันผ้าเทปมีค่าแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตัวแปรในการวิจัย

ตัวแปรต้น

การพันผ้าเทปวิธี Anterior Cruciate Ligament Taping

ตัวแปรตาม

ปริมาณแรงตึงที่เอ็นไขว้หน้าและค่าตัวแปรทางชีวกลศาสตร์ที่เกิดขึ้นที่ข้อเข่าข้างที่บาดเจ็บของนักกีฬาขณะกระโดดยิงประตูบาสเกตบอล

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สถานที่และระยะเวลาทำการวิจัย

สถานที่

คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และห้องวิเคราะห์การเคลื่อนไหวสามมิติ ศูนย์สิรินธรเพื่อการฟื้นฟูสมรรถภาพทางการแพทย์แห่งชาติ

ระยะเวลาทำการวิจัย

เดือนสิงหาคม – เดือนธันวาคม 2555

นิยามศัพท์

การบาดเจ็บของเอ็นไขว้หน้า หมายถึง เส้นใยของเอ็นไขว้หน้าเกิดการฉีกขาด ทำให้ข้อเข่า ไม่มั่นคง ระยะการเลื่อนของกระดูกหน้าแข้งไปข้างหน้ามีมากขึ้น จะมีอาการเจ็บปวดเกิดขึ้นที่ข้อเข่ามาก และอาการปวดจะเพิ่มขึ้นเมื่อมีการตรวจแบบเฉพาะในท่า Lachman's test และ anterior drawer stress tests

การบาดเจ็บในระยะเรื้อรัง หมายถึง การบาดเจ็บจากรอยโรคเดิมที่มีระยะเวลามากกว่า 3 เดือนขึ้นไป ผู้ป่วยยังคงมีอาการเจ็บปวดอยู่ และสูญเสียการทำงานที่เหมาะสมของอวัยวะส่วนนั้นไป

แรงปฏิกิริยาที่ข้อเข่า (Knee Joint Reaction Force, JRF_{knee}) หมายถึง แรงที่เกิดขึ้นภายในข้อเข่าในทิศทางหน้าหลัง (Anterior-Posterior Joint Reaction Force) ซ้ายขวา (Medial-Lateral Joint Reaction Force) และบนล่าง (Tension-Compression Joint Reaction Force)

ระนาบด้านข้าง (Sagittal plane) ของข้อเข่า หมายถึง ระนาบที่แบ่งข้อเข่าออกเป็นซีกซ้ายและซีกขวา การเคลื่อนไหวที่อยู่ในระนาบด้านข้างของข้อเข่า คือการเหยียด (Extension) และงอเข่า (Flexion)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ระนาบด้านหน้า (Frontal plane) ของข้อเข่า หมายถึง ระนาบที่แบ่งข้อเข่าออกเป็นซีกหน้าและซีกหลัง การเคลื่อนไหวที่อยู่ในระนาบด้านหน้าของข้อเข่า คือการหุบเข่า (Adduction) และกางเข่า (Abduction) โมเมนท์ของการหุบเข่า (Varus Moment) และโมเมนท์ของการกางเข่า (Valgus Moment)

ระนาบขวาง (Transverse plane) ของข้อเข่า หมายถึง ระนาบที่แบ่งข้อเข่าออกเป็นซีกบนและซีกล่าง การเคลื่อนไหวที่อยู่ในระนาบขวางของข้อเข่า คือการหมุนเข้า (Internal Rotation) และหมุนออกของข้อเข่า (External Rotation)

การพันผ้าเทป หมายถึง การพันผ้าเทปด้วยวิธี Anterior Cruciate Ligament Taping Technique รอบข้อเข่าข้างที่เอ็นไขว้หน้าบาดเจ็บ

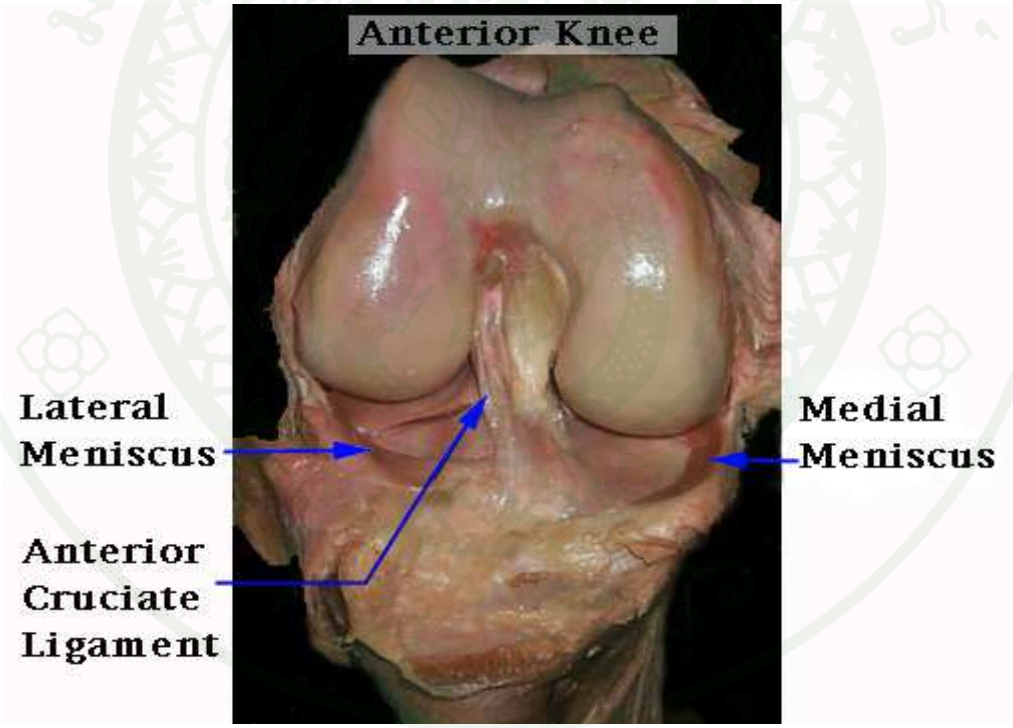
การกระโดดยิงประตูบาสเกตบอล หมายถึง การกระโดดเพื่อส่งลูกบาสเกตบอลไปยังห่วงบาสเกตบอลเพื่อทำคะแนน 3 แต้ม โดยนักกีฬาต้องวิ่งข้าจุดส่งลูก แล้วจึงกระโดดลอยตัวจากพื้นและลงสู่พื้น ทั้งนี้ให้เท้าของนักกีฬาตกลงสู่พื้นพร้อมกันหรือไม่พร้อมกันทั้ง 2 ข้างก็ได้ขึ้นอยู่กับความถนัดของแต่ละบุคคล

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การตรวจเอกสาร

กายวิภาคของข้อเข่า

ข้อเข่าประกอบไปด้วยกระดูกทั้งหมด 3 ชิ้น คือ กระดูกต้นขา (Femur) กระดูกหน้าแข้ง (Tibia) และกระดูกสะบ้า (Patella) บริเวณที่กระดูกทั้ง 3 ชิ้นสัมผัสกันจะมีผิวข้อซึ่งเป็นกระดูกอ่อน (Articular cartilage) คลุมอยู่ และโครงสร้างภายในข้อเข่านี้จะถูกคลุมด้วยเยื่อบุข้อ (Synovial membrane) ระหว่างผิวข้อ กระดูกต้นขาและกระดูกหน้าแข้ง ภายในข้อเข่าจะมีหมอนรองข้อเข่ารูปร่างคล้ายตัวซีรองอยู่ทั้งด้านนอกและด้านใน (Meniscus) ซึ่งทำหน้าที่ช่วยลดแรงกระแทกบนผิวข้อ ช่วยเสริมความแข็งแรง และช่วยให้น้ำหล่อลื่นเข้าไปเคลือบผิวข้อได้ดี



ภาพที่ 1 แสดงกระดูกต้นขา (Femur) กระดูกหน้าแข้ง (Tibia) หมอนรองกระดูกข้อเข่า (Meniscus) และเอ็นไขว้หน้า (Anterior Cruciate ligament)

ที่มา: http://reddiabla.blogspot.com (2001)

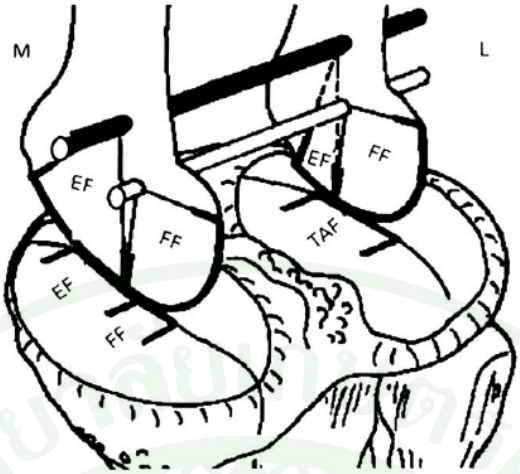
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ข้อเข่ามีหน้าที่ช่วยในการเคลื่อนไหวและการทรงตัว เพราะฉะนั้นความมั่นคงของข้อเข่าจึงมีความสำคัญต่อการทำหน้าที่และการเคลื่อนไหวเข่าเป็นอย่างมาก ซึ่งความมั่นคงของข้อเข่านั้นขึ้นอยู่กับกระดูกต้นขา (Femur) กระดูกหน้าแข้ง (Tibia) หมอนรองกระดูกข้อเข่า (Meniscus) และเอ็นที่ยึดข้อเข่าจำนวน 4 เส้น (ภาพที่ 1) คือ เอ็นไขว้หน้า (Anterior Cruciate ligament) เอ็นไขว้หลัง (Posterior Cruciate ligament) เอ็นไขว้เข่าด้านนอก (Lateral collateral ligament) และเอ็นไขว้เข่าด้านใน (Medial collateral ligament) นอกจากนี้กล้ามเนื้อที่อยู่รอบๆ ข้อเข่าก็มีส่วนช่วยให้ข้อเข่าเกิดความมั่นคงได้เช่นกัน กล้ามเนื้อที่สำคัญ คือ กลุ่มกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า ทำหน้าที่เหยียดเข่า (Quadriceps muscles) และกลุ่มกล้ามเนื้อที่อยู่ต้นขาด้านหลัง ทำหน้าที่ในการงอเข่า (Hamstring muscles) ถ้าส่วนใดส่วนหนึ่งมีการบาดเจ็บหรือทำหน้าที่ไม่ได้ตามปกติ จะส่งผลให้ข้อเข่าสูญเสียความมั่นคงได้

ข้อเข่าเป็นข้อต่อใหญ่มีลักษณะเป็นแบบ Pivot Joint ที่ประกอบขึ้นจาก 2 ข้อต่อ คือ Tibiofemoral joint (TF) และ Patellofemoral joint (PF) โดยข้อ Tibiofemoral joint ประกอบไปด้วยกระดูกต้นขา และกระดูกหน้าแข้งที่เคลื่อนที่และหมุน 6 รูปแบบ คือ เคลื่อนที่ไปทางด้านหน้าหลัง (anterior-posterior) เคลื่อนที่ไปทางด้านในนอก (medial-lateral) เคลื่อนที่ออกหรือกดทับ (distract-compression) เคลื่อนที่ในทิศทางหมุนเข้าออก (internal-external rotation) เคลื่อนที่ในทิศทางกางหุบ (abduction-adduction) และเคลื่อนที่ในทิศทางงอเหยียด (flexion-extension) ซึ่งมีแกนของจุดศูนย์กลางในการงอเข่า 2 แกน (Flexion axes) ที่อยู่ในกระดูกต้นขา (ภาพที่ 2) คือ Posterior condylar axis เป็นแกนที่ทะลุผ่านบริเวณจุดเกาะต้นของเอ็นไขว้ข้าง (medial collateral ligament และ lateral collateral ligament) ข้อเข่าจะมีการหมุนรอบแกนนี้เมื่อมีเข่างอ 15-150 องศา และ distal condylar axis โดยจะเกิดขึ้นเมื่อมีการเหยียดเข่า (Smith *et al.,* 2003)

มุมการเคลื่อนไหวตามปกติของข้อเข่าสามารถเหยียดได้ 180 องศา (knee extension) หรือเหยียดออกได้เป็นเส้นตรง บางคนอาจจะสามารถเหยียดเข่าได้มากกว่าปกติ (hyperextension) ประมาณ 10 องศา หรือมากกว่า ขณะที่เหยียดเข่าออกไปเต็มที่แล้วสามารถที่จะงอกลับเข้ามาได้ประมาณ 140 องศา (knee flexion) ข้อเข่าจะสามารถหมุนเข้าด้านใน (Internal Rotation) ได้ประมาณ 30 องศาและหมุนออกด้านนอก (External Rotation) ได้ประมาณ 45 องศา ขณะที่มีการงอข้อเข่าร่วมด้วยประมาณ 90 องศา และสามารถหุบและกางได้เล็กน้อย คือประมาณ 5 องศา เนื่องจากมีการจำกัดการเคลื่อนไหวจากปุ่มกระดูก (condyle) ทั้ง 2 ข้างของกระดูกต้นขา (Femur) และเอ็นไขว้ข้าง (collateral ligaments) (Reddy *et al.*, 2009)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 2 แสดงแกนของจุดศูนย์กลางการหมุนของข้อเข่า (flexion axes) จำนวน 2 แกน โดย Extension facet (EF) อยู่บริเวณ distal condylar axis และ Flexion facet (FF) อยู่บริเวณ posterior condylar axis ในกระดูกต้นขา

ที่มา: Smith *et al*. (2003)

คุณสมบัติของข้อเข่า

ความแข็งของข้อเข่า (Knee joint stiffness) และความหน่วงของข้อเข่า (damping) เป็นส่วนสำคัญที่ทำให้ข้อเข่าเกิดความมั่นคงในขณะทำกิจกรรม การศึกษาของ Winter และคณะ ในปี ค.ศ. 1998 พบว่า ความแข็งที่ข้อต่อ (joint stiffness) เพียงอย่างเดียวอาจเพียงพอที่จะสร้างความมั่นคงให้กับข้อต่อได้ ซึ่งการเคลื่อนไหวของข้อต่อเป็นความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นระหว่างแรงภายในข้อต่อและมุมการเคลื่อนไหวของข้อต่อ โดยจะเกิดเป็นแรงเฉื่อยและความหน่วงที่ข้อต่อ ส่งผลให้ข้อต่อเคลื่อนที่ คุณสมบัติเหล่านี้ของข้อต่อมีความสำคัญเป็นอย่างมากในการเคลื่อนไหวและการทรงท่าของข้อต่อ

ข้อเข่าเป็นส่วนหนึ่งของ Kinetic chain เมื่อมีการเคลื่อนไหวจะมีการถ่ายโยงแรงมาจากข้อเท้ามาที่ข้อเข่า และส่งต่อไปยังข้อสะโพก ซึ่งถ้าแรงที่เกิดขึ้นมีความผิดปกติ การถ่ายโยงแรงจะไม่สามารถดำเนินต่อไปได้ ส่งผลให้เนื้อเยื่อบริเวณข้อต่อนั้นๆจำเป็นต้องดูดซับแรงไว้และส่งผลให้เกิดการบาดเจ็บต่อเนื้อเยื่อนั้นได้ ทั้งนี้ แรงที่เกิดขึ้นที่เนื้อเยื่อต่าง ๆ บริเวณข้อต่อจะมีความสัมพันธ์กับคุณสมบัติของข้อต่อ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การเคลื่อนไหวทางชีวกลศาสตร์ของข้อเข่า

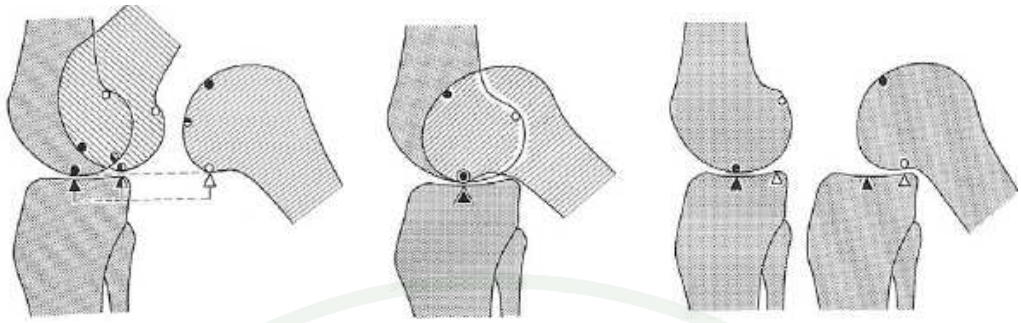
การหมุน (Pure rolling) คือ การที่กระดูกต้นขามีการหมุนบนกระดูกหน้าแข้งเพียงอย่างเดียว ซึ่งจะทำให้กระดูกต้นขาจะหมุนออกจากกระดูกหน้าแข้งก่อนที่เข่าจะงอเต็มช่วงการเคลื่อนไหว เนื่องจากพื้นที่ปุ่มกระดูกต้นขา (Femur condyles) ใหญ่กว่ากระดูกหน้าแข้ง (tibia plateau)

การเลื่อนไถล (Pure sliding หรือ gliding) คือ การที่กระดูกต้นขาไถลบนกระดูกหน้าแข้งเพียงอย่างเดียว ซึ่งจะทำให้กระดูกต้นขาเลื่อนหลุดออกจากกระดูกหน้าแข้งก่อนที่เข่าจะงอเต็มช่วงการเคลื่อนไหว

การหมุนร่วมกับการเลื่อน (Combination of rolling and gliding) คือ การเคลื่อนไหวที่เกิดขึ้นจริงระหว่างกระดูกต้นขาและกระดูกหน้าแข้ง เพื่อทำให้เกิดการงอเข่าเต็มช่วงการเคลื่อนไหว โดยที่กระดูกต้นขาไม่แยกออกจากกระดูกหน้าแข้ง ซึ่งเกิดได้โดยกระดูกต้นขามีการหมุนร่วมกับการไถลไปบนกระดูกหน้าแข้ง ดังแสดงไว้ในภาพที่ 3

กลไกการเคลื่อนไหวที่เกิดขึ้นในช่วงท้ายของการเหยียดเข่าที่ส่งผลให้เกิดการติดขัด (Lock) ของข้อเข่า เรียกว่า Screw home mechanism เกิดจากการที่ขนาดของ medial femoral condyle มีความยาวมากกว่า lateral femoral condyle จึงทำให้ lateral femoral condyle หมุนได้ระยะมากกว่า medial femoral condyle ของการเหยียดเข่า ดังนั้นเมื่อมีการลงน้ำหนัก จะทำให้เกิดการหมุนออก (external rotation) ของกระดูกหน้าแข้งร่วมด้วยเพื่อให้ข้อเข่ามีการเหยียดสุดทำให้เกิดการติดขัดของข้อเข่าในท่าเหยียดเข่า ซึ่งองค์ประกอบต่าง ๆ ที่ทำให้เกิดการเหยียดเข่านี้เป็นส่วนสำคัญที่ทำให้ข้อเข่าเกิดความมั่นคงในขณะเหยียดเข่าสุด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 3 แสดงการหมุน (Pure rolling) การเลื่อนไถล (Pure gliding) และการทำงานร่วมกันระหว่างการหมุนและการเลื่อนไถล (Combination of rolling and gliding) ที่ส่งผลให้เกิดการเคลื่อนไหวที่ข้อเข่า

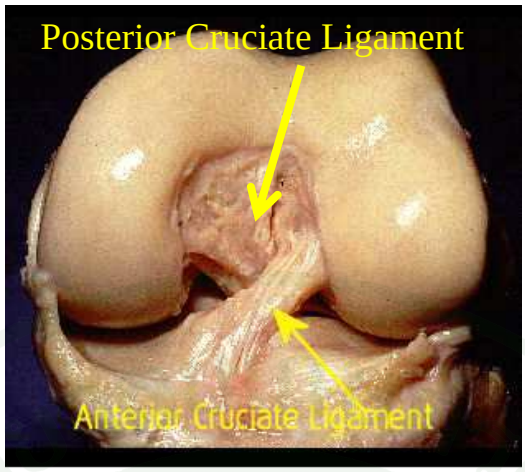
ที่มา: Smith *et al*. (2003)

กายวิภาคของเอ็นไขว้หน้า (Anterior Cruciate Ligament)

เอ็นไขว้หน้าของข้อเข่า (Anterior Cruciate ligament) เป็นเส้นเอ็นขนาดใหญ่ที่อยู่ภายในข้อเข่า ทำหน้าที่ร่วมกับเอ็นไขว้หลัง (Posterior Cruciate ligament) ในการยึดกระดูกต้นขา (Femur) และกระดูกหน้าแข้ง (Tibia) ไว้ด้วยกัน โดยจุดเกาะต้นของเอ็นไขว้หน้าจะอยู่ที่ medial aspect ของ lateral femoral condyle บริเวณ intercondylar notch และจุดเกาะปลายอยู่ที่กระดูกหน้าแข้งบริเวณร่องทางด้านหน้าเยื้องมาทางด้านข้างของ anterior spine (ภาพที่ 4) ซึ่งลักษณะทางกายภาพของเอ็นไขว้หน้าประกอบขึ้นจากกลุ่มเส้นใยคอลลาเจนที่หุ้มด้วยเยื่อ endotendinum เอ็นไขว้หน้ามีขนาดกว้างประมาณ 10 มิลลิเมตร และยาวประมาณ 38 มิลลิเมตร มีเส้นเลือด middle genicular artery และเส้นประสาท Tibial nerve ที่นำเลือดและกระแสประสาทส่งมาที่ข้อเข่า

เอ็นไขว้หน้าประกอบไปด้วยมัดเส้นใยจำนวน 2 มัด คือ Anteromedial bundle และ Posterolateral bundle ซึ่งถูกแบ่งมาจากรูปแบบแรงตึงของมัดเส้นใยในขณะที่ข้อเข่าเคลื่อนไหวในลักษณะงอเหยียด โดย Anteromedial bundle จะตึงเมื่อเหยียดเข่า เพื่อป้องกันไม่ให้กระดูกหน้าแข้งเลื่อนไปข้างหน้ามากเกินไป ส่วน Posterolateral bundle จะตึงเมื่อมีการเหยียดและหมุนเข่าเข้าด้านใน เพื่อสร้างความมั่นคงให้ข้อเข่าในขณะที่ข้อเข่ามีการหมุน

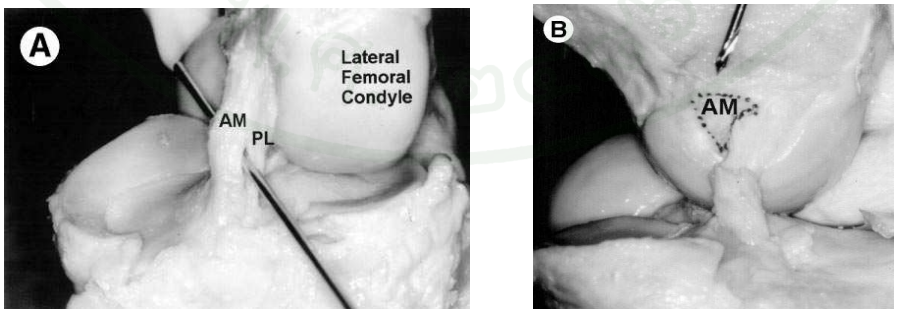
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 4 แสดงเอ็นไขว้หน้าข้อเข่า (Anterior Cruciate ligament) ที่ทำหน้าที่ร่วมกับเอ็นไขว้หลัง (Posterior Cruciate ligament) ในการยึดกระดูกต้นขา (Femur) และกระดูกหน้าแข้ง (Tibia) เข้าด้วยกัน

ที่มา: http://www.scoopweb.com (1998)

Herner (1999) ได้รายงานตำแหน่งเอ็นไขว้หน้าของทั้ง Anteromedial bundle และ Posterolateral bundle ดังนี้ Anteromedial bundle จะเกาะจากส่วนบน (proximal) ค่อนมาทางด้านหน้า (anterior) ของ lateral femoral condyle (ภาพที่ 5) ส่วน Posterolateral bundle จะเกาะจากส่วนล่าง (distal) ค่อนมาทางด้านหลัง (posterior) ของ lateral femoral condyle (ภาพที่ 6) โดยมีขนาดเส้นรอบวงที่จุดเกาะเท่ากับ 47±13 mm^2 และ 49±13 mm^2 ตามลำดับ

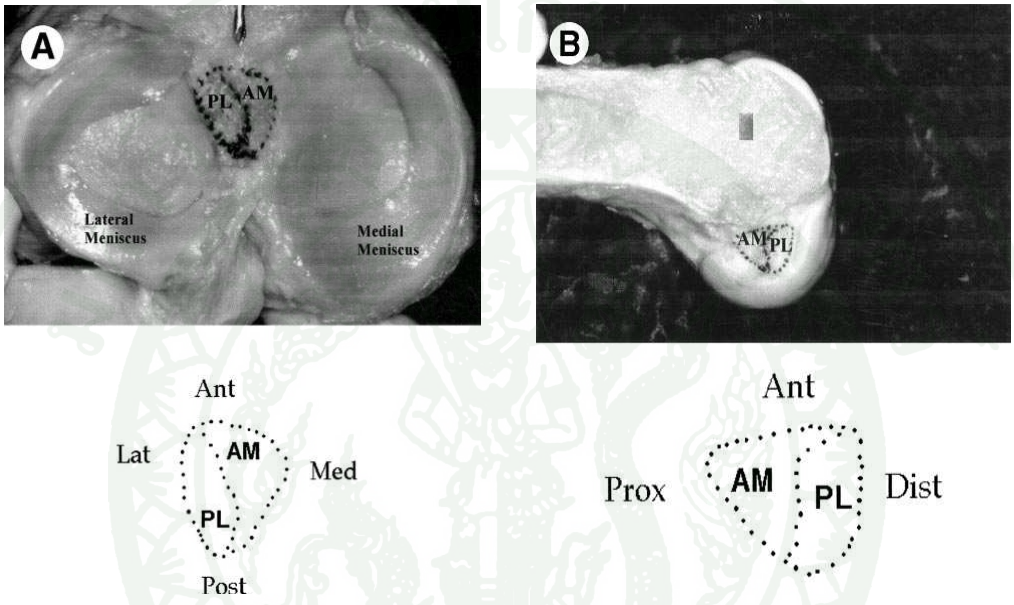


ภาพที่ 5 แสดงการแบ่งเอ็นไขว้หน้าออกเป็น Anteromedial (AM) และ Posterolateral (PL) bundles

ที่มา: Herner (1999)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สำหรับจุดเกาะที่บริเวณกระดูกหน้าแข้ง ทั้ง Anteromedial (AM) และ Posterolateral (PL) bundles จะเกาะอยู่ระหว่าง medial spine และ lateral spine ของกระดูกหน้าแข้ง โดยที่ Anteromedial (AM) bundle จะเกาะเยื้องไปทางด้านหน้าเข้ามาข้างใน ส่วน Posterolateral (PL) bundle จะเกาะเยื้องไปทางด้านหลังออกไปด้านนอก โดยมีขนาดเส้นรอบวงที่จุดเกาะเท่ากับ 56±21 mm^2 และ 53±21 mm^2 ตามลำดับ



ภาพที่ 6 แสดงจุดเกาะต้น (B) ที่กระดูกต้นขา (Femur) และจุดเกาะปลาย (A) ที่กระดูกหน้าแข้ง (Tibia) ของAnteromedial (AM) bundle และ Posterolateral (PL) bundle

ที่มา: Herner (1999)

Odensten *et al*. (2009) ได้รายงานว่า Anteromedial (AM) bundle มีความยาวโดยประมาณอยู่ระหว่าง 28-38 mm ต่อมา Kummar and Yamamoto (1988) ได้วัดขนาดความยาวของ Posterolateral (PL) bundle ในผู้เสียชีวิต 50 คน พบว่า Posterolateral (PL) bundle มีความยาวเฉลี่ย 17.8 mm ส่วนเส้นรอบวงของทั้ง Anteromedial (AM) bundle และ Posterolateral (PL) bundle มีค่าใกล้เคียงกัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 1 แสดงพื้นที่หน้าตัดและเส้นผ่าศูนย์กลางของ Anteromedial (AM) bundle และ Posterolateral (PL) bundle

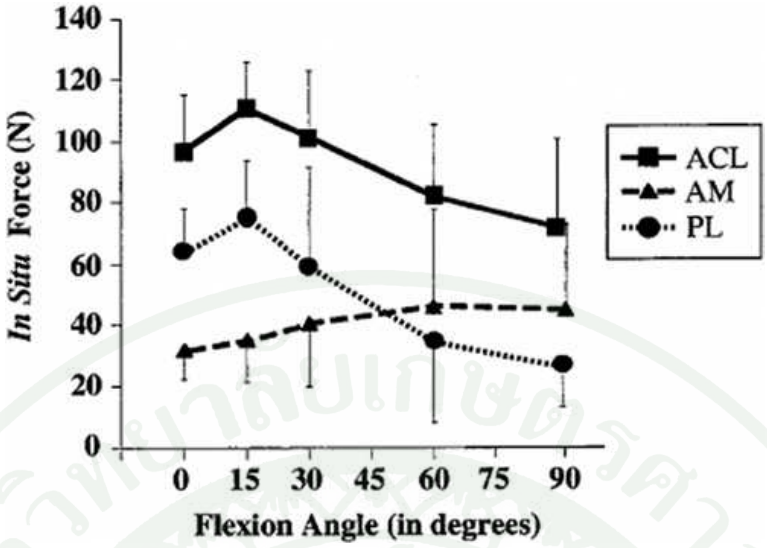
เอ็นไขว้หน้า	พื้นที่หน้าตัด		เส้นผ่าศูนย์กลาง
	กระดูกต้นขา (mm^2)	กระดูกหน้าแข้ง (mm^2)	mm
Anteromedial bundle	47±13	56±21	8.2
Posterolateral bundle	49±13	53±21	7.5

ที่มา: Herner (1999)

การเคลื่อนไหวทางชีวกลศาสตร์ของข้อเข่าที่สัมพันธ์กับการทำงานของเอ็นไขว้หน้า

เอ็นไขว้หน้ามีหน้าที่หลัก คือ ช่วยสร้างความมั่นคงให้กับข้อเข่า โดยเฉพาะป้องกันไม่ให้กระดูกหน้าแข้งเลื่อนมาทางด้านหน้ามากเกินไป จากการศึกษาของ Buoncristiani และคณะ ในปี ค.ศ. 2006 พบว่า (ภาพที่ 7) เมื่อให้แรงกระทำที่ข้อเข่าในทิศทางด้านหน้าร่วมกับงอเข่า ทำให้เกิดแรงตึงที่เอ็นไขว้หน้า (ACL) มากในขณะที่มุมของการงอเข่าอยู่ในช่วง 0 ถึง 30 องศา โดยที่แรงตึงที่เอ็นไขว้หน้า (ACL) มีค่ามากที่สุดเมื่อมุมของการงอเข่าเท่ากับ 15 องศา แต่เมื่องอเข่ามาจนอยู่ในมุมระหว่าง 60 ถึง 90 องศา แรงตึงที่เอ็นไขว้หน้า (ACL) จะเกิดน้อยที่สุด โดยเมื่อตัดเอ็นไขว้หน้าให้เหลือมัดเส้นใยย่อยเพียงมัดเดียว พบว่า ลักษณะการเกิดแรงตึงที่ Posterolateral (PL) bundle จะเป็นไปในแนวทางเดียวกับเอ็นไขว้หน้า (ACL) ส่วนการเกิดแรงตึงที่ Anteromedial (AM) bundle จะเป็นไปในทิศทางตรงกันข้าม คือ แรงตึง Anteromedial (AM) bundle จะเกิดมากที่สุดเมื่อเข่างอมาก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 7 แสดงแรงตึงที่เอ็นไขว้หน้า (ACL) มัดเส้นใยย่อย Anteromedial bundle และ Posterolateral bundle เมื่อให้แรงกระทำที่ข้อเข่าในทิศทางด้านหน้าร่วมกับงอเข่าในมุมต่าง ๆ

ที่มา: Buoncristiani *et al.* (2006)

ทั้งนี้ งานวิจัยของ Buoncristiani *et al*. (2006) ขัดแย้งกับรายงานของ Gabriel *et al*. (2004) ที่วัดแรงตึงของแต่ละมัดเส้นใย ในขณะที่ให้แรงกระทำที่ข้อเข่าในทิศทางด้านหน้าร่วมกับงอเข่าและให้แรงกระทำให้ข้อเข่ากางออกและหมุนเข้า พบว่า Anteromedial (AM) bundle จะเกิดแรงตึงมากที่สุดเมื่อเข่าเหยียด และแรงตึงจะค่อยๆลดลงเมื่องอเข่า ซึ่งจะตรงกันข้ามกับ Posterolateral (PL) bundle ที่จะเกิดแรงตึงมากที่สุดเมื่อเข่างอที่ 60 องศา และลดแรงตึงลงเมื่อเข่าเหยียดออก

แรงตึงที่เอ็นไขว้หน้า

แรงตึงสูงสุดของเอ็นไขว้หน้าในเพศชายและเพศหญิงมีค่าประมาณ 2,250 และ 1,800 นิวตัน ตามลำดับ (Cheng *et al*., 2008) ปัจจุบันมีหลายงานวิจัยที่ได้ศึกษาถึงแรงตึงที่เอ็นไขว้หน้าขณะทำกิจกรรมต่าง ๆ และหาค่าของแรงตึงสูงสุดที่เอ็นไขว้หน้าจะรับได้ โดยที่ไม่เกิดการบาดเจ็บหรือเกิดการฉีกขาด ด้วยการจำลองการเคลื่อนไหวผ่านแบบจำลองทางคอมพิวเตอร์ ซึ่งต้องอาศัยความเที่ยงตรงของแบบจำลองทั้งขนาดของกระดูก ตำแหน่งจุดเกาะต้น จุดเกาะปลายและคุณสมบัติเชิงกลของเอ็นยึดกระดูกบริเวณข้อเข่า รวมทั้งลักษณะการเคลื่อนไหวที่เสมือนจริงจากมนุษย์ที่มีชีวิต

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

โดยงานวิจัยของ Kevin *et al.* (2008) ได้รายงานปริมาณแรงตึงสูงสุดของเอ็นไขว้หน้าจากการเคลื่อนไหวผ่านแบบจำลองทางคอมพิวเตอร์ที่ศึกษาโดยนักวิจัยกลุ่มต่าง ๆ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงแรงตึงสูงสุดของเอ็นไขว้หน้าที่เกิดขึ้นขณะประกอบกิจกรรมทางกายรูปแบบต่าง ๆ ผ่านแบบจำลองทางคอมพิวเตอร์

ลักษณะการเคลื่อนไหว	แรงตึงสูงสุดที่เอ็นไขว้หน้า	อ้างอิง
การเดิน	1000 นิวตันที่ early stance	Collins and O' Conner (1991)
การย่อตัวนิ่ง (Static squat)	200 นิวตันที่ 0° ของการงอเข่า	Shelburne and Pandy (1998)
การเหยียดเข่า	160 นิวตันที่ 0° ของการงอเข่า	Shelburne and Pandy (1997)
การย่อตัวและยืน (Squatting)	28-142 นิวตัน	Toutoungi *et al*. (2000)

ที่มา: Kevin *et al.* (2008)

การบาดเจ็บของเอ็นไขว้หน้า

การบาดเจ็บหรือการฉีกขาดที่เอ็นไขว้หน้าเป็นหนึ่งในการบาดเจ็บที่พบบ่อยและอันตรายที่สุดในนักกีฬา เนื่องจากการบาดเจ็บที่เอ็นไขว้หน้าเป็นการบาดเจ็บที่เกิดขึ้นกับข้อต่อที่ใหญ่ที่สุดในร่างกาย ในประเทศสหรัฐอเมริกาพบการบาดเจ็บของเอ็นไขว้หน้ามากกว่า 200,000 ครั้งต่อปี ซึ่งอุบัติการณ์การบาดเจ็บของเอ็นไขว้หน้าพบได้บ่อยในช่วงอายุ 15 ถึง 25 ปี และพบมากในเพศหญิง

หน้าที่หลักของเอ็นไขว้หน้า คือสร้างความมั่นคงให้กับข้อเข่า ป้องกันไม่ให้กระดูกหน้าแข้งเคลื่อนมาข้างหน้าเมื่อกระดูกต้นขาอยู่กับที่ (Anterior translation) ป้องกันไม่ให้กระดูกต้นขาเคลื่อนไปข้างหลังเมื่อกระดูกหน้าแข้งอยู่กับที่ และป้องกันไม่ให้ข้อเข่ามีการบิดเข้าหรือบิดออก (internal/external rotation) เช่นเดียวกับป้องกันไม่ให้เกิดแรงเค้นของข้อเข่าในระนาบด้านหน้า (valgus/varus stress) เอ็นไขว้หน้าจะทำงานร่วมกับเอ็นไขว้หลัง (Posterior Cruciate Ligament) เพื่อควบคุมการไถล (gliding) และการหมุน (rolling) ของกระดูกต้นขาไปบนกระดูกหน้าแข้งขณะที่มีการงอหรือเหยียดเข่า ช่วยจำกัดมุมการเหยียดเข่าไม่ให้มากเกินไป และช่วยป้องกันไม่ให้ข้อเข่าบิด เนื่องจากกลไกการบิดของข้อเข่าจะส่งผลให้เกิดแรงตึงที่เอ็นไขว้หน้าได้มากกว่ากลไกอื่น (Irrgang *et al.*, 1995)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 8 แสดงลักษณะของเอ็นไขว้หน้าที่เกิดการฉีกขาด

ที่มา: http://arthroscopysurgeon.net (2011)

การบาดเจ็บที่เอ็นไขว้หน้าในนักกีฬา ส่วนใหญ่เกิดจากแรงที่มากระทำต่อข้อเข่าโดยตรงจากกลไกการเคลื่อนไหวของนักกีฬา เช่นการวิ่งเปลี่ยนทิศทาง (cutting) หรือการกระโดด (Irrgang *et al*., 1995) ซึ่งอุบัติการณ์การบาดเจ็บของเอ็นไขว้หน้าพบว่าเพศเป็นปัจจัยเสี่ยงหนึ่งในการบาดเจ็บที่เอ็นไขว้หน้า คือ เพศหญิงมีแนวโน้มที่จะเกิดการบาดเจ็บได้มากกว่าเพศชาย (Indelicato *et al.*, 1990) แต่บางงานวิจัยพบว่าอุบัติการณ์การบาดเจ็บที่เอ็นไขว้หน้าเกิดตามขนาดความแคบของร่องระหว่างปุ่มกระดูกต้นขา (intercondylar notch) ในคนที่มีร่องระหว่าง intercondylar notch แคบมากจะทำให้เกิดการบาดเจ็บได้มากกว่าคนที่มีร่องระหว่าง intercondylar notch ที่กว้างกว่า (La Prade *et al.*, 2005) ดังนั้นลักษณะทางกายภาพของร่างกายที่ไม่เหมาะสมก็เป็นปัจจัยเสี่ยงที่ทำให้เกิดการบาดเจ็บที่เอ็นไขว้หน้าได้

การฉีกขาดของเอ็นไขว้หน้ามักเกิดที่บริเวณกึ่งกลางเอ็นไขว้หน้าถึง 75 เปอร์เซ็นต์ อีก 20 เปอร์เซ็นต์เกิดใกล้จุดเกาะบนกระดูกต้นขา และ 5 เปอร์เซ็นต์เกิดใกล้จุดเกาะบนกระดูกหน้าแข้ง (Goodfellow *et al.*, 1996) โดยที่ระดับความรุนแรงของการบาดเจ็บที่เอ็นไขว้หน้าจะถูกบ่งชี้ได้ 3 ระดับ ดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ระดับ 1 (grade 1) เกิดการฉีกขาดของเส้นใยบางเส้นของเอ็นไขว้หน้าและมีเลือดออกเพียงเล็กน้อย แต่ไม่ส่งผลต่อความมั่นคงของข้อเข่า

ระดับ 2 (grade 2) เอ็นไขว้หน้าเกิดการฉีกขาดในบางส่วนร่วมกับมีเลือดออก การทำงานของข้อเข่าจะสูญเสียไปเล็กน้อย ระยะการเลื่อนของกระดูกหน้าแข้งไปข้างหน้ามีมากขึ้น และในระดับ 2 นี้จะมีอาการเจ็บปวดเกิดขึ้นที่ข้อเข่ามาก และอาการปวดจะเพิ่มขึ้นเมื่อมีการตรวจแบบเฉพาะ (special test) ในท่า Lachman's test และ anterior drawer stress tests

ระดับ 3 (grade 3) เป็นการฉีดขาดแบบสมบูรณ์ของเอ็นไขว้หน้าร่วมกับมีการสูญเสียความมั่นคงของข้อเข่าอย่างมาก เมื่อถูกตรวจในท่า Lachman's test และ Anterior drawer stress tests ข้อเข่าจะขาดความมั่นคงในขณะที่มีการบิดหมุน ซึ่งสามารถตรวจได้จากท่า pivot shift ในขณะที่เอ็นไขว้หน้าฉีกขาดนั้น นักกีฬาส่วนใหญ่จะรู้สึกถึงเสียงฉีกขาดที่เกิดขึ้นในข้อเข่า และรู้สึกเหมือนข้อเข่าทรุด ซึ่งจะมีอาการเจ็บมากในช่วงแรกที่เกิดการบาดเจ็บ แต่อาการจะค่อย ๆ ลดลงในเวลาไม่นาน และจะมีเลือดออกมากภายใน 1 ถึง 2 ชั่งโมง

การฉีกขาดของเอ็นไขว้หน้าจนทำให้สูญเสียการทำงานของข้อเข่านั้น มักจะเกิดจากความรุนแรงที่ระดับ 3 ซึ่งหมายถึงเอ็นไขว้หน้าเกิดการฉีกขาดโดยสมบูรณ์ และไม่สามารถหายได้เองโดยไม่รักษา การฉีกขาดของเอ็นไขว้หน้าจะทำให้ข้อเข่าสูญเสียความมั่นคงในขณะที่กระดูกหน้าแข้งหมุนเข้าออก (internal-external rotation of Tibia) ซึ่งนำไปสู่การบาดเจ็บของหมอนรองข้อเข่า (meniscus) และอาการข้อเข่าเสื่อมในลำดับต่อมา การทำงานของข้อเข่าที่สูญเสียไปจะส่งผลโดยตรงกับนักกีฬา

การตรวจวิเคราะห์และประเมินอาการบาดเจ็บที่เอ็นไขว้หน้า

การบาดเจ็บที่เอ็นไขว้หน้าในระยะเฉียบพลัน จะมีอาการปวดมากโดยไม่พบแผลเปิดหรือรอยฟกช้ำในครึ่งชั่วโมงแรกของการบาดเจ็บ ส่วนมากเมื่อมีการบาดเจ็บที่เอ็นไขว้หน้า นักกีฬาจะมาด้วยประวัติเริ่มแรกคือ เกิดจากการที่เข่าบิดพร้อมกับลงน้ำหนัก และได้ยินเสียงดังมาจากข้อเข่าในขณะนั้น หลังจากเกิดการบาดเจ็บไม่สามารถทำกิจกรรมใดต่อได้ ข้อเข่าบวมมากใน 2-3 ชั่วโมง โดยพบเลือดออกบริเวณข้อเข่าถึง 70 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

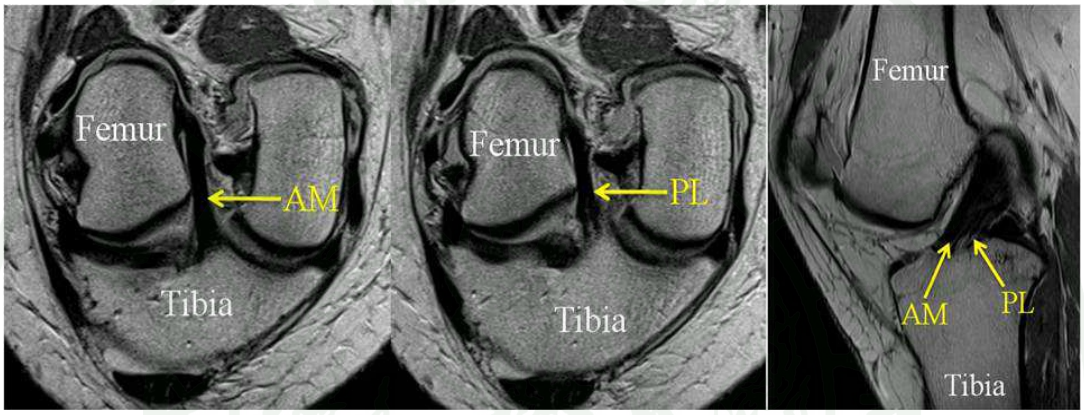
การบาดเจ็บของเอ็นไขว้หน้าในระยะเรื้อรัง อาการปวดที่ข้อเข่าของนักกีฬาจะลดน้อยลงหรือไม่พบอาการปวดเลยถ้าไม่มีการเคลื่อนไหวของเข่าซ้ำ ๆ เป็นเวลานาน ส่วนใหญ่นักกีฬาจะมาด้วยประวัติการบาดเจ็บที่เอ็นไขว้หน้ามาแล้วเป็นเวลามากกว่า 1 เดือน โดยไม่ได้รับการรักษาด้วยวิธีการผ่าตัด ขณะทำกิจกรรมตามปกติในชีวิตประจำวันไม่มีอาการปวด หรือรู้สึกปวดเพียงเล็กน้อยในบางท่าทางการเคลื่อนไหว รวมถึงรู้สึกว่าข้อเข่าหลวมและทรุดได้ง่าย แต่ในขณะที่เคลื่อนไหวในกิจกรรมกีฬา หรือเมื่อเคลื่อนไหวข้อเข่าซ้ำ ๆ เป็นเวลานานจะมีอาการปวดมากที่ข้อเข่าแต่ยังคงทำกิจกรรมทางการกีฬาต่อไปได้ ซึ่งในขณะทำกิจกรรมทางการกีฬาอาจจำเป็นต้องพันผ้าเทปหรือใส่ผ้าดามข้อเข่า เนื่องจากนักกีฬาจะรู้สึกว่าข้อเข่าหลวม เคลื่อนไหวได้ไม่เต็มที่ และอาจเกิดการบาดเจ็บซ้ำที่เอ็นไขว้หน้าได้ ทักษะและสมรรถภาพทางกายลดลง นักกีฬามักหลีกเลี่ยงท่าทางที่ทำให้เกิดอาการปวดเพิ่มมากขึ้น ทำให้รูปแบบการเคลื่อนไหวที่ถูกต้องของนักกีฬาสูญเสียไปการตรวจวิเคราะห์การบาดเจ็บของเอ็นไขว้หน้าจะทำภายหลังการซักประวัติการบาดเจ็บของคนไข้โดยละเอียด ซึ่งมีหลายวิธีโดยจะเลือกใช้ตามกลไกการเคลื่อนไหวที่ส่งผลให้เอ็นไขว้หน้าบาดเจ็บประกอบไปด้วยวิธี Anterior drawer test วิธี Lachman's test และ วิธี pivot shift test ดังแสดงในภาพที่ 9

ภาพที่ 9 แสดงการตรวจวิเคราะห์การบาดเจ็บของเอ็นไขว้หน้าด้วยวิธี anterior drawer test วิธีLachman's test และวิธี pivot shift test

ที่มา: Freddie (2010)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การตรวจวิเคราะห์การบาดเจ็บของเอ็นไขว้หน้าอีกวิธีหนึ่งที่นิยมกันมากในปัจจุบัน แต่มีค่าใช้จ่ายที่ค่อนข้างสูง คือ การตรวจด้วยวิธี Magnetic Resonance Imaging (MRI) เป็นการตรวจที่แสดงภาพถ่ายสแกนของอวัยวะที่เกิดการบาดเจ็บ ช่วยยืนยันผลการวินิจฉัยและประเมินการรักษาได้อย่างชัดเจน สามารถทราบถึงการบาดเจ็บอื่นที่อาจเป็นไปได้จากกลไกการเคลื่อนไหวที่ทำให้เกิดการบาดเจ็บ นอกจากนี้การทำ Magnetic Resonance Imaging (MRI) สามารถใช้วัดขนาดของเอ็นไขว้หน้า รวมถึงมุมที่ผิดปกติของข้อเข่าได้เช่นกัน ดังแสดงในภาพที่ 10



ภาพที่ 10 แสดงภาพ Magnetic Resonance Imaging (MRI) ที่ใช้ตรวจการบาดเจ็บของเอ็นไขว้หน้า

ที่มา: Freddie (2010)

กลไกการฉีกขาดของเอ็นไขว้หน้า

การฉีกขาดของเอ็นไขว้หน้าเกิดจากหลายสาเหตุด้วยกัน ที่พบบ่อยในนักกีฬา คือ เมื่อนักกีฬาตั้งใจที่จะเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนไหวอย่างทันทีทันใด ทำให้ข้อเข่าเกิดการบิดจากลำตัวส่วนบนในขณะที่ฝ่าเท้ายังยึดอยู่กับพื้นในตำแหน่งเดิม กลไกการฉีกขาดของเอ็นไขว้หน้ารองลงมา เกิดขึ้นขณะที่นักกีฬากำลังชะลอความเร็วส่งผลให้เกิดแรงเค้นจากทางด้านข้าง (Valgus stress) ของข้อเข่าร่วมกับกระดูกหน้าแข้งหมุนเข้าด้านใน (internal rotation) (Souryal and Wretenberg, 2003)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ส่วนการเหยียดมากเกินมุมปกติ (knee hyperextension) ร่วมกับการหมุนเข้าด้านในของกระดูกหน้าแข้ง (internal rotation) จึงเป็นอีกกลไกหนึ่งที่นำไปสู่การบาดเจ็บของเอ็นไขว้หน้า ในบางงานวิจัยพบว่าการหดตัวของกล้ามเนื้อต้นขาทางด้านหน้า (quadriceps) ที่รุนแรงเกินไปสามารถส่งผลให้เกิดการบาดเจ็บของเอ็นไขว้หน้าได้ เนื่องจากทำให้เข่าเหยียดมากกว่าปกติ นอกจากนี้การกระโดดก็เป็นการเคลื่อนไหวหนึ่งที่ทำให้เอ็นไขว้หน้าเสี่ยงต่อการฉีกขาด (Kirkendall and Garrett, 2000)

ปัจจัยเสี่ยงที่ทำให้เกิดการบาดเจ็บที่เอ็นไขว้หน้า

มีหลายปัจจัยเสี่ยงที่ส่งผลให้เกิดการบาดเจ็บที่เอ็นไขว้หน้า ตามที่ Ireland *et al*. (2007) ได้ศึกษาอุบัติการณ์การบาดเจ็บที่เอ็นไขว้หน้าจากประวัติและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการบาดเจ็บที่เอ็นไขว้หน้าในนักกีฬาตั้งแต่ปี ค.ศ. 1996 ถึงปี ค.ศ. 2006 ในพื้นที่ 4 เขตของ Hunt valley ในรัฐ Maryland พบว่า ปัจจัยเสี่ยงที่ทำให้เกิดการฉีกขาดของเอ็นไขว้หน้า ประกอบไปด้วยหลายปัจจัยด้วยกัน คือ

ปัจจัยเสี่ยงทางด้านสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะจากลักษณะของพื้นผิวรองเท้าและสนามที่ใช้ฝึกซ้อมและแข่งขัน การเพิ่มขึ้นของสัมประสิทธิ์แรงต้านจากพื้นรองเท้าและพื้นสนาม ส่งผลให้สมรรถภาพของนักกีฬาดีขึ้น แต่ก็เป็นปัจจัยเสี่ยงให้เกิดการฉีกขาดของเอ็นไขว้หน้าได้เช่นกัน

ปัจจัยเสี่ยงทางด้านกายภาพ มีการศึกษามากมายเกี่ยวกับขนาดของ femoral intercondylar notch ขนาดของเอ็นไขว้หน้า และแนวการวางตัวของกระดูกของร่างกายช่วงล่าง เช่น Q-angle ของกระดูกหน้าแข้ง pronation ของกระดูกหน้าแข้ง และแนวการบิดหมุนของกระดูกหน้าแข้ง เป็นต้น ซึ่งปัจจัยเหล่านี้ล้วนแต่เป็นปัจจัยเสี่ยงที่ทำให้เกิดการบาดเจ็บที่เอ็นไขว้หน้า แต่ด้วยความแตกต่างทั้งด้านความแม่นยำและความน่าเชื่อถือของการวัดในหลายงานวิจัย ความสอดคล้องในปัจจัยเสี่ยงของการบาดเจ็บของเอ็นไขว้หน้า จึงยังไม่เป็นที่เชื่อถือได้

ปัจจัยเสี่ยงทางฮอร์โมน ยังไม่มีงานวิจัยที่พบความสอดคล้องของฮอร์โมนเพศกับการเพิ่มขึ้นของอุบัติการณ์การฉีกขาดของเอ็นไขว้หน้าในนักกีฬาเพศหญิง มีแต่งานวิจัยที่พบว่าเมื่อนักกีฬาเพศหญิงอยู่ในช่วงระหว่างการมีประจำเดือน จะส่งผลให้สมรรถภาพในการเล่นกีฬาของเพศหญิงลดลงซึ่งเป็นผลทางจิตใจมากกว่าผลทางร่างกาย จนสามารถส่งผลให้เกิดความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บที่เอ็นไขว้หน้าได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ปัจจัยเสี่ยงทางชีวกลศาสตร์ ข้อเข่าเป็นส่วนหนึ่งของระบบการเคลื่อนไหวที่เชื่อมโยงทางคิเนติคส์กับส่วนอื่น ๆ ของร่างกาย (kinetic chain) หลายงานวิจัยพบข้อมูลที่ตรงกันว่า หลายปัจจัยทางชีวกลศาสตร์ส่งผลต่อการบาดเจ็บของเอ็นไขว้หน้าเช่น แรงที่กระทำต่อข้อเข่าขณะที่ร่างกายตกลงสู่พื้นภายหลังการกระโดด การเปลี่ยนทิศทางในขณะวิ่งหรือขณะเสียหลัก ร่วมทั้งการชะลอความเร็วในการเคลื่อนไหว เป็นต้น นอกจากปัจจัยเสี่ยงทางชีวกลศาสตร์แล้ว ยังมีปัจจัยเสี่ยงจากระบบประสาทและกล้ามเนื้อด้วย เช่น ภาวะข้อเข่าติด หรือการเกร็งของกล้ามเนื้อ เป็นต้น ซึ่ง Lutz *et al*. (2005) ได้รายงานว่า การหดตัวแบบยืดยาวออก (eccentric contraction) ของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า (quadriceps) ที่รุนแรงเป็นปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลให้เกิดการฉีกขาดของเอ็นไขว้หน้าได้

การบาดเจ็บที่เอ็นไขว้หน้าในกีฬาบาสเกตบอล

การบาดเจ็บที่เอ็นไขว้หน้าเกิดได้กับทุกประเภทกีฬาที่ใช้ข้อเข่าในการเคลื่อนไหว และมักเป็นการบาดเจ็บที่ไม่มีการปะทะ (Non contact injury) ในการศึกษาการบาดเจ็บของสมาคมบาสเกตบอลแห่งประเทศสหรัฐอเมริกา หรือ National Basketball Association (NBA) พบว่าข้อเข่าเป็นอวัยวะที่เกิดการบาดเจ็บได้บ่อยถึง 23.8 เปอร์เซ็นต์ของทุก ๆ การบาดเจ็บ ซึ่งการบาดเจ็บดังกล่าวเกิดขึ้นที่เอ็นไขว้หน้าถึง 37 เปอร์เซ็นต์ รวมทั้งได้มีรายงานว่านักบาสเกตบอลใน NBA เกิดการบาดเจ็บที่เอ็นไขว้หน้าในระหว่างปี 1996-2002 มากถึง 38 เปอร์เซ็นต์ของนักบาสเกตบอลใน NBA ทั้งหมด (Starkey and Payne, 2003)

McKay *et al*. (2001) ได้สำรวจการบาดเจ็บของนักบาสเกตบอลในขณะแข่งขัน โดยใช้แบบสอบถามและการสัมภาษณ์นักบาสเกตบอล จำนวน 10,393 คน พบว่า นักบาสเกตบอลมีการบาดเจ็บที่ข้อเข่าถึง 29 เปอร์เซ็นต์ และการบาดเจ็บของข้อเข่าที่เกิดขึ้นนั้นไม่ได้เกิดจากแรงกระทำจากภายนอก รวมถึงการบาดเจ็บข้อเข่าของนักบาสเกตบอลไม่ขึ้นอยู่กับปัจจัยของการแข่งขัน เพศ ความสูง หรือความถี่ของการแข่งขันแต่อย่างใด

ในกีฬาบาสเกตบอล นักกีฬาจำเป็นต้องใช้ทักษะพื้นฐาน 3 อย่างด้วยกัน คือ การส่งลูกบอล การเลี้ยงลูกบอล และที่สำคัญที่สุดคือการยิงประตู (Shooting) เพราะทีมที่มีผู้เล่นยิงประตูได้แม่นยำกว่าย่อมมีโอกาสเป็นทีมชนะ เนื่องจากผลแพ้ชนะของบาสเกตบอลขึ้นอยู่กับการยิงประตู ดังที่ถูกกล่าวไว้ในกติกาการแข่งขันบาสเกตบอลของ International Basketball Federation ดังนั้นในการแข่งบาสเกตบอลนั้น แต่ละทีมมีจุดมุ่งหมาย คือ การทำคะแนนโดยพยายามยิงลูกบอลให้เข้าห่วงตาข่ายของทีมตรงข้ามเพื่อทำคะแนน ลักษณะการยิงประตูในกีฬาบาสเกตบอลมีหลายประเภท

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แต่ประเภทที่ใช้กันมากในการแข่งขันมี 5 แบบ คือ การเลี้ยงลูกบอลเข้ายิงประตูใต้ห่วง (Lay up shot) การยืนยิงประตู (Set shot) การยิงลูกตวัด (Hook shot) การยิงลูกโทษ (Free throw shot) และการกระโดดยิงประตู (Jump shot) ซึ่งการกระโดดยิงประตูเป็นทักษะที่เกิดมากที่สุดในกีฬาบาสเกตบอล เนื่องจากเป้าหมายในการทำคะแนน (ห่วงตาข่าย) อยู่ในระดับที่สูงกว่าตัวนักกีฬา นักกีฬาจำเป็นต้องกระโดดเพื่อเพิ่มแรงส่งไปยังลูกบอล และขณะที่ร่างกายตกลงสู่พื้น ทำให้มีแรงกระทำต่อข้อเข่าซึ่งเป็นข้อต่อหลักและข้อต่อที่ใหญ่ที่สุดในร่างกายในปริมาณที่มาก

การกระโดดยิงประตูบาสเกตบอล (Jump Shot) (ภาพที่ 11) ทำให้ข้อเข่าเสี่ยงต่อการบาดเจ็บโดยเฉพาะในจังหวะที่นักกีฬากระโดดและตกลงสู่พื้น (Hicky *et al*., 1997; Louw, 2003) ซึ่งทำให้พบอุบัติการณ์การฉีกขาดของเอ็นไขว้หน้าที่สูง (Dufek and Bate, 1990) ทั้งนี้เนื่องจากกลไกการเคลื่อนไหวนี้จะทำให้มีแรงส่งไปยังกระดูกหน้าแข้ง (Tibia) ร่วมกับมีแรงบิด (twist) และทำให้ข้อเข่ากางออก (valgus) ทำให้เกิดแรงเค้น (strain) กับเอ็นไขว้หน้าในระดับที่ค่อนข้างสูงจนเสี่ยงต่อการฉีกขาด (Dempsey *et al*., 2007; Cochrane *et al*., 2007) ทั้งนี้ Taylor *et al*. (2010) ได้ศึกษาถึงปริมาณแรงตึงที่เอ็นไขว้หน้าขณะกลุ่มตัวอย่างกระโดดลงจากกล่องที่มีความสูง 45 เซนติเมตร โดยใช้เครื่อง MRI เพื่อนำภาพขนาดของกระดูกต้นขาและกระดูกหน้าแข้งมาจำลองแบบ 3 มิติตามการเคลื่อนไหว พบว่าแรงตึงที่เอ็นไขว้หน้าในขณะที่ร่างกายตกลงสู่พื้นภายหลังการกระโดดลงจากกล่อง มีค่าประมาณ 95% ของแรงตึงที่เอ็นไขว้หน้าที่ปกติ

ภาพที่ 11 แสดงลักษณะการกระโดดยิงประตูบาสเกตบอล (Jump Shot)

ที่มา: http://bleacherreport.com (2011)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Louw (2003) ได้ศึกษาเปรียบเทียบรูปแบบทางชีวกลศาสตร์ของการลงสู่พื้นของนักบาสเกตบอลที่เอ็นไขว้หน้าบาดเจ็บและไม่บาดเจ็บ โดยบันทึกภาพเคลื่อนไหวด้วยกล้องความถี่สูงในขณะนักกีฬากระโดดยิงประตู (Jump shot) และนำภาพเคลื่อนไหวนั้นมาวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมจำลองโครงสร้างร่างกาย แล้วพบว่านักบาสเกตบอลที่เอ็นไขว้หน้าไม่บาดเจ็บจะงอเข่าเมื่อร่างกายตกลงสู่พื้นภายหลังการกระโดดยิงประตูมากกว่านักบาสเกตบอลที่เอ็นไขว้หน้าบาดเจ็บ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Thomas and Nelson (2005) ที่ให้น้ำหนัก 1,600 นิวตัน กดลงบนข้อเข่าของผู้เสียชีวิต พบว่า น้ำหนักที่ตกลงบนข้อเข่าที่ไม่อยู่ในแนวปกติทำให้เกิดแรงตึงที่เอ็นไขว้หน้ามากกว่าแรงตึงสูงสุดที่เอ็นไขว้หน้าจะรับได้ถึงร้อยละ 30 เมื่อเปรียบเทียบกับแรงตึงที่เอ็นไขว้หน้าของข้อเข่าที่อยู่ในแนวปกติ

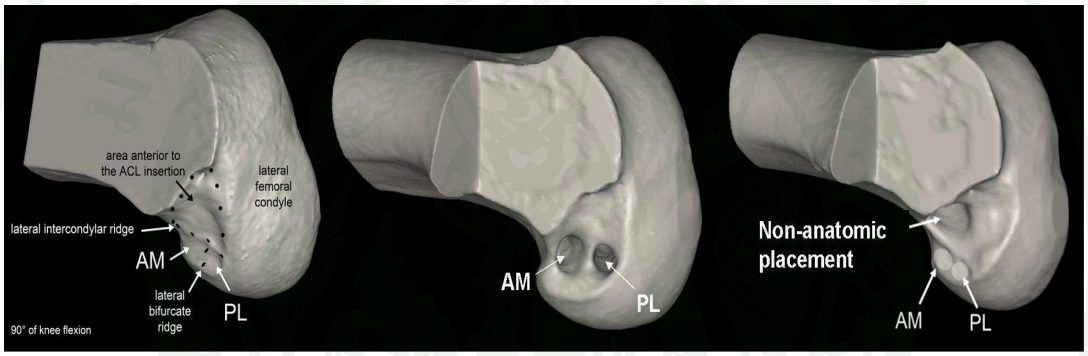
ส่วนใหญ่การบาดเจ็บที่เอ็นไขว้หน้าในกีฬาบาสเกตบอลจะเกิดในสถานการณ์ที่ไม่มีการปะทะและปราศจากการรับรู้ล่วงหน้า ทำให้นักกีฬาที่บาดเจ็บบางคนต้องเลิกเล่นกีฬาไปตลอด แต่ในปัจจุบันด้วยวิทยาการทางการแพทย์ที่ก้าวหน้า นักกีฬาส่วนใหญ่สามารถกลับมาเล่นกีฬาได้เหมือนเดิมภายหลังการผ่าตัดซ่อมแซมเอ็นไขว้หน้า แต่ต้องใช้เวลาและค่าใช้จ่ายสูง ซึ่งภายหลังการผ่าตัด นักกีฬาบางคนยังคงมีอาการเจ็บปวดและสูญเสียสมรรถภาพการทำงานของข้อเข่าไป งานวิจัยของ Barrett *et al.* (2002) ได้ศึกษาสมรรถภาพการทำงานและการบาดเจ็บที่ข้อเข่าโดยติดตามผลภายหลังการผ่าตัดซ่อมแซมเอ็นไขว้หน้าทั้งระยะสั้นและระยะยาวของนักกีฬาระดับอาชีพจำนวน 30 คน พบว่าร้อยละ 15-25 ของนักกีฬาที่ได้รับการผ่าตัดซ่อมแซมเอ็นไขว้หน้า จะมีอาการเจ็บปวดและความมั่นคงของข้อเข่าภายหลังการผ่าตัดไม่แตกต่างกับอาการเจ็บปวดและความมั่นคงของข้อเข่าก่อนผ่าตัด แสดงให้เห็นได้ว่าวิธีการผ่าตัดไม่ใช่วิธีที่เหมาะสมสำหรับนักกีฬาทุกคนที่เอ็นไขว้หน้าฉีกขาด เพราะฉะนั้นนักกีฬาจำเป็นต้องได้รับการรักษาหรือฟื้นฟูด้วยวิธีที่เหมาะสมกับตนเองหรือควบคู่กันไปในหลายวิธี

การผ่าตัดซ่อมแซมเอ็นไขว้หน้า (Anterior Cruciate Ligament Reconstructions)

การรักษาเอ็นไขว้หน้าที่ฉีกขาดด้วยวิธีการผ่าตัด จะทำเมื่อคนไข้มีความจำเป็นต้องเคลื่อนไหวโดยใช้เอ็นไขว้หน้าในชีวิตประจำวัน เช่นนักกีฬาที่มีลักษณะการเคลื่อนไหวแบบหมุนหรือต้องเปลี่ยนทิศทางอย่างรวดเร็ว เป็นต้น นอกจากในคนไข้บางรายที่เอ็นไขว้หน้าฉีกขาดจนทำให้ข้อเข่าผิดรูป และอาจส่งผลให้เกิดข้อเข่าเสื่อมได้ในอนาคต ก็ต้องได้รับการรักษาด้วยการผ่าตัด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เป้าหมายของการผ่าตัดเอ็นไขว้หน้า คือ เพื่อฟื้นฟูการทำหน้าที่หลักของเอ็นไขว้หน้าให้กลับคืนมาให้ใกล้เคียงของเดิมมากที่สุด ซึ่งในอดีตพบว่าการผ่าตัดไม่สามารถช่วยฟื้นฟูการทำงานของเอ็นไขว้หน้าได้เลย เนื่องจากเทคนิคการผ่าตัดเอ็นไขว้หน้าในอดีตจะตัดบางส่วนของกระดูกต้นขาออก และนำวัสดุที่ใช้ทดแทนเอ็นไขว้หน้ามาใส่ในตำแหน่งที่ไม่ใช่ตำแหน่งเดิมของเอ็นไขว้หน้า (ภาพที่ 12) ซึ่งจะทำให้ข้อเข่ามีการเสื่อมลงอย่างรวดเร็ว เนื่องจากการเคลื่อนไหวของข้อเข่าเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม เมื่อคนไข้เคลื่อนไหวข้อเข่าในลักษณะที่ผิดปกติมาก ๆ จะส่งผลให้ข้อเข่าเกิดการอักเสบและบาดเจ็บซ้ำขึ้นได้ ดังนั้นการผ่าตัดซ่อมแซมเอ็นไขว้หน้า นอกจากจะต้องใช้วัสดุที่เหมาะสมนำมาแทนที่เอ็นไขว้หน้าแล้ว ยังต้องคำนึงถึงตำแหน่งการเกาะของเอ็นไขว้หน้า รวมถึงรูปแบบแรงตึงในแต่และช่วงการเคลื่อนไหวของข้อเข่าอีกด้วย



ภาพที่ 12 แสดงการผ่าตัดเอ็นไขว้หน้าที่วางตำแหน่งวัสดุทดแทนเอ็นไขว้หน้าไม่ถูกต้องตามตำแหน่งกายวิภาคศาสตร์

ที่มา: Freddie (2010)

ผลทางชีวกลศาสตร์ภายหลังการผ่าตัดซ่อมแซมเอ็นไขว้หน้า

การผ่าตัดเอ็นไขว้หน้า มี 2 เทคนิค คือ Single-bundle reconstruction และ Double-bundle reconstruction ในการศึกษาของ Yagi *et al.* (2002) พบว่า เทคนิคการผ่าตัดเอ็นไขว้หน้าแบบ Double-bundle reconstruction ให้ผลดีกว่าเทคนิคการผ่าตัดเอ็นไขว้หน้าแบบ Single-bundle reconstruction ในด้านของ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

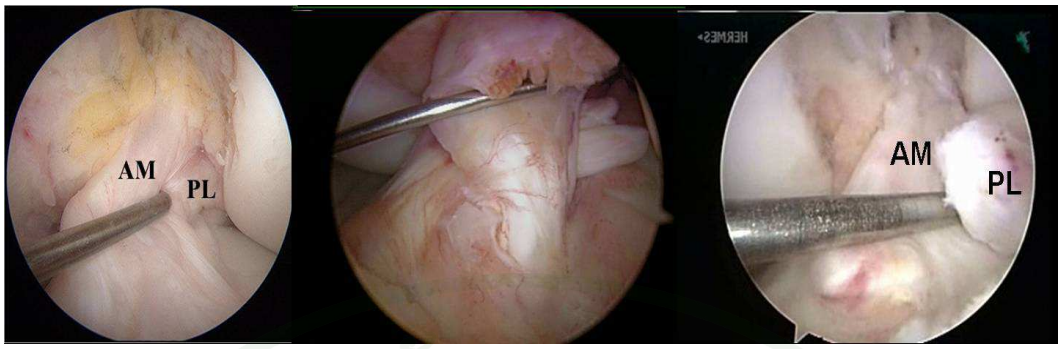
1. การป้องกันการเลื่อนมาข้างหน้าของข้อเข่า ในขณะที่ให้กลุ่มตัวอย่างเหยียดเข่าเต็มที่และขณะงอเข่า 30 องศา

2. ป้องกันข้อเข่าไม่ให้หมุนมากเกินไป เมื่อมีแรงมากระทำให้ข้อเข่าหมุน ในขณะที่กลุ่มตัวอย่างงอเข่า 15 และ 30 องศา

3. เทคนิคการผ่าตัดเอ็นไขว้หน้าแบบ Double-bundle reconstruction ให้การตอบสนองที่ใกล้เคียงกับเอ็นไขว้หน้าของจริง ซึ่งดีกว่าเทคนิคการผ่าตัดเอ็นไขว้หน้าแบบ Single-bundle reconstruction สอดคล้องกับที่ Yamamoto *et al.* (2004) รายงานว่า เทคนิคการผ่าตัดเอ็นไขว้หน้าแบบ Double-bundle reconstruction ช่วยป้องกันการเลื่อนมาข้างหน้าของข้อเข่า ในขณะที่กลุ่มตัวอย่างงอเข่า 60 และ 90 องศา ได้ดีกว่าเทคนิคการผ่าตัดเอ็นไขว้หน้าแบบ Single-bundle reconstruction

ในปีค.ศ. 2004 Tashman และคณะ ได้วิเคราะห์ลักษณะทางชีวกลศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างที่ข้อเข่าปกติ เปรียบเทียบกับกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการผ่าตัดเอ็นไขว้หน้าโดยใช้เทคนิค Single-bundle reconstruction เพื่อประเมินการเลื่อนไปในแนวหน้าหลังและการหมุนข้อเข่า ในขณะที่กลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่มวิ่งลงทางลาด พบว่าการผ่าตัดเอ็นไขว้หน้าโดยใช้เทคนิค Single-bundle reconstruction ช่วยป้องกันการเลื่อนไปในแนวหน้าหลังของข้อเข่าได้อย่างเต็มที่ เหมือนข้อเข่าปกติ แต่ไม่สามารถฟื้นฟูสมรรถภาพของเอ็นไขว้หน้าในการป้องกันการหมุนของข้อเข่าได้ ซึ่งอธิบายได้ว่าเทคนิคการผ่าตัดเอ็นไขว้หน้าแบบ Single-bundle reconstruction นั้น เป็นการซ่อมแซมเอ็นไขว้หน้าที่อยู่ในตำแหน่งที่ใกล้เคียงกับจุดเกาะของ Anteromedial (AM) bundle เพียงมัดเดียว จึงทำให้การป้องกันการหมุนของข้อเข่าที่เป็นหน้าที่หลักของ Posterolateral (PL) bundle ขาดหายไป โดยผลการศึกษาดังกล่าวช่วยยืนยัน ผลการวิจัยของ Ristanis *et al.* (2005) ที่พบว่าการผ่าตัดเอ็นไขว้หน้าโดยใช้เทคนิค Single-bundle reconstruction ไม่สามารถช่วยฟื้นฟูการป้องกันการหมุนข้อเข่าได้ เมื่อข้อเข่าอยู่ภายใต้แรงกระทำที่ข้อเข่าเป็นจำนวนมาก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 13 แสดงภาพถ่ายเอ็นไขว้หน้าที่ได้จากการส่องกล้อง (arthroscopy) ซ้าย: เอ็นไขว้หน้าไม่มีการบาดเจ็บ กลาง: เอ็นไขว้หน้าทั้ง 2 มัดเส้นใยขาดโดยสมบูรณ์ ขวา: Anteromedial (AM) bundle ไม่มีการบาดเจ็บ ในขณะที่ Posterolateral (PL) bundle มีการฉีกขาด

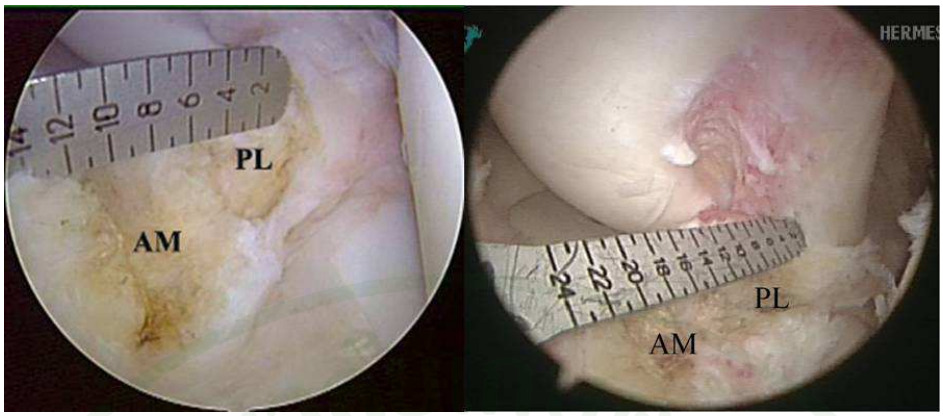
ที่มา: Freddie (2010)

การผ่าตัดซ่อมแซมเอ็นไขว้หน้าด้วยวิธี Double-Bundle ACL reconstruction และวิธี Single-Bundle ACL reconstruction

การผ่าตัดซ่อมแซมเอ็นไขว้หน้าด้วยวิธี Double-Bundle ACL reconstruction เป็นวิธีการผ่าตัดเอ็นไขว้หน้าโดยสร้าง 2 มัดเส้นใย คือ Anteromedial bundle และ Posterolateral bundle ขึ้นมาใหม่ ด้วยการใช้วัสดุทดแทนเพื่อให้ใกล้เคียงกับเอ็นไขว้หน้าปกติที่ประกอบขึ้นจาก 2 มัดเส้นใยมากที่สุด

ซึ่งการผ่าตัดเอ็นไขว้หน้าด้วยวิธี Double-Bundle ACL reconstruction ให้ผลการรักษาภายหลังการผ่าตัดที่ดีกว่าวิธี Single-Bundle ACL reconstruction ดังที่ได้กล่าวไปแล้ว เนื่องจากผ่าตัดเอ็นไขว้หน้าด้วยวิธี Double-Bundle ACL reconstruction เป็นการผ่าตัดแทนที่ด้วย 2 มัดเส้นใย จึงทำให้ขนาดความกว้างของเอ็นกว้างเป็น 2 เท่าของการผ่าตัดเอ็นไขว้หน้าด้วยวิธี Single-Bundle ACL reconstruction ส่งผลให้มีการฟื้นฟูเอ็นไขว้หน้าให้กลับไปมีลักษณะการทำงานใกล้เคียงกับเอ็นไขว้หน้าปกติได้ดีกว่า สำหรับวัสดุที่นำมาใช้ทดแทนเอ็นไขว้หน้ามีหลายประเภทดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



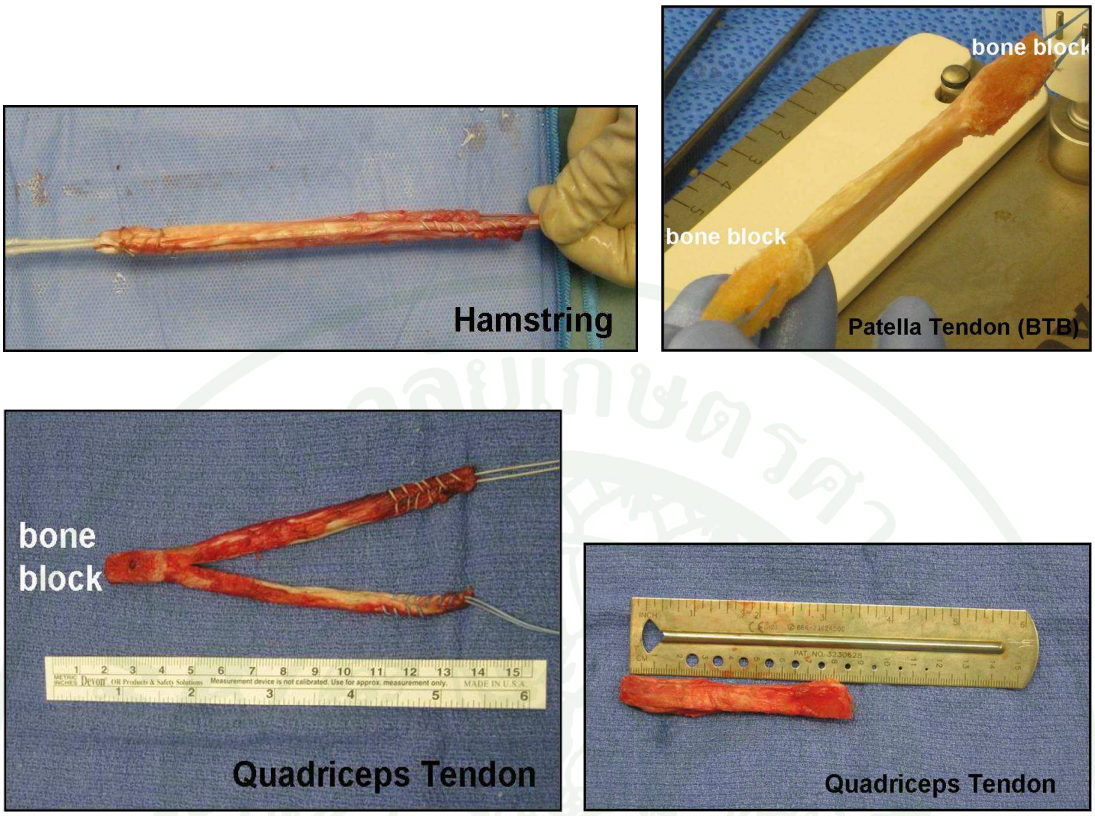
ภาพที่ 14 แสดงภาพขนาดความกว้างของเอ็นไขว้หน้าเปรียบเทียบระหว่าง Double-Bundle ACL reconstruction (ขวา) และ Single-Bundle ACL reconstruction (ซ้าย)

ที่มา: Freddie (2010)

วัสดุที่นำมาทดแทนเอ็นไขว้หน้า

วัสดุที่นำมาทดแทนเอ็นไขว้หน้ามักจะเป็นชิ้นส่วนเนื้อเยื่อที่นำมาจากร่างกายของคนไข้เอง (autograft) หรือนำมาจากผู้ที่เสียชีวิตแล้ว (allograft) โดยส่วนมากชิ้นส่วนเนื้อเยื่อที่นำมาจากร่างกายของคนไข้เองจะเป็นชิ้นส่วนจากเอ็นกล้ามเนื้อ (Tendon) คือ Hamstrings Tendons, Quadriceps Tendon และ Patellar Tendon ซึ่งข้อดีของการนำชิ้นส่วนเนื้อเยื่อที่มาจากร่างกายของคนไข้เองมาทดแทนเอ็นไขว้หน้า คือ ช่วยลดภาวะการติดเชื้อ และลดการปฏิเสธส่วนที่นำมาทดแทน เอ็นไขว้หน้า ส่งผลให้การรักษาการบาดเจ็บที่เกิดภายใต้กระบวนการของร่างกายเป็นไปได้อย่างรวดเร็วยิ่งขึ้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



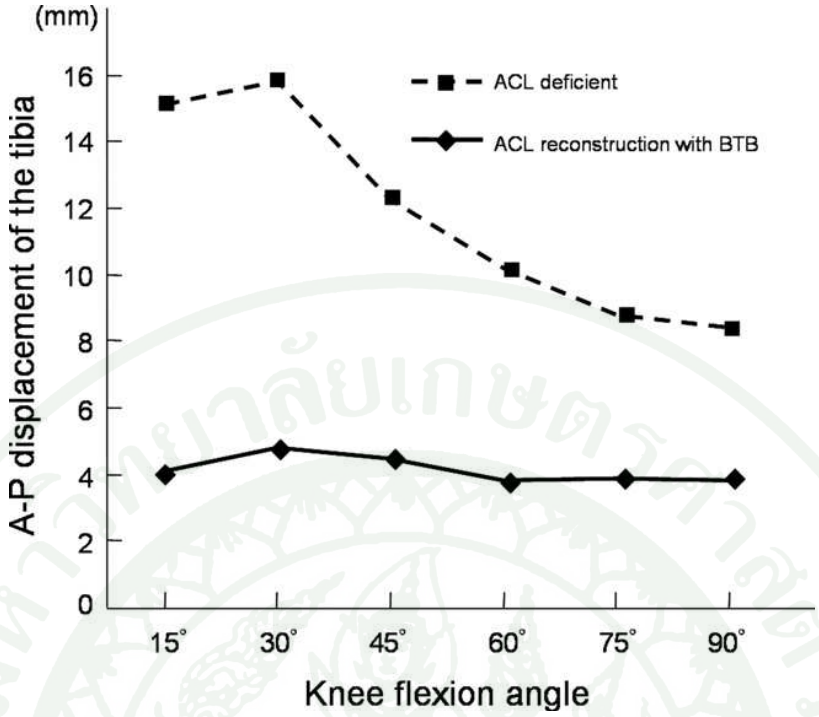
ภาพที่ 15 แสดงตัวอย่างชิ้นส่วนเนื้อเยื่อที่มาจากร่างกายคนไข้เองเพื่อมาใช้ทดแทนเอ็นไขว้หน้าที่บาดเจ็บ

ที่มา: Freddie (2010)

ชีวกลศาสตร์ของข้อเข่าก่อนและหลังการผ่าตัดซ่อมแซมเอ็นไขว้หน้า

การศึกษาของ Yamamoto และคณะ (2004) พบว่าการผ่าตัดซ่อมแซมเอ็นไขว้หน้าที่ฉีกขาดด้วย Bone-patellar tendon-bone (BTB) autograft ช่วยลดการเคลื่อนที่ไปในทิศทางหน้าหลังของกระดูกหน้าแข้งได้ดีกว่าผู้ที่ไม่ได้รับการผ่าตัดและเอ็นไขว้หน้ายังคงฉีกขาดทั้งเส้น (ภาพที่ 16) โดยพบความแตกต่างที่มุม15 ถึง 30 องศาของการงอเข่ามากที่สุด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 16 แสดงระยะการเลื่อนไปในทิศทางหน้าหลังของกระดูกหน้าแข้งในกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการผ่าตัดซ่อมแซมเอ็นไขว้หน้าและไม่ได้รับการผ่าตัดซ่อมแซมเอ็นไขว้หน้า

ที่มา: Yamamoto *et al*. (2004)

ผลการวิจัยของ Yamamoto *et al*. (2004) สอดคล้องกับการศึกษาของ Isaac and Patel (2005) ที่ได้นำข้อเข่าผู้เสียชีวิตมาศึกษาความมั่นคงภายหลังการผ่าตัดฟื้นฟูเอ็นไขว้หน้า โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 4 กลุ่มตัวอย่าง คือกลุ่มที่เอ็นไขว้หน้าไม่บาดเจ็บ กลุ่มที่เอ็นไขว้หน้าบาดเจ็บ กลุ่มที่เอ็นไขว้หน้าบาดเจ็บและได้รับการผ่าตัดเอ็นไขว้หน้าแล้ว และกลุ่มที่เอ็นไขว้หน้าไม่บาดเจ็บแต่ได้มีการนำข้อเข่ายึดเข้ากับเครื่องปั่นจักรยานและปั่นเป็นจำนวน 1,000 รอบ หลังจากนั้นให้แรงจำนวน 68 45 และ 23 นิวตัน กดลงที่ข้อเข่าในขณะที่ข้อเข่างอ 30 องศา ซึ่งผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าการผ่าตัดซ่อมแซมเอ็นไขว้หน้าสามารถช่วยฟื้นฟูความมั่นคงของข้อเข่าได้ดีกว่ากลุ่มที่ไม่ได้รับการผ่าตัดซ่อมแซมเอ็นไขว้หน้า

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

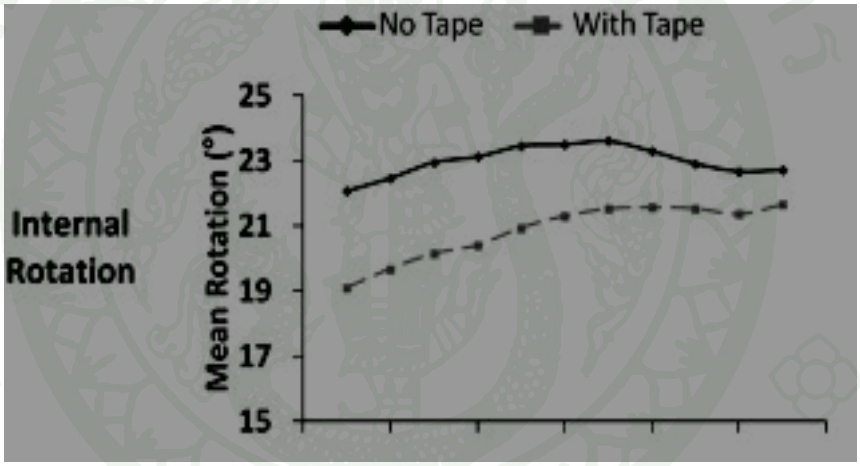
การพันผ้าเทปในนักกีฬาที่มีเอ็นไขว้หน้าบาดเจ็บ

การพันผ้าเทปรอบข้อเข่าที่บาดเจ็บได้รับการยอมรับกันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน รวมทั้งมีการปรับปรุงและพัฒนาวิธีการพันผ้าเทปให้เหมาะสมกับกลไกการบาดเจ็บ ลักษณะของข้อเข่า รวมถึงเงื่อนไขต่าง ๆ ของการบาดเจ็บที่ข้อเข่ามาอย่างต่อเนื่อง รวมทั้งได้นำการพันผ้าเทปมาเป็นส่วนหนึ่งของการรักษาคนไข้ที่ต้องการลดอาการเจ็บปวดและฟื้นฟูการทำงานของข้อเข่าในช่วงเวลาอันสั้น (Crossley and Arora, 2000) โดยไม่จำเป็นต้องผ่าตัดซ่อมแซมเอ็นไขว้หน้า ซึ่งเทคนิคและวิธีในการพันผ้าเทปมีมากมาย ขึ้นอยู่กับความแตกต่างทางโครงสร้างร่างกายที่ได้รับบาดเจ็บ รวมทั้งการประยุกต์ใช้ของผู้รักษาเพื่อให้เหมาะกับปัญหาของผู้ป่วยแต่ละบุคคล ซึ่งผู้รักษาแต่ละคนจะมีกระบวนการคิดและเหตุผลในการพันผ้าเทปที่แตกต่างกันออกไป ทั้งนี้ไม่สามารถบอกได้ว่าเทคนิคและวิธีในการพันผ้าเทปใดถูกต้องที่สุด เนื่องจากงานวิจัยทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการพันผ้าเทปมีไม่มาก และด้วยความหลากหลายของโครงสร้างทางร่างกาย จึงทำให้ไม่สามารถที่จะมีเทคนิคและวิธีในการพันผ้าเทปที่สมบูรณ์แบบที่สุดเพียงเทคนิคหรือวิธีการเดียวได้ แต่ที่ชัดเจนและมีการยอมรับอย่างแพร่หลาย คือ การพันผ้าเทปมีวัตถุประสงค์เพื่อจำกัดการเคลื่อนไหวที่ทำให้เกิดการบาดเจ็บและจำกัดการเคลื่อนไหวที่ไม่ต้องการ ลดการรับน้ำหนักในส่วนของโครงสร้างที่ได้รับบาดเจ็บหรืออ่อนแรง ลดอันตรายต่อเนื้อเยื่อและลดการอักเสบ เพิ่มแรงดันหลอดเลือดเพื่อเคลื่อนย้ายเลือดและของเสียออกจากบริเวณที่เกิดอาการบวม ลดการเกิดพังผืดบริเวณที่บาดเจ็บ และทำให้ผู้ป่วยกลับมาใช้งานส่วนที่บาดเจ็บได้โดยเร็ว

อย่างไรก็ตามการพันผ้าเทปก็มีข้อจำกัด คือ ระยะเวลาในการคงคุณสมบัติของผ้าเทป ดังเห็นได้จากงานวิจัยของ Garrick and Requa (2003) ที่ได้ศึกษาเกี่ยวกับระยะเวลาของผ้าเทปในการช่วยรักษาความมั่นคงของข้อเท้า โดยพันผ้าเทปที่ข้อเท้าด้วยเทคนิค figure of eight เพื่อรักษา ความมั่นคงของข้อเท้านักกีฬาฟุตบอลที่มีภาวะข้อเท้าหลวมหรือไม่มั่นคง และให้นักฟุตบอลแข่งขันฟุตบอลตามตำแหน่งและทักษะของตนเอง 45 นาที โดยมีการวัดความมั่นคงของข้อเท้าจากค่า Proprioceptive Sense ในทุก 3 นาที ซึ่งผลการวิจัยพบว่า คุณสมบัติของผ้าเทปในการรักษาความมั่นคงของข้อเท้าจะเริ่มลดลงเมื่อเวลาผ่านไป 10 นาที และหมดคุณสมบัติของผ้าเทปภายในระยะเวลา 30 นาที ส่วนข้อเสียอื่น อาทิเช่น การดึงรั้งมากเกินไปของผ้าเทปจากเทคนิคและวิธีการพันส่งผลต่อระบบไหลเวียนของเหลวภายในร่างกาย ระบบประสาทและกล้ามเนื้อ รวมทั้งส่งผลเสียต่อกลไกการเคลื่อนไหวที่ถูกต้องอีกด้วย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ปัจจัยจากความหลากหลายของโครงสร้างทางร่างกายของนักกีฬาแต่ละคน ทำให้เกิดเทคนิคและวิธีการพันผ้าเทปขึ้นหลากหลายวิธี แต่มีไม่กี่วิธีที่ถูกนำมาศึกษาวิจัยเพื่อหาผลลัพธ์ที่ชัดเจน เช่น Richard *et al*. (2000) ได้ศึกษาผลของการพันผ้าเทปด้วยเทคนิคเกลียว (Spiral technique) ในนักกีฬาฟุตบอล เพื่อจำกัดการเคลื่อนของข้อเข่าในลักษณะการบิดของกระดูกต้นขาและกระดูกหน้าแข้ง (Twist motion) พบว่า มุมของปลายเท้าของข้อเข่าที่ถูกพันผ้าเทปบิดได้น้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับไม่พันผ้าเทป และงานวิจัยของ Jones *et al*. (2003) พบว่า นักกีฬาที่เอ็นไขว้หน้าบาดเจ็บ รู้สึกพอใจและมั่นใจต่อการพันผ้าเทปด้วยเทคนิค ACL Taping มากที่สุด เนื่องจากเทคนิค ACL Taping นี้ จะมีลักษณะการพันผ้าเทปครอบคลุมข้อเข่าอย่างทั่วถึงและแน่นหนากว่าเทคนิคอื่น แต่ในแง่ของการช่วยลดอาการเจ็บปวดและความสามารถในการยืดตรึงข้อเข่านั้นไม่ได้มีการกล่าวถึง



ภาพที่ 17 แสดงมุมการบิดของปลายเท้า เปรียบเทียบระหว่างพันผ้าเทปด้วยเทคนิคเกลียว (Spiral technique) กับไม่พันผ้าเทปที่ข้อเข่าในนักกีฬาฟุตบอล

ที่มา: Richard *et al.* (2000)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

เครื่องมือและอุปกรณ์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลครั้งนี้ ประกอบไปด้วย

1. กล้องบันทึกภาพเคลื่อนไหวความเร็วสูงระบบแสงอินฟราเรด จำนวน 8 ตัว (MX3, Vicon Motion Systems Ltd., Oxford, UK)

2. วัตถุสะท้อนแสง (Retro-reflective Markers) จำนวน 16 อัน

3. โปรแกรมวิเคราะห์การเคลื่อนไหว Vicon Nexus (Vicon Motion Systems Ltd., Oxford, UK)

4. โปรแกรมวิเคราะห์การเคลื่อนไหว LifeMOD™ (BodySIM™ Version 2007.0.0)

5. เครื่องชั่งน้ำหนักและวัดส่วนสูง (Detecto, US) แบบแป้นยืน

6. ผ้าเทป Neotape ชนิดแข็ง ขนาดกว้าง 3 นิ้ว

7. แผ่นวัดแรงปฏิกิริยาจากพื้น Kistler (Kistler Corporation, Winterthur, Switzerland)

วิธีการ

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงทดลองแบบวัดซ้ำเพื่อลดความแปรปรวนระหว่างกลุ่มที่เกิดจากความแตกต่างของทักษะในการกระโดดและการเล่นกีฬาบาสเกตบอลของแต่ละบุคคล เพื่อศึกษาผลที่เกิดขึ้นจากการพันผ้าเทปและไม่พันผ้าเทปเท่านั้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประชากร

ประชากร คือ นักบาสเกตบอลระดับอุดมศึกษา หรือเทียบเท่า เพศชาย อายุระหว่าง 18-30 ปี ที่มีการบาดเจ็บเรื้อรังที่เอ็นไขว้หน้าของข้อเข่า

กลุ่มตัวอย่าง

นักบาสเกตบอลระดับอุดมศึกษา หรือเทียบเท่า เพศชาย อายุระหว่าง 18-30 ปี จำนวน 10 คน โดยกลุ่มตัวอย่างทุกคนจะได้รับการวินิจฉัยจากแพทย์ว่ามีการบาดเจ็บเรื้อรังที่เอ็นไขว้หน้าระดับ 2 (Anterior Cruciate Ligament Sprain: grade II) ของข้อเข่าเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 3 เดือน ก่อนเข้าร่วมการวิจัย และมีการตรวจยืนยันจากนักกายภาพบำบัดซ้ำก่อนการวิจัยด้วยวิธี Lachman's test ทั้งนี้กลุ่มตัวอย่างต้องไม่เคยรักษาการบาดเจ็บที่เอ็นไขว้หน้าด้วยวิธีผ่าตัด (Anterior Cruciate Ligament Reconstruction) ร่วมกับไม่มีการบาดเจ็บของร่างกายท่อนล่างในขณะเข้าร่วมวิจัย โดยงานวิจัยในครั้งนี้ได้รับการรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์จากศูนย์สิรินธรเพื่อการฟื้นฟูสมรรถภาพทางการแพทย์แห่งชาติ Sirindhorn National Medical Rehabilitation Centre (SNMRC) และกลุ่มตัวอย่างเซ็นยินยอมเข้าร่วมวิจัย

วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

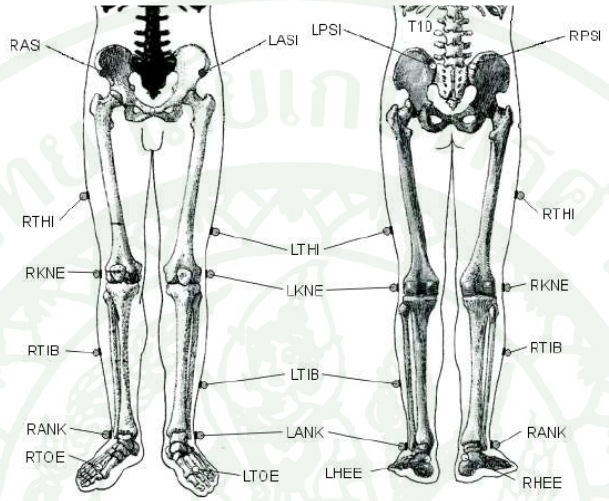
การเตรียมตัวของผู้เข้าร่วมวิจัย

ในการสร้างแบบจำลองร่างกายของโปรแกรม LifeMOD™ จำเป็นต้องมีข้อมูลจำเพาะทางกายภาพของผู้ถูกวิจัย เช่นอายุ ความสูง น้ำหนัก และเพศ เพื่อใช้ในการจำลองขนาดของกระดูก กล้ามเนื้อ และข้อต่อให้ใกล้เคียงกับผู้เข้าร่วมวิจัยแต่ละคน ดังนั้นจึงต้องทำการชั่งน้ำหนัก วัดส่วนสูง จากนั้นให้ผู้เข้าร่วมวิจัยกรอกแบบสอบถามเกี่ยวกับประสบการณ์การแข่งขัน และประสบการณ์การบาดเจ็บของเอ็นไขว้หน้า

ก่อนที่จะมีการทดสอบ ผู้เข้าร่วมวิจัยจะต้องจับสลากเพื่อสุ่มลำดับการพับผ้าเทป จากนั้นผู้เข้าร่วมวิจัยทุกคนจะทำการอบอุ่นร่างกาย (Warm up) ด้วยการวิ่งเยาะ ๆ (jogging) และยืดเหยียดกล้ามเนื้อ (Stretching Exercise) ทั้งร่างกายส่วนบนและร่างกายส่วนล่าง เป็นเวลา 10 นาที หลังจากทำการอบอุ่นร่างกายเสร็จ ผู้เข้าร่วมวิจัยที่สุ่มได้ลำดับการพันผ้าเทปก่อนจะได้รับการพันผ้าเทป

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ด้วยเทคนิค Anterior Cruciate Ligament Taping จากนักกายภาพบำบัด แล้วจึงทำการติดวัตถุสะท้อนแสง (retro-reflective markers) ตามตำแหน่งของ Lower Body Plug-in Gait Marker Set ส่วนผู้เข้าร่วมการวิจัยที่สุ่มได้ลำดับไม่พันผ้าเทปก่อน จะได้รับการติดวัตถุสะท้อนแสง (retro-reflective markers) ที่ร่างกายส่วนล่างเลย



ภาพที่ 18 แสดงตำแหน่งของวัตถุสะท้อนแสงที่ติดตามร่างกายบริเวณที่กำหนดตาม Plug in Gait Marker Set

ที่มา: http://docs.exdat.com (2009)

1. Anterior Superior Iliac Spine (ASIS)
2. Posterior Superior Iliac Spine (PSIS)
3. Lateral Thigh (THI)
4. Lateral Femoral Epicondyle (KNE)
5. Lateral Shank (TIB)
6. Calcaneous (HEE)
7. Lateral Malleolus (ANK)
8. Second Metatarsal (TOE)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เทคนิคและวิธีการพันผ้าเทปในนักกีฬาที่เอ็นไขว้หน้าบาดเจ็บ

เทคนิคที่ใช้ในการพันผ้าเทปในงานวิจัยครั้งนี้เรียกว่า Anterior Cruciate Ligament Taping (ภาคผนวก ง) วิธีการพันผ้าเทปจะพันครอบคลุมบริเวณข้อเข่าทั้งหมด ตั้งแต่ 1/3 ทางด้านบนของกระดูกหน้าแข้งไปจนถึง 1/3 ทางด้านล่างของต้นขา มีวัตถุประสงค์ เพื่อช่วยเพิ่มความมั่นคงให้กับข้อเข่าทางด้านหน้าและด้านข้าง จำกัดการเหยียดเข่าใน 20 องศาสุดท้าย จำกัดการเคลื่อนที่ไปข้างหน้าของกระดูกหน้าแข้ง (Anterior translation) และลดแรงเค้นที่ทำให้เกิดการกางข้อเข่า (Valgus)

ภาพที่ 19 แสดงภาพการพันผ้าเทปด้วยเทคนิค Anterior Cruciate Ligament Taping

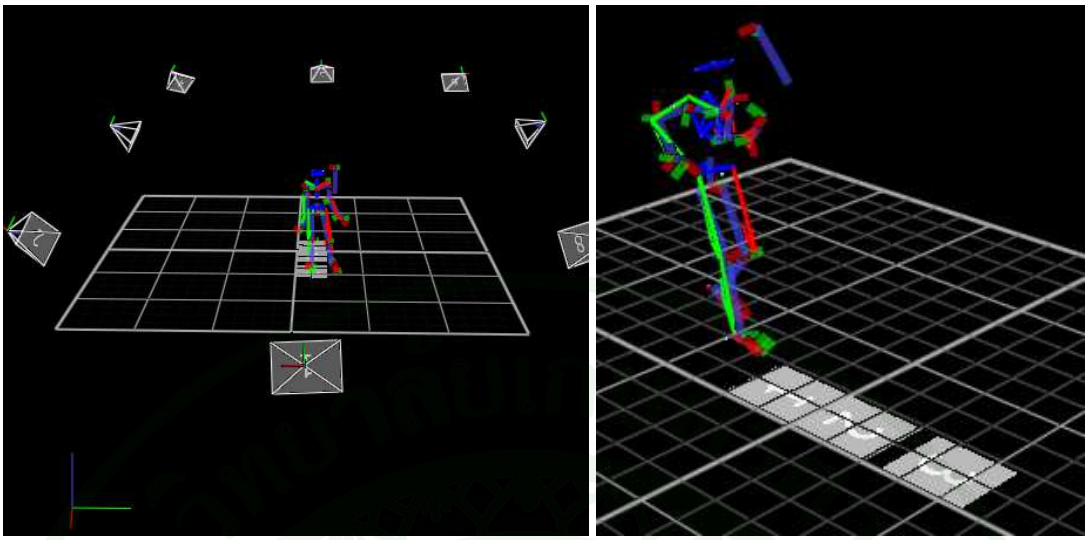
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การกระโดดยิงประตูบาสเกตบอล (Jump shot)

ในการวิจัยในครั้งนี้ ผู้เข้าร่วมวิจัยต้องทำการกระโดดยิงประตูบาสเกตบอลด้วยความสามารถสูงสุดภายใต้เงื่อนไข 2 เงื่อนไข คือ เมื่อได้รับการพันผ้าเทปและไม่พันผ้าเทปข้อเข่าข้างที่เอ็นไขว้หน้าบาดเจ็บเงื่อนไขละ 5 ครั้ง เพื่อนำมาหาค่าเฉลี่ยของแต่ละเงื่อนไขและของกลุ่มตัวอย่างแต่ละคน โดยลำดับก่อนหลังของการปฏิบัตินั้นจะถูกสุ่ม (Random) เพื่อกำจัดตัวแปรร่วมที่เกิดจากการเรียนรู้การเคลื่อนไหว (Motor learning) ของนักกีฬา ทั้งนี้ผู้เข้าร่วมวิจัยจะมีระยะเวลาพักระหว่างการทดสอบทั้ง 2 เงื่อนไข เป็นเวลา 15 นาที เพื่อให้ผู้เข้าร่วมวิจัยพักฟื้นร่างกายและยืดเหยียดกล้ามเนื้อเพื่อลดอาการล้าที่อาจเกิดขึ้นได้ และทำการเก็บข้อมูลในขณะที่นักกีฬาได้รับการพันผ้าเทปเสร็จสิ้นภายในเวลา 10 นาที เพื่อลดภาวะการคลายตัวและการสูญเสียการทำงานในการรักษาความมั่นคงข้อเข่าของผ้าเทป ทั้งนี้ก่อนที่จะมีการบันทึกภาพเคลื่อนไหว ผู้เข้าร่วมการวิจัยจะได้ทำความคุ้นเคยและทราบถึงการทำงานของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย รวมทั้งซ้อมกระโดดยิงประตูบาสเกตบอลจำนวนประมาณ 3 ครั้ง เพื่อให้เกิดความเคยชินกับทักษะและสามารถปฏิบัติได้อย่างถูกต้องก่อนการทดลองจริง

พื้นที่ที่ใช้ในการวิเคราะห์ภาพเคลื่อนไหวมีลักษณะเป็นทางวิ่ง ซึ่งมีกล้องบันทึกภาพเคลื่อนไหวความเร็วสูงระบบแสงอินฟราเรด จำนวน 8 ตัว ล้อมรอบบริเวณที่จะบันทึกภาพ และบริเวณจุดกึ่งกลางทางวิ่งจะมีแผ่นวัดแรงปฏิกิริยาจากพื้นฝังอยู่ 3 แผ่น ในการวิจัยนี้ ผู้เข้าร่วมวิจัยต้องวิ่งมาตามเส้นทางที่กำหนด จนกระทั่งถึงแผ่นวัดแรงปฏิกิริยาจากพื้นแผ่นที่ 1 แล้วจึงทำท่ากระโดดยิงประตูบาสเกตบอลให้เต็มความสามารถ และในขณะที่ร่างกายของผู้เข้าร่วมวิจัยตกลงสู่พื้นนั้น เท้าของขาข้างที่เอ็นไขว้หน้าบาดเจ็บจะต้องตกลงมาบนแผ่นวัดแรงปฏิกิริยาจากพื้นแผ่นที่ 3 เพียงข้างเดียว เพื่อบันทึกปริมาณแรงปฏิกิริยาจากพื้นที่กระทำต่อขาข้างที่เอ็นไขว้หน้าบาดเจ็บ ทั้งนี้ให้เท้าของผู้เข้าร่วมวิจัยตกลงสู่พื้นพร้อมกันหรือไม่พร้อมกันทั้ง 2 ข้างก็ได้ขึ้นอยู่กับความถนัดของแต่ละบุคคล เนื่องจากงานวิจัยนี้ได้ถูกออกแบบเป็นการวัดซ้ำ (repeated measure) ซึ่งเปรียบเทียบผลที่ได้ในบุคคลเดียวกันแล้ว

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



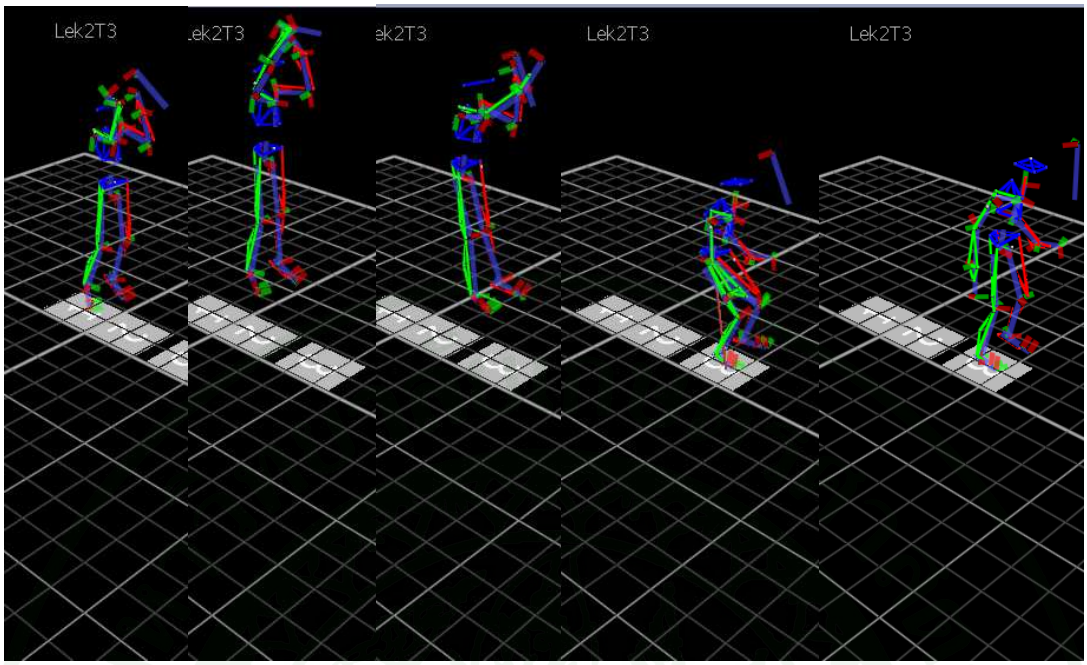
ภาพที่ 20 แสดงตำแหน่งการตั้งกล้องบันทึกภาพเคลื่อนไหวความเร็วสูงระบบแสงอินฟราเรด จำนวน 8 ตัว และตำแหน่งการวางแผ่นวัดแรงปฏิกิริยาจากพื้น และภาพโครงร่างของนักกีฬาเต็มตัวตัวอย่าง

การวิเคราะห์ภาพเคลื่อนไหวและการบันทึกแรงปฏิกิริยาจากพื้น

กล้องบันทึกภาพเคลื่อนไหวความเร็วสูงระบบแสงอินฟราเรด จำนวน 8 ตัว ได้ถูกติดตั้งรอบบริเวณที่จะทำการกระโดดยิงประตูบาสเกตบอล และบันทึกภาพเคลื่อนไหวด้วยความเร็ว 240 ภาพต่อวินาที ทั้งนี้กล้องบันทึกภาพเคลื่อนไหวจะเก็บสัญญาณภาพพร้อมกับ (Synchronize) แผ่นวัดแรงทำการบันทึกแรงปฏิกิริยาจากพื้นที่เกิดขึ้นในขณะที่ผู้เข้าร่วมวิจัยกระโดดออกจากแผ่นวัดแรงแผ่นที่ 1 และกระโดดตกลงบนแผ่นวัดแรงแผ่นที่ 3 ทั้งนี้ได้กำหนดให้แผ่นวัดแรงบันทึกแรงปฏิกิริยาจากพื้นด้วยความถี่ 1,000 เฮิร์ต (Hz) ทำการกำจัดสัญญาณรบกวน (noise) ที่เกิดขึ้นจากภาพเคลื่อนไหวที่บันทึกได้ รวมทั้งที่เกิดจากการบันทึกแรงปฏิกิริยาจากพื้นด้วยวิธี Woltring

จากนั้นจึงนำภาพการเคลื่อนไหวและปริมาณแรงปฏิกิริยาจากพื้นที่เกิดในขณะกระโดดยิงประตูบาสเกตบอลในขณะพันผ้าเทป จำนวน 5 ครั้ง และขณะที่ไม่พันผ้าเทป จำนวน 5 ครั้ง มาคำนวณหาตัวแปรทางคิเนมาติคส์ (kinematics) และคิเนติคส์ (kinetics) ด้วยกระบวนการ Inverse Dynamics โดยใช้โปรแกรม Vicon Nexus (Vicon Motion Systems Ltd., Oxford, UK) ข้อมูลที่ได้จะประกอบไปด้วย พิกัดของข้อต่อ (Joint Position) มุมของข้อเข่า (Knee Joint Angle) แรงปฏิกิริยาในข้อเข่า (Knee Joint Reaction Force) และโมเมนต์ของข้อเข่า (Knee Joint Moment)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 21 ตัวอย่างภาพต่อเนื่องในขณะกระโดดยิงประตูบาสเกตบอลที่นำมาวิเคราะห์ข้อมูล

การหาปริมาณแรงตึงของเอ็นไขว้หน้า

ปริมาณแรงตึงของเอ็นไขว้หน้าจะคำนวณหาได้จากแบบจำลองร่างกายส่วนล่างและแบบจำลองของเอ็นไขว้หน้าสามมิติ ผู้วิจัยทำการสร้างแบบจำลองสามมิตินี้จากโปรแกรม LifeMOD™ โดยให้แบบจำลองมีความเฉพาะเจาะจงตามขนาดร่างกายของผู้เข้าร่วมวิจัยแต่ละคน แบบจำลองร่างกายส่วนล่างและเอ็นไขว้หน้าของผู้เข้าร่วมวิจัย ประกอบไปด้วย กระดูกเชิงกราน ขาท่อนบน ขาท่อนล่าง และเท้าทั้ง 2 ข้าง โดยกำหนดให้ข้อสะโพกและข้อเข่ามีการเคลื่อนไหวได้ทั้งหมด 6 รูปแบบ (6 degree of freedom) คือ การเคลื่อนที่ (translation) 3 แกน และการหมุน (rotation) 3 แกน กำหนดให้ข้อเท้าเคลื่อนไหวเพียง 2 ระนาบ คือ ระนาบด้านข้าง (Sagittal plane) และระนาบด้านหน้า (Frontal plane) และกำหนดคุณสมบัติเชิงกล (mechanical properties) ของข้อต่อตามข้อมูลงานวิจัย ดังแสดงในตารางที่ 3

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 3 แสดงคุณสมบัติเชิงกลของข้อต่อได้แก่ ความแข็ง (joint stiffness) และความหน่วง (damping) ของข้อเข่า ข้อสะโพก และข้อเท้า

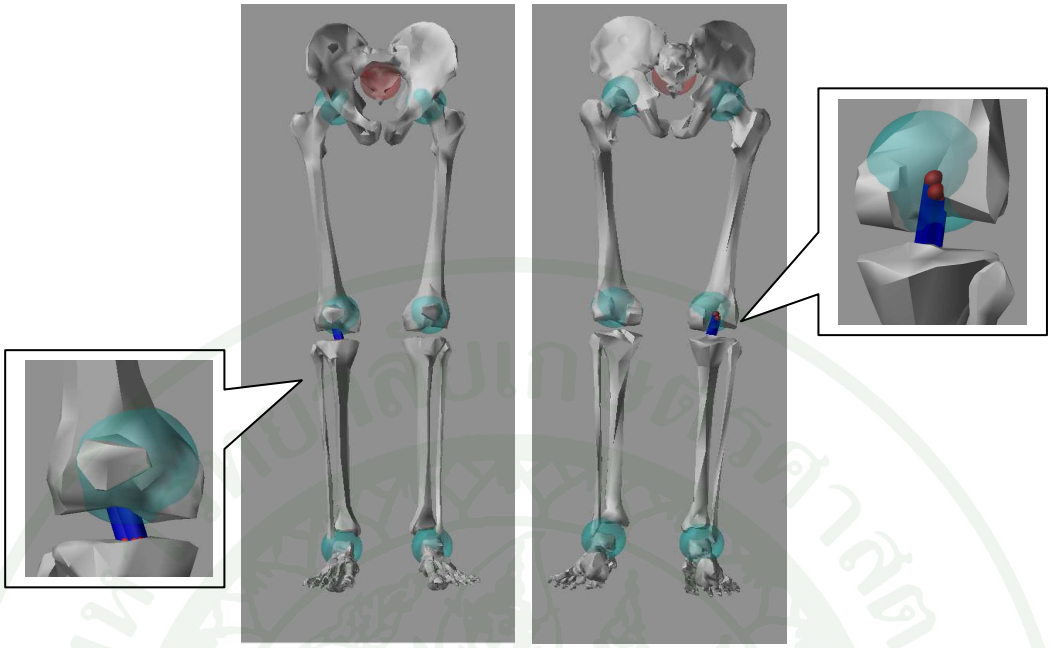
ข้อต่อ	ระนาบ	ความแข็ง (Nmm/rad)	ความหน่วง (Nmms/rad)
ข้อเข่า	ด้านข้าง	22300	700
	ด้านขวาง	3400	700
	ด้านหน้า	14300	700
ข้อสะโพก	ด้านข้าง	70000	700
	ด้านขวาง	80000	800
	ด้านหน้า	150000	1500
ข้อเท้า	ด้านข้าง	40000	400
	ด้านขวาง	-	-
	ด้านหน้า	100000	1000

ที่มา: Blackburn *et al.* (2004), Zhang *et al.* (1998) and Shultz et al. (2011)

ในการจำลองเอ็นไขว้หน้าแบบ 3 มิตินั้น ผู้วิจัยได้จำลองเอ็นไขว้หน้า 2 มัดเส้นใย คือ Anteromedial bundle และ Posterolateral bundle โดยผู้วิจัยวางตำแหน่งจุดเกาะต้นและจุดเกาะปลายของเอ็นไขว้หน้าที่ข้อเข่าข้างที่ต้องการศึกษา ตามตำแหน่งที่อ้างอิงจากงานวิจัยของ Herner (1999)

โดยจุดเกาะต้นที่กระดูกต้นขาของ Anteromedial bundle จะเกาะจากส่วนบน (proximal) ค่อนมาทางด้านหน้า (anterior) ของ lateral femoral condyle ส่วน Posterolateral bundle จะเกาะจากส่วนล่าง (distal) ค่อนมาทางด้านหลัง (posterior) ของ lateral femoral condyle สำหรับจุดเกาะปลายที่กระดูกหน้าแข้ง ทั้ง Anteromedial และ Posterolateral bundles จะเกาะอยู่ระหว่าง medial spine และ lateral spine ของกระดูกหน้าแข้ง โดยที่ Anteromedial bundle จะเกาะเยื้องไปทางด้านหน้าเข้ามาข้างใน ส่วน Posterolateral bundle จะเกาะเยื้องไปทางด้านหลังออกไปด้านนอก ดังแสดงในภาพที่ 6 และภาพที่ 22

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 22 แสดงแบบจำลองร่างกายส่วนล่างและเอ็นไขว้หน้าของผู้เข้าร่วมวิจัยที่ถูกสร้างจากโปรแกรม LifeMOD™

หลังจากที่สร้างแบบจำลองข้อเข่าและเอ็นไขว้หน้าของผู้เข้าร่วมวิจัยแต่ละคนเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยจะใส่ข้อมูลเกี่ยวกับคุณสมบัติเชิงกลของเอ็นไขว้หน้า เส้นผ่าศูนย์กลาง ความแข็ง (Stiffness) และความหย่อน ดังต่อไปนี้

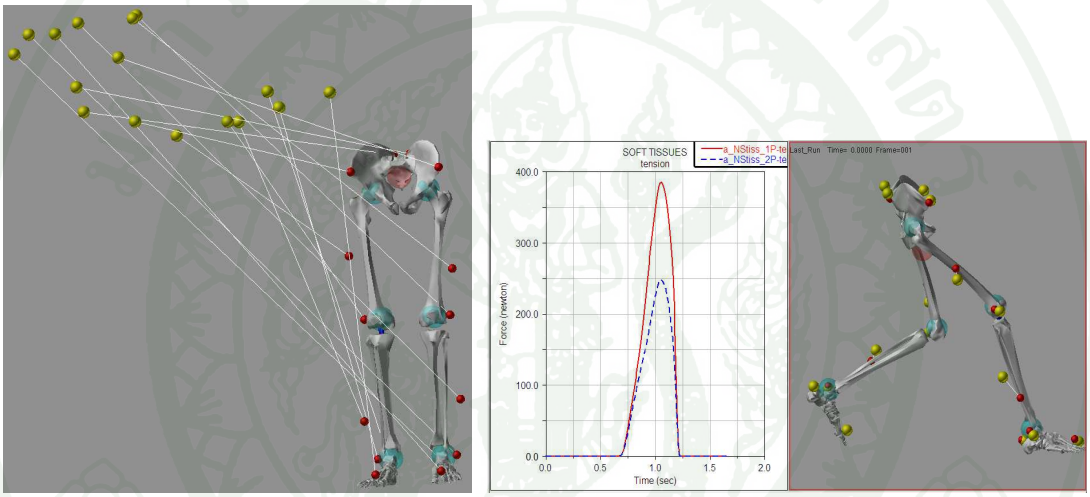
ตารางที่ 4 แสดงเส้นผ่าศูนย์กลาง ความแข็ง (Stiffness) และความหย่อน (slack length) ของ Anteromedial (AM) bundle และ Posterolateral (PL) bundle

เอ็นไขว้หน้า	เส้นผ่าศูนย์กลาง mm	ความแข็ง (N/mm)	ความหย่อน (%)
Anteromedial (AM) bundle	8.2	114	0.2
Posterolateral (PL) bundle	7.5	62	0.2

ที่มา: Herner (1999) and Shultz et al. (2011)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สุดท้ายข้อมูลตำแหน่งของวัตถุสะท้อนแสงที่บันทึกได้จากกล้องบันทึกภาพเคลื่อนไหวความเร็วสูงระบบระบบอินฟราเรดที่ได้จากการประมวลผลของโปรแกรม Vicon NEXUS ในช่วงลอยตัวอยู่ในอากาศ โดยเริ่มตั้งแต่เท้าเริ่มหลุดจากแผ่นวัดแรงแผ่นที่ 1 (take off) จนกระทั่งเท้าเริ่มสัมผัสแผ่นวัดแรงแผ่นที่ 3 จะถูกนำมาใส่ในแบบจำลองของร่างกายส่วนล่าง เพื่อให้แบบจำลองมีการเคลื่อนที่เสมือนที่นักกีฬากระโดดยิงประตูบาสเกตบอลจริง เพื่อให้โปรแกรม LifeMOD™ คำนวณหาแรงตึงที่เอ็นไขว้หน้าของทั้ง Anteromedial และ Posterolateral bundles ซึ่งปริมาณแรงตึงสูงสุดของ Anteromedial และ Posterolateral bundles ที่เกิดขึ้นในขณะกระโดดจะถูกนำมาวิเคราะห์ผลทางสถิติต่อไป



ภาพที่ 23 แสดงการหาปริมาณแรงตึงของเอ็นไขว้หน้าจากแบบจำลองสามมิติโดยโปรแกรม LifeMOD™

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สถิติที่ใช้ในงานวิจัย

1. หาค่าเฉลี่ย (mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) ของแรงตึงที่เอ็นไขว้หน้าและตัวแปรทางชีวกลศาสตร์

2. ทดสอบการกระจายของข้อมูลแบบโค้งปกติ (Normal Distribution) โดยกำหนดความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งงานวิจัยครั้งนี้ตัวแปรที่ไม่มีการกระจายของข้อมูลแบบโค้งปกติ คือ แรงตึงที่ Anteromedial bundle (กลุ่มตัวอย่างที่พันผ้าเทป) แรงตึงที่ Posterolateral bundle (กลุ่มตัวอย่างที่พันผ้าเทป) ค่าต่ำสุดของแรงปฏิกิริยาในข้อเข่าทิศทางหน้าหลัง (กลุ่มตัวอย่างที่ไม่พันผ้าเทป) ค่าสูงสุดของแรงปฏิกิริยาในข้อเข่าทิศทางหน้าหลัง (กลุ่มตัวอย่างที่ไม่พันผ้าเทป) โมเมนท์การหมุนเข่าเข้าด้านใน (กลุ่มตัวอย่างที่ไม่พันผ้าเทป) มุมการงอเข่าน้อยที่สุด (กลุ่มตัวอย่างที่ไม่พันผ้าเทป) ระยะการหมุนเข่าในระนาบด้านข้าง (กลุ่มตัวอย่างที่ไม่พันผ้าเทป) และมุมหุบเข่ามากที่สุด (กลุ่มตัวอย่างที่ไม่พันผ้าเทป)

3. วิเคราะห์หาความแตกต่างของตัวแปรทางชีวกลศาสตร์เมื่อมีการพันผ้าเทปและไม่พันผ้าเทปที่ข้อเข่าข้างที่บาดเจ็บโดยคำนึงถึงปฏิสัมพันธ์และความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแต่ละตัวด้วยสถิติ One Way Multivariate Analysis Of Variance with Repeated Measures

4. เปรียบเทียบความแตกต่างของตัวแปรทางชีวกลศาสตร์เมื่อมีการพันผ้าเทปและไม่พันผ้าเทปที่ข้อเข่า โดยใช้สถิติ One Way Analysis of Variance with Repeated Measures ในกลุ่มตัวอย่างที่มีการกระจายข้อมูลแบบโค้งปกติ (Normal Distribution) และใช้สถิติ Wilcoxon Signed Rank test ในตัวแปรที่ไม่มีการกระจายข้อมูลแบบโค้งปกติ (Non normal Distribution)

5. วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทางชีวกลศาสตร์ที่เกิดขึ้นในขณะที่พบแรงตึงสูงสุดของ Anteromedial bundle และ Posterolateral bundle ด้วยสถิติ Pearson Product Moment Correlation

6. กำหนดความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลและวิจารณ์

ผล

แรงตึงที่เอ็นไขว้หน้า และตัวแปรทางชีวกลศาสตร์ที่เกิดจากผลของการพันผ้าเทปและไม่พันผ้าเทปของกลุ่มตัวอย่างถูกนำมาวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS ผู้วิจัยได้รายงานผลการทดลองออกเป็น 4 ตอน

ตอนที่ 1 แสดงลักษณะการเคลื่อนไหวในการกระโดดยิงประตูบาสเกตบอลและกราฟแสดงปริมาณแรงตึงที่เอ็นไขว้หน้า (Anterior Cruciate Ligament Force) ของทั้ง Anteromedial bundle และ Posterolateral bundle ในแต่ละช่วงของการกระโดดยิงประตูบาสเกตบอล

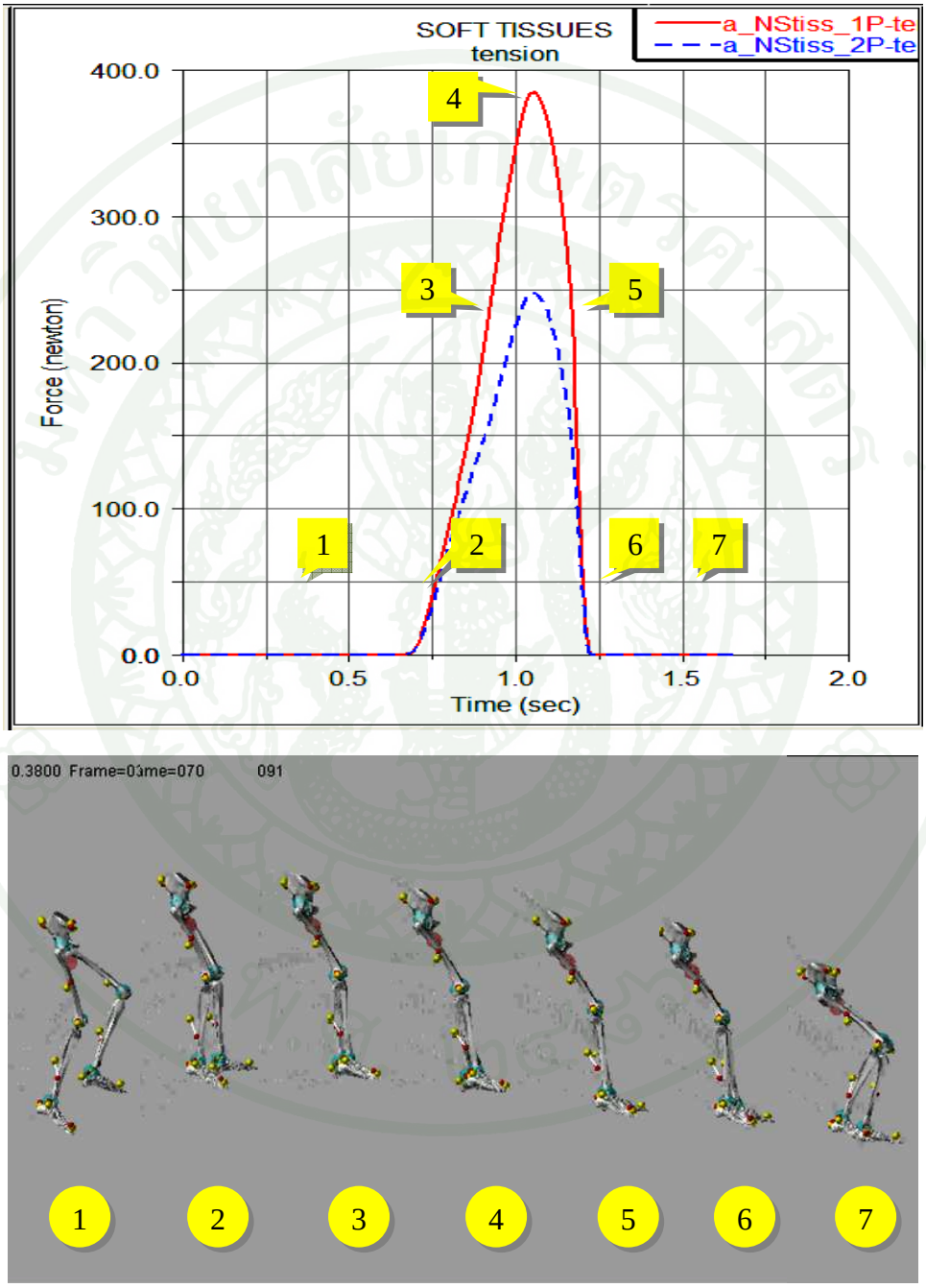
ตอนที่ 2 อธิบายปฏิสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทางชีวกลศาสตร์และผลของการพันผ้าเทป

ตอนที่ 3 แสดงผลของการพันผ้าเทปที่มีต่อแรงตึงสูงสุดของเอ็นไขว้หน้าและค่าสูงสุดหรือต่ำสุดของตัวแปรทางชีวกลศาสตร์ที่พบในขณะกระโดดยิงประตูบาสเกตบอล

ตอนที่ 4 แสดงผลการวิเคราะห์หาปัจจัยทางชีวกลศาสตร์ที่ส่งผลต่อแรงตึงสูงสุดที่ Anteromedial bundle และ Posterolateral bundle

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตอนที่ 1 แสดงลักษณะการเคลื่อนไหวในการกระโดดยิงประตูบาสเกตบอลและกราฟแสดงปริมาณแรงตึงที่เอ็นไขว้หน้า (Anterior Cruciate Ligament Tensile Force) ของทั้ง Anteromedial bundle และ Posterolateral bundle ในแต่ละช่วงของการกระโดดยิงประตูบาสเกตบอล



ภาพที่ 24 แสดงตัวอย่างการเคลื่อนไหวของร่างกายท่อนล่างขณะกระโดดยิงประตูบาสเกตบอลและกราฟแรงตึงที่เอ็นไขว้หน้าของผู้เข้าร่วมวิจัยหนึ่งคนในแต่ละช่วงของการกระโดด (สีแดง: Anteromedial bundle สีน้ำเงิน: Posterolateral bundle)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากตัวอย่างการเคลื่อนไหวของร่างกายท่อนล่างขณะกระโดดยิงประตูบาสเกตบอลและกราฟแรงตึงที่เอ็นไขว้หน้าในแต่ละช่วงของการกระโดด แสดงให้เห็นว่าในขณะที่ร่างกายลอยสูงขึ้นจากพื้น มุมในการงอเข่าลดน้อยลงหรือนักกีฬาเหยียดเข่านั่นเอง ทำให้กราฟเริ่มปรากฏค่าปริมาณแรงตึงที่เอ็นไขว้หน้าและแรงตึงที่เอ็นไขว้หน้ามีค่าเพิ่มมากขึ้น จนกระทั่งมีค่ามากที่สุดตรงกับช่วงแรกที่ร่างกายเริ่มตกลงสู่พื้น ซึ่งเป็นเวลาที่เข่าเหยียดออกใกล้สุดระยะการเหยียดเข่า (ตำแหน่งที่ 4) หลังจากนั้นปริมาณแรงตึงที่เอ็นไขว้หน้าจะค่อย ๆ ลดลงจนกระทั่งร่างกายของผู้เข้าร่วมวิจัยตกถึงพื้น เมื่อร่างกายของผู้เข้าร่วมวิจัยตกถึงพื้นแล้ว ข้อเข่ามีการงอมากขึ้นเพื่อลดแรงกระทำจากพื้น กราฟที่แสดงค่าปริมาณแรงตึงที่เอ็นไขว้หน้าจะหายไป ซึ่งลักษณะการเกิดกราฟแรงตึงที่ Anteromedial bundle และ Posterolateral bundle จะมีลักษณะเหมือนกัน แต่แรงตึงที่ Posterolateral bundle มีค่าน้อยกว่าแรงตึงที่ Anteromedial bundle ตลอดช่วงของการกระโดด

ตอนที่ 2 อธิบายปฏิสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทางชีวกลศาสตร์และผลของการพันผ้าเทป

ตารางที่ 5 แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุทางเดียวแบบวัดซ้ำโดยพิจารณาตามแรงตึงสูงสุดที่เอ็นไขว้หน้า แรงปฏิกิริยาในข้อเข่า และเงื่อนไขของการพันหรือไม่พันผ้าเทป

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	*F*	*p*
แรงตึงที่เอ็นไขว้หน้าและแรงปฏิกิริยาในข้อเข่า	1.215	10600000.000	8732536.490	119.250	0.000**
ความคลาดเคลื่อน	10.937	800926.942	73228.525		
การพันผ้าเทป	1.000	142505.578	142505.578	10.771	0.010**
ความคลาดเคลื่อน	9.000	119073.948	13230.439		
ปฏิสัมพันธ์ (แรงตึงที่เอ็นไขว้หน้าและแรงปฏิกิริยาในข้อเข่า ×การพันผ้าเทป)	1.216	502085.624	412816.402	10.054	0.007**
ความคลาดเคลื่อน	10.946	449434.583	41058.505		

** มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

หมายเหตุ แรงตึงสูงสุดที่เอ็นไขว้หน้าประกอบไปด้วยแรงตึงสูงสุดที่ Anteromedial และ Posterolateral bundles

แรงในข้อเข่า คือ แรงปฏิกิริยาในข้อเข่าซึ่งประกอบไปด้วย แรงปฏิกิริยาในข้อเข่าทิศทางด้านหน้าหลัง ซ้ายขวา และบนล่าง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เมื่อพิจารณาแรงตึงสูงสุดที่เอ็นไขว้หน้าและปริมาณแรงปฏิกิริยาในข้อเข่าเพียงอย่างเดียว พบว่าแรงตึงสูงสุดที่เอ็นไขว้หน้าและแรงปฏิกิริยาในข้อเข่าแต่ละทิศทางแตกต่างกัน $F_{(1.215, 10.937)} = 119.250$ และเมื่อพิจารณาผลของการพันผ้าเทปเพียงอย่างเดียว พบว่าการพันผ้าเทปและไม่พันผ้าเทปส่งผลต่อแรงตึงสูงสุดที่เอ็นไขว้หน้าและแรงปฏิกิริยาในข้อเข่าแต่ละทิศทางที่แตกต่างกัน $F_{(1, 9)} = 10.771$ ทั้งนี้ผลของการพันผ้าเทปกับแรงตึงสูงสุดที่เอ็นไขว้หน้าและปริมาณแรงปฏิกิริยาของข้อเข่ามีปฏิสัมพันธ์กัน $F_{(1.216, 10.946)} = 10.054$ ซึ่งหมายความว่าแรงตึงสูงสุดที่เอ็นไขว้หน้าและปริมาณแรงปฏิกิริยาในข้อเข่าขึ้นอยู่กับเงื่อนไขของการพันหรือไม่พันผ้าเทป

ตารางที่ 6 แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุทางเดียวแบบวัดซ้ำของแรงตึงที่เอ็นไขว้หน้าโดยพิจารณาตามทิศทางของโมเมนท์และเงื่อนไขของการพันหรือไม่พันผ้าเทป

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	*F*	*p*
ทิศทางของโมเมนท์	2.549	2.22E8	8.708E7	310.412	0.000**
ความคลาดเคลื่อน	22.943	6436132.759	280527.784		
การพันผ้าเทป	1.000	815851.578	815851.578	37.682	0.000**
ความคลาดเคลื่อน	9.000	194859.868	21651.096		
ปฏิสัมพันธ์ (ทิศทางของโมเมนท์ × การพันผ้าเทป)	3.090	1078383.903	349005.628	7.628	0.001**
ความคลาดเคลื่อน	27.809	1272268.734	45750.451		

** มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

หมายเหตุ ทิศทางของโมเมนท์ประกอบไปด้วย โมเมนท์ในทิศทางเหยียดงอ หุบกาง และหมุนเข้าหมุนออก

เมื่อพิจารณาปริมาณของโมเมนท์ที่เกิดขึ้นในข้อเข่าเพียงอย่างเดียวพบว่าปริมาณของโมเมนท์ที่เกิดขึ้นในข้อเข่าแต่ละทิศทางแตกต่างกัน $F_{(2.549, 22.943)} = 310.412$ และเมื่อพิจารณาผลของการพันผ้าเทปเพียงอย่างเดียว พบว่า การพันผ้าเทปและไม่พันผ้าเทปส่งผลต่อปริมาณของโมเมนท์ที่เกิดขึ้นในข้อเข่าแต่ละทิศทางที่แตกต่างกัน $F_{(1, 9)} = 37.682$ ทั้งนี้ผลของการพันผ้าเทปกับโมเมนท์ที่เกิดขึ้นในข้อเข่าในแต่ละทิศทางมีปฏิสัมพันธ์กัน $F_{(3.090, 27.809)} = 7.628$ ซึ่งหมายความว่าปริมาณของโมเมนท์ที่แตกต่างกันในแต่ละทิศทางขึ้นอยู่กับเงื่อนไขของการพันหรือไม่พันผ้าเทป

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 7 แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุทางเดียวแบบวัดซ้ำของแรงตึงที่เอ็นไขว้หน้าโดยพิจารณาตามมุมของข้อเข่าในระนาบด้านข้างและเงื่อนไขของการพันหรือไม่พันผ้าเทป

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	*F*	*p*
มุมของข้อเข่าในระนาบด้านข้าง	1.249	18876.051	15110.881	235.285	0.000**
ความคลาดเคลื่อน	11.243	722.036	64.224		
การพันผ้าเทป	1.000	279.731	279.731	2.610	0.141
ความคลาดเคลื่อน	9.000	964.755	107.195		
ปฏิสัมพันธ์ (มุมของข้อเข่าในระนาบด้านข้าง × การพันผ้าเทป)	1.208	1355.911	1122.292	17.537	0.001**
ความคลาดเคลื่อน	10.873	695.837	63.994		

** มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

หมายเหตุ มุมของข้อเข่าในระนาบด้านข้างประกอบไปด้วย มุมที่ข้อเข่างอมากและน้อยที่สุด และระยะการหมุนข้อเข่าในระนาบด้านข้าง

เมื่อพิจารณามุมของข้อเข่าในระนาบด้านข้างเพียงอย่างเดียว พบว่ามีค่าแตกต่างกัน $F_{(1.249, 11.243)} = 235.285$ และเมื่อพิจารณาผลของการพันผ้าเทปเพียงอย่างเดียว พบว่า การพันผ้าเทปและไม่พันผ้าเทปไม่ส่งผลให้มุมของข้อเข่าในระนาบด้านข้างแตกต่างกัน $F_{(1, 9)} = 2.610$ ทั้งนี้ผลของการพันผ้าเทปกับมุมของข้อเข่าในระนาบด้านข้าง มีปฏิสัมพันธ์กัน $F_{(1.208, 10.873)} = 17.537$ ซึ่งหมายความว่ามุมในการงอ หรือเหยียดเข่าขึ้นอยู่กับเงื่อนไขของการพันหรือไม่พันผ้าเทป

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 8 แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุทางเดียวแบบวัดซ้ำของแรงตึงที่เอ็นไขว้หน้าโดยพิจารณาตามมุมของข้อเข่าในระนาบด้านหน้าและเงื่อนไขของการพันหรือไม่พันผ้าเทป

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	*F*	*p*
มุมของข้อเข่าในระนาบด้านหน้า	1.170	4740.607	4050.233	53.121	0.000**
ความคลาดเคลื่อน	10.534	803.171	76.245		
การพันผ้าเทป	1.000	717.175	717.175	140.935	0.000**
ความคลาดเคลื่อน	9.000	45.798	5.089		
ปฏิสัมพันธ์ (มุมของข้อเข่าในระนาบด้านหน้า×การพันผ้าเทป)	1.416	5488.061	3875.472	56.549	0.000**
ความคลาดเคลื่อน	12.745	873.446	63.533		

** มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

หมายเหตุ มุมของข้อเข่าในระนาบด้านหน้าประกอบไปด้วย มุมที่ข้อเข่าหุบหรือกาง และระยะการหมุนข้อเข่าในระนาบด้านหน้า

เมื่อพิจารณามุมของข้อเข่าในระนาบด้านหน้าเพียงอย่างเดียว พบว่ามีค่าแตกต่างกัน $F_{(1.170,\ 10.534)} = 53.121$ และเมื่อพิจารณาผลของการพันผ้าเทปเพียงอย่างเดียว พบว่า การพันผ้าเทปและไม่พันผ้าเทปส่งผลต่อมุมของข้อเข่าในระนาบด้านหน้าที่แตกต่างกัน $F_{(1,\ 9)} = 140.935$ ทั้งนี้ผลของการพันผ้าเทปกับมุมของข้อเข่าในระนาบด้านหน้า มีปฏิสัมพันธ์กัน $F_{(1.416,\ 12.745)} = 56.549$ ซึ่งหมายความว่ามุมในการหุบหรือกางเข่าที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับเงื่อนไขของการพันหรือไม่พันผ้าเทป

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 9 แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุทางเดียวแบบวัดซ้ำของแรงตึงที่เอ็นไขว้หน้าโดยพิจารณาตามมุมข้อเข่าในระนาบขวางและเงื่อนไขของการพันหรือไม่พันผ้าเทป

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	*F*	*p*
มุมข้อเข่าในระนาบขวาง	2.000	3788.666	1894.333	409.562	0.000**
ความคลาดเคลื่อน	18.000	83.255	4.625		
การพันผ้าเทป	1.000	1069.270	1069.270	117.355	0.000**
ความคลาดเคลื่อน	9.000	82.003	9.111		
ปฏิสัมพันธ์ (มุมข้อเข่าในระนาบขวาง ×การพันผ้าเทป)	2.000	4306.603	2153.302	925.443	0.000**
ความคลาดเคลื่อน	18.000	41.882	2.327		

** มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

หมายเหตุ มุมการหมุนข้อเข่าในระนาบขวางประกอบไปด้วย มุมที่ข้อเข่าหมุนด้านในมากและน้อยที่สุด และระยะการหมุนของข้อเข่าระนาบขวาง

เมื่อพิจารณามุมข้อเข่าในระนาบขวางเพียงอย่างเดียว พบว่า มีค่าแตกต่างกัน $F_{(2, 18)} = 409.562$ และเมื่อพิจารณาผลของการพันผ้าเทปเพียงอย่างเดียว พบว่า การพันผ้าเทปและไม่พันผ้าเทปส่งผลต่อมุมข้อเข่าในระนาบขวางที่แตกต่างกัน $F_{(1, 9)} = 117.355$ ทั้งนี้ผลของการพันผ้าเทปกับมุมข้อเข่าในระนาบขวางมีปฏิสัมพันธ์กัน $F_{(2, 18)} = 925.443$ ซึ่งหมายความว่ามุมข้อเข่าในระนาบขวางที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับเงื่อนไขของการพันหรือไม่พันผ้าเทป

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตอนที่ 3 แสดงผลของการพันผ้าเทปที่มีต่อแรงตึงสูงสุดที่เอ็นไขว้หน้าและค่าสูงสุดหรือต่ำสุดของตัวแปรทางชีวกลศาสตร์ที่พบในขณะกระโดดยิงประตูบาสเกตบอล

ตารางที่ 10 แสดงค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำของแรงตึงสูงสุดของ Anteromedial bundle และ Posterolateral bundle ในขณะพันผ้าเทปและไม่พันผ้าเทป

แรงตึงสูงสุดที่เอ็นไขว้หน้า	พันผ้าเทป (นิวตัน)		ไม่พันผ้าเทป (นิวตัน)		*p*-value[a]	*p*-value[b]
	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.		
Anteromedial bundle	566.503	256.833	897.216	263.569	0.009**	0.022*
Posterolateral bundle	346.323	173.557	486.084	106.693	0.027*	0.047*

p-value[a] คือ การใช้สถิติ One way ANOVA with Repeated Measures กำหนดความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

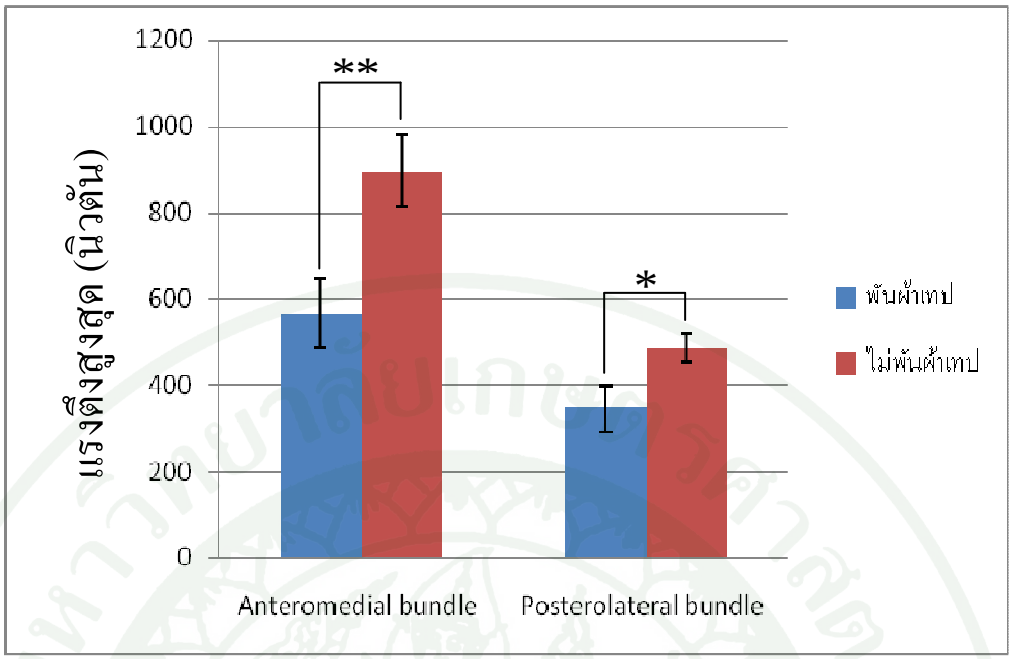
p-value[b] คือ การใช้สถิติ Wilcoxon Signed Rank test กำหนดความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (Two-tailed)

** มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เมื่อใช้สถิติ One-way ANOVA with Repeated Measures เพื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนของแรงตึงสูงสุดของ Anteromedial bundle และ Posterolateral bundle ของกลุ่มตัวอย่าง พบว่าการไม่พันผ้าเทปทำให้มีแรงตึงสูงสุดของเอ็นไขว้หน้าทั้งในส่วนของ Anteromedial bundle และ Posterolateral bundle มากกว่าการพันผ้าเทปรอบข้อเข่าที่บาดเจ็บ ทั้งนี้ได้ใช้สถิติ Wilcoxon Signed Rank Test ร่วมด้วย เนื่องจาก Anteromedial bundle และ Posterolateral bundle ของกลุ่มตัวอย่าง ที่พันผ้าเทปไม่มีการกระจายแบบโค้งปกติ ซึ่งผลการวิเคราะห์ Wilcoxon Signed Rank Test ก็ให้ผล ที่เหมือนกัน คือ ถ้าไม่พันผ้าเทปรอบข้อเข่าที่บาดเจ็บจะทำให้เกิดแรงตึงสูงสุดของเอ็นไขว้หน้ามากกว่าการพันผ้าเทปรอบข้อเข่า

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 25 แสดงค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (S.E.) ของแรงตึงสูงสุดที่ Anteromedial bundle และ Posterolateral bundle ในขณะพันผ้าเทปและไม่พันผ้าเทป

จากแผนภูมิแท่งเปรียบเทียบแรงตึงสูงสุดของ Anteromedial bundle และ Posterolateral bundle ระหว่างพันผ้าเทปและไม่พันผ้าเทป แสดงให้เห็นว่าแรงตึงสูงสุดของเอ็นไขว้หน้าของทั้ง Anteromedial bundle และ Posterolateral bundle ในขณะพันผ้าเทปมีค่าน้อยกว่าในขณะไม่พันผ้าเทป และแสดงให้เห็นว่าแรงตึงสูงสุดที่เอ็นไขว้หน้าในส่วนของ Anteromedial bundle มีค่ามากกว่าแรงตึงสูงสุดที่เกิดขึ้นในส่วนของ Posterolateral bundle ทั้งในขณะพันผ้าเทปและไม่พันผ้าเทป

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 11 แสดงค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำของแรงปฏิกิริยาในข้อเข่า (Knee Joint Reaction Forces) ในขณะพันผ้าเทปและไม่พันผ้าเทป

ตัวแปรทางชีวกลศาสตร์ที่ศึกษา	พันผ้าเทป		ไม่พันผ้าเทป		p-value[a]	p-value[b]
	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.		
แรงปฏิกิริยาในข้อเข่า (นิวตัน)						
ค่าสูงสุดทิศทางหน้าหลัง	9.734	0.745	11.047	1.727	0.006**	0.005**
ค่าต่ำสุดทิศทางหน้าหลัง	1.225	0.370	1.538	0.565	0.043*	0.037*
ค่าสูงสุดทิศทางในนอก	2.621	0.809	3.395	1.105	0.110	
ค่าต่ำสุดทิศทางในนอก	2.111	0.565	2.880	1.117	0.009**	
ค่าสูงสุดทิศทางบนล่าง	28.727	2.257	32.007	2.763	0.002**	
ค่าต่ำสุดทิศทางบนล่าง	1.595	0.270	2.175	0.267	0.000**	

p-value[a] คือ การใช้สถิติ One-way ANOVA with Repeated Measures กำหนดความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

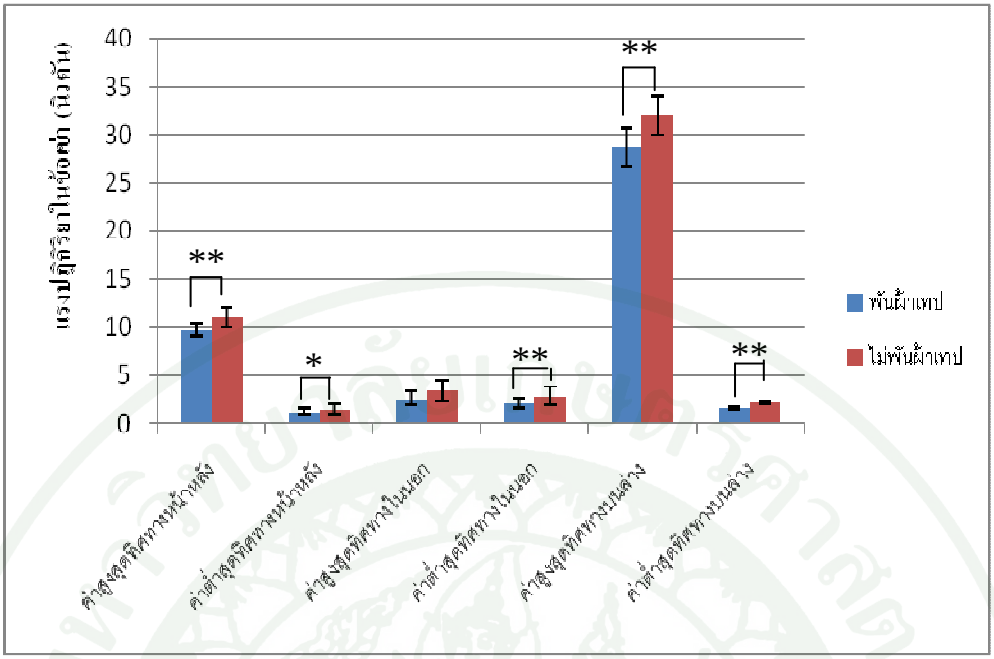
p-value[b] คือ การใช้สถิติ Wilcoxon Signed Rank test กำหนดความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (Two-tailed)

** มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

หมายเหตุ เครื่องหมาย + หมายถึงแรงปฏิกิริยาในข้อเข่าทิศทางด้านหน้า ด้านใน และด้านบน
เครื่องหมาย – หมายถึงแรงปฏิกิริยาในข้อเข่าทิศทางด้านหลัง ด้านนอก และด้านล่าง
แต่ในงานวิจัยครั้งนี้พบแรงปฏิกิริยาในข้อเข่าทิศทางด้านหน้า ด้านใน และด้านบน
เท่านั้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 26 แสดงค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (S.E.) ของแรงปฏิกิริยาในข้อเข่าในขณะพันผ้าเทปและไม่พันผ้าเทป

เมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนของแรงปฏิกิริยาในข้อเข่าที่เกิดขึ้นขณะพันผ้าเทปและไม่พันผ้าเทปของกลุ่มตัวอย่างด้วยสถิติ One-way ANOVA with Repeated Measures พบว่าขณะกระโดดลอยตัวอยู่ในอากาศนั้นทำให้เกิดแรงปฏิกิริยาในข้อเข่าค่อนข้างน้อย ซึ่งการพันผ้าเทปรอบข้อเข่าข้างที่บาดเจ็บทำให้แรงปฏิกิริยาในข้อเข่ามีค่าน้อยกว่าการไม่พันผ้าเทปรอบข้อเข่าที่บาดเจ็บยกเว้นค่าสูงสุดของแรงปฏิกิริยาในข้อเข่าทิศทางในนอกมีค่าไม่แตกต่างกันไม่ว่าจะพันผ้าเทปหรือไม่พันผ้าเทป ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้สถิติ Wilcoxon Signed Rank Test ทดสอบร่วมด้วย เนื่องจากค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดของแรงปฏิกิริยาในข้อเข่าทิศทางหน้าหลังของกลุ่มตัวอย่างที่ไม่พันผ้าเทป ไม่มีการกระจายตัวแบบโค้งปกติ ซึ่งผลการวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่า การพันผ้าเทปทำให้ค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดของแรงปฏิกิริยาในข้อเข่าทิศทางด้านหน้ามีค่าน้อยกว่าการไม่พันผ้าเทปรอบข้อเข่าที่บาดเจ็บ (ตารางที่ 11, ภาพที่ 26)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 12 แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำของมุมและโมเมนท์ที่เกิดขึ้นที่ข้อเข่า (Knee Joint Angle and Moment) ในขณะพันผ้าเทปและไม่พันผ้าเทป

ตัวแปรที่ศึกษา	พันผ้าเทป		ไม่พันผ้าเทป		p-value[a]	p-value[b]
	$\overline{X}$	S.D.	$\overline{X}$	S.D.		
โมเมนท์ (นิวตันมิลลิเมตร)						
ค่าสูงสุดโมเมนท์ระนาบด้านข้าง	3827.500	463.286	4394.000	624.788	0.001**	
ค่าต่ำสุดโมเมนท์ระนาบด้านข้าง	475.710	96.519	545.694	114.248	0.170	
ค่าสูงสุดโมเมนท์ระนาบด้านหน้า	1103.100	314.509	1235.800	395.254	0.296	
ค่าต่ำสุดโมเมนท์ระนาบด้านหน้า	813.469	210.700	997.696	255.080	0.009**	
ค่าสูงสุดโมเมนท์ระนาบขวาง	178.877	91.372	180.6181	32.182	0.942	0.074
ค่าต่ำสุดโมเมนท์ระนาบขวาง	140.029	24.674	178.366	28.749	0.000**	
มุมของข้อเข่า (องศา)						
มุมงอเข่ามากที่สุด	61.608	9.538	55.131	7.775	0.141	0.169
มุมงอเข่าน้อยที่สุด	22.840	4.177	8.108	4.215	0.000**	
ระยะการหมุนเข่าระนาบด้านข้าง	38.768	9.434	47.023	9.153	0.083	0.074
มุมหุบหรือกางเข่ามากที่สุด	-10.372	0.874	23.025	5.221	0.000**	0.002**
มุมหุบเข่าน้อยที่สุด	-4.555	4.379	-1.988	2.846	0.147	
ระยะการหมุนเข่าระนาบด้านหน้า	5.813	3.488	25.013	9.514	0.000**	
มุมหมุนเข่าเข้าในหรือนอกมากที่สุด	-12. 048	3.428	23.974	1.940	0.000**	
มุมหมุนข้อเข่าออกด้านนอกน้อยที่สุด	-4. 331	3.097	-6.445	0.740	0.397	
ระยะการหมุนเข่าระนาบขวาง	8.553	1.861	17.926	1.580	0.000**	

p-value[a] คือ การใช้สถิติ One-way ANOVA with Repeated Measures กำหนดความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

p-value[b] คือ การใช้สถิติ Wilcoxon Signed Rank test กำหนดความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (Two-tailed)

** มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

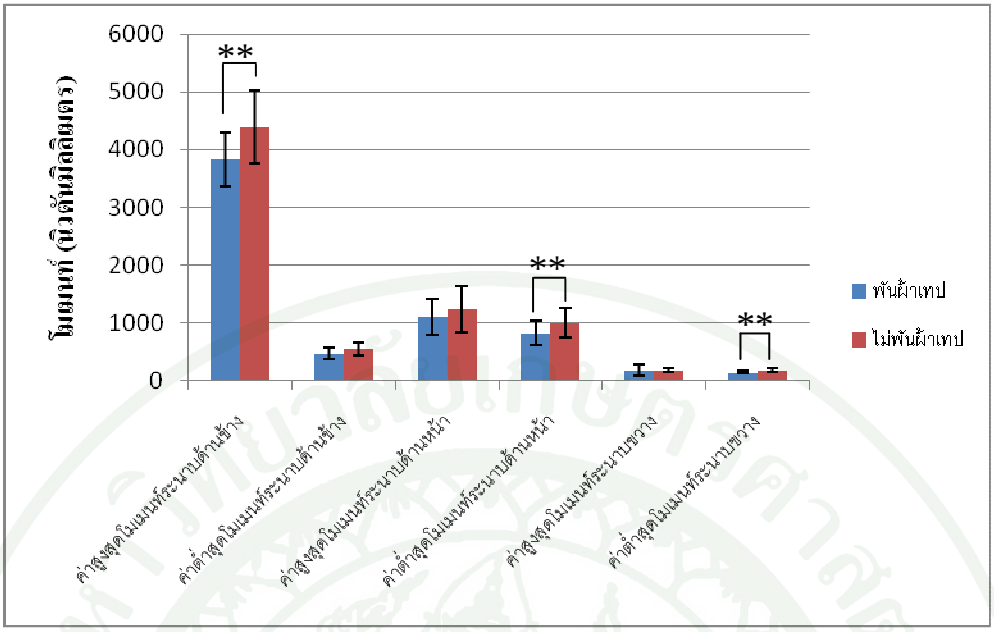
* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

หมายเหตุ เครื่องหมาย + หมายถึงโมเมนท์เหยียดเข่า หุบเข่า และหมุนเข่าเข้าด้านใน มุมการงอเข่า หุบเข่า และหมุนเข่าเข้าด้านใน

เครื่องหมาย – หมายถึงโมเมนท์งอเข่า กางเข่า และหมุนเข่าออกด้านนอก มุมการเหยียดเข่า กางเข่า และหมุนเข่าออกด้านนอก

แต่ในงานวิจัยครั้งนี้พบโมเมนท์เหยียดเข่า หุบเข่า และหมุนเข่าเข้าด้านในเท่านั้น

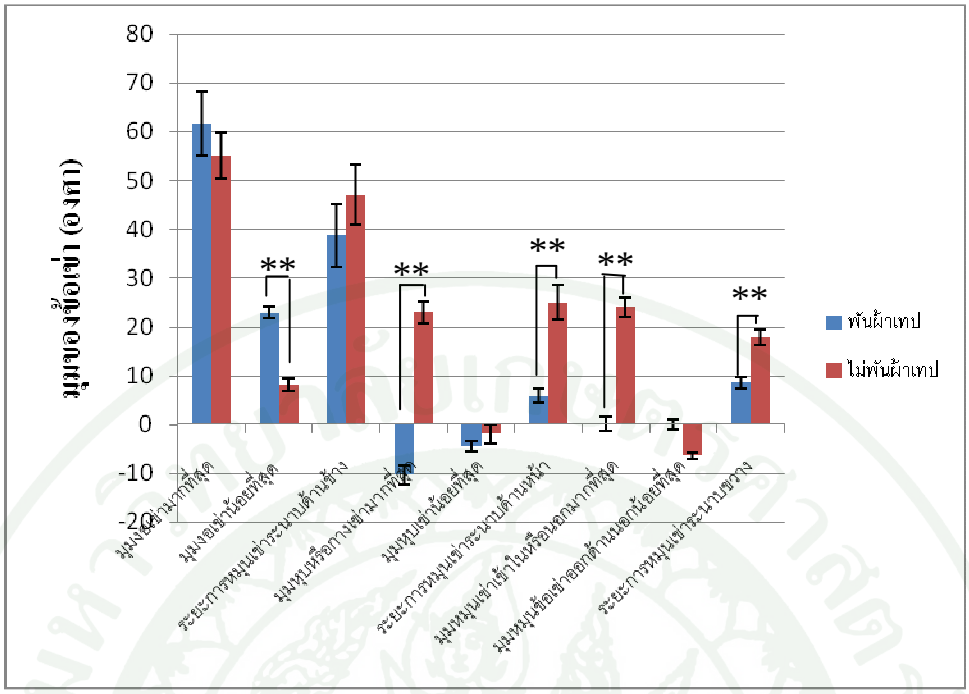
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 27 แสดงค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (S.E.) ของโมเมนท์ในข้อเข่าในขณะพันผ้าเทปและไม่พันผ้าเทป

เมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนของโมเมนท์ที่เกิดขึ้นในขณะพันผ้าเทปและไม่พันผ้าเทปของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สถิติ One-way ANOVA with Repeated Measures พบว่าการพันผ้าเทปส่งผลให้โมเมนท์ในข้อเข่าทั้ง 3 ระนาบมีค่าน้อยกว่าการไม่พันผ้าเทป ซึ่งในขณะกระโดดลอยตัวอยู่ในอากาศนั้นทำให้เกิดโมเมนท์ในการเหยียดเข่าค่อนข้างมาก ส่งผลให้เข่ามีการเหยียดออก โดยการพันผ้าเทปรอบข้อเข่าข้างที่บาดเจ็บทำให้โมเมนท์ในการเหยียดเข่ามีค่าน้อยกว่าการไม่พันผ้าเทปรอบข้อเข่าที่บาดเจ็บ นอกจากนี้ในขณะที่กระโดดลอยตัวอยู่ในอากาศนั้นทำให้เกิดโมเมนท์ในการหุบเข่าและหมุนเข่าเข้าด้านในอีกด้วย โดยการพันผ้าเทปทำให้โมเมนท์ในข้อเข่าระนาบด้านหน้า ได้แก่โมเมนท์การหุบเข่ามีค่าน้อยกว่าการไม่พันผ้าเทป และทำให้โมเมนท์ในข้อเข่าระนาบขวาง ได้แก่โมเมนท์การหุบเข่าเข้าด้านในมีค่าน้อยกว่าการไม่พันผ้าเทปด้วยเช่นกัน (ตารางที่ 12, ภาพที่ 27)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 28 แสดงค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (S.E.) ของมุมของข้อเข่าในขณะพันผ้าเทปและไม่พันผ้าเทป

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของของมุมที่เกิดขึ้นในขณะพันผ้าเทปและไม่พันผ้าเทปของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สถิติ One-way ANOVA with Repeated Measures พบว่าขณะกระโดดลอยตัวอยู่ในอากาศนั้นนักกีฬามีการเหยียดเข่า ร่วมกับหุบเข่า และหมุนเข่าเข้าด้านใน การพันผ้าเทปรอบข้อเข่าข้างที่บาดเจ็บช่วยจำกัดการเหยียดเข่าและทำให้เข่าเหยียดออกได้น้อยลงเมื่อเปรียบเทียบกับการไม่พันผ้าเทป อย่างไรก็ตามขณะที่นักกีฬาลอยตัวอยู่ในอากาศนั้นข้อเข่ายังคงอยู่ในท่างอเข่าทั้ง 2 กรณี รวมทั้งการ พันผ้าเทปรอบข้อเข่าข้างที่บาดเจ็บยังช่วยจำกัดระยะการหมุนของข้อเข่า (range of motion) ในระนาบด้านหน้าและระนาบขวางได้ ดังนั้นการพันผ้าเทปทำให้ระยะการหมุนข้อเข่าในระนาบด้านหน้ามีค่าน้อยกว่าการไม่พันผ้าเทปรอบข้อเข่าข้างที่บาดเจ็บ นอกจากนี้การพันผ้าเทปยังทำให้ระยะการหมุนข้อเข่าในระนาบขวางมีค่าน้อยกว่าการไม่พันผ้าเทปรอบข้อเข่าข้างที่บาดเจ็บ (ตารางที่ 12, ภาพที่ 28)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ส่วนที่ 4 แสดงผลการวิเคราะห์หาปัจจัยทางชีวกลศาสตร์ที่ส่งผลต่อแรงตึงสูงสุดที่ Anteromedial bundle และ Posterolateral bundle

ตารางที่ 13 แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำของแรงปฏิกิริยาในข้อเข่า มุมของข้อเข่าและโมเมนท์ที่เกิดขึ้นที่ข้อเข่า (JRF_{Knee} Joint Angle and Joint Moment) ในขณะพันผ้าเทปและไม่พันผ้าเทป

ตัวแปรที่ศึกษา	พันผ้าเทป		ไม่พันผ้าเทป		p-value[a]	p-value[b]
	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.		
แรงในข้อเข่า (นิวตัน)						
Antereomedial bundle	566.503	256.833	897.210	263.569	0.009**	0.022*
Posterolateral bundle	346.323	173.557	486.080	106.693	0.027*	0.047*
แรงทิศทางหน้าหลัง	7.733	0.745	9.330	4.359	0.019*	0.034*
แรงทิศทางในนอก	2.419	0.927	3.076	1.209	0.236	
แรงทิศทางบนล่าง	17.624	13.519	30.607	2.235	0.009**	
โมเมนท์ (นิวตันมิลลิเมตร)						
โมเมนท์ระนาบด้านข้าง	3736.200	491.825	4229.900	806.500	0.019*	
โมเมนท์ระนาบด้านหน้า	986.260	221.079	1031.260	246.962	0.248	
โมเมนท์ระนาบขวาง	156.870	91.558	178.190	24.897	0.604	0.104
มุมของข้อเข่า (องศา)						
มุมในระนาบด้านข้าง	45.435	12.989	43.795	12.605	0.817	0.139
มุมในระนาบด้านหน้า	-5.603	2.511	11.602	2.827	0.010**	
มุมในระนาบขวาง	-4.730	0.158	-6.089	0.115	0.235	0.074

p-value[a] คือ การใช้สถิติ One-way ANOVA with Repeated Measures กำหนดความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

p-value[b] คือ การใช้สถิติ Wilcoxon Signed Rank test กำหนดความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (Two-tailed)

** มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 13 (ต่อ)

หมายเหตุ เครื่องหมาย + หมายถึง แรงปฏิกิริยาในข้อเข่าทิศทางด้านหน้า ด้านใน และด้านบน โมเมนท์เหยียดเข่า หุบเข่า และหมุนเข่าเข้าด้านในมุมการงอเข่า หุบเข่า และหมุนเข่าเข้าด้านใน

เครื่องหมาย – หมายถึง แรงปฏิกิริยาในข้อเข่าทิศทางด้านหลัง ด้านนอก และด้านล่าง โมเมนท์งอเข่า กางเข่า และหมุนเข่าออกด้านนอกมุมการเหยียดเข่า กางเข่า และหมุนเข่าออกด้านนอก

เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของแรงปฏิกิริยาในข้อเข่าในขณะที่เกิดแรงตึงสูงสุดที่เอ็นไขว้หน้า ขณะพันผ้าเทปและไม่พันผ้าเทปของกลุ่มตัวอย่างด้วยสถิติ One-way ANOVA with Repeated Measures พบว่า แรงปฏิกิริยาในข้อเข่าที่เกิดขึ้นขณะไม่พันผ้าเทปมีค่าสูงกว่าขณะพันผ้าเทป ยกเว้นแรงปฏิกิริยาในข้อเข่าทิศทางในนอกในขณะที่เกิดแรงตึงสูงสุดที่เอ็นไขว้หน้า มีค่าไม่แตกต่างกันไม่ว่าจะพันผ้าเทปหรือไม่พันผ้าเทป ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้สถิติ Wilcoxon Signed Rank Test ทดสอบร่วมด้วย เนื่องจากแรงปฏิกิริยาในข้อเข่าทิศทางหน้าหลังในขณะที่เกิดแรงตึงสูงสุดที่เอ็นไขว้หน้าของกลุ่มตัวอย่างที่ไม่พันผ้าเทป ไม่มีการกระจายตัวแบบโค้งปกติ ซึ่งผลการวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่า การไม่พันผ้าเทปทำให้แรงปฏิกิริยาในข้อเข่าทิศทางด้านหน้าในขณะที่เกิดแรงตึงสูงสุดที่เอ็นไขว้หน้ามีค่ามากกว่าการพันผ้าเทปรอบข้อเข่าที่บาดเจ็บ

เมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนของโมเมนท์ที่เกิดขึ้นในขณะพันผ้าเทปและไม่พันผ้าเทปของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สถิติ One-way ANOVA with Repeated Measures พบว่าการไม่พันผ้าเทปส่งผลให้โมเมนท์ในระนาบด้านข้างขณะที่เกิดแรงตึงสูงสุดที่เอ็นไขว้หน้ามีค่ามากกว่าการพันผ้าเทปรอบข้อเข่า ทั้งนี้ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของของมุมที่เกิดขึ้นในขณะพันผ้าเทปและไม่พันผ้าเทปของกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้สถิติ One-way ANOVA with Repeated Measures พบว่าการไม่พันผ้าเทปส่งผลให้ข้อเข่ามีระยะการหมุนในระนาบด้านหน้า (Frontal plane) ขณะเกิดแรงตึงสูงสุดที่เอ็นไขว้หน้าด้วยมุมที่มากกว่าการพันผ้าเทป

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 14 แสดงค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของตัวแปรทางชีวกลศาสตร์ที่เกิดขึ้นในขณะพบแรงตึงสูงสุดที่เอ็นไขว้หน้าของข้อมูลทั้งหมด (N=20)

ตัวแปรทางชีวกลศาสตร์ที่ศึกษา	$\bar{X}$	S.D.
แรงปฏิกิริยาข้อเข่าทิศทางหน้าหลัง (นิวตัน)	8.532	3.050
แรงปฏิกิริยาข้อเข่าทิศทางในนอก (นิวตัน)	2.747	1.102
แรงปฏิกิริยาข้อเข่าทิศทางบนล่าง (นิวตัน)	23.815	12.026
โมเมนท์ระนาบด้านข้าง (นิวตันมิลลิเมตร)	3983.000	697.729
โมเมนท์ระนาบด้านหน้า (นิวตันมิลลิเมตร)	1008.760	239.946
โมเมนท์ระนาบขวาง (นิวตันมิลลิเมตร)	167.530	65.861
มุมในระนาบด้านข้าง (องศา)	44.115	12.477
มุมในระนาบด้านหน้า (องศา)	-3.114	1.581
มุมในระนาบขวาง (องศา)	-2.602	1.141

หมายเหตุ เครื่องหมาย + หมายถึง แรงปฏิกิริยาในข้อเข่าทิศทางด้านหน้า ด้านใน และด้านบน โมเมนท์เหยียดเข่า หุบเข่า และหมุนเข่าเข้าด้านในมุมการงอเข่า หุบเข่า และหมุนเข่าเข้าด้านใน

เครื่องหมาย – หมายถึง แรงปฏิกิริยาในข้อเข่าทิศทางด้านหลัง ด้านนอก และด้านล่าง โมเมนท์งอเข่า กางเข่า และหมุนเข่าออกด้านนอกมุมการเหยียดเข่า กางเข่า และหมุนเข่าออกด้านนอก

ตัวแปรทางชีวกลศาสตร์และแรงตึงสูงสุดที่เอ็นไขว้หน้าที่พบในขณะพันผ้าเทป (N=10) และไม่พันผ้าเทป (N=10) รอบข้อเข่าที่บาดเจ็บได้ถูกนำมารวมกัน (N=20) เพื่อวิเคราะห์ว่าปัจจัยทางชีวกลศาสตร์ใดส่งผลต่อปริมาณของแรงตึงในเอ็นไขว้หน้าโดยการหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรดังกล่าว (ตารางที่ 14) เนื่องจากการพันผ้าเทปหรือไม่พันผ้าเทปไม่ได้ส่งผลให้สาเหตุที่ทำให้เกิดแรงตึงสูงสุดที่เอ็นไขว้หน้าเปลี่ยนไป ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้นำข้อมูลทั้งหมดที่พบทั้งในขณะที่พันผ้าเทปและไม่พันผ้าเทป จำนวน 20 ข้อมูล (N=20) มาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์กับแรงตึงสูงสุดของเอ็นไขว้หน้าทั้ง 2 มัดเส้นใย คือ Anteromedial และ Posterolateral bundles ซึ่งเมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของตัวแปรทางชีวกลศาสตร์ ขณะที่พบแรงตึงสูงสุดที่เอ็นไขว้หน้าจากข้อมูลที่บันทึกได้ในขณะพันผ้าเทปและไม่พันผ้าเทปรอบข้อเข่า

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แสดงให้เห็นว่าในขณะที่เกิดแรงตึงสูงสุดที่เอ็นไขว้หน้านั้น มีแรงปฏิกิริยาเกิดขึ้นที่ ข้อเข่าทิศทางด้านหน้า ด้านใน และด้านบน (8.532±3.050, 2.747±1.102, 23.815±12.026) รวมทั้งพบโมเมนท์เหยียดเข่า หุบเข่า และหมุนเข่าเข้าด้านใน (3983±697.729, 1008.760±239.946, 167.530±65.861) ในขณะที่มีการงอเข่า กางเข่า และหมุนเข่าออกด้านนอก (44.115±12.477, -3.114±1.581, -2.602±1.141) ตามลำดับ

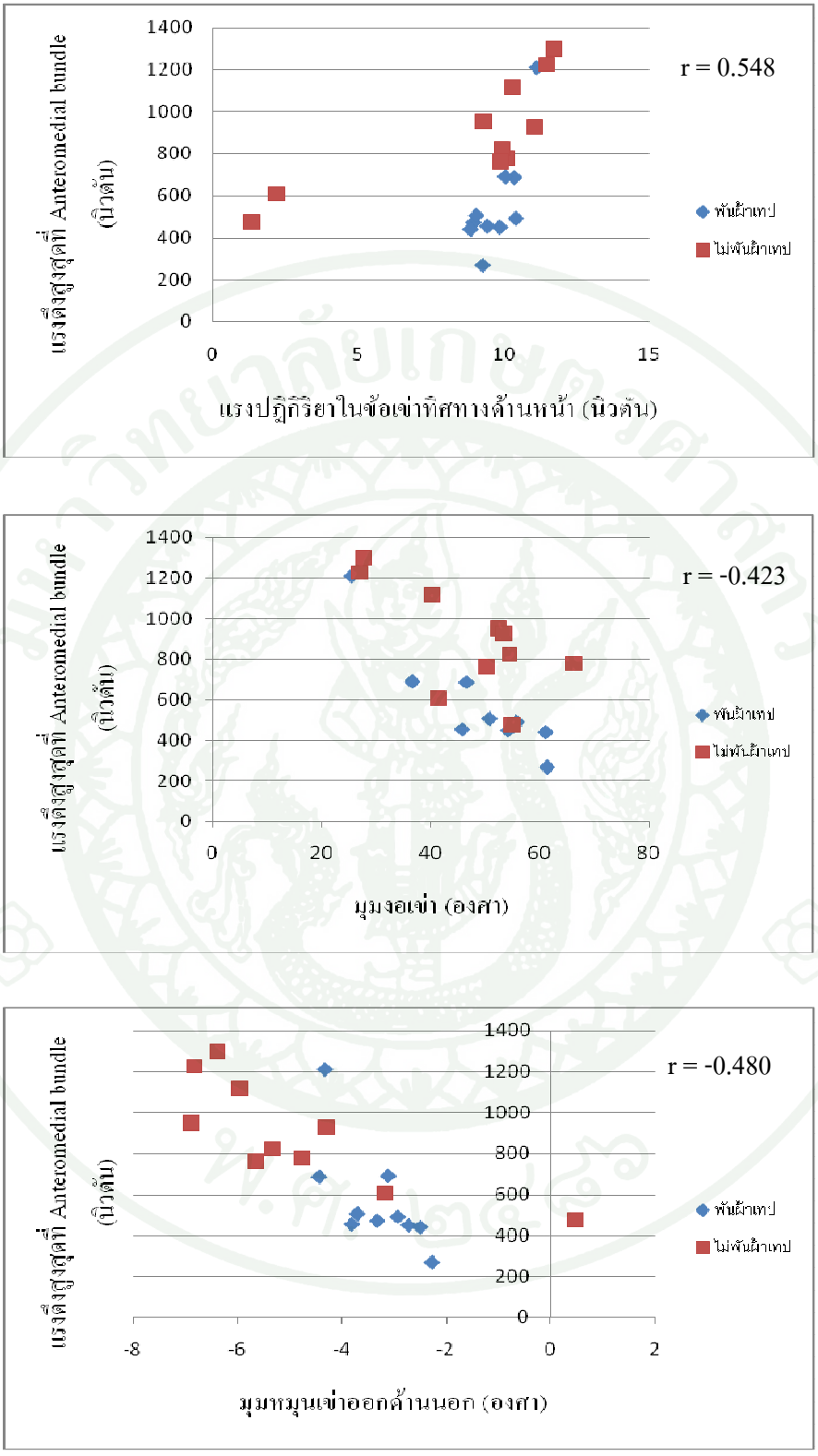
ตารางที่ 15 ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทางชีวกลศาสตร์ที่เกิดขึ้นในขณะพบแรงตึงสูงสุดที่เอ็นไขว้หน้าของข้อมูลทั้งหมด (N=20)

ตัวแปรทางชีวกลศาสตร์ที่ศึกษา	แรงตึงที่ Anteromedial bundle		แรงตึงที่ Posterolateral bundle	
	r	p	r	p
แรงปฏิกิริยาข้อเข่าทิศทางด้านหน้า	0.548	0.006**	0.421	0.032*
แรงปฏิกิริยาข้อเข่าทิศทางด้านใน	0.260	0.134	0.285	0.112
แรงปฏิกิริยาข้อเข่าทิศทางด้านบน	0.239	0.155	0.179	0.225
โมเมนท์เหยียดเข่า	0.041	0.432	0.017	0.471
โมเมนท์หุบเข่า	0.137	0.282	0.087	0.358
โมเมนท์หมุนเข่าเข้าด้านใน	0.075	0.377	0.043	0.429
มุมงอเข่า	-0.423	0.031*	-0.333	0.076
มุมกางเข่า	-0.027	0.455	-0.003	0.495
มุมหมุนเข่าออกด้านนอก	-0.480	0.016*	-0.419	0.033*

** มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

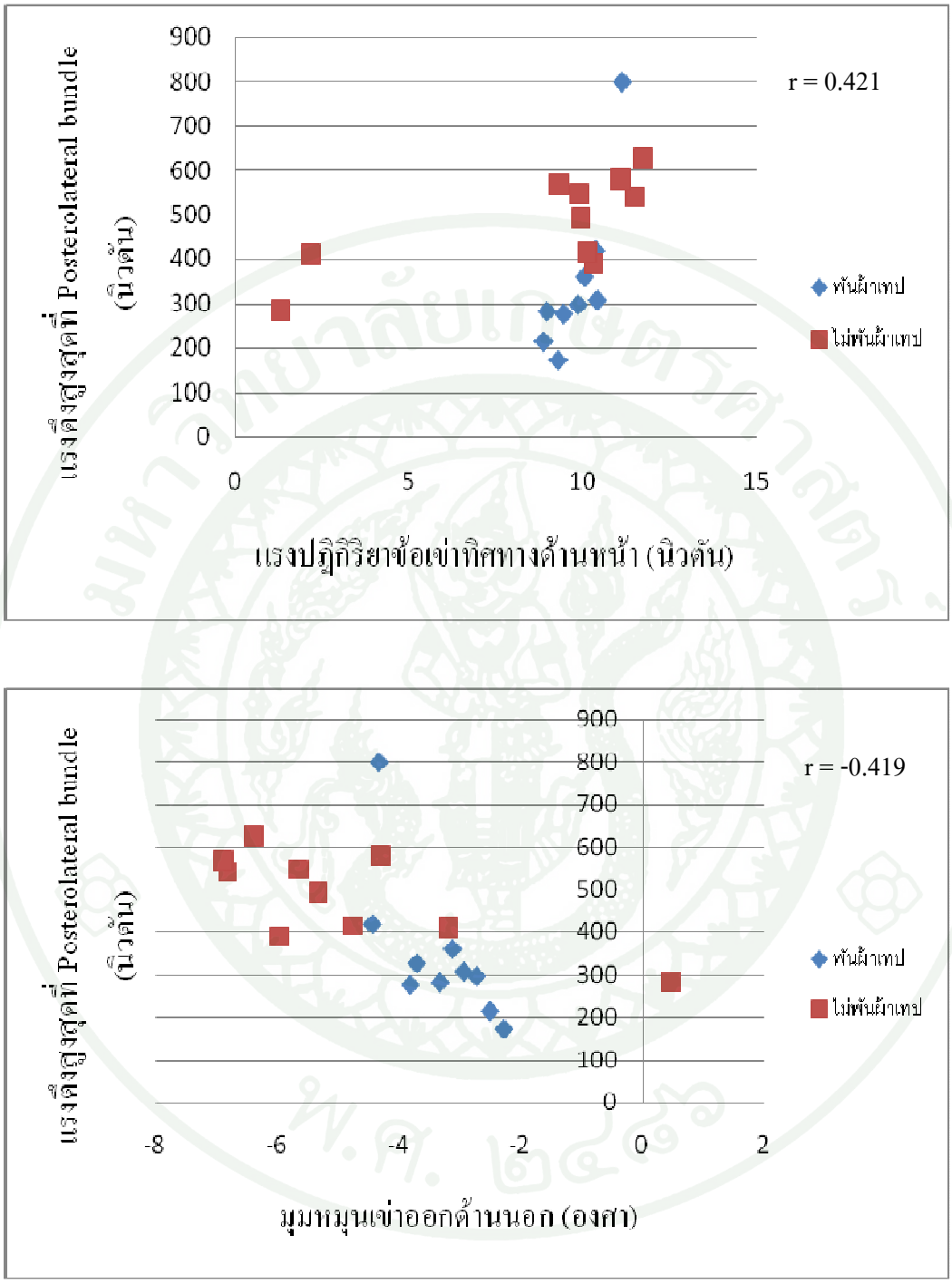
* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 29 แสดงค่าความสัมพันธ์ของแรงตึงสูงสุดที่ Anteromedial bundle และ Posterolateral bundle ในขณะพันผ้าเทปและไม่พันผ้าเทปกับตัวแปรทางชีวกลศาสตร์ คือ แรงปฏิกิริยาข้อเข่าทิศทางด้านหน้า มุมงอเข่า และมุมหมุนข้อเข่าออกด้านนอก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 29 (ต่อ) แสดงค่าความสัมพันธ์ของแรงดึงสูงสุดที่ Anteromedial bundle และ Posterolateral bundle ในขณะพันผ้าเทปและไม่พันผ้าเทปกับตัวแปรทางชีวกลศาสตร์ คือ แรงปฏิกิริยาในข้อเข่าทิศทางด้านหน้า มุมงอเข่า และมุมหมุนข้อเข่าออกด้านนอก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทางชีวกลศาสตร์ที่เกิดขึ้นในขณะที่พบแรงตึงสูงสุดที่เอ็นไขว้หน้าเมื่อพันผ้าเทปและไม่พันผ้าเทปรอบข้อเข่าที่บาดเจ็บ (N=20) แสดงให้เห็นว่าแรงตึงสูงสุดที่ Anteromedial bundle มีความสัมพันธ์แบบแปรผันตามกับแรงปฏิกิริยาในข้อเข่าทิศทางด้านหน้า (Anterior JRF_{knee}) แต่แปรผกผันกับมุมงอเข่า (Flexion Angle) ส่วนแรงตึงสูงสุดที่ Posterolateral bundle มีความสัมพันธ์แบบแปรผันตามกับแรงปฏิกิริยาในข้อเข่าทิศทางด้านหน้า (Anterior JRF_{knee}) เช่นกัน นอกจากนี้แรงตึงสูงสุดที่ Anteromedial และ Posterolateral bundles มีความสัมพันธ์แบบแปรผกผันกับมุมการหมุนเข่าออกด้านนอก (External Rotation Angle) แต่เนื่องจากทิศทางของมุมการหมุนเข่าออกด้านนอกเป็นค่าลบ จึงอธิบายได้ว่าแรงตึงสูงสุดที่ Anteromedial และ Posterolateral bundles มีค่าเพิ่มสูงขึ้น เมื่อมุมการหมุนเข่าออกด้านนอกมีค่ามากขึ้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิจารณ์

ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาผลของการพันผ้าเทปที่มีต่อแรงตึงที่เอ็นไขว้หน้าและตัวแปรทางชีวกลศาสตร์ที่เกิดขึ้นที่ข้อเข่าของนักกีฬาบาสเกตบอลขณะกระโดดยิงประตู (Jump Shot) เนื่องจากการพันผ้าเทปในนักกีฬามีวัตถุประสงค์เพื่อยึดตรึงข้อต่อที่บาดเจ็บให้มีการเคลื่อนไหวน้อยลง และเพื่อลดการฉีกขาดของเอ็นไขว้หน้า แต่ยังไม่มีข้อมูลจากงานวิจัยใดที่แสดงให้เห็นว่าการพันผ้าเทปรอบข้อเข่าช่วยลดปริมาณของแรงตึงที่เอ็นไขว้หน้าได้ งานวิจัยนี้จึงได้ทำการศึกษาถึงประสิทธิผลของการพันผ้าเทปที่มีต่อแรงตึงที่เอ็นไขว้หน้าและตัวแปรทางชีวกลศาสตร์ที่เกิดขึ้นที่ข้อเข่าของนักกีฬาบาสเกตบอลในขณะกระโดดยิงประตู จากการจำลองร่างกายส่วนล่างและเอ็นไขว้หน้าของนักกีฬาแต่ละคนแบบสามมิติ โดยใช้ข้อมูลจากการกระโดดยิงประตูที่บันทึกได้จากนักกีฬามาทำให้แบบจำลองที่สร้างไว้มีการเคลื่อนไหวที่เสมือนจริง ซึ่งแบบจำลองร่างกายส่วนล่างจะประกอบไปด้วยกระดูกเชิงกราน ขาท่อนบน ขาท่อนล่าง เท้า และเอ็นไขว้หน้าที่ข้อเข่า โดยเอ็นไขว้หน้าจะถูกสร้างออกเป็น 2 ส่วน คือ Anteromedial bundle และ Posterolateral bundle

รูปแบบแรงตึงที่เอ็นไขว้หน้า

ภายหลังการวิเคราะห์รูปแบบแรงตึงที่เอ็นไขว้หน้าของทั้ง Anteromedial bundle และ Posterolateral bundle ร่วมกับลักษณะการเคลื่อนไหวของนักกีฬาที่ได้จากโปรแกรมวิเคราะห์การเครื่องไหวแล้ว พบว่า ในขณะที่ร่างกายของนักกีฬาลอยสูงขึ้นจากพื้น มุมในการงอเข่าลดน้อยลงเรื่อย ๆ ในขณะที่ปริมาณแรงตึงที่เอ็นไขว้หน้าค่อย ๆ เพิ่มขึ้น จนกระทั่งถึงจุดสูงสุด ซึ่งตรงกับช่วงแรกที่ร่างกายเริ่มตกลงสู่พื้น และเป็นเวลาเดียวกับที่ข้อเข่าเหยียดออก หลังจากนั้นปริมาณแรงตึงที่เอ็นไขว้หน้าจะค่อยๆลดลงจนกระทั่งร่างกายของนักกีฬาตกลงสู่พื้น ข้อเข่าจึงมีการงอมากขึ้นเพื่อลดแรงกระทำจากพื้น และไม่พบแรงตึงที่เอ็นไขว้หน้า ซึ่งรูปแบบการเกิดแรงตึงที่ Posterolateral bundle จะมีลักษณะเหมือนกันกับรูปแบบแรงตึงที่ Anteromedial bundle แต่แรงตึงที่ Posterolateral bundle มีค่าน้อยกว่าตลอดช่วงของการกระโดด

อธิบายได้ว่าในขณะที่ร่างกายของนักกีฬาลอยอยู่ในอากาศนั้น นักกีฬาจะเริ่มเหยียดเข่าออก ซึ่งเป็นการเคลื่อนไหวที่ต่อเนื่องจากการถีบตัวออกจากพื้น โดยนักกีฬาต้องมีการกระดกปลายเท้าลง และเหยียดข้อเข่าเพื่อดันร่างกายให้ลอยตัวพ้นจากพื้น การที่มุมของข้อเข่ามีค่าน้อยลงนั้นเกิดจากนักกีฬามีการเหยียดเข่ามากขึ้น ส่งผลให้เกิดแรงตึงที่เอ็นไขว้หน้าเพิ่มมากขึ้น แต่แรงตึงที่ Anteromedial bundle มีค่ามากกว่า Posterolateral bundle อาจเนื่องมาจากคุณสมบัติทางกลที่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แตกต่างกัน โดยที่ Anteromedial bundle มีขนาดและความแข็งมากกว่า Posterolateral bundle ทั้งนี้ Krosshaug and Bahr (2007) ได้รายงานว่าเมื่อข้อเข่ามีการงอ (knee flexion) หรือมีการเหยียดมากเกินไป (knee hyperextension) จะทำให้เกิดแรงตึงที่ Anteromedial bundle ที่มากพอจนส่งผลให้เกิดการฉีกขาดได้

ประสิทธิผลของการพันผ้าเทป

ขณะที่นักกีฬากระโดดลอยตัวอยู่ในอากาศนั้น นักกีฬามีการเหยียดเข่า หุบเข่า และหมุนเข่าเข้าด้านใน แรงปฏิกิริยาของข้อเข่าที่พบในขณะนั้นมีปริมาณค่อนข้างน้อย เนื่องจากเป็นช่วงที่ร่างกายลอยตัวเหนือพื้น เข่าไม่ต้องรับน้ำหนักของร่างกาย ดังนั้นการกระโดดลอยตัวเพียงอย่างเดียวจึงไม่น่าจะเป็นสาเหตุให้เอ็นไขว้หน้าฉีกขาดได้ ทั้งนี้เมื่อนำปริมาณแรงตึงสูงสุดที่ Anteromedial bundle และ Posterolateral bundle รวมทั้งตัวแปรทางชีวกลศาสตร์ที่เกิดขึ้นที่ข้อเข่าขณะกระโดดยิงประตูบาสเกตบอลมาวิเคราะห์ถึงประสิทธิผลของการพันผ้าเทป พบว่า แรงตึงที่เอ็นไขว้หน้า ปริมาณของแรงปฏิกิริยาและโมเมนท์ ที่เกิดขึ้นที่ข้อเข่าในแต่ละทิศทาง รวมทั้งมุมการหมุนของข้อเข่าทั้ง 3 ระนาบมีค่าแตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเงื่อนไขว่ามีการพันหรือไม่พันผ้าเทปรอบข้อเข่าของนักกีฬา

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณแรงตึงสูงสุดของ Anteromedial และ Posterolateral bundles ขณะกระโดดยิงประตูในเงื่อนไขของการพันผ้าเทปและไม่พันผ้าเทป พบว่าการไม่พันผ้าเทปรอบข้อเข่าที่มีการบาดเจ็บของเอ็นไขว้หน้าเรื้อรังจะส่งผลให้เกิดแรงตึงที่ Anteromedial และ Posterolateral bundles มากกว่าการพันผ้าเทปรอบข้อเข่า และยังพบว่าการพันผ้าเทปรอบข้อเข่าที่เอ็นไขว้หน้าบาดเจ็บช่วยลดปริมาณแรงปฏิกิริยาในข้อเข่าทิศทางด้านหน้าลงได้ร้อยละ 11.85 ดังนั้นการพันผ้าเทปรอบข้อเข่าจึงเป็นการช่วยลดการเคลื่อนที่ของข้อเข่าไปทางด้านหน้าและทำให้ข้อเข่ามีความมั่นคงเพิ่มขึ้น การเหยียดเข่าของนักกีฬาเกิดจากมีโมเมนท์ของการเหยียดเข่ามากระทำให้เข่าเหยียดออก ซึ่งการพันผ้าเทปช่วยลดปริมาณโมเมนท์ในการเหยียดเข่าได้ถึงร้อยละ 12.89 จึงเป็นสาเหตุให้เข่าเหยียดออกน้อยลง ซึ่งส่งผลในการลดปัจจัยที่ทำให้ปริมาณของแรงตึงที่เอ็นไขว้หน้าสูงได้

นอกจากนี้การพันผ้าเทปรอบข้อเข่า ยังช่วยลดโมเมนท์ของการหุบเข่าลงร้อยละ 16.66 และลดโมเมนท์ของการหมุนเข่าเข้าด้านในร้อยละ 21.49 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการพันผ้าเทปทำให้เข่ามั่นคงมากขึ้นและลดปัจจัยที่ทำให้เอ็นไขว้หน้าฉีกขาดให้น้อยลง เนื่องจากการฉีกขาดของเอ็นไขว้หน้าจะเกิดขึ้นเมื่อมีการเหยียดเข่าที่มากเกินไปร่วมกับการหมุนเข่าเข้าด้านในหรือหมุนออก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ด้านนอก (Irrgang et al., 1995) ซึ่งผลการวิจัยที่ได้รับครั้งนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Hester และคณะ (2001) ที่ได้ศึกษาผลของการพันผ้าเทปด้วยเทคนิค figure of eight ที่ข้อเข่าและการใช้ผ้ารัดดามข้อเข่าในขณะวิ่งขึ้นทางลาด โดยคำนวณหาค่าโมเมนท์ที่ข้อเข่าจากการสร้างแบบจำลองสามมิติแล้ว พบว่ากลุ่มตัวอย่างที่พันผ้าเทปและใช้ผ้ารัดดามข้อเข่าจะมีปริมาณของโมเมนท์ที่เกิดขึ้นที่ข้อเข่าในทุกระนาบน้อยกว่ากลุ่มตัวอย่างที่ไม่พันผ้าเทปและไม่ใช้ผ้ารัดดามข้อเข่า

อย่างไรก็ตามการพันผ้าเทปยังช่วยลดระยะการหมุนเข่าในระนาบด้านหน้าลงร้อยละ 76.76 และลดระยะการหมุนเข่าในระนาบขวางลงร้อยละ 52.28 อีกด้วย การที่ระยะการหมุนของข้อเข่าน้อยลงนี้อาจเกิดจากการพันผ้าเทปด้วยวิธี Anterior Cruciate Ligament Taping ที่มีการพันผ้าเทปลักษณะรูปตัว X บริเวณด้านหลังและบริเวณด้านข้างข้อเข่าทั้งสองข้าง ซึ่งช่วยจำกัดมุมการเหยียดเข่าในช่วง 20 องศาสุดท้ายและจำกัดมุมในการหุบเข่า รวมทั้งมีการพันผ้าเทปลักษณะเกลียวรอบข้อเข่าจึงช่วยจำกัดมุมการหมุนข้อเข่าในระนาบขวางได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยที่รายงานว่าการพันผ้าเทปรอบข้อเข่าด้วยเทคนิค basket weave สามารถจำกัดมุมการหมุนของข้อเข่าในลักษณะเหยียดเข่า หุบเข่าและหมุนเข่าเข้าด้านในได้ (Lin et al., 2011; Richard et al., 2000) ซึ่งการจำกัดระยะการหมุนของข้อเข่าในลักษณะดังกล่าวช่วยลดการหุบเข่าและการหมุนเข้าเข้าด้านใน ซึ่งเป็นปัจจัยที่เกี่ยวเนื่องกับการฉีกขาดของเอ็นไขว้หน้าให้น้อยลงได้ (Shin et al., 2011) รวมทั้งป้องกันไม่ให้เกิดการบาดเจ็บซ้ำขึ้นที่ข้อเข่าในนักกีฬาได้ (Woo et al., 2010)

ผลที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้สนับสนุนประสิทธิผลของการพันผ้าเทป ในการช่วยยึดตรึงข้อเข่า และช่วยจำกัดมุมการเคลื่อนไหวของข้อเข่าไม่ให้มากเกินไปได้ ซึ่งผลจากการจำกัดมุมการเคลื่อนไหวข้อเข่าที่เกิดจากการพันผ้าเทปนี้ได้ช่วยลดแรงตึงที่เอ็นไขว้หน้าลงด้วย ดังนั้นนักกีฬาที่เอ็นไขว้หน้าฉีกขาดหรือมีความจำเป็นต้องเคลื่อนไหวข้อเข่าอย่างรุนแรงและรวดเร็วด้วยจำนวนครั้งที่มาก จึงควรได้รับการพันผ้าเทปรอบข้อเข่าเพื่อช่วยยึดตรึง และเพิ่มความมั่นคงให้กับข้อเข่า อย่างไรก็ตามควรพิจารณาคุณสมบัติของผ้าเทปและวิธีการพันผ้าเทปที่เหมาะสมร่วมด้วย

ปัจจัยที่ส่งผลต่อปริมาณแรงตึงที่เอ็นไขว้หน้า

เมื่อวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทางชีวกลศาสตร์ที่เกิดขึ้นที่ข้อเข่าในขณะเกิดแรงตึงสูงสุดที่ Anteromedial bundle และ Posterolateral bundle แสดงให้เห็นว่าแรงตึงที่ Anteromedial bundle มีความสัมพันธ์แบบแปรผันตามกับแรงปฏิกิริยาข้อเข่าทิศทางด้านหน้า

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

(Anterior JRF_{knee}) แต่แปรผกผันกับมุมงอเข่า (Flexion Angle) ในทิศทางบวก และมุมการหมุนเข่าออกด้านนอก (External Rotation Angle) ในทิศทางลบ จึงอธิบายได้ว่าแรงตึงที่ Anteromedial bundle จะสูงขึ้นเมื่อแรงปฏิกิริยาในข้อเข่าทิศทางด้านหน้า (Anterior JRF_{knee}) มีค่ามากขึ้น ในขณะที่มีการเหยียดข้อเข่าร่วมกับการหมุนเข่าออกด้านนอก (Extension with External Rotation) รวมทั้งแรงตึงที่ Posterolateral bundle มีความสัมพันธ์แบบแปรผันตามกับแรงปฏิกิริยาข้อเข่าทิศทางด้านหน้า (Anterior JRF_{knee}) แต่แปรผกผันกับมุมการหมุนเข่าออกด้านนอก (External Rotation Angle) ในทิศทางลบ จึงอธิบายได้ว่าแรงตึงที่ Posterolateral bundle จะมากขึ้นเมื่อแรงปฏิกิริยาในข้อเข่าทิศทางด้านหน้า (Anterior JRF_{knee}) มีค่ามากขึ้น ในขณะที่ข้อเข่ามีการหมุนออกด้านนอก (External Rotation) ผลดังกล่าวมีความสอดคล้องกับกลไกการบาดเจ็บของเอ็นไขว้หน้า คือเอ็นไขว้หน้าจะเกิดการฉีกขาดได้มาก เมื่อข้อเข่ามีการเลื่อนไปข้างหน้า (anterior translation) หรือมีการเหยียดมากเกินไป (knee hyperextension) ร่วมกับมีการหมุนเข่าออกด้านนอก (knee external rotation) ด้วยมุมที่มาก ซึ่งกลไกการเคลื่อนไหวเหล่านี้ส่งผลให้กระดูกต้นขาและกระดูกหน้าแข้งเคลื่อนที่ไปทางด้านหน้า หรือเกิดการบิด (Twist) จนทำให้เกิดแรงตึงที่เอ็นไขว้หน้าเป็นปริมาณมาก

อย่างไรก็ตามปริมาณแรงตึงสูงสุดที่เอ็นไขว้หน้าที่พบในการวิจัยครั้งนี้ยังต่ำกว่าค่าแรงตึงสูงสุดที่จะทำให้เอ็นไขว้หน้าฉีกขาดได้ ซึ่งหมายความว่าการกระโดดลอยตัวยิงประตูบาสเกตบอลเพียงอย่างเดียวไม่สามารถทำเกิดแรงตึงที่เอ็นไขว้หน้าสูงมากจนเอ็นไขว้หน้าฉีกขาดได้ ดังนั้นการฉีกขาดของเอ็นไขว้หน้าน่าจะเกิดขึ้นเมื่อมีแรงจากภายนอกมากระทำเพิ่มเติม เช่น นักกีฬาตกถึงพื้นในขณะที่เหยียดเข่า จึงทำให้มีแรงปฏิกิริยาจากพื้นมากระทำให้เข่าเหยียดออกมากขึ้น หรือมีการกระแทกที่ข้อเข่าจากนักกีฬาคนอื่น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สรุปและข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้ได้ทำการทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักบาสเกตบอลระดับอุดมศึกษา เพศชาย อายุระหว่าง 18-30 ปี จำนวน 10 คน โดยกลุ่มตัวอย่างทุกคนได้รับการวินิจฉัยจากแพทย์ว่ามีการบาดเจ็บเรื้อรังที่เอ็นไขว้หน้าระดับ 2 (Anterior Cruciate Ligament Sprain: grade II) ผู้เข้าร่วมวิจัยจะต้องทำการสุ่มลำดับการพันผ้าเทปเพื่อลดความแปรปรวนที่อาจเกิดจากการเรียนรู้การเคลื่อนไหว หลังจากนั้นกลุ่มตัวอย่างที่ได้ลำดับการพันผ้าเทปก่อนจะได้รับการพันผ้าเทปด้วยเทคนิค Anterior Cruciate Ligament Taping จากนักกายภาพบำบัด แล้วจึงทำการติดวัตถุสะท้อนแสง (retro-reflection markers) ตามตำแหน่งของ Lower Body Plug-in Gait Marker Set ส่วนผู้เข้าร่วมการวิจัยที่สุ่มได้ลำดับไม่พันผ้าเทปก่อน จะได้รับการติดวัตถุสะท้อนแสง (retro-reflection markers) ที่ร่างกายส่วนล่าง กลุ่มตัวอย่างทุกคนจะต้องทำการกระโดดยิงประตูด้วยความสามารถสูงสุดในขณะที่ได้รับการพันผ้าเทปจำนวน 5 ครั้ง และไม่พันผ้าเทปจำนวน 5 ครั้ง โดยการเคลื่อนไหวของร่างกายส่วนล่างจะถูกบันทึกด้วยกล้องบันทึกภาพเคลื่อนไหวความเร็วสูง ระบบแสงอินฟราเรดจำนวน 8 ตัว ด้วยความถี่ 240 ภาพต่อวินาที ในขณะที่แผ่นวัดแรงจะบันทึกแรงปฏิกิริยาจากพื้นในขณะที่กลุ่มตัวอย่างถีบตัวกระโดดยิงประตูบาสเกตบอล และร่างกายตกลงมาบนแผ่นวัดแรง นำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์หาตัวแปรทางชีวกลศาสตร์ที่เกิดขึ้นด้วยโปรแกรมวิเคราะห์การเคลื่อนไหว Vicon Nexus และวิเคราะห์แรงตึงที่เอ็นไขว้หน้าจากแบบจำลองของร่างกายส่วนล่างและของเอ็นไขว้หน้าที่สร้างจากโปรแกรม LifeMOD™ ซึ่งภายหลังการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. การพันผ้าเทปส่งผลให้ปริมาณแรงตึงสูงสุดที่เอ็นไขว้หน้ามีค่าน้อยกว่าการไม่พันผ้าเทป

2. การพันผ้าเทปส่งผลให้แรงปฏิกิริยาในข้อเข่าทิศทางด้านหน้า โมเมนท์ของการเหยียดเข่า หุบเข่า และหมุนเข่าเข้าด้านในมีค่าน้อยกว่าการไม่พันผ้าเทป นอกจากนี้การพันผ้าเทปยังทำให้เข่าเหยียดออกน้อยกว่าการไม่พันผ้าเทป

3. ปริมาณแรงตึงที่เอ็นไขว้หน้ามีค่าสูงขึ้น เมื่อแรงปฏิกิริยาในข้อเข่าทิศทางด้านหน้ามีค่ามากขึ้น และเมื่อข้อเข่ามีการเหยียดออก หรือหมุนออกด้านนอกมากขึ้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากผลการวิจัยที่ได้รับจึงกล่าวได้ว่าการพันผ้าเทปในนักกีฬาสามารถช่วยลดแรงตึงที่เอ็นไขว้หน้า ช่วยจำกัดมุมการเคลื่อนไหว โดยเฉพาะการเหยียดเข่า ช่วยลดโมเมนท์ในการเหยียดเข่า หุบเข่า และหมุนเข่าเข้าด้านในได้มากกว่าในขณะที่ไม่พันผ้าเทป ซึ่งผลการวิจัยครั้งนี้ช่วยสนับสนุนว่าการพันผ้าเทปด้วยเทคนิค Anterior Cruciate Ligament taping เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับนักกีฬาที่มีการบาดเจ็บของเอ็นไขว้หน้าเรื้อรังเพื่อป้องกันการบาดเจ็บซ้ำจากการเคลื่อนไหว

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

Anderson, F. C. and D. G. Hull. 1992. A parameter optimization approach for the optimal control of large-scale musculoskeletal systems. **Journal of Biomechanical Engineering** 114: 450-460.

Andriacchi, T. P., B. R. Bach and B. Reider. 1990. Gait adaptations by patients who have a deficient anterior cruciate ligament. **Journal of Bone and Joint Surgery** 72: 871-877.

Arendt, E. and R. Dick. 1999. Knee injury patterns among men and women collegiate basketball and soccer: NCAA data and review of the literature**. The American Journal of Sports Medicine** 23: 694-701.

Barrett, J., M. Torry, K. L. Glover, D. L. Speroni, J. Money and M. T. Mahar. 2002. Gait adaptations before and after anterior cruciate ligament reconstruction surgery. **Journal of Medical Science in Sports and Exercise** 29: 853-859.

Basketball Shooting**.** 2011. **Perfect Shot Angle and Rotation.** Available Source: http://bleacherreport.com/wp-content/uploads/2010/03/jump-shot-arch.jpg, August 3, 2011.

Berchuck, D. M. and D. G. Watts. 1990. The effect of bracing on proprioception of knees with anterior cruciate ligament injury. **Journal of Orthopedics Sports Physical Therapy** 32: 11-15.

Beynnon, B. D., R. J. Johnson, B. C. Fleming, G. D. Peura, P. A. Renstrom, C. E. Nichols and M. H. Pope. 1997. The effect of functional knee bracing on the anterior cruciate ligament in the weight bearing and non weight bearing knee. **The American Journal of Sports Medicine** 25: 353-359.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Bicer, L., R. Huiskes and A. De Lange. 2009. Recruitment of Knee Joint Ligaments. **Journal of Biomechanical Engineering** 113 (1): 94-103.

Blackburn, J. T., D. A. Paduab, B. L. Riemannd and K. M. Guskiewiczb. 2004. The relationships between active extensibility, and passive and active stiffness of the knee flexors. **The American Journal of Sports Medicine** 683–691.

Brancazio, P. J. 1981. The physics of basketball. **The American Journal of Physics** 49**:** 356-365.

Building a Conventional Gait Model. 2011. **Plug-In Gait Full Body**. Available Source: http://docs.exdat.com/wp-content/uploads/2010/03/.jpg, October 27, 2011.

Buoncristiani, J. H. Huiskes and R. Grootenboer. 2006. Biomechanics of the ACL: Measurements of in situ force in the ACL and knee kinematics. **Journal of Biomechanics** 24: 1019-1031.

Cheng, M., M. Ewing, C. Lirgg and T. George. 2008. The events of equipment medication on children's self- eYcacy and basketball shooting performance**. Research Quarterly for Exercise and Sport** 65: 159-168.

Cochrane, J. L., D. G. Lloyd, A. Buttfield, H. Seward and J. McGivern. 2007. Characteristics of anterior cruciate ligament injuries in Australian football. **Journal of Sport Medical Science** 10 (2): 96-104.

Crossley, C. and J. S. Arora. 2000. Direct comparison of muscle force predictions using linear and nonlinear programming. **Journal of Biomedical Engineering** 109: 192-199.

Decker, G. T. 2004. Three–dimensional dynamic model of the knee. **KSME International Journal** 12 (6): 1041-1063.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Dempsey, M. J., M. R. Torry, T. J. Noonan, C. Sterett and W. I. Steadman. 2007. Gait retraining after anterior cruciate ligament reconstruction. **Physical Medicine Rehabilitation** 85: 848-856.

DeVita, E. J. Alexander, M. K. Toney, C. Dyrby and J. Sum. 1998. A point cluster method for in vivo motion analysis applied to a study of knee kinematics. **Journal of Biomedical Engineering** 120 (6): 743.

Dufek, J. and B. Bates. 1990. The evaluation and prediction of impact forces during landings. **Journal of Medicine and Science in Sports and Exercise** 22 (2): 370-377.

Dvorak, P. and A. M. Laursen. 1993. Programmed electromotor graphic activity and negative incremental muscle stiffness in monkeys jumping downward. **Journal of Physiology** 350: 121-136.

Fleming, B. C., B. D. Beynnon, P. A. Renstrom, G. D. Peura, C. E. Nichols and R. J. Johnson. 2000. Diagnosis and treatment of ankle injuries: a review. **The American Journal of Diseases in Children** 144: 809-814.

Freddie, K.T. 2010. Gender differences in knee angle when landing from a drop-jump. **Journal of Knee Surgery** 14: 215-219.

Gabrial, T. G., C. J. Wang, P. S.Walker and B. Wolf. 2004. The effects of flexion and rotation on the length patterns of the ligaments of the knee. **Journal of Biomechanics** 6: 587-596.

Garrick, W. E. and K. P. Requa. 2003. Mechanisms of non-contact ACL injuries. **Journal of Sports Medicine** 41: 47-51.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Gillquist, J. and P. K. Messner. 1999. Anterior tibial translation during different isokinetic quadriceps torque in anterior cruciate ligament deficient and non impaired individuals. **Journal of Orthopaedic Sports and Physical Therapy** 31: 4-15.

Gokeler, A., P. Dean and K. Ralph. 2003. Dynamic function of the ACL-reconstructed knee during running. **The American Journal of Academy Orthopedics' Surgery** 11: 439-44**.**

Goodfollow, R. T., K. Grobmer and C. Vaughan. 1996. Analysis of the jump shot. **Athletic Journal** 61 (3): 30-33.

Hay, J. G. 1994. **The Biomechanics of Sports Techniques**. Prentice Hall, New Jersey.

Herner, A. C. 1999. The strain behavior of the anterior cruciate ligament during bicycling: an in vivo study. **The American Journal of Sports Medicine** 26 (1): 109-118.

Hess, C. 1980. Knee injury patterns among young south african basketball players. **The South African Journal of Sports Medicine** 15 (1): 9-15.

Hester, C. J., L. Herrington and J. K. Payton. 2001. Effects of corrective taping of the patella on patients with patellofemoral pain. **The American Journal of Sports Medicine** 83 (11): 566-572.

Hicky, G., P. Fricker and W. McDonald. 1997. Injuries to young elite basketball players over a six-year period. **Clinical Journal of Sports Medicine** 7: 252-256.

Hudson, J. L. 1985. Prediction of basketball skill using biomechanical variables**. Research Quarterly for Exercise and Sport** 56: 115-121.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Indelicato, D. M., W. Mathiyakom and B. A. Munkasy. 1990. Mechanical demand and multi-joint control during landing depends on orientation of the body segments relative to the reaction force**. Journal of Biomechanics** 34: 1471-1482.

Ireland, R. J., W. B. Jason, Y. P. Kibler, S. Lephart, J. L. Lewis, T. N. Lindenfeld, B. R. Mandelbaum, P. Marchak, C. C. Teitz and E. M. Wojtys. 2007. Noncontact anterior cruciate ligament Injuries, risk factors and prevention strategies. **The American Journal of Science and Orthopaedic Surgery** 8 (3): 141-150.

Irrgang, J. J., L. Snyder-Mackler, R. S. Wainner, F. H. Fu and C. D. Harner. 1995. Development of a patient-reported measure of function of the knee. **Journal of Bone and Joint Surgery** 80 (8): 32-45.

Isaac, P. K. and D. V. Patel. 2005. Rehabilitation after autogenous bone-patellar tendon-bone ACL reconstruction. **The American Journal of Sports Medicine** 4: 263-273.

Jones, H. P., R. C. Appleyard, S. Mahajan and G. A. C. Murrell. 2003. Meniscal and chondral loss in the anterior cruciate ligament injured knee. **The American Journal of Sports Medicine** 33: 1075-1089.

Kevin, I. Y., T. K. Sean and U. Wyss. 2008. Mechanics of the passive knee join: Interaction between the ligaments and the articular surfaces in guiding the joint motion, pp. 221-232. *In* **Proceedings of the ASME Summer Bioengineering Conference**. 25-29 June 2008, The American Society of Mechanical Engineers. Florida, United state of America.

Kirkendall, D. and W. Garrett. 2000. A comparison of knee kinetics between male and female recreational athletes in stop-jump tasks**. The American Journal of Sports Medicine** 30: 261-267.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Krosshaug, T. and R. Bahr. 2007. A model-based image-matching technique for three-dimensional reconstruction of human motion from uncalibrated video sequences. **Journal of Biomechanics** 38: 919-929.

Kummar, L. K. and T. F. Yamamoto. 1988. Preseason strength and flexibility imbalances associated with athletic injuries in female collegiate athletes. **The American Journal of Sports Medicine** 19: 76-81.

Kvist, J. 2004. Rehabilitation following anterior cruciate ligament injury: current recommendations for sports participation. **The American Journal of Sports Medicine** 34: 269-280.

La Prade, D., W. Farney and J. D. Lee. 2005. The incidence of injury in Texas high school basketball**. The American Journal of Sports Medicine** 27 (3): 294-298.

Lin, Y.C., J. Farr, K. Carter, and B.J. Fregly. 2006. Response surface optimization for joint contact model evaluation. **Journal of Applied Biomechanics** 22: 120-130.

Louw, Q. 2003. **Knee Injury Prevention among Adolescent Basketball Players**. 4th ed. McGrew-Hill, New York.

Lutz, G. E., R. A. Palmitier and K. E. Chao. 2005. Comparison of tibiofemoral joint forces during open-kinetic-chain and closed kinetic-chain exercises. **Journal of Bone and Joint Surgery** 75: 732-739.

McKay, G., P. Goldie, W. Payne, B. Oakes and L. Watson. 2001. A prospective study of injuries in basketball: a total profile and comparison by gender and standard of competition. **Journal of Science and Medicine in Sport** 4 (2): 196-211.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Miller, R. E. and Hergenroeder. 1990. A biomechanical evaluation of taping and bracing in reducing knee joint translation and rotation. **The American Journal of Sports Medicine** 20: 416-421.

Missouri Knee Injury. 2013. **Claims Serious Knee Injury Accidents**. Available Source: http://reddiabla.blogspot.com/images/Seif_knee%20anatomy02.jpg, May 5, 2013.

Noyes, F. R. 1991. The symptomatic anterior cruciate deficient knee Part I: the long-term functional disability in athletically active individuals. **Journal of Bone and Joint Surgery** 65: 154-162.

Odensten, M., R. F. Escamilla, S. W. Barrentine, K. E. Wilk and J. R. Andrews. 2009. Forces at the Knee during Open and Closed Kinetic Chain Exercises, pp. 75-76. *In* **Proceedings of 20th American Society of Biomechanics Annual Meeting.** 17-21 June 2009, The American Society of Mechanical Engineers. California, United State of America.

Practical Guide to Clinical Medicine**.** 2013. **The Knee Exam**. Available Source: http://www.larsligament.com/images/graphics/knee_anatomy.jpg, January, 2 2013.

Ramsey, D. K., P. F. Wretenberg, M. Lamontagne and G. Nemeth. 2003. Electromyographic and biomechanic analysis of anterior cruciate ligament deficiency and functional knee bracing. **Journal of Clinical Biomechanics** 18: 28-34.

Rebel, M. and H. H. Paessler. 2001. The effect of knee brace on coordination and neuronal leg muscle control: An early postoperative functional study in anterior cruciate ligament reconstructed patients. **Knee Surgery Sports Traumatology and Arthroscopy** 9: 272-281.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Reddy, S., M. Dischino and L. J. Soslowsky. 2009. **Bone Pathology Biomechanics Part I**. Humana Press, New York.

Richard, M. D., S. M. Sherwood, S. S. Schulthies and K. L. Knight. 2000. Effect of tape and exercise on dynamic ankle inversion. **Journal of Athletic Training** 35 (1): 31.

Ristanis, T. W., L. P. Tony, R. F. Paul and S. L. Woo. 2005. In-situ force in the medial and lateral structures of intact and ACL-deficient knees. **Journal of Orthopaedic Science** 5: 567-571.

Shin, C.S., A.M. Chaudhari and T.P. Andriacchi. 2011. Valgus plus internal rotation moment increase anterior cruciate ligament strain more than either alone. **Journal of Sport Medical Science** 43 (8): 1484-91

Shultz, S. J., R. J. Schmitz and B. D.Beynnon. 2011. Variation in varus/ valgus and internal/ external rotation knee laxity and stiffness across the menstrual cycle. **Journal of Orthopaedic Research** 29: 318-325.

Smith, K. D., P. K. April and J. H. Wilckens. 2003. Current concepts in anterior cruciate ligament rehabilitation**. The Journal of Orthopaedic and Sports Medicine** 19: 957-964.

Souryal, L. H. and P. F. Wretenberg. 2003. The symptomatic anterior cruciate deficient knee. Part I: the long-term functional disability in athletically active individuals. **Journal of Bone and Joint Surgery** 65: 154-162.

Starkey, T. P. and W. Payne. 2003. Comparison of tibiofemoral joint forces during open-kinetic-chain and closed kinetic-chain exercises. **Journal of Bone and Joint Surgery** 75: 732-739.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Tashman, B., C. F. Lin and W. E. Garrett. 2004. Lower extremity biomechanics during the landing of a stop-jump task. **Journal of Clinical Biomechanics** 21 (3): 297-305.

Taylor, L., G. K. Good and M. A. Risberg. 2010. The effect of bracing on proprioception of knees with anterior cruciate ligament injury. **Journal of Orthopedics Sports and Physical Therapy** 32: 11-15.

Thomas, J. R. and J. K. Nelson. 2006. **Research Methods in Physical Activity**. 5th ed. Human Kinetics, Illinois.

Timoney, J. M., W. S. Inman, P. M. Quesada, P. F. Sharkey, R. L Barrack, Skinner and H. B. Alexander. 1993. Return of normal gait patterns after anterior cruciate ligament reconstruction. **The American Journal of Sports Medicine** 21: 887-889.

Winter, K. D., K. T. Johnson and J. H. Will. 1998. Current concepts in anterior cruciate ligament rehabilitation. **The Journal of Orthopaedic and Sports Medicine** 19: 957-964.

Wojtys. 1996. **Anterior Cruciate Ligament II: Rehabilitation Principles: Sports medicine** Mosby, Philadelphia.

Woo, S. L., J. M. Hollis , D. J. Adams, R. M. Lyon, and S. Takai. 1991. Tensile properties of the human femur-anterior cruciate ligament-tibia complex. The effects of specimen age and orientation. **The American Journal of Sports Medicine** 19: 217–225.

World Health Organization. 2012. **Anatomy of the Knee**. Available Source: http://www.scoopweb.com/images/graphics/knee_anatomy.jpg, February 1, 2012.

Yagi, C., D. H. June, L. J. Robby and D. G. Jull. 2002. A parameter optimization approach for the optimal control of large-scale musculoskeletal systems. **Journal of Biomechanical Engineering** 114: 450-460.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Yamamoto, L., R. Huiskes and A. De Lange. 2004. Recruitment of knee joint ligaments. **Journal of Biomechanical Engineering** 113 (1): 94-103.

Zhang, N., G. S. Fleisig, R.F. Escamilla and S.W. Barrentine. 1998. An analytical model of the knee for estimation of internal forces during exercise. **Journal of Biomechanics** 31: 963–967.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก ก

เอกสารชี้แจงข้อมูล/คำแนะนำแก่ผู้เข้าร่วมวิจัย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอกสารชี้แจงข้อมูล/คำแนะนำแก่ผู้เข้าร่วมวิจัย

(Patient/Participant Information Sheet)

ชื่อโครงการ ผลของการพันผ้าเทปที่มีต่อแรงตึงเอ็นไขว้หน้าขณะกระโดดยิงประตูบาสเกตบอล

ชื่อผู้วิจัยหลัก ผศ.ดร.สิริพร ศศิมณฑลกุล คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ชื่อผู้ร่วมวิจัย ดร.อรอุมา บุณยารมย์ คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ชื่อผู้ร่วมวิจัย นางสาวสุจิตรา ลิ้มทรัพย์ คณะวิทยาศาสตร์การกีฬามหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สถานที่วิจัย ศูนย์สิรินธรเพื่อการฟื้นฟูสมรรถภาพทางการแพทย์แห่งชาติ และคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา

บุคคลและวิธีการติดต่อเมื่อมีเหตุฉุกเฉินหรือความผิดปกติที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย

ผศ.ดร.สิริพร ศศิมณฑลกุล โทร -
นางสาวสุจิตรา ลิ้มทรัพย์ โทร -
ดร.อรอุมา บุณยารมย์ โทร -

ผู้สนับสนุนการวิจัย -

ความเป็นมาของโครงการ

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการศึกษาผลของการพันผ้าเทปที่มีต่อแรงตึงที่เอ็นไขว้หน้าในนักกีฬาที่มีการบาดเจ็บของเอ็นไขว้หน้าเรื้อรัง เนื่องจากนักกีฬาที่บาดเจ็บเอ็นไขว้หน้าเรื้อรังมีทั้งพันผ้าเทปที่ข้อเข่าและไม่พันผ้าเทปที่ข้อเข่าเมื่อแข่งขันหรือฝึกซ้อม อย่างไรก็ตามประสิทธิผลของการพันผ้าเทปในการยึดตรึงเอ็นไขว้หน้ายังไม่ชัดเจน อีกทั้งยังไม่มีงานวิจัยใดให้ผลการวิจัยที่สนับสนุนประสิทธิผลของการพันผ้าเทปในการลดแรงตึงที่เอ็นไขว้หน้า ดังนั้นผู้วิจัยจึงต้องการศึกษาว่า การพันผ้าเทปสามารถลดแรงตึงของเอ็นไขว้หน้าได้จริงหรือไม่ โดยกิจกรรมที่เลือก คือ การกระโดดยิงประตูบาสเกตบอล ซึ่งเป็นการเคลื่อนไหวที่ส่งผลให้เกิดการบาดเจ็บได้บ่อย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาผลของการพันผ้าเทปที่มีต่อแรงตึงที่เอ็นไขว้หน้า

รายละเอียดที่จะปฏิบัติต่อผู้เข้าร่วมการวิจัย

1. ท่านจะได้รับการตรวจประเมินการบาดเจ็บของเอ็นไขว้หน้าจากผู้เชี่ยวชาญ

2. ท่านจะได้รับการถ่ายภาพเคลื่อนไหวของวัตถุสะท้อนแสงที่ติดบนผิวหนังส่วนล่างของร่างกาย โดยไม่เห็นภาพเคลื่อนไหวของท่าน

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

ในขั้นตอนแรกของการวิจัย จะให้ท่าน ชั่งน้ำหนัก วัดส่วนสูง และกรอกแบบสอบถามเกี่ยวกับประวัติการบาดเจ็บ จากนั้นจึงให้ท่านอบอุ่นร่างกาย (Warm up) โดยการวิ่งเยาะ ๆ (jogging) และยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้งร่างกายส่วนบนและร่างกายส่วนล่าง (stretching) เป็นเวลา 10 นาที หลังจากที่ท่านอบอุ่นร่างกายเสร็จแล้ว ผู้วิจัยจะติดวัตถุสะท้อนแสง (retro-reflection markers) บนผิวหนังที่ร่างกายส่วนล่าง แล้วให้ท่านทำท่ากระโดดยิงประตูบาสเกตบอลด้วยความสามารถสูงสุดภายหลังจากที่ได้รับการพันผ้าเทปและไม่พันผ้าเทปที่ข้อเข่าข้างที่มีการบาดเจ็บเรื้อรังที่เอ็นไขว้หน้า อย่างละ 5 ครั้ง ทั้งนี้ให้ท่านทำการซ้อมยิงประตูประมาณ 3 ครั้งก่อนการทดลองจริง เนื่องจากท่านจะต้องทำการทดสอบ 2 ครั้ง ได้แก่ กระโดดยิงประตูในขณะพันผ้าเทปและไม่พันผ้าเทปที่ข้อเข่า ท่านจึงได้พักระหว่างการทดสอบทั้ง 2 ครั้งนั้น เป็นเวลา 15 นาที เพื่อให้ท่านได้พักฟื้นร่างกายและยืดเหยียดกล้ามเนื้อ ในขณะที่นักกีฬากระโดดยิงประตูนั้นจะมีกล้องความถี่สูงระบบอินฟราเรดบันทึกภาพของตัวสะท้อนแสงที่ติดอยู่บนตัวท่าน โดยที่กล้องจะไม่บันทึกภาพร่างกายของท่าน

ประโยชน์และผลข้างเคียงที่จะเกิดแก่ผู้เข้าร่วมวิจัย

ประโยชน์

1. ท่านจะได้รับการตรวจประเมินร่างกายและได้รับคำแนะนำในการปฏิบัติตนเพื่อลดความเสี่ยงในการเกิดการบาดเจ็บในการทำกิจกรรมกีฬา

2. ท่านจะได้รับค่าตอบแทนรายละ 400 บาทในการเข้าร่วมการวิจัย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลข้างเคียงที่จะเกิดแก่ผู้เข้าร่วมวิจัย

ในขณะที่ท่านกระโดดยิงประตู ท่านอาจหกล้มภายหลังการกระโดดจนทำให้เกิดการถลอก มีรอยฟกช้ำ หรือเกิดการบาดเจ็บที่ข้อเข่าหรือที่ข้อเท้าได้ อย่างไรก็ตามเพื่อลดความเสี่ยงที่จะเกิดการบาดเจ็บเหล่านี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการและให้ท่านปฏิบัติการดังนี้

1. ท่านจำเป็นต้องฝึกซ้อมกระโดดยิงประตูบาสเกตบอลก่อนการวิจัยจริงเพื่อสร้างความคุ้นเคยและลดความเสี่ยงในการหกล้ม

2. ผู้วิจัยได้ทำการวางเบาะกันกระแทกรอบบริเวณที่ท่านทำการกระโดด

3. ท่านจำเป็นต้องอบอุ่นร่างกายและยืดเหยียดกล้ามเนื้อก่อนการวิจัยทุกครั้งเพื่อลดความเสี่ยงในการเกิดการบาดเจ็บต่อระบบกระดูกและกล้ามเนื้อ

4. ในขณะที่ท่านร่วมวิจัยนั้น จะมีนักกายภาพบำบัดและเครื่องมือในการปฐมพยาบาลประจำตลอดเวลาการทำวิจัย

การเก็บข้อมูลเป็นความลับ

ผู้วิจัยทำการบันทึกข้อมูลของท่านด้วยการใช้รหัส และไม่มีการเปิดเผยชื่อไปสู่สาธารณะ ทั้งนี้ท่านสามารถยกเลิกการเข้าร่วมโครงการวิจัยนี้เมื่อใดก็ได้ตามที่ต้องการ โดยไม่มีผลกระทบต่อท่านทั้งสิ้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก ข

หนังสือยินยอมโดยได้รับการบอกกล่าวและเต็มใจ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

หนังสือยินยอมโดยได้รับการบอกกล่าวและเต็มใจ

(Informed Consent Form)

ชื่อโครงการ ผลของการพันผ้าเทปที่มีผลต่อแรงตึงเอ็นไขว้หน้าขณะกระโดดยิงประตูบาสเกตบอล

ชื่อผู้วิจัย ผศ.ดร.สิริพร ศศิมณฑลกุล คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ดร.อรอุมา บุณยารมย์ คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
นางสาวสุจิตรา ลิ้มทรัพย์ คณะวิทยาศาสตร์การกีฬามหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

*ชื่อผู้เข้าร่วมการวิจัย .....

อายุ .....

คำยินยอมของผู้เข้าร่วมการวิจัย

ข้าพเจ้า นาย/นาง/นางสาว ..... ได้ทราบรายละเอียดของโครงการวิจัยตลอดจนประโยชน์ และข้อเสี่ยงที่จะเกิดขึ้นต่อข้าพเจ้าจากผู้วิจัยแล้วอย่างชัดเจน ไม่มีสิ่งใดปิดบังซ่อนเร้นและยินยอมให้ทำการวิจัยในโครงการที่มีชื่อข้างต้น และข้าพเจ้ารู้ว่าถ้ามีปัญหาหรือข้อสงสัยเกิดขึ้นข้าพเจ้าสามารถสอบถามผู้วิจัยได้ และข้าพเจ้าสามารถไม่เข้าร่วมโครงการวิจัยนี้เมื่อใดก็ได้ โดยไม่มีผลกระทบต่อการรักษาที่ข้าพเจ้าพึงได้รับ นอกจากนี้ผู้วิจัยจะเก็บข้อมูลเฉพาะเกี่ยวกับตัวข้าพเจ้าเป็นความลับและจะเปิดเผยได้เฉพาะในรูปที่เป็นสรุปผลการวิจัย การเปิดเผยข้อมูลเกี่ยวกับตัวข้าพเจ้าต่อหน่วยงานต่างๆที่เกี่ยวข้อง กระทำได้เฉพาะกรณีจำเป็นด้วยเหตุผลทางวิชาการเท่านั้น

ลงชื่อ..... (ผู้เข้าร่วมการวิจัย)

..... (พยาน)

..... (พยาน)

วันที่ .....

คำอธิบายของแพทย์หรือผู้วิจัย

ข้าพเจ้าได้อธิบายรายละเอียดของโครงการ ตลอดจนประโยชน์ของการวิจัย รวมทั้งข้อเสี่ยงที่อาจจะเกิดขึ้นแก่ผู้เข้าร่วมการวิจัยทราบแล้วอย่างชัดเจนโดยไม่มีสิ่งใดปิดบังซ่อนเร้น

ลงชื่อ..... (ผู้วิจัย)

วันที่.....

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก ค

แบบบันทึกและแบบสอบถามประกอบการเก็บข้อมูล

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แบบบันทึกและแบบสอบถามประกอบการเก็บข้อมูล

ชื่อ-นามสกุล.....

อายุ.....น้ำหนัก.....ส่วนสูง.....

โทร.....สถานที่ทำงาน.....

ท่านเคยได้รับการวินิจฉัยจากแพทย์ว่าเอ็นไขว้หน้าบาดเจ็บ ☐ ใช่ ☐ ไม่ใช่

เอ็นไขว้หน้าบาดเจ็บที่ข้อเข่า ☐ ซ้าย ☐ ขวา

ระยะเวลาที่เอ็นไขว้หน้าบาดเจ็บ.....

ปัจจุบันท่านยังมีอาการบาดเจ็บที่เอ็นไขว้หน้าหรือข้อเข่าหรือไม่

☐ มี ระบุอาการ..... ☐ ไม่มี

ท่านเคยได้รับการผ่าตัดที่เอ็นไขว้หน้าหรือไม่

☐ เคย ระบุปี..... ☐ ไม่เคย

ในหนึ่งสัปดาห์ท่านฝึกซ้อมหรือแข่งขันจำนวน.....ครั้ง เป็นเวลา.....ชม./ครั้ง

ท่านเคยพันผ้าเทปที่ข้อเข่าหรือไม่ ☐ เคย ☐ ไม่เคย

ความบ่อยในการพันผ้าเทป

☐ ทุกครั้งที่ฝึกซ้อมหรือแข่งขัน

☐ 70-80 % ของจำนวนครั้งที่ฝึกซ้อมหรือแข่งขัน

☐ 50 % ของจำนวนครั้งที่ฝึกซ้อมหรือแข่งขัน

☐ 20-30 % ของจำนวนครั้งที่ฝึกซ้อมหรือแข่งขัน

☐ น้อยครั้งที่พันผ้าเทปในการฝึกซ้อมหรือแข่งขัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก ง

เทคนิคและวิธีการพันผ้าเทปในนักกีฬาที่เอ็นไขว้หน้าบาดเจ็บ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เทคนิคและวิธีการพันผ้าเทปในนักกีฬาที่เอ็นไขว้หน้าบาดเจ็บ

เทคนิคที่ใช้ในการพันผ้าเทปจะเป็นเทคนิคที่เรียกว่า Anterior Cruciate Ligament Taping มีวัตถุประสงค์ เพื่อช่วยเพิ่มความมั่นคงให้กับข้อเข่าทางด้านหน้าและด้านข้าง ป้องกันการเหยียดเข่าใน 20 องศาสุดท้าย (last 20 degrees of knee extension) ลดการเคลื่อนไปข้างหน้าของกระดูกหน้าแข้ง (Anterior translation) และลดแรงเค้นที่มากระทำจากด้านข้าง ของข้อเข่า (Valgus) เป็นต้น

ขั้นตอนการพันเทปสำหรับการบาดเจ็บที่เอ็นไขว้หน้า

ขั้นตอนการพันผ้าเทป	รูปประกอบ
ให้นักกีฬายืนบนเก้าอี้ วางส้นเท้าของขาข้างที่เอ็นไขว้หน้าบาดเจ็บบนสิ่งของที่ทำให้ส้นเท้าของนักกีฬายกขึ้นเล็กน้อย โดยที่ให้ข้อเข่างอประมาณ 20 องศา และให้น้ำหนักตัวลงที่ขาทั้ง 2 ข้าง หลังจากทำความสะอาดและโกนขนบริเวณขาข้างที่จะพันผ้าเทปของนักกีฬาแล้ว	
เริ่มพันแถบผ้าเทปยี่ห้อ Neotape ชนิดแข็งขนาดกว้าง 3 นิ้ว สำหรับเป็นที่ยึด (anchor) โดยแถบบนอยู่ที่เศษหนึ่งส่วนสามของต้นขาทางด้านล่าง และอีกแถบอยู่ที่เศษหนึ่งส่วนสามของน่องทางด้านบน ทั้งนี้การพันแถบยึดนั้นขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของนักกีฬาแต่ละคนด้วย เพื่อยึดได้อย่างมั่นคงและครอบคลุมบริเวณที่เกิดการบาดเจ็บอาจมีการเลื่อนตำแหน่งที่แตกต่างจากนี้เล็กน้อย	

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ขั้นตอนการพันผ้าเทป	รูปประกอบ
หลังจากนั้นจะเป็นการพันผ้าเทปในลักษณะที่ไขว้เป็นรูปตัว X จากทางด้านในของข้อเข่าโดยให้แรงในระดับปานกลาง (moderate tension) และทำแบบเดียวกันทางด้านนอกของข้อเข่า การพันผ้าเทปลักษณะนี้เพื่อช่วยเพิ่มความมั่นคงของข้อเข่าและยังช่วยจำกัดแรงที่มากระทำกับข้อเข่าทางด้านนอก (valgus) อีกด้วย	
สิ้นสุดการพันผ้าเทปทางด้านหลังของข้อเข่าด้วยการพันผ้าเทปในลักษณะที่ไขว้เป็นรูปตัว X ทับผ้าเทปที่ติดในแนวตั้งฉากกับพื้น (check-rein) หลังจากนั้นเพื่อกันการหลุดออกของผ้าเทปในขณะเคลื่อนไหว	
พันผ้าเทปทับบริเวณแถบยึดทั้งด้านบนและด้านล่างอีกที (re-anchor) และเพื่อการยึดตรึงข้อเข่าให้มั่นคงมากยิ่งขึ้น	

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ขั้นตอนการพันผ้าเทป	รูปประกอบ
พับผ้าเทปในลักษณะตัว X ทับแนวเดิมด้านในของข้อเข่า และทำในลักษณะเดียวกันที่ด้านนอกข้อเข่า	
พันผ้าเทปในลักษณะเกลียวรอบข้อเข่า (spiral) โดยเริ่มจากทางด้านในกระดูกหน้าแข้งอ้อมมาทางด้านนอกของข้อเข่า ผ่านเหนือข้อพับและสิ้นสุดที่ด้านในของกระดูกต้นขา เพื่อยึดตรึงไม่ให้ข้อเข่าบิด (twist) ขณะที่มีการเคลื่อนไหว	

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก จ

แบบเสนอโครงการวิจัยเพื่อขอคำรับรองจากคณะกรรมการสิทธิมนุษยชน
เกี่ยวกับการทดลองในมนุษย์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แบบเสนอโครงการวิจัยเพื่อขอคำรับรองจากคณะกรรมการสิทธิมนุษยชนเกี่ยวกับการทดลองในมนุษย์ ศูนย์สิรินธรเพื่อการฟื้นฟูสมรรถภาพทางการแพทย์แห่งชาติ

1. ชื่อโครงการ ผลของการพันผ้าเทปที่มีผลต่อแรงตึงที่เอ็นไขว้หน้าขณะกระโดดยิงประตูบาสเกตบอล
(The effect of taping on Anterior Cruciate Ligament tensile force occurring in basketball jump shot)

2. ชื่อและที่ทำงานของผู้วิจัย

ชื่อผู้วิจัยหลัก ผศ.ดร.สิริพร ศศิมณฑลกุล
คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ชื่อผู้ร่วมวิจัย ดร.อรอุมา บุณยารมย์
คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ชื่อผู้ร่วมวิจัย นางสาวสุจิตรา ลิ้มทรัพย์
คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. สรุปย่อโครงการวิจัย

หลักการและเหตุผล

นักกีฬาบาสเกตบอลมีอุบัติการณ์การบาดเจ็บของเอ็นไขว้หน้าที่ข้อเข่าและเอ็นไขว้หน้า (Anterior Cruciate Ligament, ACL) มากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับอวัยวะอื่น โดยส่วนใหญ่เกิดในขณะที่ร่างกายนักกีฬาตกลงสู่พื้นภายหลังการกระโดด ซึ่งการบาดเจ็บที่เอ็นไขว้หน้าจะส่งผลให้ข้อเข่าไม่มั่นคงและเคลื่อนที่ได้มากว่ามุมปกติ รวมทั้งทำให้หมอนรองข้อเข่าเสื่อมได้

การพันผ้าเทปเป็นเทคนิคที่ใช้ยึดตรึงข้อเข่าให้มั่นคง เพื่อจำกัดการดึงรั้งของเอ็นไขว้หน้า อย่างไรก็ตามนักกีฬาที่เอ็นไขว้หน้าฉีกขาดมีทั้งพันผ้าเทปและไม่พันผ้าเทปรอบข้อเข่าข้างที่บาดเจ็บในขณะที่ทำการฝึกซ้อมหรือแข่งขัน และถึงแม้ว่าวัตถุประสงค์ของการพันผ้าเทปคือยึดตรึงข้อเข่าและจำกัดการดึงรั้งของเอ็นไขว้หน้า แต่ก็ไม่มีงานวิจัยที่แสดงให้เห็นว่าการพันผ้าเทปสามารถยึด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตรึงเอ็นไขว้หน้าได้อย่างชัดเจน ดังนั้นผู้วิจัยจึงดำเนินการวิจัยนี้เพื่อศึกษาถึงประสิทธิผลของการพันผ้าเทปในการลดการดึงรั้งของเอ็นไขว้หน้า โดยจะทำการศึกษาในกลุ่มของนักบาสเกตบอลที่ได้รับการวินิจฉัยว่าเอ็นไขว้หน้าบาดเจ็บเรื้อรัง ทั้งนี้จะทำการบันทึกภาพเคลื่อนไหวในขณะที่นักบาสเกตบอลกระโดดยิงประตูและจำลองการเคลื่อนไหวนั้นผ่านแบบจำลองของเข่าและเอ็นไขว้หน้า

4. บทนำ

ความเป็นมา

การกระโดดยิงประตูในกีฬาบาสเกตบอล (Jump Shot) เป็นเทคนิคที่ช่วยเพิ่มแรงส่งไปยังลูกบอล เมื่อผู้เล่นต้องการให้ลูกบอลเคลื่อนที่อยู่ในอากาศด้วยความเร็วและมีระยะทางที่ไกล (Brancazio, 1981; Hay, 1994) ซึ่งในความได้เปรียบดังกล่าวก็ทำให้มีความเสี่ยงสูงที่จะทำให้เกิดการบาดเจ็บในจังหวะที่ร่างกายนักกีฬาตกลงสู่พื้นภายหลังการกระโดด (Hicky *et al*., 1997; Louw, 2003) งานวิจัยส่วนใหญ่รายงานว่า อวัยวะที่ได้รับบาดเจ็บมากที่สุดในกีฬาบาสเกตบอล คือ ข้อเข่า คิดเป็นร้อยละ 23.8 ของการบาดเจ็บทั้งหมด ซึ่งการบาดเจ็บดังกล่าวเกิดขึ้นที่เอ็นไขว้หน้าถึงร้อยละ 37 ของโครงสร้างทั้งหมดภายในข้อเข่า (Louw, 2003) และการบาดเจ็บของเอ็นไขว้หน้านั้น เกิดโดยไม่มีแรงปะทะจากภายนอก (Non Contact Injury) ถึงร้อยละ 80 ของการบาดเจ็บเอ็นไขว้หน้าในนักกีฬา (Arendt and Dick, 1999) ซึ่งการบาดเจ็บส่วนใหญ่เกิดในขณะที่ร่างกายนักกีฬาตกลงสู่พื้นภายหลังการกระโดด (Dufek and Bates, 1990) เนื่องจากทำให้ข้อเข่าบิด (twist) และข้อเข่างอออกทางด้านข้าง (valgus) เอ็นไขว้หน้าจึงถูกดึงและเกิดแรงเค้น (strain) ในเอ็นไขว้หน้า ในระดับสูง ซึ่งส่งผลให้เอ็นไขว้หน้าฉีกขาด (Dempsey *et al*., 2007; Cochrane *et al*., 2007)

Louw (2003) ได้ศึกษาเปรียบเทียบรูปแบบทางชีวกลศาสตร์ในการลงสู่พื้นของนักบาสเกตบอลที่เอ็นไขว้หน้าปกติและเอ็นไขว้หน้าบาดเจ็บ โดยเก็บภาพการเคลื่อนไหวในขณะที่นักกีฬากระโดดยิงประตู (Jump shot) ด้วยกล้องความถี่สูง และนำภาพการเคลื่อนไหวนั้นมาวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมจำลองโครงสร้างร่างกาย พบว่า นักบาสเกตบอลที่เอ็นไขว้หน้าปกติจะงอเข่าในจังหวะที่มีการลงสู่พื้นภายหลังการกระโดดยิงประตู (Jump shot) มากกว่านักบาสเกตบอลที่เอ็นไขว้หน้าบาดเจ็บ โดยมุมของการงอเข่าในจังหวะที่ลงสู่พื้นเป็นตัวบ่งชี้ถึงความเสี่ยงให้เกิดการบาดเจ็บของเอ็นไขว้หน้าภายในข้อเข่า (Hicky *et al*., 1997; Louw, 2003)การบาดเจ็บที่เอ็นไขว้หน้าจะทำให้เกิดภาวะสูญเสียความมั่นคงของข้อเข่า หรือทำให้ข้อเข่างอได้มุมมากกว่าปกติ ส่งผล

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ให้กลไกการเคลื่อนไหวของข้อเข่าเปลี่ยนไป (Berchuck and Watts, 1990) ทำให้เกิดความไม่สมดุลกันในการทำงานของข้อเข่าข้างที่บาดเจ็บและข้างที่ไม่บาดเจ็บ (Andriacchi *et al*., 1990; Noyes, 1991) รวมทั้งทำให้เกิดการเสื่อมของหมอนรองข้อเข่า (meniscus) และกระดูกอ่อนบริเวณผิวข้อ (articular cartilage) ในเวลาต่อมา (Gillquist and Messner, 1999; Jones *et al*., 2003)

การฟื้นฟูการบาดเจ็บเอ็นไขว้หน้าจะช่วยลดการสูญเสียการทำงานของข้อเข่า รวมถึงลดความเสี่ยงในการเกิดการบาดเจ็บซ้ำที่โครงสร้างเดิม (Decker, 2004; Kvist, 2004; Timoney *et al*., 1993; Gokeler *et al*., 2003) วิธีการฟื้นฟูการบาดเจ็บเอ็นไขว้หน้าที่นิยมใช้ คือ การพันผ้าเทป เนื่องจากช่วยพัฒนาสมรรถภาพการทำงานของข้อเข่าที่บาดเจ็บ (Rebel and Paessler, 2001) ป้องกันการสูญเสียการทำงานของกล้ามเนื้อต้นขาทางด้านหน้า (quadriceps) (Ramsey *et al*., 2003) ลดภาวะข้อเข่าหลวม (Beynnon *et al*., 2003) และป้องกันการเคลื่อนไหวที่ส่งผลให้มีแรงมากระทำต่อข้อเข่ามากเกินไป (Fleming *et al*., 2000) ในทางตรงกันข้ามได้มีการรายงานว่า ผ้ารัดดามข้อเข่าสามารถแก้ไขการทำงานของกล้ามเนื้อรอบข้อเข่าได้ดีกว่าการพันผ้าเทป (Miller and Hergenroeder, 1990) อีกทั้ง Garrick and Requa (2003) รายงานว่า ผ้าเทปที่พันบริเวณข้อเท้านักฟุตบอลจะเริ่มคลายเมื่อเวลาผ่านไปเพียง 10 นาที และเริ่มสูญเสียการทำงานในการรักษาความมั่นคงให้แก่ข้อเท้าภายหลังลงสนามแข่งขันกีฬาเพียงครึ่งชั่วโมง

Dvorak and Laursen (1993) รายงานว่า นักกีฬาสมัครเล่นและนักกีฬาระดับอาชีพนิยมพันผ้าเทป แม้ว่าผลลัพธ์ของการพันผ้าเทปจะยังไม่ชัดเจนว่า ช่วยป้องกันการเกิดการบาดเจ็บในขณะเคลื่อนไหว หรือช่วยลดอาการปวดจากการบาดเจ็บ หรือให้ผลทางด้านจิตใจ อีกทั้งงานวิจัยส่วนใหญ่ให้ความสนใจถึงกลไกการเคลื่อนไหวของข้อเข่าภายหลังการพันผ้าเทปเป็นสำคัญ เช่น ศึกษาผลการเคลื่อนไหวของข้อเข่าในระนาบด้านข้าง (Sagittal plane) ศึกษาการเคลื่อนของกระดูกหน้าแข้งไปทางด้านหน้า (Anterior translation) หรือสนใจถึงมุมการเคลื่อนไหวของข้อเข่าในการทำกิจกรรมต่าง ๆ (Anderson and Hull, 1992; Beynnon *et al*., 2003; Wojtys, 1996; DeVita *et al*., 1998) แต่ไม่มีงานวิจัยใดที่ศึกษาถึงประสิทธิผลของการพันผ้าเทปในการลดแรงตึงที่เอ็นไขว้หน้าทั้งที่วัตถุประสงค์ของการพันผ้าเทป คือ การยึดตรึงข้อเข่าไม่ให้เคลื่อนที่ดึงเอ็นไขว้หน้าให้ตึงมากเกินไป ดังนั้นการคำนวณหาแรงตึงที่เอ็นไขว้จะทำให้สามารถเข้าใจถึงกลไกการบาดเจ็บรวมทั้งเป็นประโยชน์ในการรักษาและป้องกันการบาดเจ็บของเอ็นไขว้หน้าได้

การหาปริมาณของแรงตึงที่เอ็นไขว้หน้าสามารถทำได้หลายวิธีด้วยกัน เช่นวัดแรงตึงที่เอ็นไขว้หน้าในข้อเข่ามนุษย์ที่มีชีวิตด้วยการติดเครื่องมือวัดแรงตึงที่บริเวณเอ็นไขว้หน้าโดยตรง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ซึ่งวิธีนี้จะส่งผลให้เอ็นไขว้หน้าและอวัยวะอื่นภายในข้อเข่าเกิดการบาดเจ็บ ดังนั้นจึงไม่เป็นที่นิยมในการวิจัย แต่จะใช้วิธีการวัดแรงตึงที่เอ็นไขว้หน้าในร่างกายของผู้ที่เสียชีวิตแล้วแทน วิธีการนี้สามารถติดเครื่องมือวัดที่เอ็นไขว้หน้าของท่อนขาผู้เสียชีวิตได้โดยตรง (Shin et al., 2007) แต่วิธีการนี้มีข้อจำกัด คือข้อมูลได้จากการเคลื่อนไหวที่ไม่เป็นธรรมชาติและไม่เหมือนการเคลื่อนไหวของมนุษย์ที่มีชีวิตจริง ๆ วิธีการหาแรงตึงที่เอ็นไขว้หน้าวิธีสุดท้าย คือการนำข้อมูลการเคลื่อนไหวมาวิเคราะห์ผ่านแบบจำลองร่างกาย 3 มิติ ที่มีความเฉพาะเจาะจงกับขนาดของนักกีฬา ส่งผลให้มีการพัฒนาวิธีการศึกษาปริมาณแรงตึงที่เอ็นไขว้หน้าได้โดยไม่ต้องผ่าตัดติดเครื่องมือที่เอ็นไขว้หน้าของกลุ่มตัวอย่าง (Krosshaug and Bahr, 2007) ซึ่งปริมาณแรงตึงที่คำนวณได้สามารถนำไปเปรียบเทียบกับคุณสมบัติแรงตึงสูงสุดของเอ็นไขว้หน้าเพื่อให้ทราบว่าการเคลื่อนไหวดังกล่าวก่อให้เกิดแรงตึงที่เอ็นไขว้หน้าจนสามารถทำให้เนื้อเยื่อเกิดการฉีกขาดหรือเกิดการบาดเจ็บได้หรือไม่ ทั้งนี้ Cheng *et al*. (2008) ได้รายงานว่า แรงตึงสูงสุดที่เอ็นไขว้หน้าของเพศชายจะรับได้มีค่าประมาณ 2,250 นิวตัน และแรงตึงสูงสุดที่เอ็นไขว้หน้าของเพศหญิงจะรับได้มีค่าประมาณ 1,800 นิวตัน ถ้าการเคลื่อนไหวในกิจกรรมใดทำให้เกิดแรงตึงที่เอ็นไขว้หน้ามากกว่าแรงตึงสูงสุดของเอ็นไขว้หน้า จะส่งผลให้เอ็นไขว้หน้าเกิดการฉีกขาด

เหตุผลและความจำเป็นที่ต้องวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการศึกษาผลของการพันผ้าเทปที่มีต่อแรงตึงที่เอ็นไขว้หน้าในนักกีฬาที่มีการบาดเจ็บของเอ็นไขว้หน้าเรื้อรัง เนื่องจากนักกีฬาที่บาดเจ็บเอ็นไขว้หน้าเรื้อรังมักจะพันผ้าเทปและไม่พันผ้าเทปที่ข้อเข่าเมื่อแข่งขันหรือฝึกซ้อม อย่างไรก็ตามการพันผ้าเทปไม่ได้ช่วยลดอาการเจ็บบริเวณข้อเข่าภายหลังการฝึกซ้อมหรือแข่งขัน (Dempsey *et al*., 2007; Cochrane *et al*., 2007) อีกทั้งวัตถุประสงค์ของการพันผ้าเทป คือ การยึดตรึงข้อเข่าเพื่อลดแรงตึงที่เอ็นไขว้หน้า แต่ยังไม่มีงานวิจัยใดให้ผลการวิจัยที่สนับสนุนประสิทธิผลของการพันผ้าเทปในการลดแรงตึงที่เอ็นไขว้หน้า ดังนั้นผู้วิจัยจึงต้องการศึกษาว่า การพันผ้าเทปสามารถลดแรงตึงของเอ็นไขว้หน้าได้จริงหรือไม่ โดยกิจกรรมที่เลือก คือ การกระโดดยิงประตูบาสเกตบอล ซึ่งเป็นการเคลื่อนไหวที่ส่งผลให้เกิดการบาดเจ็บได้บ่อย

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

เป็นประโยชน์ต่อการป้องกัน และฟื้นฟูการบาดเจ็บของเอ็นไขว้หน้า

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5. วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาถึงประสิทธิผลของการพันผ้าเทปที่มีต่อการลดแรงตึงในเอ็นไขว้หน้าของนักกีฬาบาสเกตบอลที่เอ็นไขว้หน้าบาดเจ็บเรื้อรัง

6. สถานที่ศึกษาวิจัยและระยะเวลาศึกษาวิจัย

สถานที่ศึกษาวิจัย ศูนย์สิรินธรเพื่อการฟื้นฟูฯ และมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ระยะเวลาศึกษาวิจัย มิถุนายน – กันยายน 2555

7. การวางแผนการวิจัย

กลุ่มประชากรที่จะศึกษา

ประชากร คือ นักบาสเกตบอลระดับมหาวิทยาลัย เพศชาย อายุระหว่าง 18-30 ปี ที่เอ็นไขว้หน้าข้อเข่าบาดเจ็บเรื้อรังจำนวน 10 คน

เกณฑ์การคัดอาสาสมัครเข้าร่วมโครงการ (Inclusion criteria)

1. มีประสบการณ์ในการเป็นนักบาสเกตบอลในระดับระดับมหาวิทยาลัย มาแล้วเป็นเวลาไม่ต่ำกว่า 3 ปี

2. เพศชาย

3. อายุระหว่าง 18-30 ปี

4. มีการบาดเจ็บเรื้อรังที่เอ็นไขว้หน้าของข้อเข่า grade 2 จากการวินิจฉัยของแพทย์ และไม่เคยรักษาการบาดเจ็บที่เอ็นไขว้หน้าด้วยวิธีผ่าตัด (Anterior Cruciate Ligament Reconstruction)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เกณฑ์การคัดอาสาสมัครออกจากโครงการ (Exclusion criteria)

1. มีการบาดเจ็บของร่างกายส่วนล่างที่นอกเหนือจากเอ็นไขว้หน้า

2. เอ็นไขว้หน้าบาดเจ็บซ้ำมากกว่า 1 ครั้ง

3. เอ็นไขว้หน้าบาดเจ็บทั้งสองข้าง

เกณฑ์การให้เลิกจากการศึกษา (Discontinuation criteria)

1. เกณฑ์ให้อาสาสมัครเลิกจากการศึกษาทั้งโครงการ (Discontinuation criteria for participant) เมื่อผู้เข้าร่วมวิจัยมีความประสงค์ที่จะเลิกเข้าร่วมวิจัย

2. เกณฑ์การพิจารณาเลิกหรือยุติการศึกษาทั้งโครงการ (Termination Criteria for the Study) เมื่อเสร็จสิ้นทุกขั้นตอนของโครงการวิจัย

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย การควบคุมการวิจัย การเก็บรวมรวบข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักบาสเกตบอลระดับมหาวิทยาลัย เพศชาย อายุระหว่าง 18-30 ปี จำนวน 10 คน มีประสบการณ์ในการเป็นนักบาสเกตบอลในระดับระดับมหาวิทยาลัย มาแล้วเป็นเวลาไม่ต่ำกว่า 3 ปี ได้รับการวินิจฉัยจากแพทย์ว่ามีการบาดเจ็บเรื้อรังที่เอ็นไขว้หน้า (Anterior Cruciate Ligament Sprain: grade II) ของข้อเข่า และได้รับการตรวจยืนยันจากนักกายภาพบำบัดซ้ำก่อนการวิจัย ด้วยวิธี Lachman's test และผู้เข้าร่วมวิจัยไม่เคยรักษาการบาดเจ็บที่เอ็นไขว้หน้าด้วยวิธีผ่าตัด (Anterior Cruciate Ligament Reconstruction) ร่วมกับไม่มีการบาดเจ็บของร่างกายท่อนล่างในขณะเข้าร่วมการวิจัย

วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

ให้ผู้เข้าร่วมวิจัย ชั่งน้ำหนัก วัดส่วนสูง และกรอกแบบสอบถามเกี่ยวกับประวัติการบาดเจ็บ จากนั้นจึงให้ผู้เข้าร่วมวิจัยอบอุ่นร่างกาย (Warm up) โดยการวิ่งเยาะๆ (jogging) และยืดเหยียด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กล้ามเนื้อทั้งร่างกายส่วนบนและร่างกายส่วนล่าง (stretching) เป็นเวลา 10 นาที หลังจากที่ผู้เข้าร่วมวิจัยอบอุ่นร่างกายเสร็จแล้ว ผู้วิจัยจะติดวัตถุสะท้อนแสง (retro-reflection markers) บนผิวหนังที่ร่างกายส่วนล่าง ตามตำแหน่งของ Lower Body Plug-in Gait Marker Set ดังนี้ Anterior Superior Iliac Spine (ASIS), Posterior Superior Iliac Spine (PSIS), Lateral Thigh (THI), Lateral Femoral Epicondyle (KNE), Lateral Shank (TIB), Calcaneous (HEE), Lateral Malleolus (ANK), Second Metatarsal (TOE)

ในการวิจัยในครั้งนี้ได้ออกแบบให้เป็นการวิจัยแบบวัดซ้ำ เพื่อลดความแปรปรวนระหว่างกลุ่มที่เกิดจากความแตกต่างของทักษะในการเล่นกีฬาบาสเกตบอลของแต่ละบุคคล เพื่อเปรียบเทียบผลของการพันผ้าเทปและไม่พันผ้าเทปที่มีต่อแรงตึงที่เอ็นไขว้หน้า โดยผู้เข้าร่วมวิจัยจะต้องทำท่ากระโดดยิงประตูบาสเกตบอลด้วยความสามารถสูงสุดเมื่อได้รับการพันผ้าเทปและไม่พันผ้าเทปที่ข้อเข่าข้างที่มีการบาดเจ็บเรื้อรังที่เอ็นไขว้หน้า อย่างละ 5 ครั้ง ทั้งนี้ได้ให้นักกีฬาทำการซ้อมยิงประตูประมาณ 3 ครั้งก่อนการทดลองจริง เนื่องจากผู้ถูกวิจัยจะต้องทำการทดสอบ 2 ครั้ง ได้แก่ กระโดดยิงประตูในขณะพันผ้าเทปและไม่พันผ้าเทปที่ข้อเข่า โดยให้ผู้ถูกวิจัยพักระหว่างการทดสอบทั้ง 2 ครั้ง เป็นเวลา 15 นาที เพื่อให้ผู้ถูกวิจัยพักฟื้นร่างกายและยืดเหยียดกล้ามเนื้อเพื่อลดอาการล้าที่อาจจะเกิดขึ้นได้ ในขณะที่นักกีฬากระโดดยิงประตูนั้นจะมีกล้องความถี่สูงระบบอินฟราเรดบันทึกภาพของตัวสะท้อนแสงที่ติดอยู่บนตัวนักกีฬา

เทคนิคและวิธีการพันผ้าเทปในนักกีฬาที่บาดเจ็บเอ็นไขว้หน้า

การพันผ้าเทปที่ใช้ในงานวิจัยนี้จะใช้เทคนิคการพันผ้าเทปที่เรียกว่า Anterior Cruciate Ligament Taping เนื่องจากเป็นเทคนิคที่ช่วยเพิ่มความมั่นคงให้กับข้อเข่าทางด้านหน้าและด้านข้าง ป้องกันการเหยียดเข่าใน 20 องศาสุดท้าย (last 20 degrees of knee extension) และลดการเคลื่อนไปข้างหน้าของกระดูกหน้าแข้ง (Anterior translation)

8. ข้อพิจารณาด้านจริยธรรม

ความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นและการป้องกันแก้ไข

วิจัยนี้ได้ศึกษาในนักกีฬาที่เอ็นไขว้หน้าบาดเจ็บเรื้อรัง แต่ยังคงฝึกซ้อมหรือแข่งขันบาสเกตบอลอยู่เป็นประจำ โดยที่นักกีฬาพันผ้าเทปและไม่ได้พันผ้าเทปยึดตรึงข้อเข่าในขณะที่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แข่งขันหรือฝึกซ้อมนั้น ซึ่งงานวิจัยนี้ได้ให้นักกีฬาประกอบกิจกรรมเช่นเดียวกันกับที่นักกีฬาได้ปฏิบัติอยู่เป็นประจำ ดังนั้นความเสี่ยงที่เกิดขึ้นจึงไม่มากกว่าความเสี่ยงที่นักกีฬามีในขณะฝึกซ้อม เช่น การหกล้ม ซึ่งอาจจะทำให้เกิดแผลถลอกหรือฟกช้ำได้ ผู้วิจัยจึงได้ป้องกันการเกิดการบาดเจ็บไว้ดังนี้

1. ผู้วิจัยได้ทำการวางเบาะกันกระแทกรอบตัวนักกีฬาในขณะที่ทำการกระโดดยิงประตู

2. ให้ผู้เข้าร่วมวิจัยฝึกซ้อมกระโดดยิงประตูบาสเกตบอลก่อนการวิจัยจริงเพื่อสร้างความคุ้นเคยและลดความเสี่ยงในการเกิดการบาดเจ็บ

3. ให้ผู้เข้าร่วมวิจัยทำการอบอุ่นร่างกายและยืดเหยียดกล้ามเนื้อก่อนทำการกระโดดยิงประตู เพื่อลดความเสี่ยงในการเกิดการบาดเจ็บต่อกล้ามเนื้อและเอ็น

4. มีนักกายภาพบำบัดและเครื่องมือในการปฐมพยาบาลประจำตลอดเวลาการทำวิจัย

การตอบแทน ชดเชย การดูแลรักษาและแก้ปัญหาอื่นๆกรณีเกิดผลแทรกซ้อนต่อผู้เข้าร่วมการวิจัย

1. ผู้เข้าร่วมวิจัยจะได้รับค่าตอบแทนรายละ 400 บาทในการเข้าร่วมวิจัย

2. ผู้เข้าร่วมวิจัยจะได้รับการรักษาทางกายภาพบำบัดเมื่อเกิดการบาดเจ็บต่อร่างกายของผู้เข้าร่วมวิจัยในระดับที่ไม่รุนแรงมาก

3. ในกรณีที่เกิดการบาดเจ็บรุนแรงต่อผู้เข้าร่วมวิจัย ผู้เข้าร่วมวิจัยจะได้รับการประเมินอาการและรักษาโดยทันทีที่โรงพยาบาลใกล้เคียงและไม่เสียค่ารักษาใดๆในทุกกรณี

วิธีการเข้าถึงประชากรที่จะเชิญชวนให้เข้าร่วมวิจัย

ผู้วิจัยจะทำการเชิญชวนกลุ่มประชากรโดยการติดต่อส่วนตัว

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผู้ที่ทำการให้ข้อมูลเพื่อให้ยินยอมเข้าร่วมวิจัยโดยสมัครใจ

ผู้วิจัยจะเป็นผู้ทำการให้ข้อมูลเพื่อให้กลุ่มประชากรยินยอมเข้าร่วมวิจัยโดยสมัครใจด้วยตัวเอง

วิธีการเก็บข้อมูลเพื่อมิให้ผู้ที่ไม่เกี่ยวข้องเข้าถึงได้

ข้อมูลเกี่ยวกับผู้เข้าร่วมการวิจัยจะถูกเก็บเป็นความลับ และใช้รหัสแทนชื่อของผู้เข้าร่วมการวิจัย

9. รายละเอียดงบประมาณและแหล่งทุน

ใช้ทุนส่วนตัว

ลงนาม…….. (หัวหน้าโครงการ)

(ผศ.ดร. สิริพร ศศิมณฑลกุล)

วันที่.....

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก ฉ

ตารางแสดงปฏิสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทางชีวกลศาสตร์ในขณะที่เกิดแรงตึงสูงสุดที่เอ็นไขว้หน้าของทั้ง Anteromedial bundle และ Posterolateral bundle

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ฉ1 แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุทางเดียวแบบวัดซ้ำของแรงตึงสูงสุดที่เอ็นไขว้หน้า โดนพิจารณาตามแรงปฏิกิริยาในข้อเข่าในขณะที่เกิดแรงตึงสูงสุดที่เอ็นไขว้หน้า และเงื่อนไขของการพันหรือไม่พันผ้าเทป

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	*F*	*p*
แรงตึงที่เอ็นไขว้หน้าและแรงในข้อเข่า	2.554	1973950.948	772816.77	39.995	0.000**
ความคลาดเคลื่อน	22.988	444190.567	19322.664		
การพันผ้าเทป	1	5023880.736	5023880.7	128.525	0.000**
ความคลาดเคลื่อน	9	351799.824	39088.869		
ปฏิสัมพันธ์ (แรงตึงที่เอ็นไขว้หน้าและแรงในข้อเข่า × การพันผ้าเทป)	2.582	2220470.115	859828.46	44.826	0.000**
ความคลาดเคลื่อน	23.242				

** มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

หมายเหตุ แรงตึงที่เอ็นไขว้หน้าประกอบไปด้วยแรงตึงที่ Anteromedial และ Posterolateral bundles

แรงในข้อเข่า คือ แรงปฏิกิริยาในข้อเข่าซึ่งประกอบไปด้วย แรงปฏิกิริยาในข้อเข่าทิศทางด้านหน้าหลัง ซ้ายขวา และบนล่าง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ฉ2 แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุทางเดียวแบบวัดซ้ำของแรงตึงสูงสุดที่เอ็นไขว้หน้า โดยพิจารณาตามทิศทางของโมเมนท์ในขณะที่เกิดแรงตึงสูงสุดที่เอ็นไขว้หน้า และเงื่อนไขของการพันหรือไม่พันผ้าเทป

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	*F*	*p*
ทิศทางของโมเมนท์	2	43010000.000	21510000.000	166.955	0.000**
ความคลาดเคลื่อน	18	2318742.722	128819.04		
การพันผ้าเทป	1	92850000	92850000	333.037	0.000**
ความคลาดเคลื่อน	9	2509288.602	278809.85		
ปฏิสัมพันธ์					
(ทิศทางของโมเมนท์ × การพันผ้าเทป)	1.849	30110000	16290000	166.383	0.000**
ความคลาดเคลื่อน	16.642	1628910.931	97881.962		

** มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

หมายเหตุ ทิศทางของโมเมนท์ประกอบไปด้วย โมเมนท์ในทิศทางเหยียดงอ หุบกาง และหมุนเข้าหมุนออก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ฉ3 แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุทางเดียวแบบวัดซ้ำของแรงตึงสูงสุดที่เอ็นไขว้หน้า โดยพิจารณาตามมุมข้อเข่าในขณะที่เกิดแรงตึงสูงสุดที่เอ็นไขว้หน้า และเงื่อนไขของการพันหรือไม่พันผ้าเทป

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	*F*	*p*
มุมของข้อเข่า	2	9885.690	4942.845	67.129	0.000**
ความคลาดเคลื่อน	18	1325.384	73.632		
การพันผ้าเทป	1	21834.230	21835.230	416.559	0.000
ความคลาดเคลื่อน	9	471.742	52.416		
ปฏิสัมพันธ์ (มุมของข้อเข่า × การพันผ้าเทป)	2	7622.291	3811.145	59.238	0.000**
ความคลาดเคลื่อน	18	1158.046	64.336		

** มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

หมายเหตุ มุมการหมุนข้อเข่าประกอบไปด้วย มุมในระนาบด้านข้าง มุมในระนาบด้านหน้า และมุมในระนาบขวาง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ-นามสกุล	นางสาวสุจิตรา ลิ้มทรัพย์
วัน เดือน ปีที่เกิด	20 สิงหาคม 2528
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานคร
ประวัติการศึกษา	ปีการศึกษา 2551 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี วิทยาศาสตรบัณฑิต (กายภาพบำบัด) มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์