ผลของการฝึกพลัยโอเมตริกต่อการทำงานของประสาทกล้ามเนื้อและข้อเข่าในผู้ป่วยผ่าตัดเอ็นไขว้หน้า

นายวัชรพล เทพา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬาและการออกกำลังกาย
คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2565
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Effects of Plyometric Training on Neuromuscular and Knee Functions in Patients with Anterior Cruciate Ligament Reconstruction

Mr. Wacharapol Tepa

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science in Sports and Exercise Science
FACULTY OF SPORTS SCIENCE
Chulalongkorn University
Academic Year 2022

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลของการฝึกพลัยโอเมตริกต่อการทำงานของประสาทกล้ามเนื้อและข้อเข่าในผู้ป่วยผ่าตัดเอ็นไขว้หน้า
โดย	นายวัชรพล เทพา
สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์การกีฬาและการออกกำลังกาย
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	อาจารย์ ดร.นภัสกร ชื่นศิริ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	รองศาสตราจารย์ นายแพทย์พิสิฏฐ์ เลิศวานิช

คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา
(รองศาสตราจารย์ ดร.ชัยพัฒน์ หล่อศิริรัตน์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรสา โค้งประเสริฐ)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(อาจารย์ ดร.นภัสกร ชื่นศิริ)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม
(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์พิสิฏฐ์ เลิศวานิช)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรรณพร ทองตะโก)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วัชรพล เทพา : ผลของการฝึกพลัยโอเมตริกต่อการทำงานของประสาทกล้ามเนื้อและข้อเข่าในผู้ป่วยผ่าตัดเอ็นไขว้หน้า. (Effects of Plyometric Training on Neuromuscular and Knee Functions in Patients with Anterior Cruciate Ligament Reconstruction) อ.ที่ปรึกษาหลัก : อ. ดร.นภัสกร ชื่นศิริ, อ.ที่ปรึกษาร่วม : รศ. นพ.พิสิฏฐ์ เลิศวานิช

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการฝึกพลัยโอเมตริกต่อการทำงานของประสาทกล้ามเนื้อและข้อเข่าในผู้ป่วยผ่าตัดเอ็นไขว้หน้าจำนวน 24 คน โดยทำการแบ่งกลุ่มออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ได้รับการฝึกพลัยโอเมตริกจำนวน 12 คน และกลุ่มที่ได้รับการฝึกแรงต้านจำนวน 12 คน ฝึกจำนวน 2 ครั้ง ต่อสัปดาห์ ทั้งหมด 8 สัปดาห์ ผู้ป่วยแต่ละคนจะได้รับการทดสอบก่อนและหลังได้รับการฝึก การทดสอบประกอบด้วย การกระโดดด้วยขาเพียงข้างเดียวระยะทาง 6 เมตร การรับรู้ตำแหน่งของข้อเข่า ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ การทรงตัวแบบอยู่กับที่และเคลื่อนไหว ความสามารถในการเคลื่อนที่ และการประเมินการทำงานของข้อเข่า ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าภายหลังการฝึก 8 สัปดาห์ ทั้ง 2 กลุ่มมีการพัฒนาการกระโดดด้วยขาข้างเดียวระยะทาง 6 เมตร และความสามารถในการเคลื่อนที่อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.001$) แต่มีเพียงกลุ่มที่ได้รับการฝึกพลัยโอเมตริกที่มีค่าดัชนีความสมมาตรของขาทั้ง 2 ข้างเพิ่มขึ้นและมากกว่ากลุ่มที่ได้รับการฝึกด้วยแรงต้านอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.004$) นอกจากนี้กลุ่มที่ได้รับการฝึกพลัยโอเมตริกมีการพัฒนาการรับรู้ตำแหน่งของข้อเข่าได้มากกว่ากลุ่มได้รับการฝึกด้วยแรงต้านอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.001$) รวมถึงการทรงตัวแบบอยู่กับที่และเคลื่อนไหวที่พัฒนาขึ้นเพียงกลุ่มที่ได้รับการฝึกพลัยโอเมตริกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.001$) โดยสรุปการการฝึกพลัยโอเมตริกและการฝึกแรงต้านสามารถพัฒนาการทำงานของประสาทกล้ามเนื้อและข้อเข่าได้เช่นเดียวกัน แต่การฝึกพลัยโอเมตริกดูมีแนวโน้มที่จะสามารถพัฒนาการทำงานของประสาทกล้ามเนื้อได้ดีกว่าการฝึกแรงต้าน โดยเฉพาะดัชนีความสมมาตรของการกระโดดด้วยขาเพียงข้างเดียวระยะทาง 6 เมตร และการรับรู้ตำแหน่งของข้อเข่า รวมถึงเป็นการฝึกที่ปลอดภัย และไม่ก่อให้เกิดอาการไม่พึงประสงค์สำหรับผู้ป่วยที่ได้รับการผ่าตัดสร้างเอ็นไขว้หน้า

สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์การกีฬาและการออกกำลังกาย	ลายมือชื่อนิสิต .....
ปีการศึกษา	2565	ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....
		ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาร่วม .....

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

6370019839 : MAJOR SPORTS AND EXERCISE SCIENCE
KEYWORD: anterior cruciate ligament reconstruction, plyometric training, neuromuscular function

Wacharapol Tepa : Effects of Plyometric Training on Neuromuscular and Knee Functions in Patients with Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. Advisor: NAPASAKORN CHUENSIRI, Ph.D. Co-advisor: Assoc. Prof. Pisit Lertwanich, M.D.

The purpose of this study was to investigate the effect of plyometric training on neuromuscular and knee functions in patients after ACL reconstruction. Twenty-four patients were randomized into 2 groups, the plyometric training group (n = 12) or the resistance training group (n = 12). Both groups were instructed to perform 2 training sessions per week for an 8-week period. The participants were assessed before and after training period for single leg 6-meter timed hop test, knee joint position sense, isokinetic muscle strength, static and dynamic balance, functional movement, and the International Knee Documentation Committee scores. After 8 weeks, both groups were improved 6-meter timed hop and Y-shaped agility test ($p<0.001$). The limb symmetry index of the plyometric group was significantly higher than the resistance group ($p=0.004$). The plyometric group was significantly higher knee joint position sense than the resistance group ($p<0.001$). Additionally, static and dynamic balance were significantly improved only in plyometric group ($p<0.001$). In conclusion, both training programs can develop to neuromuscular and knee function. However, the plyometric training seems to improved limb symmetry index and knee joint position sense than the resistance training program. Moreover, plyometric program is safe that all patients can perform the training without any adverse effect.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Field of Study:	Sports and Exercise Science	Student's Signature .....
Academic Year:	2022	Advisor's Signature .....
		Co-advisor's Signature .....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ขอขอบพระคุณ อาจารย์ ดร. นภัสกร ชื่นศิริ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และรองศาสตราจารย์ นายแพทย์พิสิฏฐ์ เลิศวานิช อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ให้ความกรุณาถ่ายทอดความรู้ ข้อคิดเห็น คำแนะนำ และสละเวลาคอยให้คำปรึกษาตลอดจนเอาใจใส่ในการปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ จนกระทั่งงานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุรสา โค้งประเสริฐ ประธานคณะกรรมการสอบ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วรรณพร ทองตะโก คณะกรรมการสอบ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์ คณะกรรมการสอบภายนอก ที่ให้ความกรุณาสละเวลาเป็นคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้ ขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 5 ท่าน ประกอบด้วย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นายแพทย์บวรรัฐ วนดุรงค์วรรณ รองศาสตราจารย์ ดร. วีรวัฒน์ ลิ้มรุ่งเรืองรัตน์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุรสา โค้งประเสริฐ ดร. กภ. ปทิตตา รังสิยานนท์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์ ที่ให้ความกรุณาสละเวลาตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัย พร้อมทั้งให้คำแนะนำที่มีประโยชน์อย่างมากต่อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ รวมถึงขอขอบพระคุณศาสตราจารย์ ดร. ดรุณวรรณ สุขสม และอาจารย์ ดร. คุณัญญา มาสดใส อาจารย์ประจำแขนงวิชาสรีรวิทยาการออกกำลังกาย คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่กรุณาให้คำแนะนำ ความรู้ และข้อคิดเห็นต่าง ๆ เพื่อให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณผู้เข้าร่วมวิจัยทุกท่านที่สละเวลา และให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีตลอดระยะเวลาการเก็บข้อมูลวิจัยทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณอาจารย์ และพี่ ๆ สาขาเวชศาสตร์การกีฬา ภาควิชาศัลยศาสตร์ออร์โธปิดิคส์และกายภาพบำบัด คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล ทุก ๆ ท่านที่คอยเป็นกำลังใจ และให้ความช่วยเหลืออย่างเต็มที่เสมอมา

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณบิดา มารดา และครอบครัวที่เป็นกำลังใจ ส่งเสริม และเป็นแรงผลักดันที่สำคัญในการศึกษาจนประสบความสำเร็จเสมอมา

ผู้วิจัยจึงขอกราบขอบพระคุณทุกท่านเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

วัชรพล เทพา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญ

หน้า

..... ค

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ค

..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ง

กิตติกรรมประกาศ ..... จ

สารบัญ ..... ฉ

สารบัญตาราง ..... ญ

สารบัญรูป ..... ฏ

บทที่ 1 บทนำ 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

คำสำคัญ 4

วัตถุประสงค์ของการวิจัย 5

คำถามในการวิจัย 5

สมมติฐาน 5

ขอบเขตของการวิจัย 6

คำจำกัดความของการวิจัย 8

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 9

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 11

การบาดเจ็บเอ็นไขว้หน้า 12

อัตราหรือสถิติการบาดเจ็บ 12

กลไกการบาดเจ็บ 13

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การรักษาการบาดเจ็บเอ็นไขว้หน้า 15
ปัญหาภายหลังได้รับการผ่าตัดสร้างเอ็นไขว้หน้า 16
การฟื้นฟูหลังการผ่าตัดเอ็นไขว้หน้า 17
การเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของผู้ป่วยหลังผ่าตัดเอ็นไขว้หน้า 18
การสูญเสียการทำงานของประสาทกล้ามเนื้อ 18
การสูญเสียความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ 18
การทำงานของประสาทกล้ามเนื้อ 19
ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ 19
การรับรู้อากัปกริยา 20
กำลัง 20
การทรงตัว 21
การทำงานของข้อเข่า 21
การฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแบบมีแรงต้าน 22
การฝึกพลัยโอเมตริก 24
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเทศและต่างประเทศ 26
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเทศ 26
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องต่างประเทศ 27
กรอบแนวความคิดในการวิจัย 31
บทที่ 3 วิธีการดำเนินวิจัย 33
ประชากร 33
กลุ่มตัวอย่าง 33
การคำนวณขนาดตัวอย่าง (Sample size calculation) (ผนวก ก) 33
การสุ่มกลุ่มตัวอย่าง 33
เกณฑ์การคัดเลือกผู้ร่วมวิจัย/อาสาสมัคร (Inclusion criteria) 35

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เกณฑ์การคัดออกผู้ร่วมวิจัย/อาสาสมัคร (Exclusion criteria) 35
เกณฑ์การถอนผู้ร่วมวิจัย/อาสาสมัครหรือยุติการเข้าร่วมการวิจัย (Withdrawal or termination criteria) 36
ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย (รูปที่ 6) 36
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 48
การเก็บรวบรวมข้อมูล 48
การวิเคราะห์ข้อมูล 49
ผลกระทบที่อาจจะเกิดแก่ผู้ร่วมวิจัย/อาสาสมัคร และการชดเชย 49
มาตรการป้องกันและแก้ไขเมื่อเกิดเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ 50
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 51
ตอนที่ 2 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และช่วงความเชื่อมั่น 95% (95% CI) ด้านเวลาในการกระโดดขาเดียวระยะทาง 6 เมตร ละการรับรู้อากัปกริยา ระหว่างก่อนและหลังได้รับการฝึก 8 สัปดาห์ ของกลุ่มที่ได้รับการฝึกแรงต้าน และกลุ่มที่ได้รับการฝึกพลัยโอเมตริก 57
ตอนที่ 3 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และช่วงความเชื่อมั่น 95% (95% CI) ด้านการทรงตัวแบบอยู่กับที่ การทรงตัวแบบเคลื่อนไหว ความสามารถในการเคลื่อนที่ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และแบบสอบถามการประเมินการทำงานของข้อเข่า ระหว่างก่อนและหลังได้รับการฝึก 8 สัปดาห์ ของกลุ่มที่ได้รับการฝึกแรงต้าน และกลุ่มที่ได้รับการฝึกพลัยโอเมตริก 64
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 82
สรุปผลการวิจัย 83
อภิปรายผลการวิจัย 84
ข้อเสนอแนะ 91
ข้อจำกัดในการวิจัย 91
สรุปผลการวิจัย 91
บรรณานุกรม 92

ภาคผนวก 104
ภาคผนวก ก 105
การคำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่างโดยใช้ โปรแกรม G*power version 3.1.9.7 105
ภาคผนวก ข 106
แบบสอบถามประเมินอาการการทำงานของข้อเข่าฉบับภาษาไทย 106
International Knee Document Committee Subjective Knee Form (IKDC-SKF). 106
เครื่องมือที่ใช้ประเมินอาการปวด 107
Visual analog scale 107
การทดสอบเวลาในการกระโดดขาเดียวระยะทาง 6 เมตร 108
เครื่องมือที่ใช้วัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและการรับรู้อากัปกริยาของข้อเข่า 109
เครื่องมือที่ใช้วัดการทรงตัว 110
เครื่องมือที่ใช้วัดความสามารถในการเคลื่อนที่ 111
ภาคผนวก ค 112
แบบบันทึกข้อมูลผู้เข้าร่วมวิจัย (Case record form) 112
ภาคผนวก ง 114
แบบตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือของผู้เชี่ยวชาญ 114
รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือวิจัย 117
ภาคผนวก จ 118
หนังสือรับรองจริยธรรมการวิจัยในคน 118
เอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมวิจัย 120
หนังสือแสดงเจตนายินยอม 126
ประวัติผู้เขียน 128

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 ตารางแสดงจำนวนคนของกลุ่มฝึกแรงต้าน และกลุ่มฝึกพลัยโอเมตริกที่มีอาการปวดอยู่ในระดับ 0 และ 1 ในช่วงก่อนการฝึก หลังการฝึก และภายหลังการฝึก 1 วัน ในแต่ละครั้งของการฝึก 47

ตารางที่ 2 ข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่างในการศึกษาวิจัยนี้และจำแนกระหว่างกลุ่มที่ได้รับการฝึกแรงต้านและกลุ่มที่ได้รับการฝึกพลัยโอเมตริกแสดงเป็นค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 54

ตารางที่ 3 ข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่างในการศึกษาวิจัยนี้และจำแนกระหว่างกลุ่มที่ได้รับการฝึกแรงต้านและกลุ่มที่ได้รับการฝึกพลัยโอเมตริกแสดงเป็นจำนวน ร้อยละ 55

ตารางที่ 4 การเปรียบเทียบตัวแปรด้านเวลาในการกระโดดขาเดียวระยะทาง 6 เมตร ระหว่างก่อนและหลังได้รับการฝึก 8 สัปดาห์ ของกลุ่มที่ได้รับการฝึกแรงต้าน และกลุ่มที่ได้รับการฝึกพลัยโอเมตริก 57

ตารางที่ 5 การเปรียบเทียบตัวแปรด้านการรับรู้อากัปกริยาระหว่างก่อนและหลังได้รับการฝึก 8 สัปดาห์ ของกลุ่มที่ได้รับการฝึกแรงต้าน และกลุ่มที่ได้รับการฝึกพลัยโอเมตริก 60

ตารางที่ 6 การเปรียบเทียบตัวแปรด้านการทรงตัวแบบอยู่กับที่ระหว่างก่อนและหลังได้รับการฝึก 8 สัปดาห์ ของกลุ่มที่ได้รับการฝึกแรงต้าน และกลุ่มที่ได้รับการฝึกพลัยโอเมตริก 64

ตารางที่ 7 การเปรียบเทียบตัวแปรด้านการทรงตัวแบบเคลื่อนไหวระหว่างก่อนและหลังได้รับการฝึก 8 สัปดาห์ ของกลุ่มที่ได้รับการฝึกแรงต้าน และกลุ่มที่ได้รับการฝึกพลัยโอเมตริก..... 69

ตารางที่ 8 การเปรียบเทียบตัวแปรด้านความสามารถในการเคลื่อนที่ระหว่างก่อนและหลังได้รับการฝึก 8 สัปดาห์ ของกลุ่มที่ได้รับการฝึกแรงต้าน และกลุ่มที่ได้รับการฝึกพลัยโอเมตริก..... 74

ตารางที่ 9 การเปรียบเทียบตัวแปรด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อระหว่างก่อนและหลังได้รับการฝึก 8 สัปดาห์ ของกลุ่มที่ได้รับการฝึกแรงต้าน และกลุ่มที่ได้รับการฝึกพลัยโอเมตริก..... 77

ตารางที่ 10 การเปรียบเทียบตัวแปรด้านแบบสอบถามการประเมินการทำงานของข้อเข่าระหว่างก่อนและหลังได้รับการฝึก 8 สัปดาห์ ของกลุ่มที่ได้รับการฝึกแรงต้าน และกลุ่มที่ได้รับการฝึกพลัยโอเมตริก 80

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 1 ช่วงอายุที่พบการบาดเจ็บเอ็นไขว้หน้า 13
รูปที่ 2 เส้นเอ็น Anteromedial และเส้นเอ็น Posterolateral ของเข่าข้างขวา 14
รูปที่ 3 กลไกการบาดเจ็บเอ็นไขว้หน้า 15
รูปที่ 4 ช่วงการเคลื่อนไหวสำหรับการฝึกแบบพลัยโอเมตริก 25
รูปที่ 5 กรอบแนวคิดในการวิจัย 32
รูปที่ 6 ขั้นตอนการทดสอบตัวแปร 39
รูปที่ 7 ท่า Squat 41
รูปที่ 8 ท่า Lateral lunge 42
รูปที่ 9 ท่า Step up 42
รูปที่ 10 ท่า Heel raise 42
รูปที่ 11 ท่า Squat jump 44
รูปที่ 12 ท่า Lateral bound stick landing 44
รูปที่ 13 ท่า Step up jump 45
รูปที่ 14 ท่า Ankle jump 45
รูปที่ 15 ท่า Squat jump to box 45
รูปที่ 16 ท่า Lateral bound 46
รูปที่ 17 ท่า Step up alternate jump 46
รูปที่ 18 ท่า Ankle jump 46
รูปที่ 19 การดำเนินวิจัยของผู้เข้าร่วมวิจัย 52
รูปที่ 20 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของเวลาในการกระโดดขาเดียวระยะทาง 6 เมตร ในขาข้างที่ได้รับบาดเจ็บระหว่างก่อนและหลังได้รับการฝึก 8 สัปดาห์ ของกลุ่มที่ได้รับการฝึกแรงต้านและกลุ่มที่ได้รับการฝึกพลัยโอเมตริก 59

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปที่ 21 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของเวลาในการกระโดดขาเดียวระยะทาง 6 เมตร ในความแตกต่างของขาทั้ง 2 ข้าง ระหว่างก่อนและหลังได้รับการฝึก 8 สัปดาห์ ของกลุ่มที่ได้รับการฝึกแรงต้านและกลุ่มที่ได้รับการฝึกพลัยโอเมตริก 59

รูปที่ 22 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของการรับรู้การรับรู้ตำแหน่งของข้อเข่าในขาข้างที่ได้รับบาดเจ็บระหว่างก่อนและหลังได้รับการฝึก 8 สัปดาห์ ของกลุ่มที่ได้รับการฝึกแรงต้าน และกลุ่มที่ได้รับการฝึกพลัยโอเมตริก..... 62

รูปที่ 23 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของการรับรู้การรับรู้ตำแหน่งของข้อเข่าในขาข้างปกติระหว่างก่อนและหลังได้รับการฝึก 8 สัปดาห์ ของกลุ่มที่ได้รับการฝึกแรงต้าน และกลุ่มที่ได้รับการฝึกพลัยโอเมตริก 62

รูปที่ 24 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของการรับรู้การรับรู้ตำแหน่งของข้อเข่าในขาข้างที่ได้รับบาดเจ็บระหว่างก่อนและหลังได้รับการฝึก 8 สัปดาห์ ของกลุ่มที่ได้รับการฝึกแรงต้าน และกลุ่มที่ได้รับการฝึกพลัยโอเมตริก..... 63

รูปที่ 25 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของการทรงตัวด้วยขาเพียงข้างเดียวแบบหลับตาบนพื้นมั่นคงในขาข้างที่ได้รับบาดเจ็บระหว่างก่อนและหลังได้รับการฝึก 8 สัปดาห์ ของกลุ่มที่ได้รับการฝึกแรงต้าน และกลุ่มที่ได้รับการฝึกพลัยโอเมตริก 66

รูปที่ 26 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของการทรงตัวด้วยขาเพียงข้างเดียวแบบลืมตาบนพื้นไม่มั่นคงในขาข้างที่ได้รับบาดเจ็บระหว่างก่อนและหลังได้รับการฝึก 8 สัปดาห์ ของกลุ่มที่ได้รับการฝึกแรงต้าน และกลุ่มที่ได้รับการฝึกพลัยโอเมตริก 66

รูปที่ 27 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของการทรงตัวด้วยขาเพียงข้างเดียวแบบลืมตาบนพื้นไม่มั่นคงในขาข้างปกติระหว่างก่อนและหลังได้รับการฝึก 8 สัปดาห์ ของกลุ่มที่ได้รับการฝึกแรงต้าน และกลุ่มที่ได้รับการฝึกพลัยโอเมตริก 67

รูปที่ 28 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของการทรงตัวด้วยขาเพียงข้างเดียวแบบหลับตาบนพื้นไม่มั่นคงในขาข้างที่ได้รับบาดเจ็บระหว่างก่อนและหลังได้รับการฝึก 8 สัปดาห์ ของกลุ่มที่ได้รับการฝึกแรงต้านและกลุ่มที่ได้รับการฝึกพลัยโอเมตริก..... 67

รูปที่ 29 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของการทรงตัวด้วยขาเพียงข้างเดียวแบบหลับตาบนพื้นไม่มั่นคงในขาข้างปกติระหว่างก่อนและหลังได้รับการฝึก 8 สัปดาห์ ของกลุ่มที่ได้รับการฝึกแรงต้าน และกลุ่มที่ได้รับการฝึกพลัยโอเมตริก 68

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปที่ 30 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของการก้าวเท้ารูปดาวแบบประยุกต์ในทิศทางด้านหน้า ของขาข้างที่ได้รับบาดเจ็บระหว่างก่อนและหลังได้รับการฝึก 8 สัปดาห์ ของกลุ่มที่ได้รับการฝึกแรงต้าน และกลุ่มที่ได้รับการฝึกพลัยโอเมตริก 71

รูปที่ 31 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของการก้าวเท้ารูปดาวแบบประยุกต์ในทิศทางด้านหลังเฉียงนอกของขาข้างที่ได้รับบาดเจ็บระหว่างก่อนและหลังได้รับการฝึก 8 สัปดาห์ ของกลุ่มที่ได้รับการฝึกแรงต้าน และกลุ่มที่ได้รับการฝึกพลัยโอเมตริก 71

รูปที่ 32 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของการก้าวเท้ารูปดาวแบบประยุกต์ในทิศทางด้านหลังเฉียงนอกของขาข้างปกติระหว่างก่อนและหลังได้รับการฝึก 8 สัปดาห์ ของกลุ่มที่ได้รับการฝึกแรงต้าน และกลุ่มที่ได้รับการฝึกพลัยโอเมตริก 72

รูปที่ 33 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของผลคะแนนค่า composite ของการก้าวเท้ารูปดาวแบบประยุกต์ของขาข้างที่ได้รับบาดเจ็บระหว่างก่อนและหลังได้รับการฝึก 8 สัปดาห์ ของกลุ่มที่ได้รับการฝึกแรงต้าน และกลุ่มที่ได้รับการฝึกพลัยโอเมตริก 72

รูปที่ 34 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของผลคะแนนค่า composite ของการก้าวเท้ารูปดาวแบบประยุกต์ของขาข้างปกติระหว่างก่อนและหลังได้รับการฝึก 8 สัปดาห์ ของกลุ่มที่ได้รับการฝึกแรงต้านและกลุ่มที่ได้รับการฝึกพลัยโอเมตริก..... 73

รูปที่ 35 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของ Y-shaped agility test ของขาข้างปกติระหว่างก่อนและหลังได้รับการฝึก 8 สัปดาห์ ของกลุ่มที่ได้รับการฝึกแรงต้าน และกลุ่มที่ได้รับการฝึกพลัยโอเมตริก 76

รูปที่ 36 การคำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่าง 105

รูปที่ 37 แบบสอบถามประเมินอาการการทำงานของข้อเข่าฉบับภาษาไทย..... 106

รูปที่ 38 แบบประเมินอาการปวด (visual analog scale)..... 107

รูปที่ 39 การทดสอบการกระโดดด้วยขาเพียงข้างเดียวระยะทาง 6 เมตร..... 108

รูปที่ 40 เครื่อง Isokinetic dynamometer 109

รูปที่ 41 การก้าวเท้าขณะทดสอบด้วยการก้าวเท้ารูปดาวแบบประยุกต์ 110

รูปที่ 42 การทดสอบ Y-shaped agility test..... 111

บทที่ 1 บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การบาดเจ็บเอ็นไขว้หน้า (Anterior cruciate ligament; ACL) เป็นการบาดเจ็บบริเวณข้อเข่าที่พบได้บ่อยจากการเคลื่อนไหวทางกีฬา โดยเฉพาะการเคลื่อนไหวในลักษณะที่มีการเปลี่ยนทิศทางอย่างรวดเร็ว กระโดด หรือหยุดกะทันหัน เช่น ฟุตบอล วอลเลย์บอล บาสเกตบอล (Junge & Dvorak, 2004; Mather et al., 2013) โดยพบได้มากถึงร้อยละ 54 เมื่อเปรียบเทียบกับการบาดเจ็บบริเวณข้อเข่าอื่น ๆ เช่น การบาดเจ็บของหมอนรองกระดูก กระดูกอ่อนผิดข้อ หรือเอ็นไขว้อื่น ๆ (Nicolini et al., 2014) ส่วนมากผู้ป่วยที่ได้รับบาดเจ็บเอ็นไขว้หน้ามักอยู่ในกลุ่มวัยรุ่นและวัยกลางคนที่มีอายุเฉลี่ย 33.9 ปี (Sanders et al., 2016) การบาดเจ็บเอ็นไขว้หน้ามักเกิดขึ้นในกรณีที่กระดูกต้นขามีการบิดหมุนเคลื่อนที่สวนทางกับกระดูกหน้าแข้งที่เท้ายึดอยู่กับพื้น และเกิดอาการปวดรุนแรงร่วมกับเสียงลั่นบริเวณข้อเข่า ส่งผลให้ข้อเข่าสูญเสียความมั่นคงขณะเคลื่อนไหว จึงทำให้ไม่สามารถทำกิจกรรมหรือเล่นกีฬาได้ การรักษาด้วยวิธีการผ่าตัดส่องกล้องสร้างเอ็นไขว้หน้า (Arthroscopic ACL reconstruction) เป็นวิธีการรักษาเพื่อช่วยฟื้นฟูความมั่นคงให้ข้อเข่าและเพื่อให้ผู้ป่วยสามารถกลับไปเล่นกีฬาหรือทำกิจกรรมที่ต้องการได้ (Andersson et al., 2009)

การสูญเสียความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และการสูญเสียการทำงานของประสาทกล้ามเนื้อ (Neuromuscular function) เป็นสองปัจจัยหลักที่ส่งผลกระทบต่อผู้ป่วยภายหลังการผ่าตัดสร้างเอ็นไขว้หน้า (Risberg et al., 2007) โดยพบว่าผู้ป่วยจะสูญเสียความแข็งแรงกล้ามเนื้อได้มากกว่าร้อยละ 40 ในขาข้างที่บาดเจ็บเนื่องจากการลดลงของกล้ามเนื้อ โดยเฉพาะกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า (Quadriceps) กล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง (Hamstring) และกลุ่มกล้ามเนื้อสะโพก (Lepley et al., 2020) ในช่วง 6-12 เดือนหลังผ่าตัด พบความแตกต่างของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า ประมาณร้อยละ 6 เมื่อเทียบกับขาข้างปกติ และในช่วง 12-18 เดือน ความแตกต่างของกล้ามเนื้อลดลงเหลือร้อยละ 3 เมื่อเทียบกับขาข้างปกติ (Konishi et al., 2012) การลดลงของกล้ามเนื้อส่งผลโดยตรงต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและทำให้การกระตุ้นการทำงานของกล้ามเนื้อผิดปกติ (Thomas et al., 2016) ส่วนการสูญเสียการทำงานของประสาทกล้ามเนื้อภายหลังการผ่าตัดสร้างเอ็นไขว้หน้าเกิดจากอาการปวด การตึงของข้อ (Joint distension) และการสูญเสียการกระตุ้นประสาทสัมผัส (Sensorimotor) เนื่องจากเอ็นไขว้หน้ามีบทบาทสำคัญต่อการตอบสนองต่อตัวรับความรู้สึกทางกาย (Somatosensory) ที่รับรู้ต่อตำแหน่งการเคลื่อนไหวของข้อเข่า และการเคลื่อนไหวของร่างกาย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

นอกจากนี้ในระหว่างการผ่าตัดเอ็นไขว้หน้าอาจไปทำลายเส้นประสาทคิวทาเนียส (Cutaneous nerve) ส่งผลให้ไปรบกวนการทำงานของตัวรับความรู้สึกทางกายได้ (Hoch et al., 2017; Kapreli & Athanasopoulos, 2006) ผู้ป่วยที่ได้รับการบาดเจ็บเอ็นไขว้หน้าจะสูญเสียการตอบสนองต่อตัวรับความรู้สึกทางกายร้อยละ 42-53 เมื่อเทียบกับคนปกติ (Criss et al., 2021) การลดลงของตัวรับความรู้สึกทางกายหลังการผ่าตัดสร้างเอ็นไขว้หน้าจึงส่งผลกระทบต่อการส่งสัญญาณประสาทไปที่ระบบประสาทส่วนกลาง จึงก่อให้เกิดการสูญเสียความสามารถในการควบคุมการเคลื่อนไหวและยับยั้งประสาทสั่งการที่กล้ามเนื้อ (Hoch et al., 2017) ทำให้ผู้ป่วยที่ได้รับการผ่าตัดสร้างเอ็นไขว้หน้าสูญเสียการควบคุมความมั่นคงในการเคลื่อนไหวมากกว่าคนปกติ (Staples et al., 2020) นอกจากนี้ยังพบว่าการทำงานของประสาทกล้ามเนื้อในผู้ป่วยที่ได้รับการผ่าตัดสร้างเอ็นไขว้หน้าไม่สามารถฟื้นฟูได้เองหากไม่ได้รับการฝึกจนกระทั่งผ่านไป 1 ปี หลังได้รับการผ่าตัดสร้างเอ็นไขว้หน้า ซึ่งอาจเกิดการบาดเจ็บซ้ำได้ (Lee et al., 2019) ทำให้มีผู้ป่วยจำนวนมากที่ไม่สามารถกลับไปทำกิจกรรมในระดับเดียวกับกิจกรรมก่อนบาดเจ็บได้ (Lentz et al., 2012) การฟื้นฟูสมรรถภาพทางกายจึงมีความสำคัญอย่างมากในกระบวนการรักษาผู้ป่วยที่ได้รับการผ่าตัดสร้างเอ็นไขว้หน้า

การฟื้นฟูสมรรถภาพทางกายของผู้ป่วยที่ได้รับการผ่าตัดสร้างเอ็นไขว้หน้ามี 3 ระยะ โดยที่ในช่วงแรกหลังการผ่าตัดจะมุ่งเน้นเพื่อเพิ่มมุมการเคลื่อนไหวของข้อต่อและเพิ่มความแข็งแรงในการหดตัวของกล้ามเนื้อ และเริ่มการบริหารเพื่อมุ่งเน้นในการฟื้นฟูความแข็งแรงของกล้ามเนื้อในรูปแบบการฝึกแรงต้านเพื่อเตรียมความพร้อมสำหรับการเข้าสู่การฟื้นฟูในระยะสุดท้าย ซึ่งในระยะสุดท้ายของการฟื้นฟูภายหลังได้รับการผ่าตัดสร้างเอ็นไขว้หน้ามุ่งเน้นการฝึกที่ต้องการให้ผู้ป่วยกลับไปทำกิจกรรมอย่างเต็มรูปแบบหรือการกลับไปเล่นกีฬาในระดับก่อนหน้าการบาดเจ็บ (Adams et al., 2012; Yabroudi & Irrgang, 2013) โดยทั่วไปการฝึกความแข็งแรงด้วยแรงต้านถือเป็นโปรแกรมการฝึกที่นิยมกันอย่างแพร่หลายสำหรับการฟื้นฟูความแข็งแรงของกล้ามเนื้อในผู้ป่วยที่ได้รับการผ่าตัดสร้างเอ็นไขว้หน้า American College of Sports Medicine (ACSM) แนะนำความเข้มข้นของระดับการฝึก 2-3 วันต่อสัปดาห์ 8-12 ครั้ง จำนวน 2-4 ชุด ความหนักร้อยละ 60-80 ของน้ำหนักสูงสุดที่ยกได้ 1 ครั้ง (1 Repetition maximal; 1RM) จากการศึกษาของ Welling และคณะ พบว่ากลุ่มที่ได้รับการผ่าตัดสร้างเอ็นไขว้หน้าหลังได้รับโปรแกรมการฝึกแรงต้าน ความแข็งแรงเพิ่มมากขึ้นใกล้เคียงกับกลุ่มควบคุมปกติ ในช่วง 7 เดือนหลังผ่าตัด (Welling et al., 2019) จากการศึกษาของ Bieler และคณะ พบว่าการฝึกแรงต้านที่มีความเข้มข้นสูงช่วยให้กำลังของกล้ามเนื้อฟื้นตัวได้เร็วกว่าเมื่อเทียบกับการฝึกที่มีความเข้มข้นต่ำโดยไม่ได้ส่งผลเสียต่อข้อเข่า (Bieler et al., 2014) จากการศึกษาของ Ambrose

และคณะ ได้ศึกษาผลของการฝึกระหว่างการฝึกการรับรู้อากัปกริยาของข้อเข่าและการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต่อการทำงานของประสาทกล้ามเนื้อในผู้ป่วยหลังผ่าตัด พบว่าการฝึกทั้งสองรูปแบบมีความสำคัญในการฟื้นฟูการทำงานของประสาทกล้ามเนื้อ แม้ว่าการฝึกการรับรู้อากัปกริยาของข้อเข่าเพียงอย่างเดียวก็สามารถกระตุ้นความแข็งแรงของกล้ามเนื้อรยางค์ส่วนล่างได้ (Liu-Ambrose et al., 2003) และจากการศึกษาของ Bregenhof และคณะ ได้ศึกษาผลของการฝึกเพื่อเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและการทำงานของข้อเข่าในผู้ป่วยที่ได้รับการผ่าตัดสร้างเอ็นไขว้หน้าในช่วง 12-24 เดือน ในรูปแบบการฝึกแรงต้านโดยใช้เครื่องออกกำลังกายร่วมกับการฝึกเพื่อเพิ่มการทำงานของประสาทกล้ามเนื้อแสดงให้เห็นถึงผลลัพธ์ของการทำงานของข้อเข่าที่ดีกว่าเมื่อเทียบกับการฝึกแรงต้านแบบปกติ (Bregenhof et al., 2018) เพราะฉะนั้นในช่วงขั้นตอนสุดท้ายของการฝึกภายหลังได้รับการผ่าตัดสร้างเอ็นไขว้หน้าด้วยการฝึกที่เพิ่มการกระตุ้นการทำงานของระบบประสาทและกล้ามเนื้อ จึงมีความสำคัญโดยมีเป้าหมายเพื่อให้ผู้ป่วยได้กลับไปเคลื่อนไหวได้มากขึ้นในชีวิตประจำวันหรือทำกิจกรรมในระดับที่เคยทำได้ก่อนการบาดเจ็บและลดความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บซ้ำ

การฝึกพลัยโอเมตริก (Plyometric) เป็นการฝึกที่ใช้ความแข็งแรงและความเร็วในการหดและคลายตัวของกล้ามเนื้อ ในลักษณะที่เป็นวงจรการถูกทำให้ยืดยาวออกของกล้ามเนื้อและหดคืนกลับอย่างรวดเร็ว (Stretch shortening cycle) เพื่อช่วยเพิ่มการทำงานของเอ็นและกล้ามเนื้อในการออกแรงสูงสุดในระยะเวลาอันสั้น และเพิ่มการทำงานประสานกันของระบบประสาทและกล้ามเนื้อด้วยการฝึกระบบประสาทและการเคลื่อนไหวอย่างรวดเร็วมากขึ้น (Davies et al., 2015) การฝึกพลัยโอเมตริกเป็นการฝึกเพื่อเพิ่มความไวต่อการตอบสนองของตัวรับรู้ของระบบประสาทเพื่อเพิ่มการตอบสนองของการทำงานของประสาทกล้ามเนื้อและเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของกล้ามเนื้อ (Davies et al., 2015) นอกจากนี้ยังพบว่าการฝึกรูปแบบนี้ส่งผลดีต่อข้อเข่าในทางชีวกลศาสตร์ รวมถึงทำให้ลดความเสี่ยงต่อการเกิดการบาดเจ็บเอ็นไขว้หน้า และช่วยพัฒนาการควบคุมการเคลื่อนไหวซึ่งจะทำให้ผู้ที่ได้รับโปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริกสามารถกลับไปเล่นกีฬาได้อย่างปลอดภัยมากขึ้นหลังได้รับการบาดเจ็บเอ็นไขว้หน้า (Chmielewski et al., 2016) นอกจากนี้ยังช่วยลดความเสี่ยงของการบาดเจ็บโดยช่วยเพิ่มความมั่นคงในการทำงานของข้อต่อของรยางค์ส่วนล่าง (Alikhani et al., 2019) ในปัจจุบันมีการประยุกต์รูปแบบการฝึกลักษณะนี้โดยลดระดับความหนักและมุ่งเน้นในการปรับโครงสร้างทางชีวกลศาสตร์เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการลดอาการบาดเจ็บของรยางค์ส่วนล่าง และเพิ่มประสิทธิภาพของการทำงาน (Chmielewski et al., 2006) นอกจากนี้

การฝึกพลัยโอเมตริกที่ระดับความหนักสูงและความหนักต่ำไม่พบการเสื่อมหรือส่งผลกระทบต่อการบาดเจ็บของกระดูกอ่อนผิวข้อและช่วยเพิ่มการทำงานของข้อเข่าในผู้ป่วยที่ได้รับการผ่าตัดสร้างเอ็นไขว้หน้า (Chmielewski et al., 2016) จากการศึกษาของ Kaya และคณะ พบว่าหลังการฝึกระบบประสาทกล้ามเนื้อ การรับรู้อากัปกริยาของข้อเข่า และความสามารถในการเคลื่อนไหวเพิ่มขึ้นในกลุ่มที่ได้รับการฝึก ในส่วนของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อพบว่าขาข้างที่บาดเจ็บในกลุ่มที่ได้รับโปรแกรมการฝึกประสาทกล้ามเนื้อมีค่าใกล้เคียงกับขาข้างปกติหลังได้รับการฝึก (Kaya et al., 2019) นอกจากนี้การศึกษาของ Ghadari และคณะ พบว่าการรับรู้อากัปกริยาของข้อเข่าดีขึ้นร้อยละ 51.7 หลังได้รับโปรแกรมการฝึกประสาทกล้ามเนื้อในรูปแบบการฝึกพลัยโอเมตริก (Ghaderi et al., 2020) และยังช่วยเพิ่มการควบคุมการกระโดดและการลงสู่พื้นเพื่อป้องกันข้อต่อบาดเจ็บจากการรับน้ำหนักที่ผิดปกติ (Nagelli et al., 2020)

ผู้วิจัยเล็งเห็นถึงความสำคัญในการฟื้นฟูความสามารถในการเคลื่อนไหวโดยเฉพาะในช่วงขั้นตอนสุดท้ายของการฝึกก่อนกลับไปเล่นกีฬาหรือทำกิจกรรมในระดับที่ต้องการหลังได้รับการผ่าตัดสร้างเอ็นไขว้หน้าด้วยการฝึกเพื่อกระตุ้นการทำงานของประสาทกล้ามเนื้อด้วยรูปแบบการฝึกพลัยโอเมตริก โดยมีเป้าหมายเพื่อให้ผู้ป่วยได้กลับไปเคลื่อนไหวในชีวิตประจำวันหรือทำกิจกรรมในระดับที่เคยทำได้ก่อนการบาดเจ็บ ซึ่งเป็นการฝึกที่เน้นกระตุ้นการทำงานของระบบประสาทให้ส่งสัญญาณไปยังกล้ามเนื้อเพื่อให้เกิดการตอบสนองมากขึ้นเพื่อช่วยพัฒนากระบวนการรับรู้การสัมผัสและการเคลื่อนไหว ความมั่นคงของข้อเข่าในการทำงาน และเพิ่มความสามารถในการกระตุ้นการทำงานของกล้ามเนื้อ แต่ก็ยังมีการศึกษาที่ยังไม่แพร่หลายมากนักเกี่ยวกับการนำรูปแบบการฝึกพลัยโอเมติกมาใช้ในการฟื้นฟูผู้ป่วยที่ได้รับการผ่าตัดสร้างเอ็นไขว้หน้า ในการนี้ผู้วิจัยจึงมีความต้องการที่จะนำรูปแบบการฝึกพลัยโอเมตริกนี้มาประยุกต์ใช้ เพื่อศึกษาผลต่อการทำงานของประสาทกล้ามเนื้อ ประกอบด้วย เวลาในการกระโดดขาเดียวระยะทาง 6 เมตร การรับรู้อากัปกริยาของข้อเข่า ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ การทรงตัว ความสามารถในการเคลื่อนที่ และการทำงานของข้อเข่าในผู้ป่วยที่ได้รับการผ่าตัดสร้างเอ็นไขว้หน้า

คำสำคัญ

การผ่าตัดเอ็นไขว้หน้าข้อเข่า (Anterior cruciate ligament reconstruction) การทำงานของประสาทกล้ามเนื้อ (Neuromuscular functions), การฝึกพลัยโอเมตริก (Plyometric

training), การทำงานของข้อเข่า (Knee function), การรับรู้อากัปกริยาของข้อเข่า (Knee proprioception)

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

วัตถุประสงค์หลัก (Primary Objectives)

เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบผลของการฝึกระหว่างการฝึกพลัยโอเมตริกและการฝึกแรงต้านต่อเวลาในการกระโดดขาเดียวระยะทาง 6 เมตร การรับรู้อากัปกริยา และการทำงานของข้อเข่าในผู้ป่วยผ่าตัดเอ็นไขว้หน้า

วัตถุประสงค์รอง (Secondary Objectives)

เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบผลของการฝึกระหว่างการฝึกพลัยโอเมตริกและการฝึกแรงต้านต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ การทรงตัว และความสามารถในการเคลื่อนที่ในผู้ป่วยผ่าตัดเอ็นไขว้หน้า

คำถามในการวิจัย

คำถามงานวิจัยหลัก

การฝึกพลัยโอเมตริกส่งผลลัพธ์ที่ดีกว่าการฝึกแรงต้านต่อเวลาในการกระโดดขาเดียวระยะทาง 6 เมตร การรับรู้อากัปกริยา และการทำงานของข้อเข่าในผู้ป่วยผ่าตัดเอ็นไขว้หน้าหรือไม่อย่างไร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

คำถามงานวิจัยรอง

การฝึกพลัยโอเมตริกส่งผลลัพธ์ที่ดีกว่าการฝึกแรงต้านต่อความแข็งแรง การทรงตัว และความสามารถในการเคลื่อนที่ในผู้ป่วยผ่าตัดเอ็นไขว้หน้าหรือไม่อย่างไร

สมมติฐาน

สมมติฐานหลัก

การฝึกพลัยโอเมตริกน่าจะส่งผลลัพธ์ที่ดีกว่าการฝึกแรงต้านต่อเวลาในการกระโดดขาเดียวระยะทาง 6 เมตร การรับรู้อากัปกริยา และการทำงานของข้อเข่าในผู้ป่วยผ่าตัดเอ็นไขว้หน้า

สมมติฐานรอง

การฝึกพลัยโอเมตริกน่าจะส่งผลลัพธ์ที่ดีกว่าการฝึกแรงต้านต่อความแข็งแรง การทรงตัว และความสามารถในการเคลื่อนที่ในผู้ป่วยผ่าตัดเอ็นไขว้หน้า

ขอบเขตของการวิจัย

ขอบเขตด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือ ผู้ป่วยที่ได้รับการผ่าตัดเอ็นไขว้หน้า

กลุ่มตัวอย่าง คือ ผู้ป่วยที่ได้รับการผ่าตัดสร้างเอ็นไขว้หน้าอยู่ในระยะพักฟื้น 6-8 เดือน ที่มีช่วงอายุ 18-45 ปี จำนวน 24 คน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่1 ผู้ป่วยที่ได้รับการผ่าตัดเอ็นไขว้หน้าโดยได้รับการฝึกพลัยโอเมตริก และกลุ่มที่ 2 ผู้ป่วยที่ได้รับการผ่าตัดเอ็นไขว้หน้าโดยได้รับการฝึกแรงต้าน

ขอบเขตด้านเนื้อหา

ตัวแปรต้น คือ การฝึกพลัยโอเมตริก และการฝึกแรงต้าน

ตัวแปรตาม ประกอบด้วย

1. เวลาในการกระโดดขาเดียวระยะทาง 6 เมตร ทดสอบด้วย การกระโดดด้วยขาเพียงข้างเดียวระยะทาง 6 เมตร (Single leg 6-meter timed hop) โดยการให้ผู้เข้าร่วมวิจัยเริ่มจากการยืนด้วยขาข้างเดียวเพื่อเตรียมทำการทดสอบ จากนั้นกระโดดให้ไกลที่สุดและลงพื้นด้วยขาข้างเดิมอย่างต่อเนื่องให้ครบระยะทาง 6 เมตร จากนั้นบันทึกเวลา โดยจะทำซ้ำ 2 ครั้งในแต่ละข้าง (Logerstedt et al., 2012)

2. การรับรู้อากัปกริยาของข้อเข่า ทดสอบด้วยการรับรู้ตำแหน่งของข้อเข่าโดยใช้เครื่อง Isokinetic dynamometer ด้วยการให้ผู้เข้าร่วมวิจัยนั่งบนเครื่อง สะโพกและเข่างอ 90 องศา จากนั้นให้ผู้เข้าร่วมวิจัยหลับตาและย้ายตำแหน่งของเครื่องไปยังมุมที่กำหนดไว้เป็นเวลา 5 วินาที และให้ผู้เข้าร่วมวิจัยจดจำตำแหน่งเป้าหมาย แล้วนำเครื่องกลับสู่ที่เดิม โดยการทดสอบให้ผู้วิจัยเตะขาไปยังตำแหน่งเป้าหมายแล้วกด “หยุด” จากนั้นบันทึกค่าความแตกต่าง ซึ่งจะทำการทดสอบ 2 ครั้งในแต่ละข้าง (Ghaderi et al., 2020)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

3. ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ทดสอบด้วยค่า Peak torque โดยใช้เครื่อง Isokinetic dynamometer โดยเป็นการทดสอบการทำงานแบบเหยียด และงอของหัวเข่า เพื่อดูความแข็งแรงกล้ามเนื้อแบบหดตัวของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าและกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง และการทดสอบจะประกอบด้วยการเหยียดและงอเข่าจำนวน 3 ครั้ง ของแต่ละข้างด้วยความเร็ว 60 องศา/วินาที โดยทำการทดสอบซ้ำ 2 ครั้งในแต่ละข้าง จากนั้นบันทึกผลความแข็งแรงสูงสุดของการเหยียดเข่าถือเป็นความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า และการงอเข่าถือเป็นความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง มีหน่วยเป็น Nm/kg

4. การทรงตัว

4.1 การทรงตัวแบบอยู่กับที่ ทดสอบด้วยการยืนทรงตัวด้วยขาเพียงข้างเดียว ประกอบด้วย ยืนทรงตัวด้วยขาเพียงข้างเดียวบนพื้นที่มั่นคงแบบลืมตา, ยืนทรงตัวด้วยขาเพียงข้างเดียวบนพื้นที่มั่นคงแบบหลับตา, ยืนทรงตัวด้วยขาเพียงข้างเดียวบนพื้นที่ไม่มั่นคงแบบลืมตา, ยืนทรงตัวด้วยขาเพียงข้างเดียวบนพื้นที่ไม่มั่นคงแบบหลับตา (Springer et al., 2007)

4.2 การทรงตัวแบบมีการเคลื่อนไหว ทดสอบด้วย Modified star excursion balance โดยการให้ผู้เข้าร่วมวิจัย ยืนด้วยขาเพียงข้างเดียวในตำแหน่งที่กำหนด จากนั้นให้เอื้อมขาไปในทิศทางด้านหน้า และด้านหลัง 2 ทิศทาง (Anterior, posterolateral, posteromedial) (Bulow et al., 2019)

5. ความสามารถในการเคลื่อนที่ ทดสอบด้วย Y-shaped agility test โดยให้ผู้เข้าร่วมวิจัยวิ่งไปข้างหน้าจากกรวย A ไปที่กรวย B จากนั้นให้ผู้เข้าร่วมวิจัยสังเกตุสัญญาณและเคลื่อนที่ไปตามทิศทางที่มองเห็นเพื่อวิ่งไปกรวย C หรือ D (Horníková et al., 2021)

6. การทำงานของข้อเข่า ทดสอบด้วยแบบสอบถามการประเมินการทำงานของข้อเข่า International Knee Documentation Committee Subjective Knee Form (IKDC-SKF) ฉบับภาษาไทย โดยให้ผู้เข้าร่วมวิจัยตอบแบบสอบถามสำหรับประเมินระดับความสามารถในการใช้งานของข้อเข่า โดยแบ่งออกเป็น 4 หมวด ได้แก่ ระดับอาการ ระดับการทำงาน ระดับกิจกรรมกีฬา และระดับการใช้งานของข้อเข่า การประเมินจะถูกแปลงเป็นคะแนนออกมาเป็นร้อยละ (Lertwanich et al., 2008)

7. อาการปวด ทดสอบด้วยแบบประเมินอาการปวด (Visual analog scale) โดยจะทำการประเมินวันละ 3 เวลา ได้แก่ ก่อนการฝึก หลังการฝึก และผ่านไป 24 ชั่วโมงหลังการฝึก ในแต่ละวัน

ขอบเขตด้านสถานที่

สถานที่ที่ใช้ในการวิจัยและเก็บข้อมูลคือ คลินิคเวชศาสตร์การกีฬา ภาควิชาศัลยศาสตร์ออร์โธปิดิคส์และกายภาพบำบัด โรงพยาบาลศิริราช และที่พักอาศัยของผู้เข้าร่วมวิจัย

ขอบเขตด้านระยะเวลา

ระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บข้อมูลประมาณ 12 เดือน

คำจำกัดความของการวิจัย

1. ผู้ป่วยผ่าตัดเอ็นไขว้หน้า (Patients with anterior cruciate ligament reconstruction; ACLR) คือ ผู้ป่วยที่ได้รับการผ่าตัดเอ็นไขว้หน้า โดยใช้ เส้นเอ็นที่แฮมสตริง (Hamstring tendon graft) และเส้นเอ็นที่สะบ้า (Bone patellar tendon bone graft) มาทดแทน ในงานวิจัยนี้จะใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้ป่วยที่อยู่ในระยะพักฟื้น 6-8 เดือน

2. การฝึกพลัยโอเมตริก (Plyometric training) คือ การฝึกการออกกำลังที่ใช้ความแข็งแรงและความเร็วในการหดและคลายตัวของกล้ามเนื้อทำให้เกิดกำลังกล้ามเนื้อเพื่อการเคลื่อนไหวอย่างฉับพลัน ในลักษณะที่เป็นวงจรการถูกทำให้ยืดยาวออกของกล้ามเนื้อและหดคืนกลับ (The stretch shortening cycle)

CHULALONGKORN UNIVERSITY

3. การฝึกแรงต้าน (Resistance training) คือ การออกกำลังกายทุกรูปแบบที่ใช้กล้ามเนื้อส่วนต่าง ๆ ของร่างกายออกแรงต้านกับน้ำหนัก

4. การทำงานของประสาทกล้ามเนื้อ (Neuromuscular function) คือ การทำงานประสานกันของระบบประสาทและกล้ามเนื้อ ด้วยการรับรู้ต่อสิ่งกระตุ้นภายนอก ตัวรับความรู้สึกทางกายจะส่งสัญญาณประสาทไปที่สมองจากนั้นจะสั่งการให้กล้ามเนื้อเป้าหมายเพื่อให้เกิดการตอบสนอง ในการวิจัยนี้ใช้ตัวแปรเวลาในการกระโดดขาเดียวระยะทาง 6 เมตร การรับรู้อากัปกริยา การทำงานของข้อเข่า ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ การทรงตัวแบบอยู่กับที่และเคลื่อนไหว และความสามารถในการเคลื่อนที่

5. การรับรู้อากัปกริยา (proprioception) คือ การรับรู้ความรู้สึกเกี่ยวกับตำแหน่งและการเคลื่อนไหวของร่างกาย ในการวิจัยนี้ใช้การทดสอบด้วยการรับรู้ตำแหน่งของข้อเข่าโดยการใช้เครื่อง Isokinetic dynamometer

6. เวลาในการกระโดดขาเดียวระยะทาง 6 เมตร คือ ความสามารถในการออกแรงกระโดดขาเดียวด้วยความเร็วในระยะทางที่กำหนด เพื่อแสดงถึงกำลัง และความสามารถในการออกแรงอย่างต่อเนื่องของรยางค์ขา ในการวิจัยนี้ใช้การทดสอบด้วยการกระโดดด้วยขาเพียงข้างเดียวระยะทาง 6 เมตร (Single leg 6-meter timed hop)

7. ความแข็งแรงสูงสุด คือ ความสามารถของกล้ามเนื้อในการออกแรงสูงสุด ในการวิจัยนี้ใช้การทดสอบด้วยค่า Peak torque โดยการใช้เครื่อง Isokinetic dynamometer

8. การทรงตัว คือ ความสามารถในการควบคุมตำแหน่งของร่างกาย ในการวิจัยนี้ใช้การทดสอบ 2 รูปแบบ ประกอบด้วย การทดสอบการทรงตัวแบบอยู่กับที่ ประกอบด้วย ยืนทรงตัวด้วยขาเพียงข้างเดียวบนพื้นที่มั่นคงแบบลืมตา, ยืนทรงตัวด้วยขาเพียงข้างเดียวบนพื้นที่มั่นคงแบบหลับตา, ยืนทรงตัวด้วยขาเพียงข้างเดียวบนพื้นที่ไม่มั่นคงแบบลืมตา, ยืนทรงตัวด้วยขาเพียงข้างเดียวบนพื้นที่ไม่มั่นคงแบบหลับตา และการทดสอบการทรงตัวแบบไดนามิกทดสอบด้วยการก้าวเท้ารูปดาวแบบประยุกต์

9. ความสามารถในการเคลื่อนที่ คือ ความสามารถในการเคลื่อนที่ของร่างกาย โดยมีองค์ประกอบของความเร็ว การทำงานประสานสัมพันธ์ของร่างกาย และการเปลี่ยนทิศทาง ในการวิจัยนี้ใช้การทดสอบด้วย Y-shaped agility test

10. การทำงานของข้อเข่า คือ การใช้งานข้อเข่าในการทำกิจกรรม ในการวิจัยนี้ใช้การทดสอบด้วยแบบสอบถามการประเมินการทำงานของข้อเข่า International Knee Documentation Committee Subjective Knee Form (IKDC-SKF) ฉบับภาษาไทย

11. ดัชนีความสมมาตรของขาทั้ง 2 ข้าง (limb symmetry index) คือ อัตราส่วนในการเปรียบเทียบสมรรถภาพระหว่างรยางค์ทั้ง 2 ข้าง

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ประโยชน์ต่อผู้ร่วมวิจัย/อาสาสมัครเป็นรายบุคคล ได้รับการดุแลรักษาอย่างถูกต้องตามหลักมาตรฐาน

Chulalongkorn University

ผลการวิจัยจะช่วยให้ผู้ป่วยได้รับโปรแกรมการฟื้นฟูสมรรถภาพทางกายที่มีประสิทธิภาพต่อการทำงานในชีวิตประจำวันและการกลับไปเล่นกีฬามากยิ่งขึ้น

2. ประโยชน์ต่อวิชาชีพโดยรวม ได้ช่วยพัฒนาและสร้างความก้าวหน้าทางการรักษาในอนาคต

ได้ช่วยพัฒนาและสร้างความก้าวหน้าทางการฟื้นฟูในอนาคต

3. ประโยชน์ต่อสังคม เพื่อการรักษาที่ดีขึ้นของระบบสาธารณสุขประเทศ

ช่วยเพิ่มแนวทางการฟื้นฟูผู้ป่วยหลังผ่าตัดเอ็นไขว้หน้าให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาค้นคว้ารวบรวมข้อมูลต่าง ๆ จากหนังสือ วารสาร เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งภายในประเทศ และต่างประเทศโดยนำเสนอตามหัวข้อ ดังต่อไปนี้

1. การบาดเจ็บเอ็นไขว้หน้า

    1.1 อัตราหรือสถิติการบาดเจ็บที่เกิดขึ้น

    1.2 กลไกการบาดเจ็บ

    1.3 การรักษาการบาดเจ็บเอ็นไขว้หน้า

    1.4 ปัญหาหลังการผ่าตัดสร้างเอ็นไขว้หน้า

    1.5 การฟื้นฟูหลังการผ่าตัดสร้างเอ็นไขว้หน้า

2. การเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของผู้ป่วยที่ได้รับการผ่าตัดสร้างเอ็นไขว้หน้า

    2.1 การสูญเสียการทำงานของประสาทกล้ามเนื้อ

    2.2 การสูญเสียความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ

3. การทำงานของระบบประสาทและกล้ามเนื้อ

    3.1 การทำงานของประสาทกล้ามเนื้อ (Neuromuscular function)

    3.2 การทำงานของข้อเข่า (Knee function)

4. การฝึกความแข็งแรงกล้ามเนื้อแบบมีแรงต้าน

    4.1 กลไกทางสรีรวิทยาของการฝึกความแข็งแรงแบบมีแรงต้าน

    4.2 การฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแบบมีแรงต้าน

5. การฝึกพลัยโอเมตริก

    5.1 กลไกทางสรีรวิทยาของการฝึกแบบพลัยโอเมตริก

    5.2 การฝึกแบบพลัยโอเมตริก (Plyometric training)

6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

6.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเทศ

6.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องต่างประเทศ

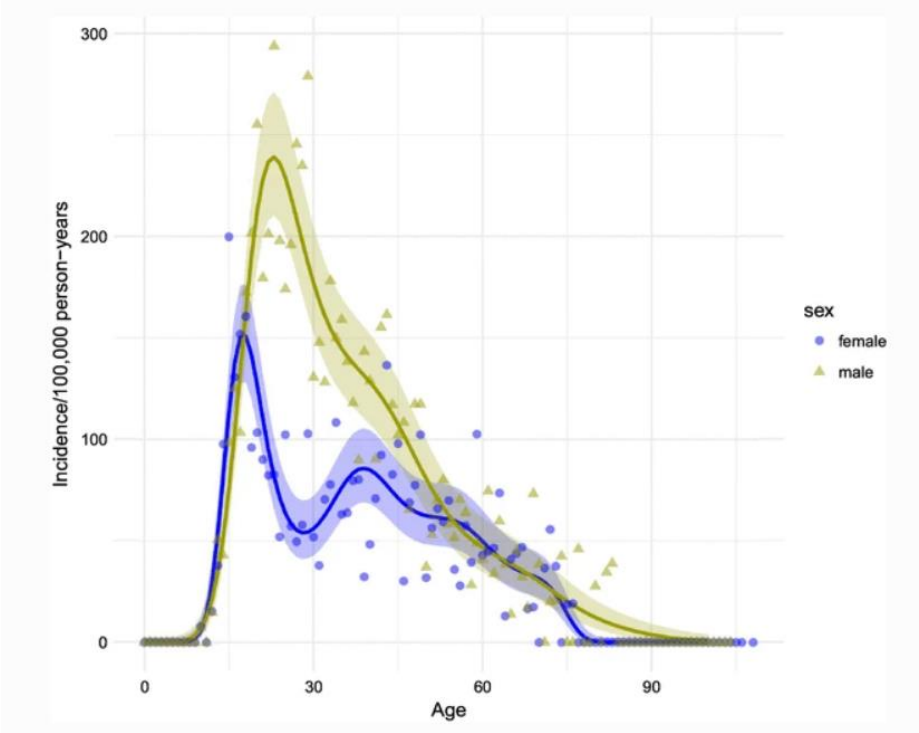
การบาดเจ็บเอ็นไขว้หน้า

อัตราหรือสถิติการบาดเจ็บ

องค์การอนามัยโลก (WHO, 2003) คาดการณ์ว่าจะมีผู้ป่วยกระดูกและข้อเพิ่มขึ้นจาก 400 ล้านคนใน พ.ศ. 2551 เป็น 570 ล้านคนใน พ.ศ. 2563 จากการศึกษาอัตราการเกิดการบาดเจ็บของนักกีฬาที่ได้เล่นกีฬาทั้งในรูปแบบที่มีการปะทะ และไม่มีการปะทะ พบว่าการบาดเจ็บบริเวณรยางค์ส่วนล่างเป็นตำแหน่งที่พบการบาดเจ็บมากที่สุด โดยพบมากถึงร้อยละ 47 เมื่อเปรียบเทียบกับการบาดเจ็บตำแหน่งอื่น ๆ และการบาดเจ็บที่บริเวณข้อเข่าเป็นการบาดเจ็บที่พบได้มากที่สุดของการบาดเจ็บรยางค์ส่วนล่าง โดยพบมากถึงร้อยละ 45 เมื่อเปรียบเทียบกับการบาดเจ็บของรยางค์ส่วนล่างบริเวณอื่น ๆ(Laoruengthana et al., 2009) การบาดเจ็บเอ็นไขว้หน้าเป็นการบาดเจ็บบริเวณข้อเข่าที่พบได้บ่อยจากการเคลื่อนไหวทางกีฬา โดยเฉพาะการเคลื่อนไหวในลักษณะที่มีการเปลี่ยนทิศทางอย่างรวดเร็ว กระโดด หรือหยุดกะทันหัน เช่น ฟุตบอล วอลเลย์บอล บาสเกตบอล (Mather et al., 2013) และได้มากถึงร้อยละ 54 เมื่อเปรียบเทียบกับการบาดเจ็บบริเวณข้อเข่าประเภทอื่น ๆ เช่น การบาดเจ็บของหมอนรองกระดูก การบาดเจ็บกระดูกอ่อนผิดข้อ หรือการบาดเจ็บของเอ็นไขว้ชนิดอื่น ๆ (Nicolini et al., 2014) ในประเทศสหรัฐอเมริกาพบว่ามีผู้ที่ได้รับบาดเจ็บเอ็นไขว้หน้ามากกว่า 200,000 รายต่อปี และมีผู้ที่เข้ารับการผ่าตัดเอ็นสร้างไขว้หน้าร้อยละ 90 ของจำนวนผู้ที่ได้รับบาดเจ็บทั้งหมด (Paterno et al., 2014) โดยจำนวนผู้ที่ได้รับบาดเจ็บเอ็นไขว้หน้าในเพศชายและเพศหญิงส่วนใหญ่จะอยู่ที่ช่วงอายุตั้งแต่ 10-49 ปี โดยที่ในช่วงอายุ 10-19 ปี พบว่าในเพศหญิงมีผู้ที่ได้รับบาดเจ็บเอ็นไขว้หน้าจำนวน 122 คน และเพศชายจำนวน 117 คน ในช่วงอายุ 20-29 ปี พบว่าในเพศหญิงมีผู้ที่ได้รับบาดเจ็บเอ็นไขว้หน้าจำนวน 106 คน และเพศชายจำนวน 325 คน ในช่วงอายุ 30-39 ปี พบว่าในเพศหญิงมีผู้ที่ได้รับบาดเจ็บเอ็นไขว้หน้าจำนวน 85 คน และเพศชายจำนวน 192 คน และในช่วงอายุ 40-49 ปี พบว่าในเพศหญิงมีผู้ที่ได้รับบาดเจ็บเอ็นไขว้หน้าจำนวน 105 คน และเพศชายจำนวน 158 คน (รูปที่ 1) (Nicholls et al., 2018) และจากการศึกษาผู้ป่วยที่ได้รับบาดเจ็บเอ็นไขว้หน้าจำนวน 183 รายในประเทศไทย พบว่าผู้ป่วยที่ได้รับการผ่าตัดเอ็นไขว้หน้าในประเทศไทยมีช่วงอายุเฉลี่ย 28.52 ปี โดยเป็นเพศชายร้อยละ 88 ของผู้ป่วย (Cheecharern &

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Lohpongpaiboon, 2018) นอกจากนี้ในผู้ป่วยที่ได้รับบาดเจ็บเอ็นไขว้หน้ามักมีอาการบาดเจ็บอื่น ๆ ร่วมด้วย เช่น การฉีกขาดของเอ็นอื่น ๆ ที่พบได้ประมาณร้อยละ 57 และการบาดเจ็บของหมอนรองกระดูกประมาณร้อยละ 70 และมีผู้ที่บาดเจ็บเอ็นไขว้อย่างเดียวโดยไม่มีอาการบาดเจ็บอื่น ๆ ร่วมเพียงร้อยละ 13 ของอัตราการเกิดการบาดเจ็บทั้งหมด (Nicholls et al., 2021)



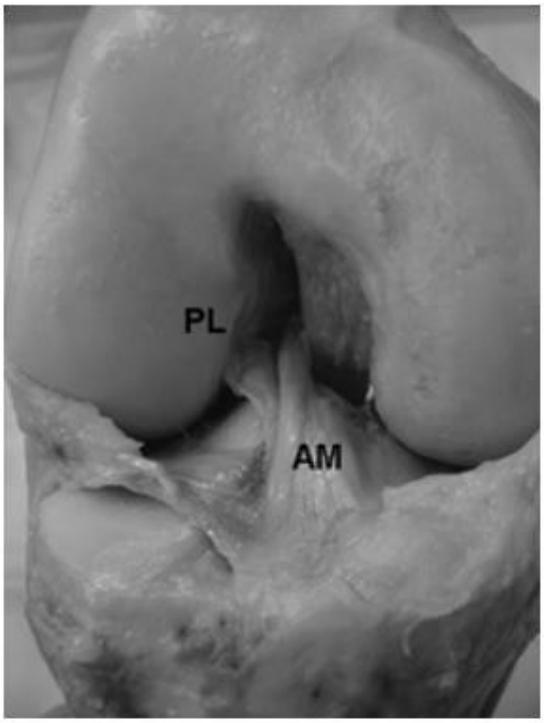
รูปที่ 1 ช่วงอายุที่พบการบาดเจ็บเอ็นไขว้หน้า
ที่มา : (Nicholls et al., 2018)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

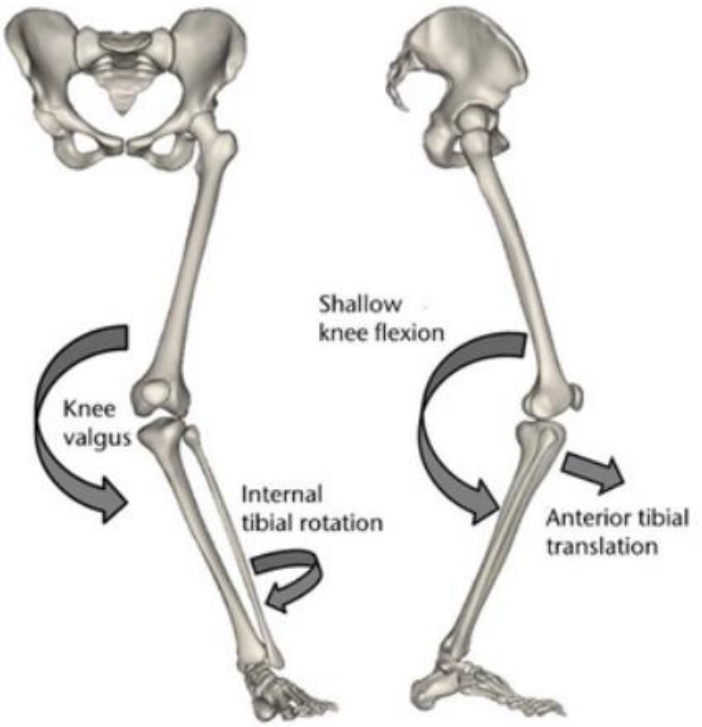
กลไกการบาดเจ็บ

เอ็นไขว้หน้าประกอบด้วยเส้นเอ็น 2 มัด (Bundle) ได้แก่ มัด Anteromedial (AM bundle) และมัด Posterolateral (PL bundle) (รูปที่ 2) เกาะต้นจากด้านในของปุ่มข้อกระดูกต้นขาด้านนอก (Lateral femoral condyle) ไขว้ไปเกาะปลายที่กึ่งกลางของที่ราบด้านบนกระดูกแข้ง (Tibial plateau) มีความยาวประมาณ 31-38 มิลลิเมตร (Petersen & Zantop, 2007) การบาดเจ็บของเอ็นไขว้หน้าเกิดได้จาก 3 รูปแบบ ได้แก่ รูปแบบที่ 1 เกิดจากการปะทะโดยตรง (Direct contact) คือ การที่มีแรงภายนอกมาปะทะโดยตรงที่ข้อเข่า รูปแบบที่ 2 การปะทะโดยอ้อม (Indirect contact) คือ การที่มีแรงภายนอกมาปะทะแต่ไม่ได้ปะทะที่เข่าโดยตรง รูปแบบที่ 3 คือ ไม่ได้เกิดจากการปะทะ (Noncontact) แต่มีแรงเกิดที่ข้อเข่าในขณะที่มีการบาดเจ็บนั้น แรงที่เกิดขึ้นเป็นผล

เนื่องมาจากการเคลื่อนตัวของตนเองโดยที่ไม่ได้มีการปะทะกับผู้อื่นหรือวัตถุใด เช่น ในจังหวะที่ลงสู่พื้นจากการกระโดดและมีการเปลี่ยนทิศทางไปด้านใดด้านหนึ่งซึ่งจะเกิดขึ้นในกรณีที่กระดูกต้นขา มีการบิดหมุนเคลื่อนที่ไปพร้อมกับลำตัวสวนทางกับกระดูกหน้าแข้ง ที่เท้ายึดอยู่กับพื้น (รูปที่ 3) (Kiapour & Murray, 2014) เมื่อเกิดอาการบาดเจ็บขึ้น มักเกิดเสียงลั่นในข้อ ร่วมกับอาการปวดรุนแรง โดยส่วนใหญ่จะไม่สามารถทำกิจกรรมต่อไปได้ และเมื่อเกิดการบาดเจ็บทำให้เลือดออกในข้อ จึงเกิดอาการบวม ซึ่งในระยะเวลาถัดมาอาการบวมจะลดลง แต่เมื่อกลับไปมีการเคลื่อนไหวก็อาจรู้สึกเสียความมั่นคง เข่าทรุดหรือมีอาการข้อเข่าหลวมในการทำกิจกรรมต่าง ๆ



รูปที่ 2 เส้นเอ็น Anteromedial และเส้นเอ็น Posterolateral ของเข่าข้างขวา
ที่มา : (Petersen & Zantop, 2007)



รูปที่ 3 กลไกการบาดเจ็บเอ็นไขว้หน้า
ที่มา : (Kiapour & Murray, 2014)

การรักษาการบาดเจ็บเอ็นไขว้หน้า

โดยทั่วไปผู้ป่วยที่มีภาวะเอ็นไขว้หน้าฉีกขาด ผู้ป่วยจะสามารถใช้ชีวิตประจำวันได้เป็นปกติ แต่อาจจะเกิดภาวะข้อเข่าเคลื่อนในกิจกรรมที่ต้องมีการบิดหมุนของหัวเข่า ซึ่งการบาดเจ็บเอ็นไขว้หน้าข้อเข่าสามารถทำการรักษาได้ 2 รูปแบบ ได้แก่ รูปแบบที่ 1 การรักษาแบบไม่รับการผ่าตัด (Conservative) เป็นการรักษาแบบติดตามอาการโดยการปรับพฤติกรรมการใช้งานให้เหมาะสมกับเข่าที่ไม่สามารถบิดหมุนรุนแรงร่วมกับการบริหารฟื้นฟูกล้ามเนื้อ การรักษาแบบติดตามอาการลักษณะนี้อาจจำเป็นต้องหลีกเลี่ยงกิจกรรมบางอย่างที่ส่งผลต่อข้อเข่า เช่น การเคลื่อนที่และหยุดอย่างรวดเร็ว การกระโดด หรือกิจกรรมที่มีการบิดหมุน เป็นต้น และรูปแบบที่ 2 การรักษาแบบผ่าตัด (Operative) ในการรักษาด้วยวิธีการผ่าตัดเป็นการผ่าตัดสร้างเอ็นไขว้หน้าโดยส่วนมากจะนิยมใช้เส้นเอ็นทดแทน 2 เส้น ได้แก่ เส้นเอ็นบริเวณหลังหัวเข่า (Bone patellar tendon bone) และเส้นเอ็นแฮมสตริง (Hamstring) (Pasquini et al., 2017) โดยที่เส้นเอ็นบริเวณหลังหัวเข่าจะใช้ตำแหน่ง Center of third โดยที่แสดงให้เห็นถึงความแน่นตรึงของเส้นเอ็น ทำให้มีความแข็งแรงและฟื้นตัวได้ดีกว่า แต่อย่างไรก็ตามภายหลังได้รับการผ่าตัดสร้างเอ็นไขว้หน้าผู้ป่วยอาจเกิดอาการชา หรืออาการปวดที่บริเวณด้านหน้าของหัวเข่าขณะนั่งคุกเข่าได้ ในขณะที่เส้นเอ็นแฮมสตริงจะใช้ตรงตำแหน่งของ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เส้นเอ็น Semitendinosus และ Gracilis ซึ่งมีรายงานว่าอาการปวดที่หัวเข่าจะน้อยกว่าการใช้เอ็นหลังหัวเข่า และอาจมีข้อจำกัดในการตรึงของเส้นเอ็น ซึ่งอาจทำให้มีความแข็งแรงน้อยกว่าเมื่อเทียบกับเอ็นหลังหัวเข่า แต่อย่างไรก็ตามในระยะยาวทั้งสองเส้นเอ็นไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Aglietti et al., 1994) ซึ่งการรักษาด้วยวิธีการผ่าตัดสร้างเอ็นไขว้หน้าจึงเป็นวิธีการรักษาเพื่อช่วยฟื้นฟูความมั่นคงให้ข้อเข่าและเพื่อให้ผู้ป่วยสามารถกลับไปเล่นกีฬาหรือทำกิจกรรมที่ต้องการได้

ปัญหาภายหลังได้รับการผ่าตัดสร้างเอ็นไขว้หน้า

ภายหลังได้รับการผ่าตัดสร้างเอ็นไขว้หน้าจะส่งผลต่อการจำกัดมุมการเคลื่อนไหว โดยส่วนมากผู้ป่วยที่ได้รับการผ่าตัดสร้างเอ็นไขว้หน้าจะสูญเสียมุมการเหยียดเข่าและงอเข่าตั้งแต่ร้อยละ 7-17 เมื่อเทียบกับขาข้างปกติ ผู้ป่วยที่สูญเสียมุมการเหยียดเข่าอาจเดินแบบมีการงอเข่าส่งผลต่อกล้ามเนื้อต้นขาตึงมากขึ้น และเพิ่มแรงที่มากระทำต่อลูกสะบ้าได้ เป็นผลให้เกิดอาการปวด นอกจากนี้การจำกัดการเคลื่อนไหวของข้อต่อยังส่งผลให้การเคลื่อนที่และการใช้งานกล้ามเนื้อลดลงจึงทำให้เกิดกล้ามเนื้อฝ่อลีบ (Muscle atrophy) และจากผลของการบาดเจ็บและกระบวนการรักษาผู้ป่วยที่ได้รับบาดเจ็บเอ็นไขว้หน้าจะเกิดการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของร่างกาย โดยเฉพาะการสูญเสียความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และการสูญเสียการทำงานของประสาทกล้ามเนื้อ (Neuromuscular function) เป็นสองปัจจัยหลักที่ส่งผลกระทบต่อผู้ป่วยภายหลังการผ่าตัดสร้างเอ็นไขว้หน้า (Risberg et al., 2007) ทำให้พื้นฐานเคลื่อนไหวผิดปกติ กำลังการออกแรงลดลง การรับรู้อากัปกริยาของข้อเข่าลดลง การทรงตัวลดลง ความสามารถในการเคลื่อนที่ลดลง ส่งผลให้การควบคุมท่าทางการเคลื่อนไหวผิดปกติ จึงส่งผลต่อการเคลื่อนไหวและการทำกิจกรรมหลังการบาดเจ็บเอ็นไขว้หน้า นอกจากปัจจัยทางด้านสมรรถภาพทางร่างกายของผู้ป่วยที่ลดลงแล้วนั้น ภาวะทางด้านจิตใจเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลกระทบต่อการกลับไปเล่นกีฬาของผู้ป่วยที่ได้รับการผ่าตัดเอ็นไขว้หน้าเช่นกัน ความพร้อมทางด้านจิตใจ (Psychological readiness) ของผู้ป่วยถูกรบกวนจากการที่ภายหลังได้รับการผ่าตัดเอ็นไขว้หน้าผู้ป่วยจะเกิดความกลัวที่จะได้รับการบาดเจ็บซ้ำ และเกิดความกลัวต่อการเคลื่อนไหวจึงทำให้ขาดความมั่นใจในการเคลื่อนไหว หรือใช้งานข้อเข่าจึงเป็นปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการกลับไปเล่นกีฬาของผู้ป่วยที่ได้รับการผ่าตัดเอ็นไขว้หน้า (Chmielewski et al., 2008; Lentz et al., 2015) จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าภายหลังได้รับการผ่าตัดเอ็นไขว้หน้ามีผู้ป่วยจำนวนมากที่พบได้มากถึงร้อยละ 45 ของจำนวนผู้ป่วยทั้งหมด ไม่สามารถกลับไปเล่นกีฬาในระดับก่อนหน้าการบาดเจ็บได้ (Ardern et al., 2014)

การฟื้นฟูหลังการผ่าตัดเอ็นไขว้หน้า

การฟื้นฟูสมรรถภาพทางกายสำหรับผู้ป่วยที่ได้รับการผ่าตัดสร้างเอ็นไขว้หน้ามีความจำเป็นและมีความสำคัญอย่างมากเพื่อให้ผู้ป่วยกลับไปใช้งานในระดับก่อนหน้าการเกิดอาการบาดเจ็บและลดความเสี่ยงต่อการเกิดการบาดเจ็บซ้ำ ในช่วง 20 ปีที่ผ่านมา มีการนำเสนอรูปแบบการฟื้นฟูหลากหลายรูปแบบสำหรับผู้ป่วยได้รับการผ่าตัดสร้างเอ็นไขว้หน้าเพื่อช่วยให้ผู้ป่วยสามารถกลับไปทำกิจกรรมหรือเล่นกีฬาได้อย่างรวดเร็วขึ้น อย่างไรก็ตามมีรายงานว่าการให้โปรแกรมฟื้นฟูสมรรถภาพทางกายไม่ค่อยขยายไปถึงช่วงขั้นตอนสุดท้ายของโปรแกรมการฟื้นฟูมากนัก แม้ว่าในช่วงแรกการฟื้นฟูสมรรถภาพทางกายจะมีความเข้มข้นสูง แต่จะค่อย ๆ ลดลงเมื่อผู้ป่วยเริ่มกลับมาเคลื่อนไหวได้มากขึ้น (Della Villa et al., 2012) สำหรับการฟื้นฟูสมรรถภาพทางกายของผู้ป่วยที่ได้รับการผ่าตัดสร้างเอ็นไขว้หน้าสามารถแบ่งออกหลักได้เป็น 3 ช่วง ได้แก่ ระยะที่ 1 Early postoperative stage เป้าหมายหลักของระยะนี้คือการควบคุมอาการปวดและอาการบวม ซึ่งเป็นหนึ่งในเป้าหมายที่สำคัญที่สุดในระยะการฟื้นฟูหลังการผ่าตัดระยะแรก เนื่องจากการลดอาการปวดและบวมนำไปสู่การทำงานของกล้ามเนื้อได้ดีขึ้น และทำให้สามารถเพิ่มมุมการเคลื่อนไหวได้มากขึ้นซึ่งมุมในการงอเข่าผู้ป่วยจำเป็นต้องทำมุมได้มากกว่า 100-120 องศา และมุมในการเหยียดเข่าได้อย่างเต็มมุมการเคลื่อนไหว และจำเป็นต้องได้รับโปรแกรมการฟื้นฟูความสามารถในการทำงานของกล้ามเนื้อต้นขาเพื่อให้เกิดการกระตุ้นการทำงานของกล้ามเนื้อ จากนั้นมุ่งเน้นในการฝึกเดินลงน้ำหนักด้วยการไม่ใช้ไม้ค้ำยัน และเริ่มการบริหารเพื่อเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อในรูปแบบ Closed-chain exercise เช่น การปั่นจักรยาน หรือการใช้แรงต้านด้วยสายยางออกกำลังกาย เป็นต้น เพื่อก้าวสู่ระยะต่อไป ระยะที่ 2 Strengthening and neuromuscular control stage เป้าหมายหลักของระยะนี้คือการพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ สำหรับในช่วง 3 เดือนหลังผ่าตัดเอ็นไขว้หน้า รูปแบบการฝึกประกอบไปด้วยการฝึกแรงต้าน เช่น การออกกำลังกายโดยใช้น้ำหนักตัวเป็นแรงต้าน หรือการใช้เครื่องออกกำลังกาย และเพิ่มโปรแกรมการฝึกการควบคุมการทำงานของประสาทกล้ามเนื้อ นอกจากนี้ผู้ป่วยควรได้รับการตรวจสอบอาการบวม ปวด หรือสัญญาณอื่น ๆ ของการอักเสบบริเวณข้อเข่า และการฝึกการทรงตัวเพื่อเพิ่มความมั่นคงในการเคลื่อนไหวและกระตุ้นการทำงานของประสาทกล้ามเนื้อมากขึ้น สำหรับเตรียมความพร้อมสำหรับการเข้าสู่การฝึกในระยะสุดท้ายของการฟื้นฟูสมรรถภาพทางกาย ซึ่งในระยะสุดท้ายของการฟื้นฟูหลังการผ่าตัดเอ็นไขว้หน้ามุ่งเน้นการฝึกที่ต้องการให้ผู้ป่วยกลับไปทำกิจกรรมอย่างเต็มรูปแบบหรือการกลับไปเล่นกีฬาในระดับก่อนหน้าการบาดเจ็บ โดยยังคงดำเนินการฝึกเพื่อเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและกระตุ้นการทำงานของระบบ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ประสาทให้มากขึ้น เน้นการเคลื่อนไหวมากขึ้น เพื่อให้ผู้ป่วยได้กลับไปทำกิจกรรมในระดับก่อนหน้าได้อีกครั้ง (Adams et al., 2012) เพราะฉนั้นในช่วงขั้นตอนสุดท้ายของการฝึกหลังการผ่าตัดเอ็นไขว้หน้าด้วยการฝึกที่เพิ่มการกระตุ้นการทำงานของประสาทกล้ามเนื้อ และเพิ่มการทำงานของกล้ามเนื้อจึงมีความสำคัญโดยมีเป้าหมายเพื่อให้ผู้ป่วยได้กลับไปเคลื่อนไหวได้มากขึ้นในชีวิตประจำวันหรือทำกิจกรรมในระดับที่เคยทำได้ก่อนการบาดเจ็บและลดความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บซ้ำ

การเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของผู้ป่วยหลังผ่าตัดเอ็นไขว้หน้า

การสูญเสียการทำงานของประสาทกล้ามเนื้อ

การสูญเสียการทำงานของประสาทกล้ามเนื้อภายหลังการผ่าตัดสร้างเอ็นไขว้หน้าเกิดจากอาการปวด การตึงของข้อ และการสูญเสียการกระตุ้นประสาทสัมผัส เนื่องจากเอ็นไขว้หน้ามีบทบาทสำคัญต่อการตอบสนองต่อตัวรับความรู้สึกทางกายที่รับรู้ต่อการเคลื่อนไหวของข้อเข่า และการเคลื่อนที่ของร่างกาย (Hoch et al., 2017; Kapreli & Athanasopoulos, 2006) นอกจากผลของการบาดเจ็บของเอ็นไขว้หน้าแล้วนั้นในระหว่างการผ่าตัดเอ็นไขว้หน้าอาจไปทำลายเส้นประสาทคิวทาเนียส ส่งผลให้ไปรบกวนการทำงานของตัวรับความรู้สึกทางกายได้ (Hoch et al., 2017) ทำให้สูญเสียการควบคุมการเคลื่อนไหว และยับยั้งการทำงานของกล้ามเนื้อส่งผลให้การออกแรงลดลง (Furlanetto et al., 2016) ผู้ป่วยที่ได้รับการบาดเจ็บเอ็นไขว้หน้าจะสูญเสียการตอบสนองต่อตัวรับความรู้สึกทางกายร้อยละ 42-53 เมื่อเทียบกับคนปกติ (Criss et al., 2021) จากการศึกษาพบว่าผู้ป่วยหลังการผ่าตัดเอ็นไขว้หน้าจะสูญเสียการควบคุมการเคลื่อนไหวและสมดุลของร่างกายมากกว่าคนปกติ (Staples et al., 2020) และจากการศึกษาของ Jin และคณะ พบว่าการควบคุมการทำงานของประสาทกล้ามเนื้อไม่สามารถฟื้นตัวได้เองจนกระทั่งผ่านไป 1 ปีหลังการผ่าตัดเอ็นไขว้หน้า (Lee et al., 2019)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การสูญเสียความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ

กล้ามเนื้อรอบ ๆ ข้อเข่ามีความสำคัญอย่างมากในการเคลื่อนไหว และช่วยเพิ่มความมั่นคงของข้อเข่า ซึ่งการสูญเสียความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเกิดจากภายหลังการผ่าตัดเอ็นไขว้หน้านั้น การจำกัดมุมการเคลื่อนไหวร่วมกับอาการปวดที่เกิดขึ้นส่งผลให้การเคลื่อนไหวหรือการใช้งานกล้ามเนื้อลดลงทำให้กล้ามเนื้อเล็กลงอย่างมากจึงส่งผลต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อที่ลดลง จากการศึกษาของ Lindsey และคณะ พบว่าภายหลังการผ่าตัดเอ็นไขว้หน้าจะสูญเสียความแข็งแรงกล้ามเนื้อได้

มากกว่าร้อยละ 40 ในขาข้างที่บาดเจ็บเนื่องจากการลดลงของกล้ามเนื้อ โดยเฉพาะกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า (Quadriceps) กล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง (Hamstring) และกลุ่มกล้ามเนื้อสะโพก (Lepley et al., 2020) ในช่วง 6-12 เดือนหลังผ่าตัดก็ยังพบความแตกต่างของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าประมาณร้อยละ 6 เมื่อเทียบกับขาข้างปกติ และในช่วง 12-18 เดือน ความแตกต่างของกล้ามเนื้อลดลงเหลือร้อยละ 3 เมื่อเทียบกับขาข้างปกติ (Konishi et al., 2012) การลดลงของกล้ามเนื้อส่งผลโดยตรงต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและทำให้การกระตุ้นการทำงานของกล้ามเนื้อผิดปกติ (Thomas et al., 2016) นอกจากนี้การที่ไม่สามารถกระตุ้นการทำงานของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าได้อย่างเหมาะสมอาจมีผลต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเช่นกัน จากการศึกษา Jong และคณะ พบว่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าในขาข้างที่ได้รับบาดเจ็บลดลงตั้งแต่ร้อยละ 5-40 เมื่อเทียบกับขาข้างปกติ และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังในขาข้างที่ได้รับบาดเจ็บลดลงตั้งแต่ร้อยละ 9-27 (de Jong et al., 2007) นอกจากนี้ยังพบว่าในช่วง 3-6 เดือนหลังการผ่าตัดเอ็นไขว้หน้าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า ต้นขาด้านหลัง และกลุ่มกล้ามเนื้อสะโพก ในขาข้างที่ได้รับบาดเจ็บน้อยกว่าขาข้างปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเฉพาะกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าที่ลดลงมากกว่าร้อยละ 43.6 เมื่อเทียบกับขาข้างปกติ ในช่วง 6-12 เดือน ความแตกต่างของความแข็งแรงกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าในข้างที่ได้รับบาดเจ็บลดลงเหลือร้อยละ 28.4 และความแตกต่างของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อในขาที่ได้รับบาดเจ็บและขาข้างปกติจะลดลงมาในช่วง 12-24 เดือน ภายหลังได้รับการผ่าตัดสร้างเอ็นไขว้หน้า

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การทำงานของประสาทกล้ามเนื้อ

การทำงานของประสาทกล้ามเนื้อ (Neuromuscular function) เป็นความสามารถส่งสัญญาณประสาทผ่านการรับรู้ทางประสาทสัมผัสของข้อต่อและการเคลื่อนไหว และสั่งการทำงานของกล้ามเนื้อให้ตอบสนองต่อการรับรู้ ประกอบด้วย ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ การรับรู้อากัปกริยาของข้อเข่า กำลัง การทรงตัว และความสามารถในการเคลื่อนที่

ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ

ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเป็นความสามารถในการออกแรงสูงสุดจากการหดตัวของกล้ามเนื้อ ในการศึกษานี้ใช้การทดสอบด้วยการใช้เครื่อง Isokinetic dynamometer ซึ่งเป็นการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อบริเวณข้อเข่าโดยใช้อุปกรณ์เฉพาะ ทดสอบด้วยค่า Peak torque

ซึ่งเป็นตัวแปรที่มีวัตถุประสงค์สำหรับการกลับไปทำกิจกรรมกีฬาหลังผ่าตัดเอ็นไขว้หน้า สามารถใช้เพื่อเปรียบเทียบความแข็งแรงของขาที่ได้รับผลกระทบกับขาที่ไม่ได้รับผลกระทบ มีความปลอดภัยต่อข้อเข่า และเป็นการวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแบบแยกส่วน โดยเป็นการทดสอบการทำงานแบบเหยียด และงอของข้อเข่า เพื่อดูความแข็งแรงกล้ามเนื้อแบบหดตัวของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าและกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง เริ่มจากให้ผู้เข้าร่วมวิจัยอบอุ่นร่างกายด้วยการปั่นจักรยาน 5 นาที จากนั้นนั่งบนเครื่องโดยการจัดตำแหน่งให้ลำตัวนั่งตั้งฉากกับพื้นรัดเข็มขัดให้ยึดติดที่เครื่อง โดยที่สะโพกและเข่างอ 90 องศา จุดหมุนที่หัวเข่าอยู่ที่ตำแหน่ง Lateral epicondyle ของหัวเข่า และใช้สายรัดที่บริเวณต้นขาเพื่อลดการขยับ ก่อนการทดสอบจะมีการอบอุ่นร่างกายด้วยเครื่องด้วยการเหยียดและงออีกครั้ง จำนวน 15 ครั้ง ของขาแต่ละข้างด้วยความเร็ว 180 องศา/วินาที และการทดสอบจะประกอบด้วยการเหยียดและงอเข่าจำนวน 3 ครั้ง ของแต่ละข้างด้วยความเร็ว 60 องศา/วินาที โดยทำการทดสอบซ้ำ 2 ครั้งในแต่ละข้าง จากนั้นบันทึกผลความแข็งแรงสูงสุดของการเหยียดเข่าถือเป็นความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า และการงอเข่าถือเป็นความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังมีหน่วยเป็น Nm/kg (Cvjetkovic et al., 2015)

การรับรู้อากัปกริยา

เป็นตัวรับรู้ที่มีความสามารถในการรับรู้อากัปกริยาที่มีการทำงานร่วมกันของกระสวยกล้ามเนื้อ และ Golgi tendon organ (GTOs) ในการทดสอบการรับรู้อากัปกริยาของข้อเข่าจะใช้การทดสอบด้วยวิธีการรับรู้ตำแหน่งของข้อเข่าที่ได้รับการทดสอบความน่าเชื่อถือ (Lee et al., 2015) ทดสอบด้วยการใช้เครื่อง Isokinetic dynamometer ด้วยการให้ผู้เข้าร่วมวิจัยนั่งบนเครื่อง สะโพกและเข่างอ 90 องศา จากนั้นให้ผู้เข้าร่วมวิจัยหลับตาและย้ายตำแหน่งของเครื่องไปยังมุมที่กำหนดไว้เป็นเวลา 5 วินาที และให้ผู้เข้าร่วมวิจัยจดจำตำแหน่งเป้าหมาย แล้วนำเครื่องกลับสู่ที่เดิม โดยการทดสอบให้ผู้วิจัยเตะขาไปยังตำแหน่งเป้าหมายแล้วกด “หยุด” จากนั้นบันทึกค่าความแตกต่าง ซึ่งจะทำการทดสอบ 2 ครั้งในแต่ละข้าง (Lee et al., 2015)

กำลัง

ความสามารถในการออกแรงด้วยการหดตัวอย่างรวดเร็ว เป็นการทำงานที่เกิดจากการระดมการทำงานของหน่วยประสาทยนต์ และ Rate coding ซึ่งเป็นกลไกสำคัญในกระตุ้นให้เกิดการสร้างแรง (Force production) ความสามารถในการออกแรงด้วยความเร็ว ซึ่งใช้การทดสอบด้วยการกระโดดแบบขาเดียวระยะทาง 6 เมตร นำมาใช้ในการวัดประสิทธิภาพการทำงาน ซึ่งสามารถตรวจจับความไม่สมดุลของรยางค์ในผู้ป่วยหลังการเอ็นไขว้หน้า โดยการทดสอบที่ 6 เดือนหลังการ

ผ่าตัดเอ็นไขว้หน้าสามารถใช้ทำนายความสำเร็จหลังการผ่าตัด 1 ปีได้ (Logerstedt et al., 2012) โดยทดสอบด้วยการให้ผู้เข้าร่วมวิจัยเริ่มจากการยืนด้วยขาข้างเดียวเพื่อเตรียมทำการทดสอบ จากนั้นกระโดดให้ไกลที่สุดและลงพื้นด้วยขาข้างเดิมอย่างต่อเนื่องให้ครบระยะทาง 6 เมตร จากนั้นบันทึกเวลา โดยจะทำซ้ำ 2 ครั้งในแต่ละข้าง (Logerstedt et al., 2012)

การทรงตัว

การทำกิจวัตรประจำวัน, การเล่นกีฬา หรือกิจกรรมอื่นๆ ที่เป็นเรื่องเฉพาะตัวได้อย่างปกตินั้น ต้องอาศัยกลไกของการทรงตัวหลายอย่างทำงานประสานกันอย่างสมดุล ได้แก่ การรับรู้สภาวะแวดล้อมจากสายตา การรับรู้การเคลื่อนไหวของร่างกายผ่านกล้ามเนื้อและข้อต่อของร่างกาย และการรับรู้การเปลี่ยนแปลงตำแหน่งของศีรษะผ่านทางประสาททรงตัวในหูชั้นในทั้ง 2 ข้าง (Vestibular) ในการทดสอบการควบคุมทรงตัวแบบเคลื่อนไหวได้รับความนิยมเนื่องจากการประเมินฟังก์ชันที่มีประโยชน์มากกว่าการควบคุมทรงตัวแบบอยู่กับที่ สำหรับการทดสอบการทรงตัวแบบอยู่กับที่จะทำการทดสอบด้วยการกอดอกยืนทรงตัวด้วยขาเพียงข้างเดียว โดยจะใช้การทดสอบ 4 รูปแบบได้แก่ 1. ยืนขาเดียวบนพื้นมั่นคงแบบลืมตา 2. ยืนขาเดียวบนพื้นมั่นคงแบบหลับตา 3. ยืนขาเดียวบนพื้นที่ไม่มั่นคงแบบลืมตา 4. ยืนขาเดียวบนพื้นที่ไม่มั่นคงแบบหลับตา โดยแต่ละรูปแบบจะบันทึกค่าเป็นวินาที โดยหยุดและบันทึกเวลาก็ต่อเมื่อ 1. ผู้ทดสอบเริ่มใช้แขนช่วยหรือไม่กอดอกเหมือนท่าเริ่มต้น 2. ขาข้างที่ลอยมีการขยับหรือเคลื่อนไหว 3. ขาข้างที่ยืนมีการบิดหมุนหรือเคลื่อนไหว 4. เวลาที่ทำได้สูงสุด 45 วินาที และ 5. ลืมตาเมื่อทดสอบในท่าที่ต้องหลับตา (Springer et al., 2007) ส่วนการทดสอบการควบคุมการทรงตัวแบบไดนามิก ทดสอบด้วยการก้าวเท้ารูปดาวแบบประยุกต์ (The modified star excursion balance) โดยการให้ผู้เข้าร่วมวิจัย ยืนด้วยขาเพียงข้างเดียวในตำแหน่งที่กำหนด จากนั้นให้เอื้อมขาไปในทิศทางด้านหน้า และด้านหลัง 2 ทิศทาง (Anterior, Posterolateral, Posteromedial) (Domingues et al., 2018)

การทำงานของข้อเข่า

ความสามารถในการใช้งานข้อเข่าในการทำกิจกรรม ในการศึกษานี้ใช้การทดสอบด้วยแบบสอบถามการประเมินการทำงานของข้อเข่า International Knee Documentation Committee 2000 Subjective Knee Form (IKDC-SKF) เป็นแบบสอบถามที่ใช้ในการประเมินผลการทำงานที่หัวเข่าสำหรับการประเมินอาการ การทำงาน และกิจกรรมกีฬา เป็นแบบสอบถามที่ประเมินผลด้วยตนเองกลายเป็นส่วนสำคัญสำหรับการประเมินผลลัพธ์ทางคลินิกของการผ่าตัดข้อเข่า สำหรับแบบสอบถามการประเมินการทำงานของข้อเข่าได้รับการแปลเป็นภาษาไทยและได้รับการ

ทดสอบความแม่นยำที่เป็นการวัดอาการ การทำงาน และกิจกรรมกีฬาที่ถูกต้อง (ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน เท่ากับ 0.75 และ 0.76 ตามลำดับ) และความน่าเชื่อถือทดสอบด้วยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Cronbach alpha = 0.92) (Lertwanich et al., 2008)

การฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแบบมีแรงต้าน

กลไกทางสรีรวิทยาของการฝึกความแข็งแรงแบบมีแรงต้าน การเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแบบมีแรงต้านเกิดจากการทำลายเซลล์กล้ามเนื้อหรือการสลายตัวของเส้นใยกล้ามเนื้อ (Catabolism) เพื่อให้ร่างกายซ่อมแซมเซลล์กล้ามเนื้อที่ถูกทำลาย (Anabolism) ก่อให้เกิดการสร้างขึ้นใหม่ส่งผลให้กล้ามเนื้อมีขนาดขยายใหญ่และแข็งแรงขึ้น จากการศึกษาก่อนหน้าพบว่าการฝึกแรงต้านส่วนมากพบว่าเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดที่ 1 (Fast twitch fiber) เกิดการขยายขึ้นได้ดีกว่า เส้นใยกล้ามเนื้อชนิดที่ 2 (Slow twitch fiber) โดยพบการเปลี่ยนแปลงของเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดที่ 1 ตั้งแต่ร้อยละ 20 ถึง 45 เมื่อผ่านการฝึกแรงต้านระยะเวลา 8 สัปดาห์ หรือ 16 ครั้งของโปรแกรมการฝึก นอกจากนี้ยังเกิดการตอบสนองของการทำงานของประสาทกล้ามเนื้อที่เพิ่มมากขึ้น เนื่องจากมีการเพิ่มการทำงานของหน่วยยนต์ และกระตุ้นการทำงานของกล้ามเนื้อให้ทำงานได้ดีขึ้นส่งผลให้ความแข็งแรงเพิ่มขึ้นและการกระตุ้นการออกแรงได้ดีขึ้น (Duchateau et al., 2006)

การฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแบบมีแรงต้าน การฟื้นฟูความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า และกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังเป็นหนึ่งในปัจจัยหลักในการฟื้นฟูสมรรถภาพทางกายของผู้ที่ได้รับการผ่าตัดเอ็นไขว้หน้าสำหรับการกลับไปเล่นกีฬา (Della Villa et al., 2012) ความแตกต่างของความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าและกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังควรใกล้เคียงกับขาข้างปกติ (Lynch et al., 2015) โดยปกติแล้วการฝึกความแข็งแรงแบบมีแรงต้านถือเป็นโปรแกรมการฝึกที่นิยมกันอย่างแพร่หลายสำหรับการฟื้นฟูความแข็งแรงของกล้ามเนื้อในผู้ป่วยหลังการผ่าตัดเอ็นไขว้หน้า โดยที่การฝึกแรงต้านเป็นรูปแบบการฝึกที่เป็นการทำให้กล้ามเนื้อมีการหดตัวเมื่อต้านแรงจากแรงต้านภายนอก เช่น ดัมเบลล์ สายยางออกกำลังกาย หรือน้ำหนักของตนเอง เป็นต้น โดยมุ่งเน้นเพื่อพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ มวลกล้ามเนื้อ และความทนทานของกล้ามเนื้อเพื่อให้ใช้งานในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น นอกจากนี้รูปแบบของการฝึกแรงต้านที่แตกต่างกัน เช่น ความหนักในการฝึก ปริมาณการฝึก (Total volume) และเวลาพักระหว่างเซ็ตจะส่งผลต่อ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

การพัฒนาความแข็งแรงและพลังกล้ามเนื้อที่แตกต่างกันอีกด้วย เนื่องจากรูปแบบของการฝึกแรงต้านที่แตกต่างกัน มีผลต่อการปรับตัวของเส้นใยกล้ามเนื้อต่อการฝึกแตกต่างกันด้วย (Peterson et al., 2005) American College of Sports Medicine (ACSM) ได้เสนอแนะโปรแกรมการฝึกแรงต้าน 2-3 วันต่อสัปดาห์ สำหรับความเข้มข้นของการฝึกเพื่อพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อควรฝึกแบบมีแรงต้านด้วยความหนักร้อยละ 75-85 ของ 1 ของน้ำหนักสูงสุดที่ยกได้ 1 ครั้ง จำนวน 1-3 ครั้งต่อชุด โปรแกรมการฝึกเพื่อพัฒนาพลังกล้ามเนื้อ ควรฝึกด้วยความหนักร้อยละ 60 ของ 1 RM จำนวน 3-6 ครั้งต่อชุด ด้วยการเคลื่อนไหวขณะฝึกอย่างรวดเร็ว และแนะนำความเข้มข้นของระดับการฝึกเพื่อพัฒนาการเพิ่มขนาดกล้ามเนื้อ 8-12 ครั้ง จำนวน 2-4 ชุด ความหนักร้อยละ 60-80 ของ 1 RM จากการศึกษาของ Thomas และคณะ พบว่าภายหลังการผ่าตัดเอ็นไขว้หน้าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อโดยเฉพาะกลุ่มกล้ามเนื้อสะโพกลดลงมากกว่าขาข้างปกติ เพราะฉะนั้นการฟื้นฟูสมรรถภาพในการเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อจึงมีความสำคัญต่อผู้ป่วยหลังการผ่าตัดเอ็นไขว้หน้า (Thomas et al., 2013) จากการศึกษาของ Welling และคณะ ได้ศึกษาผลของการฝึกแรงต้านเพื่อเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อในนักกีฬาฟุตบอลสมัครเล่นที่ได้รับการผ่าตัดเอ็นไขว้หน้า ประกอบด้วยท่า Front squat, Split squat, Pistol squat, Dead lift, Good morning, Step up พบว่า กลุ่มที่ผ่าตัดเอ็นไขว้หน้าหลังได้รับโปรแกรมการฝึกแรงต้านมีความแข็งแรงเพิ่มมากขึ้นใกล้เคียงกับกลุ่มควบคุมปกติในช่วง 7 เดือนหลังผ่าตัด (Welling et al., 2019) จากการศึกษาของ Bieler และคณะ ได้ศึกษาผลของการฝึกแรงต้านด้วยความเข้มข้นสูงเปรียบเทียบกับการฝึกด้วยความเข้มข้นต่ำในผู้ป่วยหลังผ่าตัดเอ็นไขว้หน้า พบว่าการฝึกแรงต้านที่มีความเข้มข้นสูงช่วยให้กำลังของกล้ามเนื้อฟื้นตัวได้เร็วกว่าเมื่อเทียบกับการฝึกที่มีความเข้มข้นต่ำ โดยไม่ได้ส่งผลเสียต่อความมั่นคงของข้อเข่า (Bieler et al., 2014) จากการศึกษาของ Ambrose และคณะ ได้ศึกษาผลของการฝึกระหว่างการฝึกการรับรู้อากัปกริยาของข้อเข่าและการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต่อการทำงานของประสาทกล้ามเนื้อในผู้ป่วยหลังผ่าตัด พบว่าการฝึกทั้งสองรูปแบบมีความสำคัญในการฟื้นฟูการทำงานของประสาทกล้ามเนื้อ แม้ว่าการฝึกการรับรู้อากัปกริยาของข้อเข่าเพียงอย่างเดียวก็สามารถกระตุ้นความแข็งแรงของกล้ามเนื้อรยางค์ส่วนล่างได้ (Liu-Ambrose et al., 2003) จากการศึกษาของ Bregenhof และคณะ ได้ศึกษาผลของการฝึกเพื่อเพิ่มความแข็งแรงและการทำงานของข้อเข่าในผู้ป่วยหลังผ่าตัดเอ็นไขว้หน้า 12-24 เดือน ในรูปแบบการฝึกแรงต้านโดยใช้เครื่องออกกำลังกายร่วมกับการฝึกเพื่อเพิ่มการทำงานของประสาทกล้ามเนื้อ ประกอบด้วย Leg press, Leg curl, Squat, Nordic hamstring, Lunge,

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

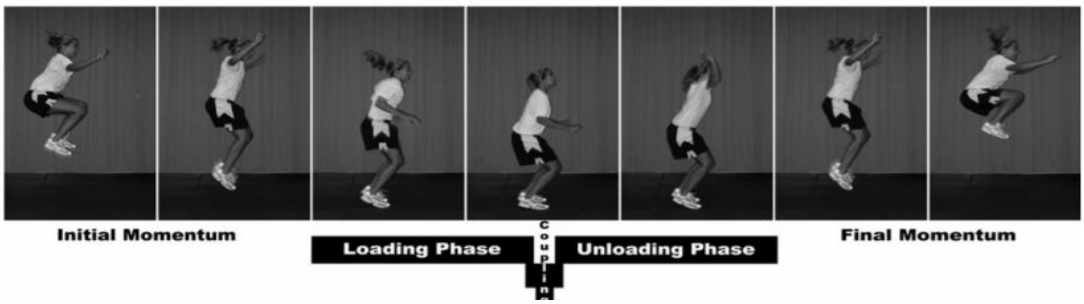
Lateral jump, Prone trunk และ Posterior chain แสดงให้เห็นถึงผลลัพธ์ของการทำงานของข้อเข่าที่ดีกว่าเมื่อเทียบกับการฝึกแรงต้านแบบปกติ (Bregenhof et al., 2018)

การฝึกพลัยโอเมตริก

กลไกทางสรีรวิทยาของการฝึกแบบพลัยโอเมตริก การฝึกพลัยโอเมตริกเป็นการฝึกที่ช่วยเพิ่มการทำงานประสานกันของระบบประสาทและกล้ามเนื้อด้วยการฝึกระบบประสาทและการเคลื่อนไหวให้เป็นอัตโนมัติมากขึ้น โดยจะไปกระตุ้น Proprioceptor ซึ่งเป็นตัวรับรู้ที่มีความสามารถในการรับรู้อากัปกริยาและการกระทำของส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย รวมถึงการรับรู้อากัปกริยาที่มีการทำงานร่วมกันของกระสวยกล้ามเนื้อและ GTOs เมื่อกระสวยกล้ามเนื้อถูกยืดออกจะเพิ่มการกระตุ้นการส่งสัญญาณของประสาท ยิ่งมีการกระตุ้นการส่งสัญญาณมากจะทำให้ส่งสัญญาณไปยังกระดูกสันหลัง (Spinal cord) เพื่อให้กล้ามเนื้อหดตัวได้มากขึ้น ส่งผลต่อการระดมการทำงานของหน่วยประสาทยนต์ ส่วน GTOs จะตอบสนองต่อการป้องกันการหดตัวที่มากเกินไป (Over-contraction) หรือ แรงดึง (Tension) ที่มากเกินไป จึงช่วยปรับแรงที่มากระทำในระหว่างฝึก (Han et al., 2016) เพราะฉะนั้นการฝึกพลัยโอเมตริกเป็นการฝึกเพื่อเพิ่มความไวต่อการตอบสนองของตัวรับรู้ของระบบประสาทเพื่อเพิ่มการตอบสนองการทำงานของระบบประสาทและกล้ามเนื้อและเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของกล้ามเนื้อ (Chmielewski et al., 2006)

การฝึกแบบพลัยโอเมตริก เป็นการฝึกที่ได้รับการยอมรับว่าเป็นการฝึกรูปแบบที่เพิ่มการตอบสนองต่อประสาทและกล้ามเนื้อ (Chmielewski et al., 2006) โดยเป็นการฝึกการออกกำลังที่ใช้ความแข็งแรงและความเร็วในการหดและคลายตัวของกล้ามเนื้อ ในลักษณะที่เป็นวงจรการถูกทำให้ยืดยาวออกของกล้ามเนื้อและหดคืนกลับ (The stretch shortening cycle) เพื่อช่วยเพิ่มการทำงานของเอ็นและกล้ามเนื้อในการออกแรงสูงสุดในระยะเวลาอันสั้น ในการเคลื่อนไหวสำหรับการฝึกแบบพลัยโอเมตริก แบ่งออกเป็น 3 ช่วง โดยในช่วงแรกเป็นช่วงการเคลื่อนไหวแบบ Eccentric phase ซึ่งจังหวะการเคลื่อนไหวที่มีการหดตัวของกล้ามเนื้อแบบยืดออกเพื่อสะสมกำลังในการออกแรง ต่อมาจะเป็นช่วงการเคลื่อนไหวแบบ Amortization ซึ่งเป็นจังหวะการเคลื่อนไหวในช่วงระหว่างช่วงแรกและช่วงสุดท้าย โดยจะเป็นช่วงที่เกิดการส่งสัญญาณประสาทกระตุ้นไปยังกล้ามเนื้อให้เกิดการทำงาน หากระบบประสาททำงานผิดปกติจะทำให้ไม่สามารถกระตุ้นการสั่งการของกล้ามเนื้อได้อย่างมีประสิทธิภาพ และในช่วงสุดท้ายเป็นจังหวะการเคลื่อนไหวแบบ Concentric phase ซึ่งเป็นจังหวะที่มีการเพิ่มแรงในการเคลื่อนไหว(รูปที่ 4) (Chmielewski et al., 2006)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



รูปที่ 4 ช่วงการเคลื่อนไหวสำหรับการฝึกแบบพลัยโอเมตริก
ที่มา : (Chmielewski et al., 2006)

ในปัจจุบันมีการประยุกต์การฝึกลักษณะนี้โดยลดระดับความหนักและมุ่งเน้นในการปรับโครงสร้างทางชีวกลศาสตร์เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการลดอาการบาดเจ็บของรยางค์ส่วนล่างและเพิ่มประสิทธิภาพของการทำงาน (Chmielewski et al., 2006) นอกจากนี้การฝึกพลัยโอเมตริกที่ระดับความหนักสูงและความหนักต่ำไม่พบการเสื่อมหรือส่งผลกระทบต่อการบาดเจ็บของกระดูกอ่อนผิวข้อและช่วยเพิ่มการทำงานของข้อเข่าในผู้ป่วยหลังผ่าตัดเอ็นไขว้หน้า (Chmielewski et al., 2016) ปัจจัยที่ส่งผลต่อความหนักของการฝึกพลัยโอเมตริกประกอบด้วยปัจจัยภายในที่เกี่ยวข้องกับปริมาณ (Volume) การฝึกพลัยโอเมตริกในแต่ละครั้ง เช่น ความถี่ (Frequency) ในการฝึก จำนวนครั้ง (Repetition) จำนวนชุด (set) จำนวนก้าวที่เท้าสัมผัสพื้น (Foot contacts) หรือระยะพัก (Recovery) (Davies et al., 2015) จากการศึกษาของ Hernández และคณะ ที่ศึกษารูปแบบการฝึกพลัยโอเมตริกในนักกีฬาบาสเก็ตบอลต่อสมรรถนะของระบบประสาทและกล้ามเนื้อ เช่น ความสามารถในการกระโดด การวิ่งด้วยความเร็ว และการเปลี่ยนทิศทางอย่างรวดเร็วโดยใช้การฝึกด้วยท่า Wall jump, 180° jump, Broad jump and hold, Bounding in place, Bounding for distance, Single leg hop and hold, Lunge jump, Crossover hops, Single-leg clock hop, 20-cm drop jumps พบว่า การฝึกพลัยโอเมตริกแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพในการเพิ่มความสามารถในการกระโดด การวิ่งด้วยความเร็ว และการเปลี่ยนทิศทางอย่างรวดเร็ว รวมไปถึงการทำงานประสานสัมพันธ์ (Coordination) นอกจากนี้การฝึกพลัยโอเมตริกยังช่วยพัฒนาความแข็งแรงสูงสุดที่เกิดขึ้นจากอัตราการกระตุ้นการทำงานของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น รวมถึงกล้ามเนื้อขยายใหญ่ขึ้น (Hernández et al., 2018) จากการศึกษาของ McKinlay และคณะ ซึ่งเป็นการฝึกพลัยโอเมตริกที่ประกอบด้วยท่า Countermovement jumps, Knee to chest jumps, Drop jumps, Consecutive jump, Jump lunges, Straight-legged jumps w/toe touch, Side to side lateral hops, High knee skips, Hop & skip jumps, One legged countermovement

jumps, One-legged countermovement jumps, One-legged knee to chest jumps, One-legged consecutive jump พบว่าการฝึกพลัยโอเมตริกส่งผลให้ประสิทธิภาพของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น รวมถึงประสิทธิภาพในการกระโดดเพิ่มขึ้น (McKinlay et al., 2018) นอกจากนี้จากการศึกษาของ Baldon และคณะ ซึ่งเป็นการฝึกพลัยโอเมติกในนักกีฬาเพศหญิงระยะเวลา 8 สัปดาห์โดยเน้นการฝึกเกี่ยวกับเทคนิคการกระโดด พบว่าการฝึกรูปแบบนี้ส่งผลดีต่อข้อเข่าในทางชีวกลศาสตร์ รวมไปถึงทำให้ลดความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บเอ็นไขว้หน้าได้ และช่วยพัฒนาการควบคุมการเคลื่อนไหวซึ่งจะทำให้ผู้ที่ได้รับโปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริกสามารถกลับไปเล่นกีฬาได้อย่างปลอดภัยมากขึ้นหลังเกิดการบาดเจ็บเอ็นไขว้หน้า (Baldon Rde et al., 2014)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเทศและต่างประเทศ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเทศ

จากการศึกษาของ ไพรัช และคณะ ซึ่งเป็นการฝึกพลัยโอเมตริกที่มีต่อพลังกล้ามเนื้อและทักษะกีฬาบาสเกตบอลของนักกีฬาบาสเกตบอลเยาวชนชาย โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของโปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริกที่มีต่อพลังกล้ามเนื้อของนักกีฬาบาสเกตบอลเยาวชนชาย ระยะเวลาการฝึก 12 สัปดาห์ 3 วันต่อสัปดาห์ แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม โดยกลุ่มทดลองจะได้รับการฝึกโปรแกรมพลัยโอเมตริก ส่วนกลุ่มควบคุมฝึกบาสเกตบอลตามปกติ ผลการทดสอบพบว่าพลังกล้ามเนื้อช่วงบนและพลังกล้ามเนื้อช่วงล่างภายในกลุ่มทดลอง ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 12 มากกว่าก่อนการฝึก และมากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ไพรัช คงกิจมั่น, 2562)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากการศึกษาของไพรัช และคณะ ซึ่งเป็นการฝึกพลัยโอเมตริกด้วยเทคนิค Jump Over Barrier ที่มีต่อพลังกล้ามเนื้อขาของผู้เรียนวิชายิมนาสติก โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการฝึกพลัยโอเมตริกด้วยเทคนิค Jump Over Barrier ที่มีต่อพลังกล้ามเนื้อขาของผู้เรียนวิชายิมนาสติก แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่มๆละ 15 คน โดยกลุ่มทดลองได้รับการ ฝึกพลัยโอเมตริกด้วยเทคนิค Jump Over Barrier ควบคู่ไปกับการฝึกด้วยโปรแกรมตามปกติ ส่วนกลุ่มควบคุมฝึกซ้อมตามโปรแกรมตามปกติ ผลการทดสอบพบว่า พลังกล้ามเนื้อขาหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยของพลังกล้ามเนื้อขาสูงกว่ากลุ่มควบคุมและค่าเฉลี่ยของพลังกล้ามเนื้อขาภายในกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองก่อนการฝึกกับหลังการฝึกในสัปดาห์ที่4 ก่อนการฝึกกับหลังการในฝึกสัปดาห์ที่ 8 มีความแตกต่างกันอย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าการฝึกพลัยโอเมตริกด้วยเทคนิค Jump Over Barrier มีผลต่อพลังกล้ามเนื้อขา (ไพรัช ทศคำไชย, 2562)

จากการศึกษาของภูสิต และคณะ เป็นการฝึกเสริมไอโซโทนิคควบคู่พลัยโอเมตริก, กับไอโซโทนิค, ไอโซเมตริกควบคู่พลัยโอเมตริก ที่มีต่อพลังกล้ามเนื้อขาและแขน วัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลระหว่างการฝึกเสริมไอโซโทนิคควบคู่พลัยโอเมตริก กับไอโซโทนิค ไอโซเมติกควบคู่พลัยโอเมตริก ที่มีต่อพลังกล้ามเนื้อขาและแขน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาชายประเภทฟุตบอลและรักบี้ที่กำลังศึกษาอยู่ในวิทยาลัยพลศึกษาจังหวัดมหาสารคาม ปีการศึกษา 2540 ที่มีอายุระหว่าง 18-22 ปี จำนวน 65 คน แบ่งออกเป็น 3 กลุ่มๆ ละ 15 คน ได้แก่ กลุ่มควบคุมฝึกแบบปกติ กลุ่มทดลองฝึกไอโซโทนิคควบคู่พลัยโอเมติกและกลุ่มทดลองฝึกไอโซโทนิค ไอโซเมตริกควบคู่พลัยโอเมตริก ฝึก 3 วันต่อสัปดาห์ เป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ ผลการทดสอบพบว่า หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 ทั้ง 3 กลุ่ม มีพลังกล้ามเนื้อขาและแขน ความแข็งแรงกล้ามเนื้อแขน ความแข็งแรงกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง ความแข็งแรงกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า และความแข็งแรงกล้ามเนื้อน่องแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่เมื่อทดสอบเป็นรายคู่ พบว่าพลังกล้ามเนื้อขาและแขนของกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลองที่ 2 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (ภูสิต ถาดา, 2540)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องต่างประเทศ

จากการศึกษาของ Ghadari และคณะ ได้ศึกษาผลของการฝึกระบบประสาทและกล้ามเนื้อต่อการรับรู้อากัปกริยาของเข่า วัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการฝึกระบบประสาทและกล้ามเนื้อต่อการรับรู้อากัปกริยาของเข่าในนักกีฬาที่ได้รับการผ่าตัดเอ็นไขว้หน้า ใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาที่ได้รับการผ่าตัดด้วยเอ็นแฮมสตริงมาแล้ว 6-12 เดือน จำนวน 24 คน โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มทดลอง (n=12) ที่ได้รับโปรแกรมการฝึกระบบประสาทและกล้ามเนื้อ ระยะเวลา 8 สัปดาห์ เป็นรูปแบบการฝึกพลัยโอเมตริก ประกอบด้วย Single and double-leg squats, lunges, drop jumps, single-leg stance on an unstable surface, countermovement jumps, long jumps, and horizontal bounds. ส่วนกลุ่มควบคุมจะเข้ารับการฝึกแบบปกติประจำวันที่มุ่นเน้นต่อ Sport-related skills ผลการทดสอบการรับรู้อากัปกริยาของข้อเข่า ใช้การดูการจดจำตำแหน่งของข้อเข่า พบว่าการจดจำตำแหน่งของข้อเข่าที่ผิดพลาด ลดลงร้อยละ 51.7 ในกลุ่มทดลองและในกลุ่มควบคุมการจดจำตำแหน่งของข้อเข่าที่ผิดพลาดลดลงไปเพียงร้อยละ 4.4 (Ghaderi et al., 2020)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากการศึกษาของ Kasmi และคณะ ซึ่งศึกษาโปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริกรวมกับการฝึกแบบ Eccentric โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลของโปรแกรมการฝึกที่แตกต่างกันสามแบบ ได้แก่ การฝึกพลัยโอเมตริก การฝึกแบบ Eccentric และการฝึกแบบผสม ต่อสมดุลการเคลื่อนไหวและการกลับมาเล่นกีฬา สำหรับการทดสอบกระโดดไกลด้วยขาข้างเดียวในนักกีฬาหญิงที่ได้รับการผ่าตัดเอ็นไขว้หน้า ระยะเวลาการฝึก 2 วันต่อสัปดาห์ ระยะเวลารวม 6 สัปดาห์ แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ผลการทดสอบพบว่า การฝึกทั้ง 3 แบบ กระตุ้นให้เกิดการทำงานที่ดีขึ้นในการควบคุมการเคลื่อนไหวหรือการกลับมาเล่นกีฬา แต่การฝึกแบบผสมผสานเป็นรูปแบบการฝึกที่เห็นผลลัพธ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุดในนักกีฬาหญิง (Kasmi et al., 2021)

จากการศึกษาของ Ghaderi และคณะ เป็นการศึกษาผลของการฝึกประสาทกล้ามเนื้อแบบโฟกัสภายนอก ระยะเวลา 8 สัปดาห์ ต่อการเคลื่อนไหวทางชีวกลศาสตร์ การรับรู้ปากัปกริยาของข้อเข่า และการประเมินการทำงานของข้อเข่าด้วยตนเองในนักกีฬาชายที่ได้รับการผ่าตัดสร้างเอ็นไขว้หน้า จำนวน 24 ราย พบว่าสามารถพัฒนาการเคลื่อนไหวทางชีวกลศาสตร์ภายหลังได้รับการฝึก และมีประโยชน์ต่อการนำมาใช้เป็นการฝึกเพื่อป้องกันความเสี่ยงของการบาดเจ็บเอ็นไขว้ซ้ำ

จากการศึกษาของ Alikhani และคณะ ซึ่งศึกษาโปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริกร่วมกับการทรงตัวในนักกีฬาแบดมินตันหญิง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของโปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริก ระยะเวลา 6 สัปดาห์ ต่อการควบคุมการทรงตัว และการรับรู้อากัปกริยาของข้อเข่าในนักกีฬาแบดมินตันหญิง ผลการทดสอบพบว่า สมดุลของร่างกายและการรับรู้อากัปกริยาของข้อเข่าดีขึ้นอย่างมากหลังได้รับการฝึกพลัยโอเมตริก ซึ่งมีความสำคัญต่อการป้องกันการเกิดการบาดเจ็บเอ็นไขว้หน้าข้อเข่าได้ (Alikhani et al., 2019)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากการศึกษาของ Chmielewski และคณะ ซึ่งศึกษาโปรแกรมการฝึกพลัยโอเมติก โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลระหว่างการพลัยโอเมตริกที่มีความเข้มข้นต่ำกับการพลัยโอเมตริกที่มีความเข้มข้นสูงในผู้ป่วยหลังผ่าตัดเอ็นไขว้หน้าต่อ Knee function, articular cartilage metabolism ใช้ระยะเวลาในการฝึก 8 สัปดาห์ ประกอบไปด้วยท่า Leg press jump, Wall jump, 2-legged forward hop, 2-legged line jump, Squat jump, Side shuffle, Shuttle run, carioca, 45o cut และ 90o cut ผลการทดสอบพบว่าการฝึกพลัยโอเมตริกที่ระดับความหนักสูงและความหนักต่ำไม่พบการเสื่อมหรือส่งผลกระทบต่อการบาดเจ็บของกระดูกอ่อนผิวข้อนอกจากนี้ยังช่วยเพิ่มการทำงานของข้อเข่าในผู้ป่วยหลังผ่าตัดเอ็นไขว้หน้า (Chmielewski et al., 2016)

จากการศึกษาของ kaya และคณะ ได้ศึกษาผลของการฝึกโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการฝึกระบบประสาทและกล้ามเนื้อต่อการรับรู้อากัปกริยาของข้อเข่า ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและระดับทำงานของข้อเข่าในผู้ป่วยหลังผ่าตัดเอ็นไขว้หน้า ซึ่งใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 57 คน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม โดยกลุ่มควบคุมจะได้รับการฝึกระบบประสาทและกล้ามเนื้อเพิ่มเติมร่วมกับการฝึกแบบปกติ ส่วนกลุ่มควบคุมได้รับการฝึกแบบปกติเพียงอย่างเดียว โดยได้รับการฝึกระบบประสาทและกล้ามเนื้อ ด้วยวิธีการกระโดดหลายทิศทาง ในช่วงสัปดาห์ 18 หลังผ่าตัด และในช่วงสัปดาห์ที่ 20-24 เพิ่มการฝึกแบบพลัยโอเมตริก และความคล่องแคล่ว (Agility) ผลการทดสอบพบว่าการรับรู้อากัปกริยาของข้อต่อ ที่มุม 15, 45 และ 75 องศา ในกลุ่มที่ได้รับโปรแกรมการฝึกระบบประสาทและกล้ามเนื้อมีค่าดีกว่ากลุ่มที่ได้รับโปรแกรมปกติ ในส่วนของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อพบว่าขาข้างที่บาดเจ็บในกลุ่มที่ได้รับโปรแกรมการฝึกระบบประสาทและกล้ามเนื้อมีค่าใกล้เคียงกับขาข้างปกติหลังได้รับการฝึก แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อของทั้งสองกลุ่ม (Kaya et al., 2019)

จากการศึกษาของ Nagelli และคณะ ได้ศึกษาผลของโปรแกรมการฝึกระบบประสาทและกล้ามเนื้อต่อการลงน้ำหนักของการเคลื่อนไหวทางชีวกลศาสตร์ของสะโพก วัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของโปรแกรมการฝึกระบบประสาทและกล้ามเนื้อต่อการลงน้ำหนักของการเคลื่อนไหวทางชีวกลศาสตร์ของสะโพกในนักกีฬาที่ได้รับการผ่าตัดเอ็นไขว้หน้า กลุ่มตัวอย่างจำนวน 28 คน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่กลุ่มที่เป็นนักกีฬาที่ได้รับการผ่าตัดเอ็นไขว้หน้า (n=18) และกลุ่มควบคุมที่เป็นนักฬา (n=10) เข้าร่วมโปรแกรมการฝึกระบบประสาทและกล้ามเนื้อที่เน้นการฝึกการกระโดด ผลการทดสอบพบว่า หลังได้รับโปรแกรมการฝึกระบบประสาทและกล้ามเนื้อ มุมของสะโพกในกลุ่มที่เป็นผู้ที่ได้รับการผ่าตัดเอ็นไขว้หน้ามีค่าเพิ่มมากขึ้นเมื่อเทียบกับก่อนได้รับโปรแกรมการฝึก แสดงถึงการรับแรงกระแทกมากขึ้น ส่งผลให้ Ground reaction force ลดลงเมื่อเทียบกับก่อนได้รับโปรแกรมการฝึกระบบประสาทและกล้ามเนื้อ (Nagelli et al., 2020)

จากการศึกษาของ Risberg และคณะ ได้ศึกษาผลของการฝึกการทำงานของประสาทกล้ามเนื้อเปรียบเทียบกับการฝึกความแข็งแรงในผู้ป่วยหลังผ่าตัดเอ็นไขว้หน้า 6 เดือน วัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบการฝึกทั้งสองรูปแบบในผู้ป่วยหลังผ่าตัดเอ็นไขว้หน้า กลุ่มตัวอย่างจำนวน 74 คน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ผลการทดสอบพบว่ากลุ่มที่ได้รับการฝึกการทำงานประสาทกล้ามเนื้อแสดงให้เห็นถึงการทำงานของข้อเข่า และอาการปวดของผู้ป่วยดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับการฝึกความแข็งแรงกล้ามเนื้อ (Risberg et al., 2007)

จากการศึกษาของ Holm และคณะ เป็นการศึกษาผลของการฝึกประสาทกล้ามเนื้อต่อการรับรู้อากัปกริยา การทรงตัว ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และความสามารถในการทำงานของรยางค์ส่วนล่างด้วยการทำการทดสอบกระโดดด้วยขาเพียงข้างเดียวในนักกีฬาแฮนด์บอลหญิง จำนวน 35 ราย พบว่าภายหลังได้รับการฝึกประสาทกล้ามเนื้อสามารถพัฒนาการทรงตัวแบบเคลื่อนไหวได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในนักกีฬาแฮนด์บอลหญิง (Holm et al., 2004)

จากการศึกษาของ Baldon และคณะ ซึ่งเป็นการฝึกพลัยโอเมติกในนักกีฬาเพศหญิง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการฝึกพลัยโอเมตริกต่อการเคลื่อนไหวทางจลศาสตร์ของข้อเข่าและข้อสะโพกและประสิทธิภาพการทำงาน ใช้ระยะเวลาในการฝึก 8 สัปดาห์โดยเน้นการฝึกเกี่ยวกับเทคนิคการกระโดด ซึ่งใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 36 คน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม โดยกลุ่มทดลองจะได้รับการฝึกพลัยโอเมตริก และกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้รับการฝึก ผลการทดสอบพบว่าการฝึกรูปแบบนี้ส่งผลดีต่อข้อเข่าในทางชีวกลศาสตร์ รวมไปถึงทำให้ลดความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บเอ็นไขว้หน้าได้ และช่วยพัฒนาการควบคุมการเคลื่อนไหวซึ่งจะทำให้ผู้ที่ได้รับโปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริกสามารถกลับไปเล่นกีฬาได้อย่างปลอดภัยมากขึ้นหลังเกิดการบาดเจ็บเอ็นไขว้หน้า (Baldon Rde et al., 2014)

จากการศึกษาของ Meierbachtol และคณะ ได้ศึกษาประสิทธิภาพในการกระโดดหลังได้รับการฝึกการทำงานของประสาทกล้ามเนื้อ วัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบโปรแกรมการฝึกที่ป้องกันการบาดเจ็บเอ็นไขว้หน้าสามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการกระโดดได้หรือไม่ ผลการทดสอบพบว่าการใช้โปรแกรมการฝึกนี้ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการกระโดดได้ดีขึ้นก่อนกลับไปเล่นกีฬา โดยเฉพาะในเด็กที่อายุต่ำกว่า 18 ปี จะดีขึ้นมากกว่าผู้ที่มีอายุ 18 ปีขึ้นไป (Meierbachtol et al., 2017)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากการศึกษาของ Chappell และคณะ ได้ศึกษาผลของการฝึกประสาทกล้ามเนื้อต่อการเคลื่อไหวและแรงที่เกิดขึ้นในขณะกระโดด วัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการฝึกประสาทกล้ามเนื้อต่อการเคลื่อนไหวทางชีวกลศาสตร์ในท่ากระโดดในนักกีฬาหญิง กลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน โดยได้รับการฝึกความแข็งแรงแกนกลางลำตัวและการฝึกพลัยโอเมตริก ระยะเวลา 6 สัปดาห์ ผลการทดสอบพบว่าหลังได้รับการฝึก 6 สัปดาห์ สมรรถภาพทางกายดีขึ้นและการเคลื่อนไหวพื้นฐานดีขึ้นในท่าทางการกระโดด (Chappell & Limpisvasti, 2008)

จากการศึกษาของ Myer และคณะ ได้ศึกษาผลของการฝึกพลัยโอเมตริกและการฝึกการทรงตัว วัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบการฝึกระหว่างการฝึกพลัยโอเมตริกและการฝึกการทรงตัวต่อการเคลื่อนไหวของรยางค์ส่วนล่างในท่าทางการกระโดด กลุ่มตัวอย่างนักเรียนหญิงจำนวน 18 คน

แบ่งเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ได้รับการฝึกพลัยโอเมตริก (n=8) และกลุ่มที่ได้รับการฝึกการทรงตัว (n=10) ระยะเวลาการฝึก 7 สัปดาห์ ผลการทดสอบพบว่าการฝึกทั้งสองรูปแบบส่งผลลัพธ์ที่ดีต่อการเคลื่อนไหวทางชีวกลศาสตร์ โดยที่การฝึกแบบพลัยโอเมติกจะทำงานได้ดีในท่าการกระโดดด้วยขา 2 ข้าง ส่วนการฝึกการทรงตัวจะทำงานได้ดีในท่าทางการกระโดดด้วยขาเพียงข้างเดียว (Myer et al., 2006b)

จากการศึกษาของ Kristian และคณะ ได้ศึกษาโปรแกรมการฝึกระหว่างการฝึกพลัยโอเมตริกและการฝึกแรงต้าน วัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบโปรแกรมการฝึกระหว่างการฝึกพลัยโอเมตริกและการฝึกแรงต้านต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ กำลัง และขนาดของกล้ามเนื้อ กลุ่มตัวอย่างจำนวน 15 คน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ได้รับการฝึกพลัยโอเมตริก (n=7) และกลุ่มที่ได้รับการฝึกแรงต้าน (n=8) ผลการทดสอบพบว่าขนาดของกล้ามเนื้อและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นทั้งกลุ่มที่ได้รับการฝึกพลัยโอเมตริกและกลุ่มที่ได้รับการฝึกแรงต้าน ในขณะที่การฝึกแรงต้านเพียงอย่างเดียวจะเพิ่มพื้นที่หน้าตัดขวาง (Cross sectional area) ของเส้นใยกล้ามเนื้อ ส่วนการฝึกพลัยโอเมตริกจะให้ผลลัพธ์ที่ดีต่อการเพิ่มกำลัง (Vissing et al., 2008)

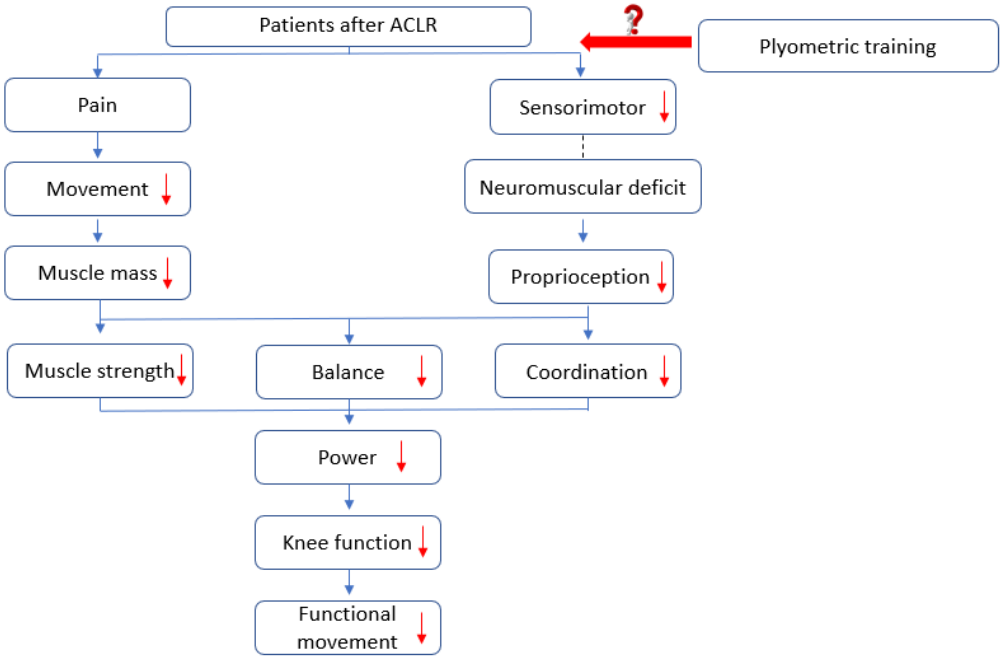
จากการศึกษาของ Ozbar และคณะ เป็นการศึกษาการฝึกพลัยโอเมติกระยะเวลา 8 สัปดาห์ต่อกำลัง ความสามารถในการกระกระโดด และความสามารถในการวิ่ง ในนักกีฬาฟุตบอลหญิง จำนวน 18 ราย แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ได้รับการฝึกพลัยโอเมตริก (n=9) และกลุ่มควบคุม (n=9) จากการศึกษาพบว่ากลุ่มที่ได้รับการฝึกพลัยโอเมตริกสามารถพัฒนาตัวแปรดังกล่าวได้ในนักกีฬาฟุตบอลหญิง (Ozbar et al., 2014)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

กรอบแนวความคิดในการวิจัย

ภายหลังการผ่าตัดเอ็นไขว้หน้าอาการปวดที่เกิดขึ้นทำให้ผู้ป่วยมีการเคลื่อนไหวลดลงทำให้กล้ามเนื้อลดลงจึงส่งผลต่อการลดลงของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ นอกจากนี้อาการปวดที่เพิ่มขึ้นและการกระตุ้นประสาทสัมผัสถูกรบกวน ส่งผลต่อการสูญเสียการสั่งการของประสาทกล้ามเนื้อ ทำให้การควบคุมการทรงตัว การรับรู้อากัปกริยาของข้อเข่าลดลง การทำงานประสานกันลดลง และไม่สามารถกระตุ้นการออกแรงได้อย่างเหมาะสม จึงส่งผลให้ความสามารถในการเคลื่อนไหวลดลง จึงทำให้ผู้ป่วยไม่สามารถกลับไปออกกำลังกายหรือกลับทำกิจกรรมในระดับก่อนหน้าได้ งานวิจัยนี้สนใจที่จะทำการศึกษาการฝึกพลัยโอเมตริก ระยะเวลา 2 วันต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 8 สัปดาห์ ว่ามีผลอย่างไร

ต่อการทำงานของประสาทกล้ามเนื้อ ที่ประกอบด้วย เวลาในการกระโดดขาเดียวระยะทาง 6 เมตร การรับรู้อากัปกริยาของข้อเข่า ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ความสามารถในการเคลื่อนที่ การทรงตัว และการทำงานของข้อเข่าในผู้ป่วยหลังการผ่าตัดเอ็นไขว้หน้า(รูปที่ 5)



รูปที่ 5 กรอบแนวคิดในการวิจัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 3 วิธีการดำเนินวิจัย

การศึกษาเรื่อง ผลของการฝึกพลัยโอเมตริกต่อการทำงานของประสาทกล้ามเนื้อและข้อเข่าในผู้ป่วยผ่าตัดเอ็นไขว้หน้า มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบผลของการฝึกระหว่างการฝึกพลัยโอเมตริกและการฝึกแรงต้านต่อเวลาในการกระโดดขาเดียวระยะทาง 6 เมตร การรับรู้อากัปกริยาและการทำงานของข้อเข่าในผู้ป่วยผ่าตัดเอ็นไขว้หน้า โดยผ่านการรับรองจากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล เลขที่ 137/2565 (IRB1)

ประชากร

ผู้ป่วยที่ได้รับการผ่าตัดสร้างเอ็นไขว้หน้า

กลุ่มตัวอย่าง

ผู้ป่วยที่ได้รับการผ่าตัดสร้างเอ็นไขว้หน้าอยู่ในระยะฟื้นฟู 6-8 เดือน อายุ 18-45 ปี

การคำนวณขนาดตัวอย่าง (Sample size calculation) (ผนวก ก)

กำหนดค่าของกลุ่มตัวอย่างใช้โปรแกรมจี-พาวเวอร์ (G*Power) เวอร์ชั่น 3.1.9.4 โดยใช้ตัวแปรการรับรู้อากัปกริยาของข้อต่อ อ้างอิงจากงานวิจัยของ Ghaderi M, Letafatkar A, Almonroeder T, Keyhani S. Neuromuscular training improves knee proprioception in athletes with a history of anterior cruciate ligament reconstruction: A randomized controlled trial. Clin Biomech 2020;80:105157. กำหนดค่า type I error (α) ที่ 0.05 และ type II error (β) ที่ 0.2 หรือค่าอำนาจการทดสอบ (Power of test) ที่ 0.8 ค่า effect size ที่ 0.53 กำหนดความมีนัยสาคัญที่ระดับ 0.05 แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม ได้ขนาดของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มละ 12 คน รวม 24 คน (รูปที่ 20)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

การสุ่มกลุ่มตัวอย่าง

ในการวิจัยนี้ดำเนินการวิจัยแบบ Randomized controlled trial ดังนั้นกระบวนการสุ่มตัวอย่างในการวิจัยนี้จึงใช้การสุ่มจำแนกกลุ่ม (Random Assignment) วิธีการจัดสรรกลุ่มตัวอย่างโดยการสุ่มด้วยระบบคอมพิวเตอร์ (Computer generated) แบ่งออกเป็นกลุ่มละ 4 คน ในแต่ละชุด (Block of 4) โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 12 คน แบ่งออกเป็น

กลุ่มที่ 1 กลุ่มที่ได้รับโปรแกรมแบบมีแรงต้าน (กลุ่มควบคุม)

กลุ่มที่ 2 กลุ่มที่ได้รับโปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริก

การสุ่มด้วยระบบคอมพิวเตอร์ (computer generated) แบ่งออกเป็นกลุ่มละ 4 คน ในแต่ละชุด ออกเป็นดังนี้

คนที่ 1 การฝึกแรงต้าน

คนที่ 2 การฝึกพลัยโอเมตริก

คนที่ 3 การฝึกแรงต้าน

คนที่ 4 การฝึกพลัยโอเมตริก

คนที่ 5 การฝึกพลัยโอเมตริก

คนที่ 6 การฝึกแรงต้าน

คนที่ 7 การฝึกแรงต้าน

คนที่ 8 การฝึกพลัยโอเมตริก

คนที่ 9 การฝึกแรงต้าน

คนที่ 10 การฝึกพลัยโอเมตริก

คนที่ 11 การฝึกพลัยโอเมตริก

คนที่ 12 การฝึกแรงต้าน

คนที่ 13 การฝึกพลัยโอเมตริก

คนที่ 14 การฝึกพลัยโอเมตริก

คนที่ 15 การฝึกแรงต้าน

คนที่ 16 การฝึกแรงต้าน

คนที่ 17 การฝึกแรงต้าน

คนที่ 18 การฝึกพลัยโอเมตริก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

คนที่ 19 การฝึกพลัยโอเมตริก

คนที่ 20 การฝึกแรงต้าน

คนที่ 21 การฝึกพลัยโอเมตริก

คนที่ 22 การฝึกแรงต้าน

คนที่ 23 การฝึกพลัยโอเมตริก

คนที่ 24 การฝึกแรงต้าน

เกณฑ์การคัดเลือกผู้ร่วมวิจัย/อาสาสมัคร (Inclusion criteria)

1. ผู้ป่วยที่เคยได้รับการผ่าตัดเอ็นไขว้หน้าข้อเข่าเพียงข้างเดียวอยู่ในระยะพักฟื้น 6-8 เดือน

2. อายุในวันที่เข้าร่วมโครงการตั้งแต่ 18-45 ปี

3. อาการปวดในขณะพัก มีค่าเท่ากับ 0 ถึง 1 คะแนน และในขณะทำกิจกรรมมีค่าน้อยกว่า 2 คะแนน (แบบประเมินอาการปวด 0-10 คะแนน) (Buckthorpe & Della Villa, 2021)

4. การจำกัดมุมการงอเข่าที่ 6 เดือนหลังผ่าตัด มีความแตกต่างน้อยกว่า 5 องศาเมื่อเทียบกับขาข้างปกติ และมุมการเหยียดเข่าที่ 6 เดือนหลังผ่าตัด มีความแตกต่างน้อยกว่า 3 องศา เมื่อเทียบกับขาข้างปกติ โดยใช้ Long arm goniometer ในการวัด (Chmielewski et al., 2016)

5. ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้ามากกว่าร้อยละ 60 เมื่อเทียบกับขาข้างปกติ

6. ได้รับการประเมินจากแพทย์ผู้เชี่ยวชาญด้านออร์โธปิดิคส์ ว่าสามารถทำการฝึกแบบพลัยโอเมตริกได้

7. ยินยอมและสามารถเข้าร่วมโครงการได้จนจบโครงการ

เกณฑ์การคัดออกผู้ร่วมวิจัย/อาสาสมัคร (Exclusion criteria)

1. มีประวัติการผ่าตัดหรือการบาดเจ็บอื่นร่วมด้วย เช่น กระดูกอ่อนผิวข้อ เส้นเอ็นไขว้ข้างข้อเข่า เส้นเอ็นไขว้หลังข้อเข่า และข้อเท้า เป็นต้น

2. ผู้ที่เป็นโรคข้ออักเสบและโรคเกี่ยวกับกระดูกกล้ามเนื้อ

3. มีอาการหรือโรคร่วมอื่นๆ ที่แพทย์ไม่แนะนำให้ออกกำลังกาย

Chulalongkorn University

เกณฑ์การถอนผู้ร่วมวิจัย/อาสาสมัครหรือยุติการเข้าร่วมการวิจัย (Withdrawal or termination criteria)

1.ผู้ป่วยเข้าร่วมโปรแกรมการฝึกไม่ถึงร้อยละ 80 ของโปรแกรมการฝึกตลอดโครงการ หรือน้อยกว่า 13 ครั้ง จากการฝึกทั้งหมด 16 ครั้ง

2.ผู้ป่วยขอถอนตัวออกจากโครงการ

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย (รูปที่ 6)

1. การศึกษาทบทวนวรรณกรรมและค้นคว้าเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2. ศึกษาและวิเคราะห์รูปแบบโปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริกที่เหมาะสมกับผู้ป่วยหลังผ่าตัดเอ็นที่อยู่ในระยะพักฟื้น 6-8 เดือน ซึ่งส่งผลดีต่อการทำงานของประสาทกล้ามเนื้อ และการทำงานของข้อเข่า ซึ่งจากการศึกษาเบื้องต้นจึงได้รูปแบบการฝึกพลัยโอเมตริกที่เหมาะสมกับผู้ป่วยหลังผ่าตัดเอ็นไขว้หน้า

3. ตรวจสอบความตรงและความเที่ยงของเครื่องมือที่จะใช้วัดค่าตัวแปร ในงานวิจัยนี้มีค่าดัชนีความสอดคล้องมีค่าเท่ากับ 0.89 โดยประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิ 5 ท่าน ได้แก่

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นายแพทย์บวรรัฐ วนดุรงค์วรรณ
2. รองศาสตราจารย์ ดร. วีรวัฒน์ ลิ้มรุ่งเรืองรัตน์
3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรสา โค้งประเสริฐ
4. ดร. กภ. ปทิตตา รังสิยานนท์
5. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์

4. ทำการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง ตามเกณฑ์คัดเข้า ซึ่งเป็นผู้ป่วยหลังการผ่าตัดเอ็นไขว้หน้าที่อยู่ในระยะพักฟื้น 6-8 เดือน ของคลินิกเวชศาสตร์การกีฬา โรงพยาบาลศิริราช โดยผู้ป่วยจะได้รับโปรแกรมการฟื้นฟูในช่วงก่อนหน้าในรูปแบบเดียวกัน และได้รับการประเมินจากแพทย์ผู้เชี่ยวชาญด้านออร์โธปิดิคส์แล้วว่าสามารถทำการฝึกแบบพลัยโอเมตริกได้จึงสามารถเข้าร่วมโครงการ ผู้ป่วยที่ผ่านการคัดกรองจะได้รับคำอธิบายเกี่ยวการเข้าร่วมการวิจัยโดยผู้วิจัยร่วมหรือผู้ช่วยโครงการวิจัย ซึ่งจะมีการชี้แจงถึงวัตถุประสงค์ของการวิจัย ข้อดีและข้อเสีย ประโยชน์โดยละเอียด หากผู้ป่วยตัดสินใจ

เข้าร่วมการวิจัย จะต้องลงชื่อแสดงความยินยอมในใบแสดงความยินยอมโดยความสมัครใจ จากนั้นแบ่งกลุ่ม กลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มควบคุมที่ได้รับการฝึกแรงต้าน จำนวน 15 คน และกลุ่มที่ได้รับโปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริก จำนวน 15 คน

5. ผู้วิจัยทำการเก็บข้อมูล 2 ครั้ง ได้แก่ ก่อนเริ่มโครงการและสิ้นสุดโครงการ โดยมีการทดสอบดังต่อไปนี้ การตอบแบบสอบถามประเมินอาการปวด แบบสอบถามการประเมินการทำงานของข้อเข่า, การรับรู้อากัปกริยาของข้อเข่า, การทรงตัว, เวลาในการกระโดดขาเดียวระยะทาง 6 เมตร , ความสามารถในการเคลื่อนที่ และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ในส่วนของการตอบแบบสอบถามประเมินอาการปวดผู้เข้าร่วมวิจัยจะต้องทำทุกครั้งก่อนและหลังการฝึก รวมถึงหลัง 24 ชั่วโมงของการฝึกทุกครั้ง

ผู้เข้าร่วมวิจัยดำเนินการทดสอบตัวแปร เรียงลำดับการทดสอบดังนี้ (ภาคผนวก ข)

5.1 ผู้เข้าร่วมวิจัยจะตอบแบบสอบถามประเมินอาการปวดด้วยตนเองโดยใช้แบบประเมินคะแนนความเจ็บปวด (Visual analog scale 0-10) (รูปที่ 38)

5.2 ผู้เข้าร่วมวิจัยจะตอบแบบสอบถามการประเมินการทำงานของข้อเข่าด้วยตนเองโดยใช้แบบสอบถามการประเมินการทำงานของข้อเข่า International Knee Documentation Committee Subjective Knee Form (IKDC-SKF) ฉบับภาษาไทย32 โดยให้ผู้เข้าร่วมวิจัยตอบแบบสอบถามสำหรับประเมินระดับความสามารถในการใช้งานของข้อเข่า โดยแบ่งออกเป็น 4 หมวด ได้แก่ ระดับอาการ ระดับการทำงาน ระดับกิจกรรมกีฬา และระดับการใช้งานของข้อเข่า การประเมินจะถูกแปลงเป็นคะแนนออกมาเป็นร้อยละ (รูปที่ 37)

5.3 ผู้เข้าร่วมวิจัยจะทำการทดสอบการรับรู้อากัปกริยาของข้อเข่าโดยใช้เครื่อง Isokinetic dynamometer ด้วยการให้ผู้เข้าร่วมวิจัยนั่งบนเครื่อง งอข้อสะโพกและข้อเข่า 90 องศา จากนั้นให้ผู้เข้าร่วมวิจัยหลับตาและย้ายตำแหน่งของเครื่องไปยังมุมที่กำหนดไว้เป็นเวลา 5 วินาที และให้ผู้เข้าร่วมวิจัยจดจำตำแหน่งเป้าหมาย แล้วนำเครื่องกลับสู่ที่เดิม โดยการทดสอบให้ผู้วิจัยเตะขาไปยังตำแหน่งเป้าหมายแล้วกด “หยุด” จากนั้นบันทึกค่าความแตกต่าง ซึ่งจะทำการทดสอบ 2 ครั้งในแต่ละข้าง

5.4 ผู้เข้าร่วมวิจัยจะทำการทดสอบการทรงตัวแบบอยู่กับที่ด้วยการกอดอกยืนทรงตัวด้วยขาเพียงข้างเดียว โดยจะใช้การทดสอบ 4 รูปแบบได้แก่ ยืนขาเดียวบนพื้นมั่นคงแบบลืมตา ยืน

ขาเดียวบนพื้นมั่นคงแบบหลับตา ยืนขาเดียวบนพื้นที่ไม่มั่นคงแบบลืมตา และยืนขาเดียวบนพื้นที่ไม่มั่นคงแบบหลับตา

โดยแต่ละรูปแบบจะบันทึกค่าเป็นวินาที โดยหยุดและบันทึกเวลาในกรณีดังต่อไปนี้ คือ ผู้ทดสอบเริ่มใช้แขนช่วยหรือไม่กอดอกเหมือนท่าเริ่มต้น ขาข้างที่ลอยมีการขยับหรือเคลื่อนไหว ขาข้างที่ยืนมีการบิดหมุนหรือเคลื่อนไหว ลืมตาเมื่อทดสอบในท่าที่ต้องหลับตา และเวลาที่ทำได้สูงสุด 45 วินาที

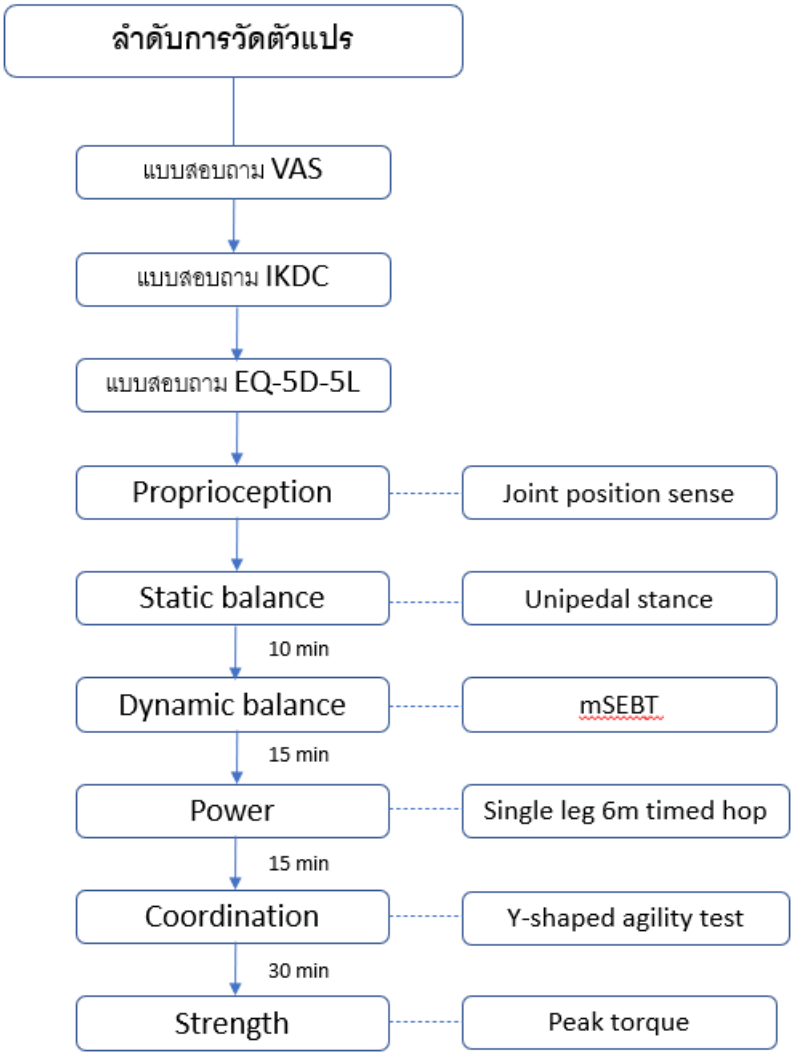
จากนั้นเพื่อป้องกันการเมื่อยล้าให้ผู้เข้าร่วมวิจัยพัก 10 นาที ก่อนทำการทดสอบการทรงตัวแบบเคลื่อนไหวโดยใช้การทดสอบการก้าวเท้ารูปดาวแบบประยุกต์ โดยการให้ผู้เข้าร่วมวิจัยยืนด้วยขาเพียงข้างเดียวในตำแหน่งที่กำหนด จากนั้นให้เอื้อมขาไปในทิศทางด้านหน้า และด้านหลัง 2 ทิศทาง (Anterior, posterolateral, posteromedial) พัก 15 นาที เพื่อเข้าสู่การทดสอบต่อไป (รูปที่ 41)

5.5 ผู้เข้าร่วมวิจัยจะทำการทดสอบความสามารถในการเคลื่อนที่โดยใช้การทดสอบ Y-shaped agility test โดยให้ผู้เข้าร่วมวิจัยวิ่งไปข้างหน้าจากกรวย A ไปที่กรวย B ระยะทาง 5 เมตร จากนั้นให้ผู้เข้าร่วมวิจัยสังเกตุสัญญาณและเคลื่อนที่ไปตามทิศทางที่มองเห็นเพื่อวิ่งไปกรวย C หรือ D ระยะทางทิศทางละ 5 เมตร และจับเวลา และป้องกันการเมื่อยล้าโดยผู้เข้าร่วมวิจัยพัก 15 นาที เพื่อเข้าสู่การทดสอบต่อไป (รูปที่ 42)

5.6 ผู้เข้าร่วมวิจัยจะทำการทดสอบเวลาในการกระโดดขาเดียวระยะทาง 6 เมตร โดยใช้การทดสอบด้วยการกระโดดด้วยขาเพียงข้างเดียวระยะทาง 6 เมตร โดยการให้ผู้เข้าร่วมวิจัยเริ่มจากการยืนด้วยขาข้างเดียวเพื่อเตรียมทำการทดสอบ จากนั้นกระโดดให้ไกลที่สุดและลงพื้นด้วยขาข้างเดิมอย่างต่อเนื่องให้ครบระยะทาง 6 เมตร จากนั้นบันทึกเวลา และป้องกันการเมื่อยล้าโดยให้ผู้เข้าร่วมวิจัยพัก 30 นาที เพื่อเข้าสู่การทดสอบต่อไป (รูปที่ 39)

5.7 ผู้เข้าร่วมวิจัยจะทำการทดสอบความแข็งแรงสูงสุดโดยใช้เครื่อง Isokinetic dynamometer ทดสอบด้วยค่า Peak torque โดยเป็นการทดสอบการทำงานแบบเหยียด และงอของหัวเข่า เพื่อดูความแข็งแรงกล้ามเนื้อแบบหดตัวของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าและกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง เริ่มจากให้ผู้เข้าร่วมวิจัยอบอุ่นร่างกายด้วยการปั่นจักรยาน 5 นาที จากนั้นนั่งบนเครื่องโดยการจัดตำแหน่งให้ลำตัวนั่งตั้งฉากกับพื้นรัดเข็มขัดให้ยึดติดที่เครื่อง โดยที่สะโพกและเข่างอ 90 องศา จุดหมุนที่หัวเข่าอยู่ที่ตำแหน่ง Lateral epicondyle ของหัวเข่า และใช้สายรัดที่บริเวณต้นขาเพื่อลด

การขยับ ก่อนการทดสอบผู้เข้าร่วมวิจัยจะได้รับการอบอุ่นร่างกายด้วยเครื่องด้วยการเหยียดและงอจำนวน 15 ครั้ง ของขาแต่ละข้างด้วยความเร็ว 180 องศา/วินาที และการทำสอบจะประกอบด้วยการเหยียดและงอเข่าจำนวน 3 ครั้ง ของแต่ละข้างด้วยความเร็ว 60 องศา/วินาที โดยทำการทดสอบซ้ำ 2 ครั้งในแต่ละข้าง พักระหว่างครั้ง 30 วินาที จากนั้นบันทึกผลความแข็งแรงสูงสุดของการเหยียดเข่า ถือเป็นความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า และการงอเข่า ถือเป็นความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง มีหน่วยเป็น Nm/kg (รูปที่ 40)



รูปที่ 6 ขั้นตอนการทดสอบตัวแปร

6. ก่อนเข้าโปรแกรมการฝึกผู้เข้าร่วมวิจัยจะได้รับการทบทวนท่าออกกำลังกายพื้นฐานจากโปรแกรมการฟื้นฟูเพื่อให้เกิดความเข้าใจและเตรียมความพร้อมของร่างกายก่อนเริ่มการฝึกที่มีความหนักขึ้นเพื่อป้องกันการเกิดอาการบาดเจ็บ

7. ผู้เข้าร่วมวิจัยทำการฝึกตามโปรแกรมการฝึกดังนี้

- ผู้ทำการฝึกสอน : ผู้วิจัย และผู้ช่วยวิจัย 1 คน ที่มีความเชี่ยวชาญในการแนะนำการออกกำลังกาย ซึ่งผู้วิจัยได้พูดคุยทำความเข้าใจกับผู้ช่วยวิจัยถึงโปรแกรมการฝึกตามโครงการวิจัยที่ถูกต้อง

- สถานที่ : คลินิกเวชศาสตร์การกีฬา ภาควิชาศัลยศาสตร์ออร์โธปิดิคส์และกายภาพบำบัด โรงพยาบาลศิริราช และที่พักอาศัยของผู้เข้าร่วมวิจัย

- การแต่งกาย : รองเท้ากีฬา เสื้อผ้าระบายความร้อนได้ดี ไม่รัดหรือหลวมเกินไป

กลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มที่รับการฝึกแรงต้าน 2 ครั้ง ต่อสัปดาห์ โดยพักอย่างน้อย 2 วัน ผู้เข้าร่วมวิจัยจะได้รับคำแนะนำและควบคุมการฝึกท่าออกกำลังกายจากนักวิทยาศาสตร์การกีฬาแบบตัวต่อตัวที่คลินิกเวชศาสตร์การกีฬา ภาควิชาศัลยศาสตร์ออร์โธปิดิคส์และกายภาพบำบัด โรงพยาบาลศิริราช รวมระยะเวลาการฝึกต่อครั้ง 40-50 นาที แบ่งเป็น การอบอุ่นร่างกายแบบมีการเคลื่อนไหว 10 นาที การฝึกแรงต้านเป็นเวลา 20–30 นาที และการคลายอุ่นยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 10 นาที

<u>การอบอุ่นร่างกายแบบมีการเคลื่อนไหว 10 นาที</u>

เป็นการเตรียมความพร้อมต่อการเคลื่อนไหวและเป็นการกระตุ้นการใช้งานของประสาทกล้ามเนื้อก่อนการใช้งานในระดับที่มีความหนักมากขึ้นเพื่อป้องกันการบาดเจ็บ ประกอบด้วย

1. Jogging: การวิ่งเบา ๆ ไปและกลับ เพื่อเป็นการอบอุ่นกล้ามเนื้อ

2. High knee hold: เป็นการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบมีการเคลื่อนไหวในท่าทางการเดินยกเข่าสูงจากนั้นใช้มือทั้งสองข้างจับที่เข่าค้างไว้พร้อมเขย่งปลายเท้าข้างที่ยืนเพื่อยืดขึ้นและก้าวเดินสลับข้างซ้าย-ขวาไปทางด้านหน้า

3. Walking toe touch: เป็นการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบมีการเคลื่อนไหวในท่าทางการเดินเตะขึ้นทีละข้างมาประจบมืออีกข้างโดยก้าวไปข้างหน้าทีละข้างและสลับข้างซ้าย-ขวา

4. Hip stretch with a twist: เป็นการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบมีการเคลื่อนไหวในท่าทางการก้าวในลักษณะเท้านำและเท้าตาม จากนั้นย่อเข่าที่อยู่ด้านหน้า ขาด้านหลังเหยียดตึง พร้อมกับบิดตัวกางมือขึ้นทีละข้างจากนั้นสลับค้าง

5. Side squat: เป็นการกระตุ้นการทำงานของกล้ามเนื้อในท่าทางการลุก-นั่ง โดยเข่าจะต้องไม่เลยปลายเท้าและเข่าไม่บิด จากนั้นเคลื่อนไหวไปทางด้านข้าง

6. High knee: เป็นการกระตุ้นการทำงานของกล้ามเนื้อในท่าทางการวิ่งยกเข่าสูงสลับซ้าย-ขวา

7. Fast feet drill: เป็นการกระตุ้นการทำงานของกล้ามเนื้อในท่าทางการวิ่งด้วยความถี่และความเร็วไปทางด้านหน้า

การฝึกแรงต้านเป็นเวลา 20–30 นาที กำหนดระดับการฝึก 10 ครั้ง 3 ชุด พักระหว่างชุด 1 นาที ความหนักร้อยละ 75 ของน้ำหนักสูงสุดที่ยกได้ 1 ครั้ง ประกอบด้วยท่า

1. Squat: เป็นการออกกำลังกายในท่าทางการย่อลุกนั่ง โดยการพับสะโพกไปทางด้านหลังและย่อตัวลง จะเป็นการทำงานของต้นขาด้านหน้าและกลุ่มกล้ามเนื้อสะโพก (รูปที่ 7)

รูปที่ 7 ท่า Squat

2. Lateral lunge: เป็นการออกกำลังกายในท่าทางการก้าวขาเคลื่อนที่ไปทางด้านข้างสลับซ้าย-ขวา (รูปที่ 8)

รูปที่ 8 ท่า Lateral lunge

3. Step up: เป็นการออกกำลังกายในท่าทางการเดินก้าวเท้าสลับซ้าย-ขวาขึ้นกล่องหรือขั้นบันได กำหนดความสูง 30 เซนติเมตร (รูปที่ 9)

รูปที่ 9 ท่า Step up

4. Heel raise: เป็นการออกกำลังกายในท่าทางการยืนเขย่งปลายเท้า จะเป็นการทำงานของกล้ามเนื้อน่อง (รูปที่ 10)

รูปที่ 10 ท่า Heel raise

สำหรับการทดสอบ 1 RM เพื่อใช้ในการหาน้ำหนักในการฝึกให้กับกลุ่มควบคุม เพื่อความปลอดภัยของผู้เข้าร่วมวิจัย ผู้วิจัยจะไม่ทำการทดสอบหาค่า 1 RM โดยตรง เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างเป็นผู้ป่วยหลังการผ่าตัดเอ็นไขว้หน้า แต่ผู้วิจัยจะใช้วิธีหาค่าร้อยละ 75 ของน้ำหนักสูงสุดที่ยกได้ 1 ครั้งหรือเป็นน้ำหนักที่ผู้เข้าร่วมวิจัยสามารถทำได้สูงสุดจำนวน 10 ครั้ง ในแต่ละท่า

วิธีการทดสอบ

1. ผู้เข้าร่วมวิจัยควรอบอุ่นร่างกายโดยใช้น้ำหนักที่ตนเองสามารถทำซ้ำได้ 6-10 ครั้ง (ประมาณร้อยละ 50 ของน้ำหนักสูงสุดที่ยกได้ 1 ครั้ง ที่คาดการณ์ไว้) ในแต่ท่าที่ต้องการคำนวนหา 1 RM

2. ให้ผู้เข้าร่วมวิจัยยกน้ำหนักโดยปฏิบัติเต็มความสามารถจนไม่สามารถยกน้ำหนักไหว หากผู้เข้าร่วมวิจัยปฏิบัติได้เกิน 10 ครั้ง จะให้ทำการพัก 3 นาที จากนั้นปฏิบัติซ้ำโดยการเพิ่มน้ำหนัก เพื่อหาน้ำหนักที่ผู้เข้าร่วมวิจัยสามารถปฏิบัติได้สูงสุด 10 ครั้ง

3. นำน้ำหนักที่สามารถปฏิบัติได้มาคำนวณหาน้ำหนักสูงสุดที่ยกได้ 1 ครั้ง [(น้ำหนักที่สามารถทำได้ / 75) x 100] เพื่อนำมาหาน้ำหนักที่ใช้ในการฝึกของแต่ละท่า

4. ในการคำนวณหาน้ำหนักสูงสุดที่ยกได้ 1 ครั้ง ที่เหมาะสมสำหรับผู้ร่วมวิจัย ผู้วิจัยจะทำการคำนวณทั้งหมด 2 ครั้ง ได้แก่ ครั้งแรกก่อนเริ่มการฝึก และครั้งที่สองหลังเสร็จสิ้นก่อนฝึกสัปดาห์ที่ 4

กลุ่มที่ 2 เป็นกลุ่มทดลองที่ได้รับการฝึกพลัยโอเมตริก โดยรายละเอียดการฝึกประกอบด้วย

การฝึกพลัยโอเมตริกในงานวิจัยนี้ประกอบด้วยการฝึกดังนี้

การฝึกพลัยโอเมตริก 2 ครั้ง ต่อสัปดาห์ โดยพักอย่างน้อย 2 วัน ผู้เข้าร่วมวิจัยจะได้รับคำแนะนำและควบคุมการฝึกท่าออกกำลังกายจากนักวิทยาศาสตร์การกีฬาแบบตัวต่อตัวที่คลินิกเวชศาสตร์การกีฬา ภาควิชาศัลยศาสตร์ออร์โธปิดิคส์และกายภาพบำบัด โรงพยาบาลศิริราช รวมระยะเวลาการฝึกต่อครั้ง 40-50 นาที แบ่งเป็น การอบอุ่นร่างกายแบบมีการเคลื่อนไหว 10 นาที การฝึกพลัยโอเมตริกเป็นเวลา 20–30 นาที และการคลายอุ่นยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 10 นาที

การฝึกพลัยโอเมตริกเป็นเวลา 20–30 นาที (ภาคผนวก ค)

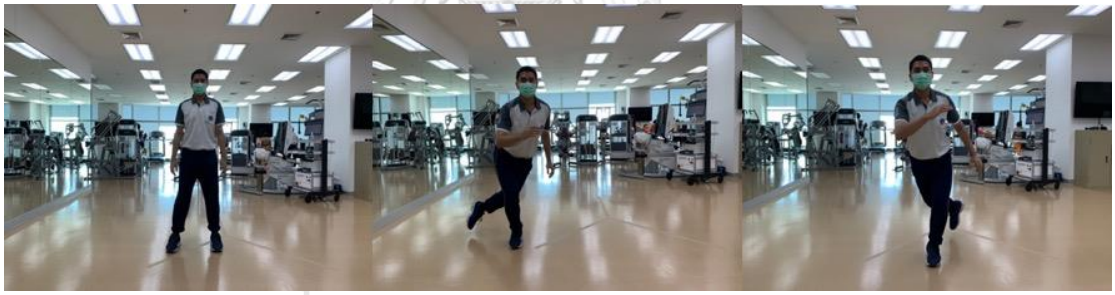
โปรแกรมการฝึกพลัยโอเมติกในผู้ป่วยหลังการผ่าตัดเอ็นไขว้หน้า กำหนดปริมาณก้าวสัมผัสจำนวน 80-100 ครั้ง ต่อ 1 รอบการฝึก

ระยะที่ 1 สัปดาห์ที่ 1-4 รูปแบบการฝึกจะมีลักษณะเป็นการฝึกระดับความหนักต่ำโดยมีเป้าหมายเพื่อเน้นการควบคุมการเคลื่อนไหวควบคู่ไปกับการเพิ่มแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ประกอบด้วย

1. Squat jump: เป็นการออกกำลังกายในท่าทางการกระโดดด้วย 2 ขา แบบอยู่กับที่ จะเป็นการทำงานของกลุ่มกล้ามเนื้อสะโพก และฝึกการลงน้ำหนัก โดยในจังหวะการลงรับน้ำหนักพยายามให้ผู้ร่วมวิจัยเน้นจัดระเบียบร่างกาย และพยายามลงน้ำหนักทั้งสองข้างให้เท่ากัน ทำซ้ำ 5 ครั้ง 4 ชุด และพักระหว่างชุด 2 นาที (รูปที่ 11)

รูปที่ 11 ท่า Squat jump

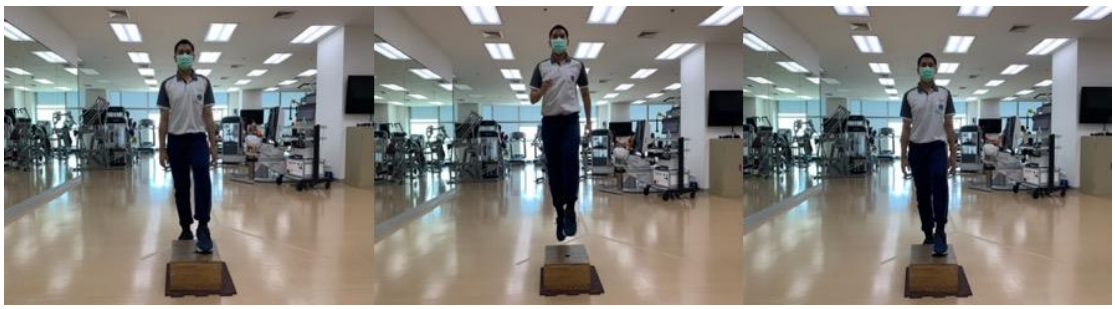
2. Lateral bound stick landing: เป็นการออกกำลังกายในท่าทางการก้าวกระโดดเคลื่อนที่ไปทางด้านข้างและหยุดด้วยขาเพียงข้างเดียว จากนั้นกระโดดสลับข้าง ทำซ้ำ 5 ครั้ง 4 ชุด และพักระหว่างชุด 2 นาที (รูปที่ 12)



Chulalongkorn University

รูปที่ 12 ท่า Lateral bound stick landing

3. Step up jump: เป็นการออกกำลังกายในท่าทางการกระโดดก้าวเท้าขึ้นกล่องหรือขั้นบันได กำหนดความสูง 30 เซนติเมตร ด้วยขาทีละข้าง ทำซ้ำ 5 ครั้งในแต่ละข้าง 4 ชุด และพักระหว่างชุด 2 นาที (รูปที่ 13)



รูปที่ 13 ท่า Step up jump

4. Ankle jump: เป็นการออกกำลังกายในท่าทางการยืนเขย่งปลายเท้าและกระโดดด้วยปลายเท้าโดยเข่าเหยียดตรง จะเป็นการทำงานของกล้ามเนื้อน่อง ทำซ้ำ 5 ครั้ง 4 ชุด และพักระหว่างชุด 2 นาที (รูปที่ 14)

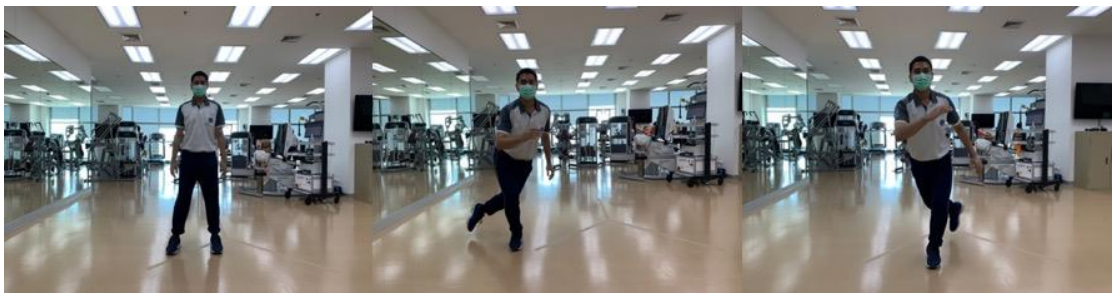
รูปที่ 14 ท่า Ankle jump

ระยะที่ 2 สัปดาห์ที่ 5-8 รูปแบบการฝึกจะมีการเพิ่มระดับความหนักขึ้นมากกว่าในระยะที่ 1 ประกอบด้วย

5. Squat jump to box: เป็นการออกกำลังกายในท่าทางการกระโดดด้วย 2 ขา เคลื่อนที่ขึ้นกล่องหรือขั้นบันได กำหนดความสูง 30 เซนติเมตร เพื่อเพิ่มระดับความยากในการทำ และในจังหวะการลงรับน้ำหนักพยายามให้ผู้ร่วมวิจัยเน้นจัดระเบียบร่างกาย และพยายามลงน้ำหนักทั้งสองข้างให้เท่ากัน ทำซ้ำ 5 ครั้ง 4 ชุด และพักระหว่างชุด 2 นาที (รูปที่ 15)

รูปที่ 15 ท่า Squat jump to box

6. Lateral bound: เป็นการออกกำลังกายในท่าทางการก้าวกระโดดไปเคลื่อนที่ไปทางด้านข้างด้วยขาเพียงข้างเดียวสลับ ซ้าย-ขวา เคลื่อนที่อย่างต่อเนื่อง ทำซ้ำ 5 ครั้ง 4 ชุด และพักระหว่างชุด 2 นาที (รูปที่ 16)



รูปที่ 16 ท่า Lateral bound

7. Step up alternate jump: เป็นการออกกำลังกายในท่าทางการกระโดดก้าวเท้าสลับซ้าย-ขวาขึ้นกล่องหรือขั้นบันได กำหนดความสูง 30 เซนติเมตร ทำซ้ำ 5 ครั้งในแต่ละข้าง 4 ชุด และพักระหว่างชุด 2 นาที (รูปที่ 17)

รูปที่ 17 ท่า Step up alternate jump

8. Ankle jump: เป็นการออกกำลังกายในท่าทางการกระโดดด้วยปลายเท้า ทำซ้ำ 5 ครั้งในแต่ละข้าง 3 ชุด และพักระหว่างชุด 2 นาที (รูปที่ 18)

รูปที่ 18 ท่า Ankle jump

<u>การคลายอุ่น 10 นาที</u> เป็นการยืดเหยียดกล้ามเนื้อเพื่อลดการตึงตัวของกล้ามเนื้อภายหลังการออกกำลังกาย

8. ผู้เข้าร่วมวิจัยจะต้องทำแบบประเมินคะแนนความเจ็บปวด visual analog scale โดยจะทำการประเมินวันละ 3 เวลา ได้แก่ ก่อนการฝึก หลังการฝึก และผ่านไป 24 ชั่วโมงหลังการฝึก ในแต่ละวัน

เพื่อติดตามอาการปวดของผู้เข้าร่วมวิจัย และเพื่อป้องกันความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บหรืออาการไม่พึงประสงค์ที่อาจเกิดขึ้นในทุกครั้งที่ได้รับการฝึก โดยมีการรายงานดังนี้

ตารางที่ 1 ตารางแสดงจำนวนคนของกลุ่มฝึกแรงต้าน และกลุ่มฝึกพลัยโอเมตริกที่มีอาการปวดอยู่ในระดับ 0 และ 1 ในช่วงก่อนการฝึก หลังการฝึก และภายหลังการฝึก 1 วัน ในแต่ละครั้งของการฝึก

ระดับอาการปวด	จำนวนครั้งของการฝึก (8 สัปดาห์)															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
กลุ่มฝึกแรงต้าน																
ก่อนการฝึก																
0 คะแนน (คน)	10	10	12	12	12	11	12	11	12	12	12	11	10	10	11	12
1 คะแนน (คน)	2	2	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	2	2	1	0
หลังการฝึก																
0 คะแนน (คน)	9	8	9	9	9	11	10	10	11	11	12	11	10	10	9	11
1 คะแนน (คน)	3	4	3	3	3	1	2	2	1	1	0	1	2	2	3	1
หลังการฝึก 1 วัน																
0 คะแนน (คน)	10	9	10	12	11	11	12	12	12	12	12	12	10	10	11	12
1 คะแนน (คน)	2	3	2	0	1	1	0	0	0	0	0	0	2	2	1	0
กลุ่มฝึกพลัยโอเมตริก																
ก่อนการฝึก																
0 คะแนน (คน)	11	11	10	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
1 คะแนน (คน)	1	1	2	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
หลังการฝึก																
0 คะแนน (คน)	9	9	10	11	10	10	11	11	12	12	11	11	12	11	11	11
1 คะแนน (คน)	3	3	2	1	2	2	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1
หลังการฝึก 1 วัน																
0 คะแนน (คน)	9	10	10	11	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
1 คะแนน (คน)	3	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

9. หากเกิดเหตุการไม่พึงประสงค์ ผู้เข้าร่วมวิจัยสามารถติดต่อเข้ารับการตรวจกับแพทย์ผู้เชี่ยวชาญด้านออร์โธปิดิคส์ และสามารถออกจากงานวิจัยได้ทันที

10. ทำการเก็บข้อมูลครั้งที่ 2 เมื่อสิ้นสุดโครงการ

11. รวบรวมข้อมูลเพื่อนำมาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม SPSS

12. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

CHULALONGKORN UNIVERSITY

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. เครื่อง Isokinetic dynamometer รุ่น contrex MJ multijoint module 2018

2. แบบทดสอบการทรงตัวแบบอยู่กับที่ทดสอบด้วยการกอดอกยืนทรงตัวด้วยขาเพียงข้างเดียว โดยจะใช้การทดสอบ 4 รูปแบบได้แก่ 1. ยืนขาเดียวบนพื้นมั่นคงแบบลืมตา 2. ยืนขาเดียวบนพื้นมั่นคงแบบหลับตา 3. ยืนขาเดียวบนพื้นที่ไม่มั่นคงแบบลืมตา 4. ยืนขาเดียวบนพื้นที่ไม่มั่นคงแบบหลับตา

- นาฬิกาจับเวลา (Stopwatch)

3. แบบทดสอบการก้าวเท้ารูปดาวแบบประยุกต์

- สายวัด ตลับเมตร

4. แบบทดสอบการกระโดดด้วยขาเพียงข้างเดียวระยะทาง 6 เมตร

- นาฬิกาจับเวลา (Stopwatch)

- สายวัด ตลับเมตร

5. แบบสอบถามการประเมินการทำงานของข้อเข่า International Knee Documentation Committee Subjective Knee Form (IKDC-SKF) ฉบับภาษาไทย คำนวณเป็นร้อยละ

6. แบบทดสอบ Y-shaped agility test

- ใช้เครื่องตรวจจับระยะเวลา Timing system และนาฬิกาจับเวลา (Stopwatch)

- กรวยจราจรขนาดเล็ก สายวัด ตลับเมตร

7. แบบประเมินคะแนนความเจ็บปวด Visual analog scale

การเก็บรวบรวมข้อมูล

สถานที่ที่ใช้ในการเก็บข้อมูลคือ คลินิคเวชศาสตร์การกีฬา ภาควิชาศัลยศาสตร์ออร์โธปิดิคส์และกายภาพบำบัด โรงพยาบาลศิริราช และที่พักอาศัยของผู้เข้าร่วมวิจัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน (demographic analysis)

ข้อมูลทั่วไปที่เป็นข้อมูลต่อเนื่อง (Continuous data) เช่น อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง ดัชนีมวลกาย และระยะเวลาผ่าตัดแสดงผลด้วยค่าเฉลี่ย (mean) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) เนื่องจากเป็นการกระจายตัวแบบปกติ (Normality) จากวิธีการทดสอบชาพิโร่-วิลค์ (Shapiro-Wilk test) และใช้ Independent t-test ในการเปรียบเทียบความแตกต่างของทั้ง 2 กลุ่ม ข้อมูลที่จัดเป็นกลุ่ม เช่น เพศ ขาข้างที่บาดเจ็บ ระดับกิจกรรม ชนิดกีฬา ชนิดของเส้นเอ็นทดแทน และกระบวนการผ่าตัดร่วม ใช้การทดสอบด้วยสถิติ Chi-square test และใช้สถิติ Mann-Whitney U test ในการเปรียบเทียบความแตกต่างของทั้ง 2 กลุ่ม

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ (inferential statistics)

1. การวิเคราะห์ตัวแปร เช่น เวลาในการกระโดดขาเดียวระยะทาง 6 เมตร การรับรู้อากัปกริยา การทรงตัวแบบอยู่กับที่และเคลื่อนไหว ความสามารถในการเคลื่อนที่ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และการประเมินการทำงานของข้อเข่าด้วยแบบสอบถามการประเมินการทำงานของข้อเข่า ใช้สถิติ two-way mixed ANOVA ส่วน post-hoc test ใช้วิธี LSD ในการเปรียบเทียบรายคู่

2. ระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติกำหนด 0.05

3. ใช้โปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ SPSS version 18

ผลกระทบที่อาจจะเกิดแก่ผู้ร่วมวิจัย/อาสาสมัคร และการชดเชย

ในการนี้ผู้วิจัยได้กำหนดความแข็งแรงของขาข้างที่ผ่าตัดของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้ามากกว่าร้อยละ 60 ของขาข้างปกติ ในเกณฑ์ในการคัดกลุ่มตัวอย่างเข้าร่วมในการวิจัย เพื่อความปลอดภัยต่อผู้เข้าร่วมวิจัยในการฝึกพลัยโอเมติก และจะต้องได้รับการประเมินจากแพทย์แล้วว่ามีความสามารถในการเคลื่อนไหวออกแรงและความแข็งแรงเพียงพอจึงสามารถเข้าร่วมโครงการ นอกจากนี้ในปัจจุบันได้มีการนำการฝึกรูปแบบการฝึกพลัยโอเมตริก มาใช้ในการฝึกระบบประสาทกล้ามเนื้อ ในกลุ่มผู้ป่วยหลังผ่าตัดเอ็นไขว้หน้าที่อยู่ในระยะฟื้นตัว เนื่องจากได้ผลดีต่อการทำงานของข้อเข่า และไม่เกิดการบาดเจ็บต่อข้อเข่า นอกจากนี้การฝึกในลักษณะนี้เป็นการฝึกในรูปแบบที่ใกล้เคียงกับการฝึกพลัยโอเมตริก ที่คลินิกเวชศาสตร์การกีฬา ภาควิชาออร์โธปิดิคส์และกายภาพบำบัด คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล ใช้เป็นรูปแบบการฝึกในผู้ป่วยหลังการผ่าตัดเอ็นไขว้หน้าซึ่งไม่พบการบาดเจ็บที่เพิ่มขึ้นของผู้ป่วย จึงมีความเสี่ยงน้อย โดยอาจเกิดอาการเมื่อยล้ากล้ามเนื้อ และอาการนี้จะหายได้ภายใน 48-72 ชั่วโมง หลังได้รับการฝึก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

มาตรการป้องกันและแก้ไขเมื่อเกิดเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์

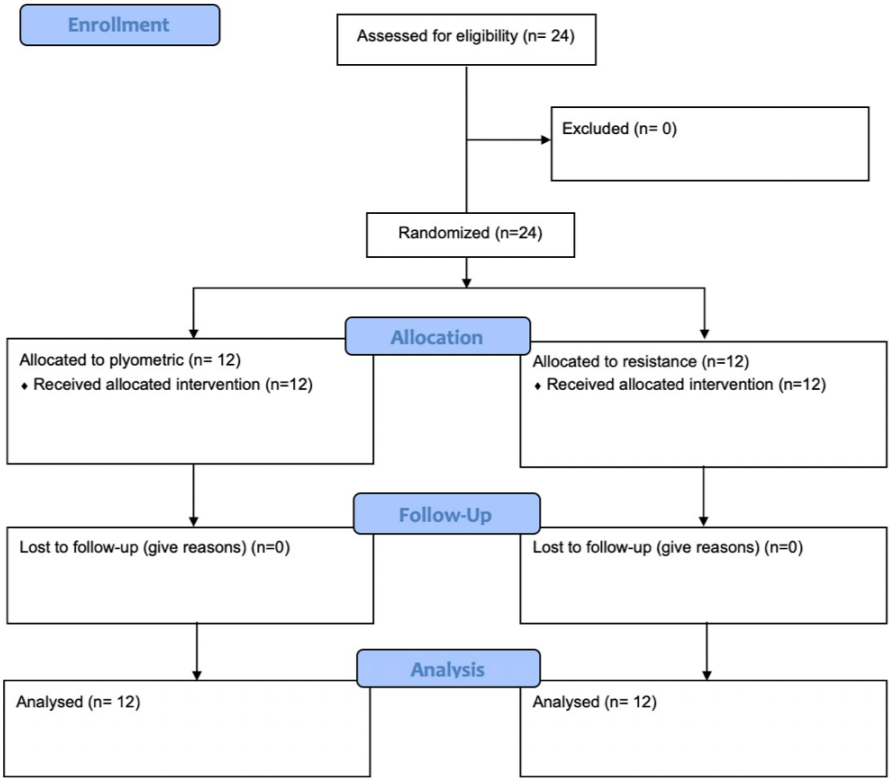
การวิจัยครั้งนี้เพื่อความปลอดภัยของและลดความเสี่ยงต่อการเกิดอาการไม่พึงประสงค์หรือความเสี่ยงที่จะทำให้เกิดอันตรายต่อร่างกายของผู้เข้าร่วมวิจัย ผู้วิจัยมีการตรวจสอบวิธีดำเนินการวิจัยอย่างรอบคอบ และได้มีการตรวจสอบโปรแกรมการฝึกจากผู้ทรงคุณวุฒิ รวมถึงการออกแบบโปรแกรมการฝึกอย่างเป็นขั้นตอนตามลำดับ เพื่อให้ร่างกายค่อยๆ ปรับสภาพ โดยการฝึกอาจก่อให้เกิดความเสี่ยงต่ออาการปวดกล้ามเนื้อหลังการออกกำลังกาย ซึ่งเป็นอาการปกติของผู้ที่เริ่มการฝึก และอาการนี้จะหายได้ภายใน 48-72 ชั่วโมง หลังได้รับการฝึก โดยที่ผู้วิจัยจะมีการป้องกันความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บโดยการอธิบายขั้นตอนการวิจัยอย่างละเอียด และทำการฝึกท่าออกกำลังกายที่โรงพยาบาลศิริราชเพื่อให้เกิดความเข้าใจเตรียมความพร้อมของร่างกาย อีกทั้งผู้วิจัยได้จัดทำโปรแกรมการออกกำลังกายที่ครอบคลุมการอบอุ่นร่างกาย และการยืดเหยียดกล้ามเนื้อเพื่อลดอาการดังกล่าว รวมถึงมีผู้วิจัย ผู้ช่วยวิจัย ดูแลอย่างใกล้ชิดในเรื่องของความปลอดภัยขณะออกกำลังกาย และทำการประเมินอาการปวดวันทุกครั้งที่ได้รับการฝึก ได้แก่ ก่อนการฝึก หลังการฝึก และหลังการฝึก 24 ชั่วโมง เพื่อติดตามอาการปวดของผู้เข้าร่วมวิจัย หากเกิดภาวะไม่พึงประสงค์ขึ้น สามารถติดต่อผู้วิจัยและนายวัชรพล เทพา (ผู้วิจัยร่วม) นักวิทยาศาสตร์การกีฬา ปฏิบัติงานที่สาขาเวชศาสตร์การกีฬา ภาควิชาศัลยศาสตร์ออร์โธปิดิคส์และกายภาพบำบัด ได้ตลอด 24 ชั่วโมง และจะให้การช่วยเหลือเบื้องต้นทันที โดยจะให้คำแนะนำในการปฐมพยาบาลเบื้องต้นด้วยวิธีการที่เหมาะสมเพื่อบรรเทาอาการ หากมีอันตรายหรือการบาดเจ็บร้ายแรงจะทำการติดต่อแพทย์เจ้าของไข้ทันที และหากแพทย์เจ้าของไข้พิสูจน์ได้ว่าเป็นผลจากการเข้าร่วมการวิจัย ผู้เข้าร่วมวิจัยจะได้รับความคุ้มครองตามกฎหมาย และผู้วิจัยจะเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายในการรักษา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาวิจัยเรื่องนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองแบบสุ่มและมีกลุ่มควบคุม (Randomized Controlled Trial) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบผลของการฝึกระหว่างการฝึกพลัยโอเมตริกและการฝึกแรงต้านต่อเวลาในการกระโดดขาเดียวระยะทาง 6 เมตร การรับรู้อากัปกริยา และการทำงานของข้อเข่าในผู้ป่วยผ่าตัดสร้างเอ็นไขว้หน้า อายุ 18 – 45 ปี จำนวน 24 คน โดยแบ่งเป็นกลุ่มควบคุมที่ได้รับการฝึกแรงต้านจำนวน 24 คน และกลุ่มที่ได้รับการฝึกพลัยโอเมตริกจำนวน 24 คน โดยทั้ง 2 กลุ่ม ทำการฝึก 2 ครั้ง ต่อสัปดาห์ ระยะเวลาทั้งหมด 8 สัปดาห์

จากการเก็บข้อมูลการฝึกทั้งหมด 16 ครั้ง ไม่พบอาการที่ไม่พึงประสงค์ที่เป็นอันตรายหรืออุบัติเหตุจากโปรแกรมการฝึกที่ส่งผลเสียต่อร่างกาย และจิตใจของผู้เข้าร่วมวิจัยระหว่างเข้าร่วมงานวิจัย โดยที่ผู้เข้าร่วมวิจัยจำนวน 24 คน สามารถเข้ารับการทดสอบและวิเคราะห์ผลทางสถิติได้ทั้งหมด ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลกลุ่มตัวอย่างครบทั้ง 2 กลุ่ม และไม่มีการสูญหายของกลุ่มตัวอย่าง ทำให้กลุ่มตัวอย่างทั้งหมดจำนวน 24 คน สามารถนำมาวิเคราะห์ผลตามระเบียบวิธีทางสถิติทั้งหมด (รูปที่ 19) สำหรับข้อมูลทั่วไปที่เป็นข้อมูลต่อเนื่อง เช่น อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง ดัชนีมวลกาย และระยะเวลาผ่าตัดแสดงผลด้วยค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เนื่องจากเป็นการกระจายตัวแบบปกติจากวิธีการทดสอบชาพิโร่-วิลค์ และใช้ Independent t-test ในการเปรียบเทียบความแตกต่างของทั้ง 2 กลุ่ม ข้อมูลที่จัดเป็นกลุ่ม เช่น เพศ ขาข้างที่บาดเจ็บ ระดับกิจกรรม ชนิดกีฬา ชนิดของเส้นเอ็นทดแทน และกระบวนการผ่าตัดร่วม ใช้การทดสอบด้วยสถิติ Chi-square test และใช้สถิติ Mann-Whitney U test ในการเปรียบเทียบความแตกต่างของทั้ง 2 กลุ่ม และตัวแปรหลัก เช่น เวลาในการกระโดดขาเดียวระยะทาง 6 เมตร การรับรู้อากัปกริยา การทรงตัวแบบอยู่กับที่และเคลื่อนไหว ความสามารถในการเคลื่อนที่ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และการประเมินการทำงานของข้อเข่าด้วยแบบสอบถามการประเมินการทำงานของข้อเข่า ใช้สถิติ Two-way mixed ANOVA ส่วน Post-hoc test ใช้วิธี LSD ในการเปรียบเทียบรายคู่



รูปที่ 19 การดำเนินวิจัยของผู้เข้าร่วมวิจัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แล้วจึงนำเสนอข้อมูลในรูปแบบตาราง ประกอบความเรียง โดยแบ่งการนำเสนอ ดังนี้

ตอนที่ 1 การเปรียบเทียบจำนวน ร้อยละ ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ด้านข้อมูลทั่วไปของกลุ่มที่ได้รับการฝึกแรงต้านและกลุ่มที่ได้รับการฝึกพลัยโอเมตริก

ตอนที่ 2 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และช่วงความเชื่อมั่น 95% (95% CI) ด้านเวลาในการกระโดดขาเดียวระยะทาง 6 เมตร และการรับรู้อากัปกริยาระหว่างก่อนและหลังได้รับการฝึก 8 สัปดาห์ ของกลุ่มที่ได้รับการฝึกแรงต้านและกลุ่มที่ได้รับการฝึกพลัยโอเมตริก

ตอนที่ 3 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และช่วงความเชื่อมั่น 95% (95% CI) ด้านการทรงตัวแบบอยู่กับที่ การทรงตัวแบบเคลื่อนไหว ความสามารถในการเคลื่อนที่ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และแบบสอบถามการประเมินการทำงานของข้อเข่าระหว่าง

ก่อนและหลังได้รับการฝึก 8 สัปดาห์ ของกลุ่มที่ได้รับการฝึกแรงต้านและกลุ่มที่ได้รับการฝึกพลัยโอเมตริก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตอนที่ 1 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ด้านข้อมูลทั่วไปของกลุ่มที่ได้รับการฝึกแรงต้านและกลุ่มที่ได้รับการฝึกพลัยโอเมตริก

ตารางที่ 2 ข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่างในการศึกษาวิจัยนี้และจำแนกระหว่างกลุ่มที่ได้รับการฝึกแรงต้านและกลุ่มที่ได้รับการฝึกพลัยโอเมตริกแสดงเป็นค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ข้อมูลทั่วไป	ข้อมูลทั้งหมด (n=24)	กลุ่มฝึกแรงต้าน (n = 12)	กลุ่มฝึกพลัยโอเมตริก (n = 12)	p-value
อายุ (ปี)	28.4 ± 7.1	28.3 ± 7.1	28.5 ± 7.5	0.956
น้ำหนัก (กิโลกรัม)	74.2 ± 8.3	72.8 ± 7.9	75.5 ± 8.8	0.444
ส่วนสูง (เซนติเมตร)	172.9 ± 5.3	173.3 ± 5.8	172.7 ± 5.0	0.793
ดัชนีมวลกาย (กิโลกรัม/เมตร^2)	24.9 ± 2.6	24.3 ± 2.5	25.3 ± 2.6	0.341
ระยะเวลาการผ่าตัด (เดือน)	6.3 ± 0.4	6.3 ± 0.5	6.3 ± 0.5	-

จากตารางที่ 1 แสดงให้เห็นว่า ผู้ป่วยทั้งหมด 24 คน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ประกอบด้วยกลุ่มที่ได้รับการฝึกแรงต้านจำนวน 12 คน โดยเฉลี่ยอายุ 28.4 ปี น้ำหนัก 72.8 กิโลกรัม ส่วนสูง 173.3 เซนติเมตร และค่าดัชนีมวลกายเฉลี่ย 24.3 และกลุ่มที่ได้รับการฝึกพลัยโอเมตริกจำนวน 12 คน โดยเฉลี่ยอายุ 28.5 ปี น้ำหนัก 75.5 กิโลกรัม ส่วนสูง 172.7 เซนติเมตร ค่าดัชนีมวลกายเฉลี่ย 25.3 และระยะเวลาการผ่าตัดในวันที่เข้าร่วมโครงการของผู้ป่วยทั้ง 2 กลุ่มโดยเฉลี่ย 6.3 เดือน เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม ไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่ม ($p<0.05$)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 3 ข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่างในการศึกษาวิจัยนี้และจำแนกระหว่างกลุ่มที่ได้รับการฝึกแรงต้านและกลุ่มที่ได้รับการฝึกพลัยโอเมตริกแสดงเป็นจำนวน ร้อยละ

ข้อมูลทั่วไป	ข้อมูลทั้งหมด (n=24)	กลุ่มฝึกแรงต้าน (n = 12)	กลุ่มฝึกพลัยโอเมตริก (n = 12)	p-value
เพศ				
ชาย	23 (95.8%)	12 (100.0%)	11 (91.7%)	-
หญิง	1 (4.2%)	0 (0%)	1 (8.3%)	
ขาข้างที่บาดเจ็บ				
ขวา	13 (54.2%)	7 (58.3%)	6 (50.0%)	-
ซ้าย	11 (45.8%)	5 (41.7%)	6 (50.0%)	
ระดับกิจกรรม				
5	1 (4.2%)	0 (0%)	1 (8.3%)	
6	1 (4.2%)	0 (0%)	1 (8.3%)	0.336
7	22 (91.6%)	12 (100%)	10 (83.4%)	
ชนิดกีฬา				
ฟุตบอล	19 (79.2%)	10 (83.4%)	9 (71.0%)	
บาสเกตบอล	2 (8.3%)	1 (8.3%)	1 (8.3%)	0.789
แบดมินตัน	1 (4.2%)	0 (0%)	1 (8.3%)	
อื่น ๆ	2 (8.3%)	1 (8.3%)	1 (8.3%)	
เอ็นทดแทน				
เอ็นสะบ้า	8 (33.3%)	4 (33.3%)	4 (33.3%)	-
เอ็นแฮมสตริง	16 (66.7%)	8 (66.7%)	8 (66.7%)	
กระบวนการผ่าตัดร่วม				
ไม่มี	11 (45.8%)	5 (41.7%)	6 (50.0%)	
Meniscectomy	10 (41.7%)	6 (50.0%)	4 (33.3%)	0.777
Meniscus repair	4 (16.7%)	4 (33.3%)	2 (16.7%)	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตารางที่ 2 แสดงค่าจำนวน และร้อยละ ของเพศ ขาข้างบาดเจ็บ ระดับกิจกรรม ชนิดกีฬา ชนิดของเส้นเอ็น กระบวนการผ่าตัดร่วม โดยในกลุ่มที่ได้รับการฝึกแรงต้านประกอบด้วย เพศชายจำนวน 12 คน ขาข้างที่บาดเจ็บข้างขวาจำนวน 7 คน และข้างซ้ายจำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 58.3 และ 41.7 ตามลำดับ ระดับกิจกรรมระดับ 7 จำนวน 12 คน เล่นกีฬาฟุตบอลจำนวน 10 คน บาสเกตบอลจำนวน 1 คน และกีฬาชนิดอื่น ๆ จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 83.4, 8.3 และ 8.3

ตามลำดับ ชนิดของเส้นเอ็นที่ใช้ในการผ่าตัดโดยมีการใช้เส้นเอ็นสะบ้า (bone patellar tendon bone graft) จำนวน 4 คน และเส้นเอ็นแฮมสตริง (hamstring graft) จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 33.3 และ 66.7 ตามลำดับ และไม่มีการผ่าตัดร่วมจำนวน 5 คน Meniscectomy จำนวน 5 คน Meniscus repair จำนวน 1 คน และมีการผ่าตัดร่วมทั้ง 2 อย่าง 1 คน คิดเป็นร้อยละ 41.6, 41.7, 8.3 และ 8.3 ตามลำดับ และสำหรับกลุ่มที่ได้รับการฝึกพลัยโอเมตริกประกอบด้วย เพศชายจำนวน 11 คน เพศหญิง 1 คน คิดเป็นร้อยละ 91.7 และ 8.3 ตามลำดับ ขาข้างที่บาดเจ็บข้างขวาจำนวน 6 คน และข้างซ้ายจำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 50 ระดับกิจกรรม ระดับ 5 จำนวน 1 คน ระดับ 6 จำนวน 1 คน และระดับ 7 จำนวน 10 คน คิดเป็นร้อยละ 8.3, 8.3 และ 83.4 ตามลำดับ เล่นกีฬาฟุตบอลจำนวน 9 คน บาสเกตบอลจำนวน 1 คน แบดมินตันจำนวน 1 คน และกีฬาชนิดอื่น ๆ จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 71, 8.3, 8.3 และ 8.3 ตามลำดับ ชนิดของเส้นเอ็นที่ใช้ในการผ่าตัดโดยมีการใช้เส้นเอ็นสะบ้า จำนวน 4 คน และเส้นเอ็นแฮมสตริงจำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 33.3 และ 66.7 ตามลำดับ และไม่มีการผ่าตัดร่วมจำนวน 6 คน Meniscectomy จำนวน 4 คน Meniscus repair จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 50, 33.3 และ 16.7 ตามลำดับ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตอนที่ 2 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และช่วงความเชื่อมั่น 95% (95% CI) ด้านเวลาในการกระโดดขาเดียวระยะทาง 6 เมตร ละการรับรู้อากัปกริยาระหว่างก่อนและหลังได้รับการฝึก 8 สัปดาห์ ของกลุ่มที่ได้รับการฝึกแรงต้าน และกลุ่มที่ได้รับการฝึกพลัยโอเมตริก

ตารางที่ 4 การเปรียบเทียบตัวแปรด้านเวลาในการกระโดดขาเดียวระยะทาง 6 เมตร ระหว่างก่อนและหลังได้รับการฝึก 8 สัปดาห์ ของกลุ่มที่ได้รับการฝึกแรงต้าน และกลุ่มที่ได้รับการฝึกพลัยโอเมตริก

ตัวแปร	กลุ่มฝึกแรงต้าน (n=12)		กลุ่มฝึกพลัยโอเมตริก (n=12)		p-value			
	ก่อนการทดลอง (Mean ± SD)	หลังการทดลอง (Mean ± SD)	ก่อนการทดลอง (Mean ± SD)	หลังการทดลอง (Mean ± SD)	เวลา	กลุ่ม	เวลา * กลุ่ม	ขนาดอิทธิพล
การกระโดดด้วยขาเพียงข้างเดียว 6 เมตร								
ขาข้างที่บาดเจ็บ (วินาที)	3.4 ± 0.7 (3.1, 3.7)	2.8 ± 0.3* (2.4, 3.2)	3.6 ± 0.9 (3.2, 3.9)	2.4 ± 0.4* (2.1, 2.7)	<0.001	0.433	0.083	0.067
ขาข้างปกติ (วินาที)	2.4 ± 0.4 (2.2, 2.6)	2.2 ± 0.4 (2.0, 2.5)	2.5 ± 0.5 (2.3, 2.8)	2.19 ± 0.3 (1.9, 2.4)	0.032	0.707	0.546	0.008
ดัชนีความสมมาตร (ร้อยละ)	71.7 ± 10.9 (65.4, 78.0)	78.1 ± 10.7 (71.8, 84.4)	73.4 ± 12.8 (67.1, 79.7)	91.7 ± 8.4*† (85.4, 98.0)	<0.001	0.018	0.064	0.076

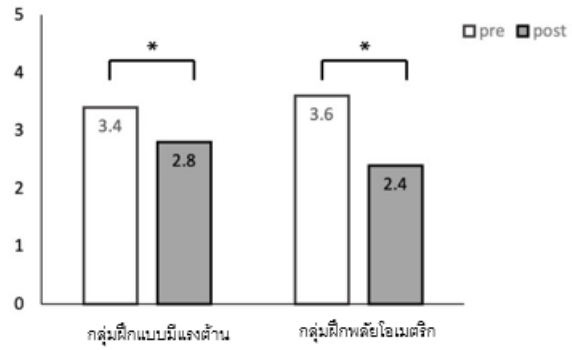
* p < .05 แตกต่างกันระหว่างก่อนและหลังการทดลองฝึก 8 สัปดาห์

† p < .05 แตกต่างกันระหว่างกลุ่ม

จากตารางที่ 3 แสดงการเปรียบเทียบผลของเวลาในการกระโดดขาเดียวระยะทาง 6 เมตร ระหว่างก่อนและหลังได้รับการฝึก 8 สัปดาห์ ของกลุ่มที่ได้รับการฝึกแรงต้านและกลุ่มที่ได้รับการฝึกพลัยโอเมตริก โดยที่เวลาในการกระโดดขาเดียวระยะทาง 6 เมตร ของขาข้างที่ได้รับบาดเจ็บ ขาข้างปกติ และดัชนีความสมมาตรในการออกแรงของขาทั้ง 2 ข้างในช่วงก่อนได้รับการฝึกไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างทั้ง 2 กลุ่ม

ภายหลังได้รับการฝึก 8 สัปดาห์ เวลาในการกระโดดขาเดียวระยะทาง 6 เมตร ในกลุ่มที่ได้รับการฝึกแรงต้าน และกลุ่มที่ได้รับการฝึกพลัยโอเมตริกลดลงในขาข้างที่บาดเจ็บอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนได้รับการฝึก ($p<0.05$) และกลุ่มที่ได้รับการฝึกพลัยโอเมตริกดัชนีความสมมาตรในการออกแรงของขาทั้ง 2 ข้างมีการเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนได้รับการฝึก ($p<0.05$) และมีความแตกต่างกับกลุ่มที่ได้รับการฝึกแรงต้านอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.004$)

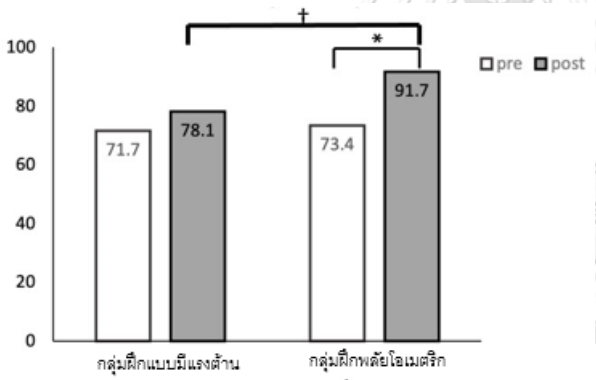
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



* p < .05 แตกต่างกันระหว่างก่อนและหลังการทดลองฝึก 8 สัปดาห์

† p < .05 แตกต่างกันระหว่างกลุ่ม

รูปที่ 20 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของเวลาในการกระโดดขาเดียวระยะทาง 6 เมตร ในขาข้างที่ได้รับบาดเจ็บระหว่างก่อนและหลังได้รับการฝึก 8 สัปดาห์ ของกลุ่มที่ได้รับการฝึกแรงต้านและกลุ่มที่ได้รับการฝึกพลัยโอเมตริก



ทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

* p < .05 แตกต่างกันระหว่างก่อนและหลังการทดลองฝึก 8 สัปดาห์

† p < .05 แตกต่างกันระหว่างกลุ่ม

รูปที่ 21 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของเวลาในการกระโดดขาเดียวระยะทาง 6 เมตร ในความแตกต่างของขาทั้ง 2 ข้าง ระหว่างก่อนและหลังได้รับการฝึก 8 สัปดาห์ ของกลุ่มที่ได้รับการฝึกแรงต้านและกลุ่มที่ได้รับการฝึกพลัยโอเมตริก

ตารางที่ 5 การเปรียบเทียบตัวแปรด้านการรับรู้อากัปกริยาระหว่างก่อนและหลังได้รับการฝึก 8 สัปดาห์ ของกลุ่มที่ได้รับการฝึกแรงต้าน และกลุ่มที่ได้รับการฝึกพลัยโอเมตริก

ตัวแปร	กลุ่มฝึกแบบมีแรงต้าน (n=12)		กลุ่มฝึกพลัยโอเมตริก (n=12)		p-value			
	ก่อนการทดลอง (Mean ± SD)	หลังการทดลอง (Mean ± SD)	ก่อนการทดลอง (Mean ± SD)	หลังการทดลอง (Mean ± SD)	เวลา	กลุ่ม	เวลา * กลุ่ม	ขนาดอิทธิพล
การรับรู้ตำแหน่งของข้อเข่า								
ขาข้างที่บาดเจ็บ (องศา)	5.7 ± 1.8 (4.7, 6.6)	4.8 ± 2.1 (3.9, 5.7)	5.0 ± 1.6 (4.0, 5.9)	1.9 ± 0.7*† (0.9, 2.8)	<0.001	<0.001	0.0024	0.111
ขาข้างปกติ (องศา)	2.5 ± 0.7 (1.9, 3.1)	2.7 ± 1.4 (2.1, 3.3)	2.3 ± 1.3 (1.7, 2.9)	1.1 ± 0.6*† (0.4, 1.7)	0.077	0.003	0.031	0.101
ความแตกต่างของขา 2 ข้าง (องศา)	3.2 ± 1.8 (2.3, 4.0)	2.1 ± 1.5 (1.3, 3.0)	2.7 ± 1.6 (1.8, 3.5)	0.8 ± 0.6*† (-0.0, 1.7)	0.001	0.039	0.351	0.020

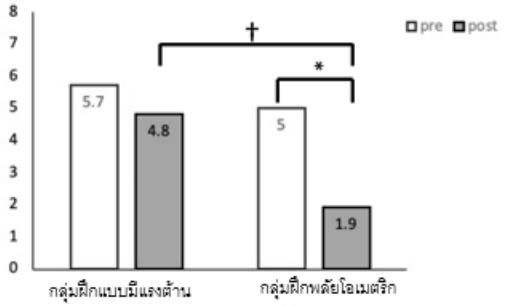
* $p < .05$ แตกต่างกันระหว่างก่อนและหลังการทดลองฝึก 8 สัปดาห์

† $p < .05$ แตกต่างกันระหว่างกลุ่ม

จากตารางที่ 4 แสดงการเปรียบเทียบผลของการรับรู้การรับรู้ตำแหน่งของข้อเข่าของข้อเข่าระหว่างก่อนและหลังได้รับการฝึก 8 สัปดาห์ ของกลุ่มที่ได้รับการฝึกแรงต้านและกลุ่มที่ได้รับการฝึกพลัยโอเมตริก โดยที่การรับรู้การรับรู้ตำแหน่งของข้อเข่าของขาข้างที่ได้รับบาดเจ็บ ขาข้างปกติ และความแตกต่างของขาทั้ง 2 ข้าง ในช่วงก่อนได้รับการฝึกไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างทั้ง 2 กลุ่ม

ภายหลังได้รับการฝึก 8 สัปดาห์ การรับรู้ตำแหน่งของข้อเข่าในกลุ่มที่ได้รับการฝึกพลัยโอเมตริกมีองศาที่คลาดเคลื่อนลดลงในขาข้างที่ได้รับบาดเจ็บ ขาข้างปกติ และความแตกต่างของขาทั้ง 2 ข้าง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนได้รับการฝึก ($p<0.001$, 0.007 และ 0.004 ตามลำดับ) และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ได้รับการฝึกแรงต้าน ($p<0.001$, <0.001 และ 0.036 ตามลำดับ)

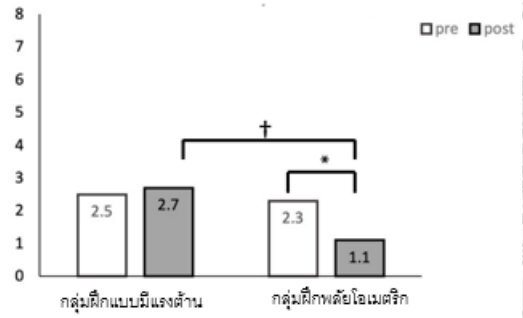
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



* p < .05 แตกต่างกันระหว่างก่อนและหลังการทดลองฝึก 8 สัปดาห์

† p < .05 แตกต่างกันระหว่างกลุ่ม

รูปที่ 22 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของการรับรู้การรับรู้ตำแหน่งของข้อเข่าในขาข้างที่ได้รับบาดเจ็บระหว่างก่อนและหลังได้รับการฝึก 8 สัปดาห์ ของกลุ่มที่ได้รับการฝึกแรงต้าน และกลุ่มที่ได้รับการฝึกพลัยโอเมตริก

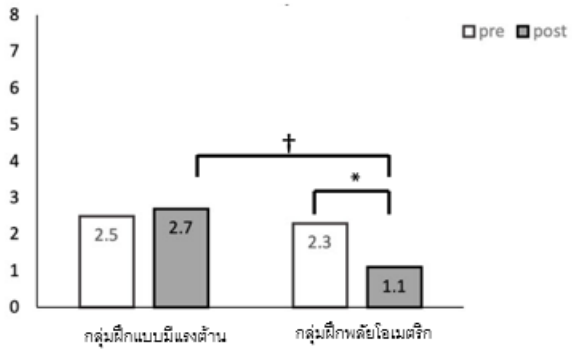


* p < .05 แตกต่างกันระหว่างก่อนและหลังการทดลองฝึก 8 สัปดาห์

† p < .05 แตกต่างกันระหว่างกลุ่ม

รูปที่ 23 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของการรับรู้การรับรู้ตำแหน่งของข้อเข่าในขาข้างปกติระหว่างก่อนและหลังได้รับการฝึก 8 สัปดาห์ ของกลุ่มที่ได้รับการฝึกแรงต้าน และกลุ่มที่ได้รับการฝึกพลัยโอเมตริก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



* p < .05 แตกต่างกันระหว่างก่อนและหลังการทดลองฝึก 8 สัปดาห์

† p < .05 แตกต่างกันระหว่างกลุ่ม

รูปที่ 24 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของการรับรู้การรับรู้ตำแหน่งของข้อเข่าในขาข้างที่ได้รับบาดเจ็บระหว่างก่อนและหลังได้รับการฝึก 8 สัปดาห์ ของกลุ่มที่ได้รับการฝึกแรงต้าน และกลุ่มที่ได้รับการฝึกพลัยโอเมตริก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตอนที่ 3 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และช่วงความเชื่อมั่น 95% (95% CI) ด้านการทรงตัวแบบอยู่กับที่ การทรงตัวแบบเคลื่อนไหว ความสามารถในการเคลื่อนที่ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และแบบสอบถามการประเมินการทำงานของข้อเข่าระหว่างก่อนและหลังได้รับการฝึก 8 สัปดาห์ ของกลุ่มที่ได้รับการฝึกแรงต้าน และกลุ่มที่ได้รับการฝึกพลัยโอเมตริก

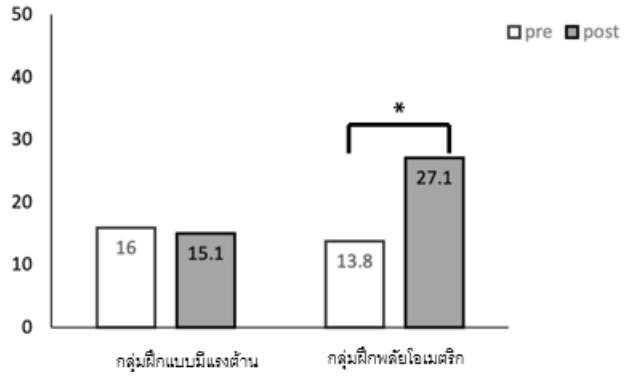
ตารางที่ 6 การเปรียบเทียบตัวแปรด้านการทรงตัวแบบอยู่กับที่ระหว่างก่อนและหลังได้รับการฝึก 8 สัปดาห์ ของกลุ่มที่ได้รับการฝึกแรงต้าน และกลุ่มที่ได้รับการฝึกพลัยโอเมตริก

ตัวแปร	กลุ่มฝึกแรงต้าน (n=12)		กลุ่มฝึกพลัยโอเมตริก (n=12)		p-value			
	ก่อนการทดลอง (Mean ± SD)	หลังการทดลอง (Mean ± SD)	ก่อนการทดลอง (Mean ± SD)	หลังการทดลอง (Mean ± SD)	เวลา	กลุ่ม	เวลา * กลุ่ม	ขนาดอิทธิพล
การยืนทรงตรงบนพื้นเรียบแบบลืมตา								
ขาข้างที่บาดเจ็บ (วินาที)	40.1 ± 9.7 (36.8, 43.3)	43.6 ± 4.9 (40.3, 46.8)	43.8 ± 4.3 (40.5, 47.0)	44.8 ± 0.9 (41.5, 48.0)	0.168	0.140	0.438	0.014
ขาข้างปกติ (วินาที)	41.7 ± 7.4 (41.0, 46.5)	43.8 ± 4.3 (41.3, 46.7)	43.8 ± 4.3 (41.0, 46.5)	45.0 ± 0.0 42.3, 47.7)	0.195	0.255	0.701	0.003
การยืนทรงตรงบนพื้นเรียบแบบหลับตา								
ขาข้างที่บาดเจ็บ (วินาที)	16.0 ± 15.6 (6.6, 23.6)	15.1 ± 13.2 (7.4, 24.5)	13.8 ± 14.5 (5.3, 22.3)	27.1 ± 15.2* (18.6, 35.7)	0.146	0.251	0.100	0.060
ขาข้างปกติ (วินาที)	19.0 ± 14.7 (10.3, 27.7)	21.2 ± 14.6 (12.5, 29.9)	16.5 ± 14.3 (7.8, 25.2)	28.0 ± 16.2 (19.3, 36.7)	0.121	0.616	0.283	0.026
การยืนทรงตรงบนพื้นไม่เรียบแบบลืมตา								
ขาข้างที่บาดเจ็บ (วินาที)	25.8 ± 15.6 (16.7, 34.8)	30.8 ± 17.7 (21.8, 39.9)	24.4 ± 16.9 (15.3, 33.4)	39.5 ± 11.4* (30.4, 48.6)	0.030	0.424	0.271	0.027
ขาข้างปกติ (วินาที)	32.1 ± 13.5 (25.1, 39.2)	32.0 ± 13.9 (25.0, 39.1)	31.0 ± 12.4 (24.0, 38.1)	41.7 ± 7.7* (34.6, 48.8)	0.137	0.227	0.133	0.051
การยืนทรงตรงบนพื้นไม่เรียบแบบหลับตา								
ขาข้างที่บาดเจ็บ (วินาที)	3.0 ± 1.8 (0.9, 5.1)	4.8 ± 3.8 (2.7, 6.9)	2.9 ± 1.4 (0.8, 5.0)	6.6 ± 5.7* (4.5, 8.7)	0.010	0.426	0.358	0.019
ขาข้างปกติ (วินาที)	4.8 ± 4.2 (2.1, 7.5)	5.3 ± 5.0 (2.6, 8.0)	3.8 ± 1.6 (1.1, 6.4)	7.5 ± 6.3 (4.8, 10.1)	0.119	0.679	0.242	0.031

จากตารางที่ 5 แสดงการเปรียบเทียบผลของการทดสอบการทรงตัวแบบอยู่กับที่ด้วยการยืนขาเดียวแบบลืมตาและหลับตาบนพื้นที่มั่นคง และบนพื้นที่ไม่มั่นคงระหว่างก่อนและหลังได้รับการฝึก 8 สัปดาห์ ของกลุ่มที่ได้รับการฝึกแรงต้าน และกลุ่มที่ได้รับการฝึกพลัยโอเมตริก โดยที่การยืนทรงตัวด้วยขาเพียงข้างเดียวทั้ง 4 รูปแบบของขาข้างที่ได้รับบาดเจ็บ และขาข้างปกติ ในช่วงก่อนได้รับการฝึกไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างทั้ง 2 กลุ่ม

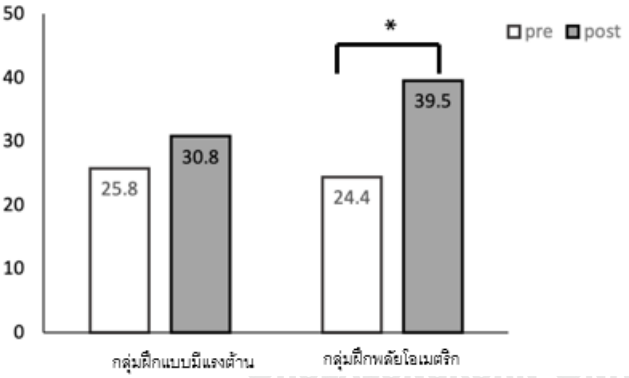
ภายหลังได้รับการฝึก 8 สัปดาห์ การทดสอบด้วยการยืนทรงตัวบนพื้นที่มั่นคงแบบหลับตาของข้างที่ได้รับบาดเจ็บ ($p=0.031$) การยืนทรงตัวบนพื้นที่ไม่มั่นคงแบบลืมตาของข้างที่ได้รับบาดเจ็บและไม่ได้รับบาดเจ็บ ($p=0.022$ และ 0.037 ตามลำดับ) รวมถึงการยืนทรงตัวบนพื้นที่ไม่มั่นคงแบบหลับตาของข้างที่ได้รับบาดเจ็บ ($p=0.014$) ในกลุ่มที่ได้รับการฝึกพลัยโอเมตริกมีค่าเพิ่มมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนได้รับการฝึก แต่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



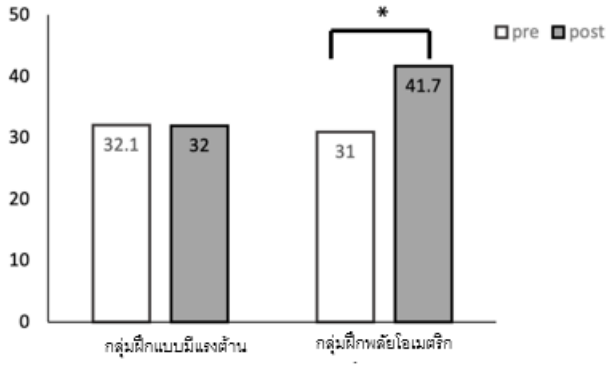
* p < .05 แตกต่างกันระหว่างก่อนและหลังการทดลองฝึก 8 สัปดาห์

รูปที่ 25 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของการทรงตัวด้วยขาเพียงข้างเดียวแบบหลับตาบนพื้นมั่นคงในขาข้างที่ได้รับบาดเจ็บระหว่างก่อนและหลังได้รับการฝึก 8 สัปดาห์ ของกลุ่มที่ได้รับการฝึกแรงต้าน และกลุ่มที่ได้รับการฝึกพลัยโอเมตริก



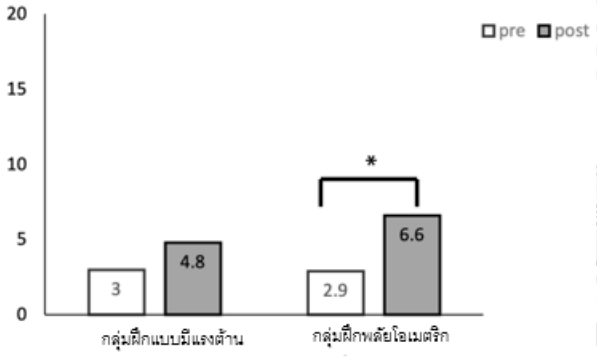
* p < .05 แตกต่างกันระหว่างก่อนและหลังการทดลองฝึก 8 สัปดาห์

รูปที่ 26 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของการทรงตัวด้วยขาเพียงข้างเดียวแบบลืมตาบนพื้นไม่มั่นคงในขาข้างที่ได้รับบาดเจ็บระหว่างก่อนและหลังได้รับการฝึก 8 สัปดาห์ ของกลุ่มที่ได้รับการฝึกแรงต้าน และกลุ่มที่ได้รับการฝึกพลัยโอเมตริก



* p < .05 แตกต่างกันระหว่างก่อนและหลังการทดลองฝึก 8 สัปดาห์

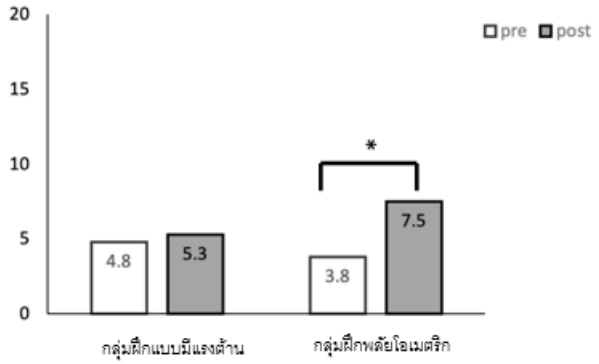
รูปที่ 27 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของการทรงตัวด้วยขาเพียงข้างเดียวแบบลืมตาบนพื้นไม่มั่นคงในขาข้างปกติระหว่างก่อนและหลังได้รับการฝึก 8 สัปดาห์ ของกลุ่มที่ได้รับการฝึกแรงต้าน และกลุ่มที่ได้รับการฝึกพลัยโอเมตริก



ทยาลัย
Chulalongkorn University

* p < .05 แตกต่างกันระหว่างก่อนและหลังการทดลองฝึก 8 สัปดาห์

รูปที่ 28 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของการทรงตัวด้วยขาเพียงข้างเดียวแบบหลับตาบนพื้นไม่มั่นคงในขาข้างที่ได้รับบาดเจ็บระหว่างก่อนและหลังได้รับการฝึก 8 สัปดาห์ ของกลุ่มที่ได้รับการฝึกแรงต้านและกลุ่มที่ได้รับการฝึกพลัยโอเมตริก



* p < .05 แตกต่างกันระหว่างก่อนและหลังการทดลองฝึก 8 สัปดาห์

รูปที่ 29 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของการทรงตัวด้วยขาเพียงข้างเดียวแบบหลับตาบนพื้นไม่มั่นคงในขาข้างปกติระหว่างก่อนและหลังได้รับการฝึก 8 สัปดาห์ ของกลุ่มที่ได้รับการฝึกแรงต้าน และกลุ่มที่ได้รับการฝึกพลัยโอเมตริก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

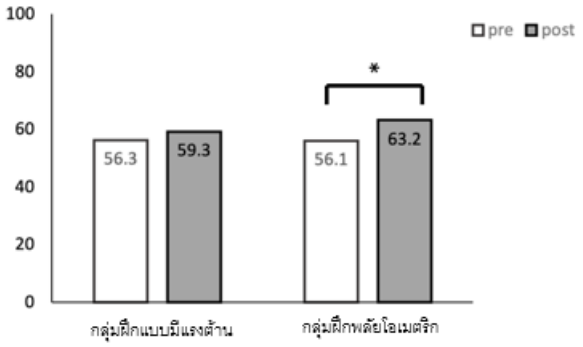
ตารางที่ 7 การเปรียบเทียบตัวแปรด้านการทรงตัวแบบเคลื่อนไหวระหว่างก่อนและหลังได้รับการฝึก 8 สัปดาห์ ของกลุ่มที่ได้รับการฝึกแรงต้าน และกลุ่มที่ได้รับการฝึกพลัยโอเมตริก

ตัวแปร	กลุ่มฝึกแรงต้าน (n=12)		กลุ่มฝึกพลัยโอเมตริก (n=12)		p-value			
	ก่อนการทดลอง (Mean ± SD)	หลังการทดลอง (Mean ± SD)	ก่อนการทดลอง (Mean ± SD)	หลังการทดลอง (Mean ± SD)	เวลา	กลุ่ม	เวลา * กลุ่ม	ขนาดอิทธิพล
ทิศทางด้านหน้า								
ขาข้างบาดเจ็บ (ซม.)	56.3 ± 5.9 (52.6, 60.1)	59.3 ± 5.4 (55.5, 63.0)	56.1 ± 6.3 (52.3, 59.8)	63..2 ± 7.9* (52.6, 60.1)	0.010	0.331	0.270	0.028
ขาข้างปกติ (ซม.)	60.0 ± 6.7 (56.3, 63.7)	62.6 ± 6.5 (58.9, 66.3)	60.4 ± 4.6 (56.7, 64.1)	64.7 ± 7.4 (60.9, 68.4)	0.070	0.500	0.653	0.005
ทิศทางด้านหลังเฉียงใน								
ขาข้างบาดเจ็บ (ซม.)	77.3 ± 6.6 (73.2, 81.5)	81.0 ± 8.4 (76.9, 85.1)	75.5 ± 6.5 (71.4, 79.6)	80.8 ± 6.7 (76.7, 85.0)	0.033	0.627	0.686	0.004
ขาข้างปกติ (ซม.)	81.0 ± 6.6 (76.8, 85.2)	83.0 ± 9.1 (78.8, 87.2)	78.2 ± 5.9 (74.0, 82.3)	81.5 ± 6.7 (77.3, 85.7)	0.205	0.302	0.749	0.002
ทิศทางด้านหลังเฉียงนอก								
ขาข้างบาดเจ็บ (ซม.)	71.1 ± 9.9 (66.2, 76.0)	75.9 ± 8.2 (71.0, 80.8)	67.9 ± 6.9 (63.0, 72.8)	78.8 ± 8.4* (73.8, 83.7)	0.002	0.946	0.224	0.033
ขาข้างปกติ (ซม.)	76.2 ± 8.2 (71.4, 81.0)	79.4 ± 8.3 (74.6, 84.2)	71.4 ± 5.3 (66.6, 76.2)	80.9 ± 10.2* (76.1, 85.7)	0.010	0.497	0.195	0.038
ผลคะแนนค่า Composite								
ขาข้างบาดเจ็บ (ร้อยละ)	79.2 ± 6.9 (75.8, 82.7)	83.7 ± 6.8 (80.2, 87.2)	77.6 ± 4.2 (74.1, 81.1)	86.7 ± 5.6* (83.2, 90.1)	<0.001	0.705	0.188	0.039
ขาข้างปกติ (ร้อยละ)	84.1 ± 6.3 (80.5, 87.6)	87.1 ± 7.6 (83.6, 90.6)	81.8 ± 3.7 (78.3, 85.3)	88.4 ± 6.0* (84.8, 91.9)	0.008	0.773	0.322	0.022

จากตารางที่ 6 แสดงการเปรียบเทียบผลของการทดสอบการทรงตัวแบบเคลื่อนไหวด้วยการทดสอบการก้าวเท้ารูปดาวแบบประยุกต์ ระหว่างก่อนและหลังได้รับการฝึก 8 สัปดาห์ ของกลุ่มที่ได้รับการฝึกแรงต้าน และกลุ่มที่ได้รับการฝึกพลัยโอเมตริก โดยที่ระยะการก้าวเท้าในแต่ละทิศทางของการทดสอบการก้าวเท้ารูปดาวแบบประยุกต์ของขาข้างที่ได้รับบาดเจ็บ และขาข้างปกติ ในช่วงก่อนได้รับการฝึกไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างทั้ง 2 กลุ่ม

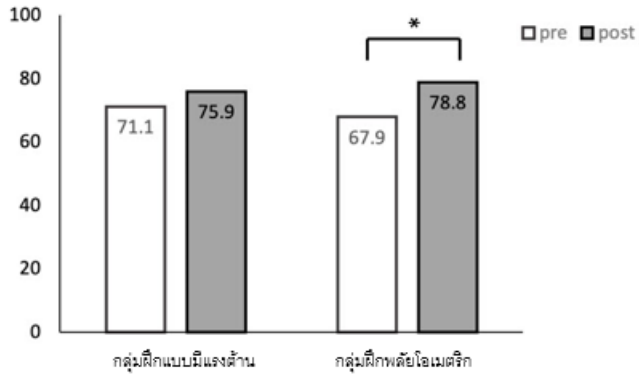
ภายหลังได้รับการฝึก 8 สัปดาห์ การทดสอบการทรงตัวแบบเคลื่อนไหวด้วยการทดสอบ การก้าวเท้ารูปดาวแบบประยุกต์ในทิศทางด้านหน้าของขาข้างที่บาดเจ็บ ($p=0.037$) ทิศทางด้านหลังเชียงนอกของขาข้างที่ได้รับบาดเจ็บ และขาข้างปกติ ($p=0.003$ และ 0.007 ตามลำดับ) รวมถึงผลคะแนนค่า Composite ในกลุ่มที่ได้รับการฝึกพลัยโอเมตริกมีค่าเพิ่มมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนได้รับการฝึก ($p<0.001$ และ 0.011 ตามลำดับ) แต่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทิศทางด้านหลังเฉียงใน และไม่พบความแตกต่างเมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



* p < .05 แตกต่างกันระหว่างก่อนและหลังการทดลองฝึก 8 สัปดาห์

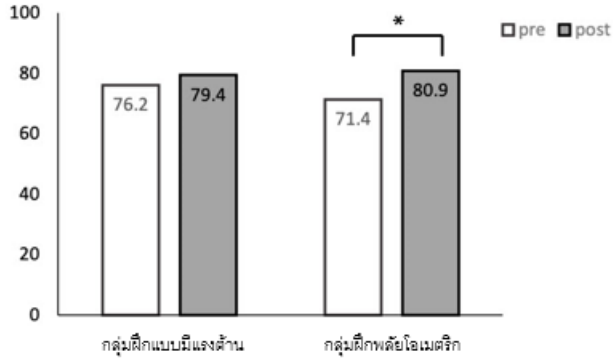
รูปที่ 30 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของการก้าวเท้ารูปดาวแบบประยุกต์ในทิศทางด้านหน้า ของขาข้างที่ได้รับบาดเจ็บระหว่างก่อนและหลังได้รับการฝึก 8 สัปดาห์ ของกลุ่มที่ได้รับการฝึกแรงต้าน และกลุ่มที่ได้รับการฝึกพลัยโอเมตริก



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

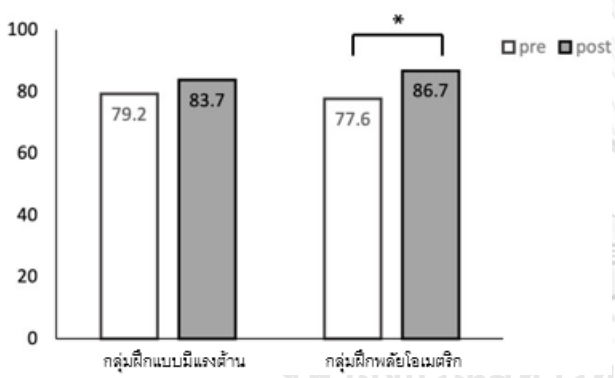
* p < .05 แตกต่างกันระหว่างก่อนและหลังการทดลองฝึก 8 สัปดาห์

รูปที่ 31 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของการก้าวเท้ารูปดาวแบบประยุกต์ในทิศทางด้านหลังเฉียงนอกของขาข้างที่ได้รับบาดเจ็บระหว่างก่อนและหลังได้รับการฝึก 8 สัปดาห์ ของกลุ่มที่ได้รับการฝึกแรงต้าน และกลุ่มที่ได้รับการฝึกพลัยโอเมตริก



* p < .05 แตกต่างกันระหว่างก่อนและหลังการทดลองฝึก 8 สัปดาห์

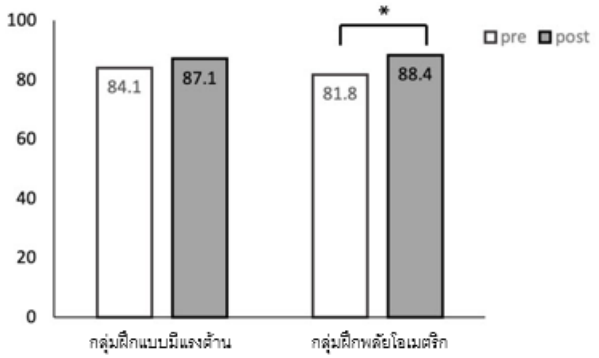
รูปที่ 32 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของการก้าวเท้ารูปดาวแบบประยุกต์ในทิศทางด้านหลังเฉียงนอกของขาข้างปกติระหว่างก่อนและหลังได้รับการฝึก 8 สัปดาห์ ของกลุ่มที่ได้รับการฝึกแรงต้าน และกลุ่มที่ได้รับการฝึกพลัยโอเมตริก



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

* p < .05 แตกต่างกันระหว่างก่อนและหลังการทดลองฝึก 8 สัปดาห์

รูปที่ 33 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของผลคะแนนค่า composite ของการก้าวเท้ารูปดาวแบบประยุกต์ของขาข้างที่ได้รับบาดเจ็บระหว่างก่อนและหลังได้รับการฝึก 8 สัปดาห์ ของกลุ่มที่ได้รับการฝึกแรงต้าน และกลุ่มที่ได้รับการฝึกพลัยโอเมตริก



* p < .05 แตกต่างกันระหว่างก่อนและหลังการทดลองฝึก 8 สัปดาห์

รูปที่ 34 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของผลคะแนนค่า composite ของการก้าวเท้ารูปดาวแบบประยุกต์ของขาข้างปกติระหว่างก่อนและหลังได้รับการฝึก 8 สัปดาห์ ของกลุ่มที่ได้รับการฝึกแรงต้านและกลุ่มที่ได้รับการฝึกพลัยโอเมตริก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 8 การเปรียบเทียบตัวแปรด้านความสามารถในการเคลื่อนที่ระหว่างก่อนและหลังได้รับการฝึก 8 สัปดาห์ ของกลุ่มที่ได้รับการฝึกแรงต้าน และกลุ่มที่ได้รับการฝึกพลัยโอเมตริก

ตัวแปร	กลุ่มฝึกแรงต้าน (n=12)		กลุ่มฝึกพลัยโอเมตริก (n=12)		p-value			
	ก่อนการทดลอง (Mean ± SD)	หลังการทดลอง (Mean ± SD)	ก่อนการทดลอง (Mean ± SD)	หลังการทดลอง (Mean ± SD)	เวลา	กลุ่ม	เวลา * กลุ่ม	ขนาดอิทธิพล
Y-shaped agility test (วินาที)	2.8 ± 0.2 (2.7, 2.9)	2.4 ± 0.1* (2.2, 2.4)	2.8 ± 0.2 (2.7, 2.9)	2.3 ± 0.2* (2.2, 2.4)	<0.001	0.642	0.124	0.053

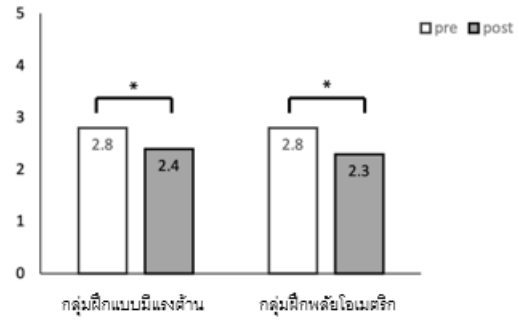
* p < .05 แตกต่างกันระหว่างก่อนและหลังการทดลองฝึก 8 สัปดาห์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย CHULALONGKORN UNIVERSITY

จากตารางที่ 7 แสดงการเปรียบเทียบผลของการทดสอบความสามารถในการเคลื่อนที่ด้วย Y-shaped agility test ระหว่างก่อนและหลังได้รับการฝึก 8 สัปดาห์ ของกลุ่มที่ได้รับการฝึกแรงต้านและกลุ่มที่ได้รับการฝึกพลัยโอเมตริก โดยไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างทั้ง 2 กลุ่ม

ภายหลังได้รับการฝึก 8 สัปดาห์ การทดสอบ Y-shaped agility test ในกลุ่มที่ได้รับการฝึกพลัยโอเมตริกและกลุ่มที่ได้รับการฝึกแรงต้านมีระยะเวลาลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนได้รับการฝึก ($p<0.001$) แต่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



* p < .05 แตกต่างกันระหว่างก่อนและหลังการทดลองฝึก 8 สัปดาห์

รูปที่ 35 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของ Y-shaped agility test ของขาข้างปกติระหว่างก่อนและหลังได้รับการฝึก 8 สัปดาห์ ของกลุ่มที่ได้รับการฝึกแรงต้าน และกลุ่มที่ได้รับการฝึกพลัยโอเมตริก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 9 การเปรียบเทียบตัวแปรด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อระหว่างก่อนและหลังได้รับการฝึก 8 สัปดาห์ ของกลุ่มที่ได้รับการฝึกแรงต้าน และกลุ่มที่ได้รับการฝึกพลัยโอเมตริก

ตัวแปร	กลุ่มฝึกแรงต้าน (n=12)		กลุ่มฝึกพลัยโอเมตริก (n=12)		p-value			
	ก่อนการทดลอง (Mean ± SD)	หลังการทดลอง (Mean ± SD)	ก่อนการทดลอง (Mean ± SD)	หลังการทดลอง (Mean ± SD)	เวลา	กลุ่ม	เวลา * กลุ่ม	ขนาดอิทธิพล
แรงบิดสูงสุดในการเหยียดเข่า								
ขาข้างบาดเจ็บ	153.9 ± 37.9 (128.1, 179.7)	165.4 ± 38.6 (139.5, 191.2)	154.3 ± 47.6 (128.5, 180.1)	175.3 ± 51.9 (149.5, 201.1)	0.211	0.689	0.711	0.003
ขาข้างปกติ	187.1 ± 40.6 (156.8, 217.4)	195.0 ± 40.8 (178.4, 238.9)	187.9 ± 55.6 (157.6, 218.1)	204.1 ± 60.5 (173.8, 234.4)	0.215	0.901	0.860	0.001
ดัชนีความสมมาตร	82.1 ± 8.2 (75.4, 88.8)	83.4 ± 16.7 (76.7, 90.1)	82.3 ± 10.0 (75.6, 89.0)	86.2 ± 9.2 (79.5, 92.9)	0.429	0.659	0.699	0.003
ค่าเฉลี่ยของแรงในการเหยียดเข่า								
ขาข้างบาดเจ็บ	1.9 ± 0.5 (1.6, 2.3)	2.1 ± 0.4 (1.8, 2.5)	2.0 ± 0.6 (1.7, 2.3)	2.3 ± 0.7 (1.9, 2.6)	0.144	0.605	0.835	0.001
ขาข้างปกติ	2.4 ± 0.5 (2.3, 3.1)	2.7 ± 0.5 (2.0, 2.8)	2.4 ± 0.7 (2.0, 2.8)	2.6 ± 0.7 (2.3, 3.0)	0.149	0.842	0.793	0.002
กำลังในการเหยียดเข่า								
ขาข้างบาดเจ็บ	158.9 ± 42.4 (131.4, 186.4)	173.6 ± 40.5 (146.1, 201.1)	162.2 ± 49.9 (134.7, 189.7)	184.4 ± 55.0 (156.9, 211.9)	0.184	0.609	0.784	0.002
ขาข้างปกติ	194.6 ± 45.1 (162.6, 226.5)	218.7 ± 51.4 (186.8, 250.7)	197.2 ± 58.2 (165,3 229.2)	214.0 ± 63.3 (182.0, 245.9)	0.204	0.948	0.816	0.001
งานในการเหยียดเข่า								
ขาข้างบาดเจ็บ	1.9 ± 0.5 (1.6, 2.2)	2.1 ± 0.6 (1.8, 2.4)	2.0 ± 0.6 (1.7, 2.3)	2.2 ± 0.6 (1.9, 2.5)	0.159	0.524	0.983	<0.001
ขาข้างปกติ	2.4 ± 0.5 (2.1, 2.8)	2.7 ± 0.5 (2.3, 3.0)	2.4 ± 0.7 (2.0, 2.7)	2.6 ± 0.7 (2.2, 3.0)	0.228	0.709	0.928	<0.001

แรงบิดสูงสุดในการงอเข่า								
ขาข้างบาดเจ็บ	108.0 ± 23.1 (89.5, 126.6)	116.8 ± 21.5 (98.3, 135.4)	102.9 ± 37.4 (84.3, 121.4)	115.4 ± 41.0 (96.9, 134.0)	0.252	0.721	0.839	0.001
ขาข้างปกติ	114.1 ± 27.2 (96.5, 131.7)	127.7 ± 25.9 (111.2, 146.3)	110.7 ± 33.5 (93.2, 128.3)	118.7 ± 34.1 (101.1, 136.2)	0.203	0.444	0.705	0.003
ดัชนีความสมมาตร	96.1 ± 13.9 (87.3, 105.0)	94.3 ± 15.5 (85.5, 103.2)	92.5 ± 16.3 (83.7, 101.4))	96.0 ± 15.0 (87.2, 104.9)	0.843	0.830	0.548	0.008
ค่าเฉลี่ยของแรงในการงอเข่า								
ขาข้างบาดเจ็บ	1.4 ± 0.2 (1.2, 1.6)	1.5 ± 0.2 (1.3, 1.7)	1.3 ± 0.4 (1.1, 1.5)	1.4 ± 0.4 (1.2, 1.6)	0.282	0.410	0.836	0.001
ขาข้างปกติ	1.5 ± 0.3 (1.3, 1.7)	1.7 ± 0.2 (1.5, 1.9)	1.4 ± 0.4 (1.2, 1.6)	1.5 ± 0.4 (1.3, 1.7)	0.132	0.320	0.665	0.004
กำลังในการงอเข่า								
ขาข้างบาดเจ็บ	113.2 ± 22.1 (94.8, 131.6)	120.5 ± 20.7 (102.1, 138.9)	106.1 ± 37.7 (87.7, 124.5)	118.2 ±40.8 (99.8, 136.6)	0.295	0.611	0.769	0.002
ขาข้างปกติ	118.9 ± 25.6 (101.5, 136.4)	132.4 ± 23.5 (114.9, 149.9)	113.7 ± 34.9 (96.2, 131.2)	123.7 ± 34.5 (106.2, 141.2)	0.183	0.427	0.844	0.001
งานในการงอเข่า								
ขาข้างบาดเจ็บ	1.4 ± 0.3 (1.2, 1.6)	1.5 ± 0.3 (1.3, 1.7)	1.3 ± 0.4 (1.1, 1.5)	1.4 ± 0.4 (1.2, 1.6)	0.410	0.296	0.904	<0.001
ขาข้างปกติ	1.5 ± 0.3 (1.3, 1.7)	1.7 ± 0.2 (1.5, 1.9)	1.4 ± 0.4 (1.2, 1.6)	1.6 ± 0.3 (1.4, 1.7)	0.178	0.334	0.929	<0.001

จากตารางที่ 8 แสดงการเปรียบเทียบผลของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าและต้นขาด้านหลังระหว่างก่อนและหลังได้รับการฝึก 8 สัปดาห์ ของกลุ่มที่ได้รับการฝึกแรงต้าน และกลุ่มที่ได้รับการฝึกพลัยโอเมตริก โดยที่ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าและต้นขาด้านหลังของขาข้างที่ได้รับบาดเจ็บ ขาข้างปกติ และความสมมาตรของขาทั้ง 2 ข้าง ในช่วงก่อนได้รับการฝึกไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างทั้ง 2 กลุ่ม ($p>0.2$)

ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าและต้นขาด้านหลังขาข้างที่ได้รับบาดเจ็บ และขาข้างปกติมีค่าเพิ่มขึ้นจากผลการทดสอบก่อนได้รับการฝึก แต่ไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของทั้ง 2 กลุ่ม ภายหลังได้รับการฝึก 8 สัปดาห์ ($p>0.4$)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 10 การเปรียบเทียบตัวแปรด้านแบบสอบถามการประเมินการทำงานของข้อเข่าระหว่างก่อนและหลังได้รับการฝึก 8 สัปดาห์ ของกลุ่มที่ได้รับการฝึกแรงต้าน และกลุ่มที่ได้รับการฝึกพลัยโอเมตริก

ตัวแปร	กลุ่มฝึกแรงต้าน (n=12)		กลุ่มฝึกพลัยโอเมตริก (n=12)		p-value			
	ก่อนการทดลอง (Mean ± SD)	หลังการทดลอง (mean ± SD)	ก่อนการทดลอง (Mean ± SD)	หลังการทดลอง (mean ± SD)	เวลา	กลุ่ม	เวลา * กลุ่ม	ขนาดอิทธิพล
แบบสอบถามการประเมินการทำงานของข้อเข่า (ร้อยละ)	76.7 ± 8.5 (70.6, 82.7)	81.3 ± 10.1 (75.3, 87.3)	80.5 ± 12.4 (74.5, 86.5)	87.5 ± 9.9 (81.5, 93.5)	0.056	0.100	0.698	0.003

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย CHULALONGKORN UNIVERSITY

จากตารางที่ 9 แสดงการเปรียบเทียบผลของการทดสอบการทำงานชองข้อเข่าโดยใช้แบบสอบถามการประเมินการทำงานของข้อเข่าระหว่างก่อนและหลังได้รับการฝึก 8 สัปดาห์ ของกลุ่มที่ได้รับการฝึกแรงต้าน และกลุ่มที่ได้รับการฝึกพลัยโอเมตริก โดยไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างทั้ง 2 กลุ่ม

ภายหลังได้รับการฝึก 8 สัปดาห์ คะแนนของแบบสอบถามการประเมินการทำงานของข้อเข่าไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนได้รับการฝึก ในกลุ่มที่ได้รับการฝึกพลัยโอเมตริกและกลุ่มที่ได้รับการฝึกแรงต้าน และไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยทดลองแบบสุ่มและมีกลุ่มควบคุม (Randomized controlled trial) มีวัตถุประสงค์การวิจัยหลักเพื่อศึกษาและเปรียบเทียบผลของการฝึกระหว่างการฝึกพลัยโอเมตริกและการฝึกแรงต้านต่อเวลาในการกระโดดขาเดียวระยะทาง 6 เมตร การรับรู้อากัปกริยา และการทำงานของข้อเข่าในผู้ป่วยผ่าตัดสร้างเอ็นไขว้หน้าอยู่ในระยะพักฟื้น 6-8 เดือน จำนวน 24 คน ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้ามากกว่าร้อยละ 60 เมื่อเปรียบเทียบกับขาข้างปกติ และต้องมีอาการปวดขณะทำกิจกรรมไม่เกิน 2 คะแนน จากนั้นแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 12 คน ได้แก่ กลุ่มที่ได้รับการฝึกแรงต้าน และกลุ่มที่ได้รับการฝึกพลัยโอเมตริก ทั้ง 2 กลุ่ม ได้รับโปรแกรมการฝึกจำนวน 2 ครั้ง ต่อสัปดาห์ ระยะเวลา 8 สัปดาห์ และทำการทดสอบตัวแปรต่าง ๆ ประกอบด้วย การกระโดดด้วยขาเพียงข้างเดียวระยะทาง 6 เมตร การรับรู้อากัปกริยา การทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อด้วยเครื่อง Isokinetic การยืนทรงตัวด้วยขาเพียงข้างเดียว การทรงตัวรูปดาวแบบประยุกต์ Y-shaped agility test และแบบสอบถามการประเมินการทำงานของข้อเข่าโดยเปรียบเทียบระหว่างก่อนและหลังได้รับการฝึกของแต่ละกลุ่ม และเปรียบเทียบก่อนและหลังได้รับการฝึกระหว่างกลุ่ม

สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ข้อมูลทั่วไปที่เป็นข้อมูลต่อเนื่อง เช่น อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง ดัชนีมวลกาย และระยะเวลาผ่าตัดแสดงผลด้วยค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เนื่องจากเป็นการกระจายตัวแบบปกติจากวิธีการทดสอบชาพิโร่-วิลค์ และใช้ Independent t-test ในการเปรียบเทียบความแตกต่างของทั้ง 2 กลุ่ม ข้อมูลที่จัดเป็นกลุ่ม เช่น เพศ ขาข้างที่บาดเจ็บ ระดับกิจกรรม ชนิดกีฬา ชนิดของเส้นเอ็นทดแทน และกระบวนการผ่าตัดร่วม ใช้การทดสอบด้วยสถิติ Chi-square test และใช้สถิติ Mann-Whitney U test ในการเปรียบเทียบความแตกต่างของทั้ง 2 กลุ่ม และตัวแปรหลัก เช่น เวลาในการกระโดดขาเดียวระยะทาง 6 เมตร การรับรู้อากัปกริยา การทรงตัวแบบอยู่กับที่และเคลื่อนไหว ความสามารถในการเคลื่อนที่ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และการประเมินการทำงานของข้อเข่าด้วยแบบสอบถามการประเมินการทำงานของข้อเข่า ใช้สถิติ two-way mixed ANOVA ส่วน post-hoc test ใช้วิธี LSD ในการเปรียบเทียบรายคู่ กำหนดความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สรุปผลการวิจัย

1. ข้อมูลพื้นฐานของผู้ป่วยก่อนการทดลอง ได้แก่ เพศ อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง ดัชนีมวลกาย ขาข้างที่ได้รับบาดเจ็บ ระยะเวลาการผ่าตัด ระดับกิจกรรม ชนิดกีฬา ชนิดเส้นเอ็นทดแทน และกระบวนการผ่าตัดร่วม ของผู้ป่วยทั้ง 2 กลุ่ม ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. เมื่อเปรียบเทียบตัวแปรด้านเวลาในการกระโดดขาเดียวระยะทาง 6 เมตร การรับรู้อากัปกริยา การทรงตัวแบบอยู่กับที่และเคลื่อนไหว ความสามารถในการเคลื่อนที่ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และการประเมินโดยการทำงานของข้อเข่าระหว่างกลุ่มที่ได้รับการฝึกแรงต้าน และกลุ่มที่ได้รับการฝึกพลัยโอเมตริก ในช่วงก่อนได้รับการฝึกทุกตัวแปรไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ภายหลังได้รับการฝึก 8 สัปดาห์ พบว่า เวลาในการกระโดดขาเดียวระยะทาง 6 เมตร ที่ทดสอบด้วยการกระโดดด้วยขาเพียงข้างเดียวระยะทาง 6 เมตร ในขาข้างที่ได้รับบาดเจ็บ มีระยะเวลาในการกระโดดลดลงในกลุ่มที่ได้รับการฝึกแรงต้าน และกลุ่มที่ได้รับการฝึกพลัยโอเมตริก เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนได้รับการฝึก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 อย่างไรก็ตามมีเพียงกลุ่มที่ได้รับการฝึกพลัยโอเมตริกที่ดัชนีความสมมาตรของขาทั้ง 2 ข้าง จากการทดสอบด้วยการกระโดดด้วยขาเพียงข้างเดียวระยะทาง 6 เมตร มีการเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เปรียบเทียบกับก่อนได้รับการฝึก และพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ได้รับการฝึกแรงต้าน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4. ภายหลังได้รับการฝึก 8 สัปดาห์ พบว่า การรับรู้อากัปกริยาที่ทดสอบด้วยการรับรู้ตำแหน่งของข้อเข่าในขาข้างที่ได้รับบาดเจ็บ ขาข้างปกติ และความแตกต่างของขาทั้ง 2 ข้าง มีองศาที่คลาดเคลื่อนลดลงในกลุ่มที่ได้รับการฝึกพลัยโอเมตริก เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนได้รับการฝึก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ได้รับการฝึกแรงต้าน

5. ภายหลังได้รับการฝึก 8 สัปดาห์ เวลาที่ใช้ในการทดสอบการทรงตัวแบบอยู่กับที่ที่ทดสอบด้วย การยืนทรงตัวด้วยขาเพียงข้างเดียวบนพื้นที่มีความมั่นคง และไม่มั่นคง แบบลืมตาและหลับตา พบว่า การยืนทรงตัวด้วยขาเพียงข้างเดียวบนพื้นที่มีความมั่นคงแบบหลับตา และการการยืนทรงตัวด้วยขาเพียงข้างเดียวบนพื้นที่ไม่มีความมั่นคงแบบลืมตา ในขาทั้ง 2 ข้าง มีระยะเวลาเพิ่มขึ้นอย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เช่นเดียวกับการยืนทรงตัวด้วยขาเพียงข้างเดียวบนพื้นที่ไม่มีความมั่นคงแบบหลับตาในขาข้างที่ได้รับบาดเจ็บ เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนได้รับการฝึก อย่างไรก็ตาม ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ได้รับการฝึกแรงต้าน

6. ภายหลังได้รับการฝึก 8 สัปดาห์ การทรงตัวแบบเคลื่อนไหวที่ทดสอบด้วยการก้าวเท้ารูปดาวแบบประยุกต์ พบว่า ทิศทางด้านหน้าของขาที่ได้รับบาดเจ็บ รวมถึงทิศทางด้านหลังเฉียงนอก และผลคะแนนค่า Composite ซึ่งเป็นผลคะแนนรวมของทั้ง 3 ทิศทาง ในขาทั้ง 2 ข้าง ของกลุ่มที่ได้รับการฝึกพลัยโอเมตริกเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนได้รับการฝึก อย่างไรก็ตามไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ได้รับการฝึกแรงต้าน

7. ภายหลังได้รับการฝึก 8 สัปดาห์ ความสามารถในการเคลื่อนที่ที่ทดสอบด้วย Y-shaped agility test ของกลุ่มที่ได้รับการฝึกแรงต้าน และกลุ่มที่ได้รับการฝึกพลัยโอเมตริกมีเวลาลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนได้รับการฝึก อย่างไรก็ตามไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ได้รับการฝึกแรงต้าน

8. ภายหลังได้รับการฝึก 8 สัปดาห์ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าและต้นขาด้านหลังมีการพัฒนาขึ้นในกลุ่มที่ได้รับการฝึกแรงต้าน และกลุ่มที่ได้รับการฝึกพลัยโอเมตริก แต่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนได้รับการฝึก และระหว่างกลุ่ม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

9. ภายหลังได้รับการฝึก 8 สัปดาห์ คะแนนแบบสอบถามการประเมินการทำงานของข้อเข่ามีการพัฒนาขึ้นในกลุ่มที่ได้รับการฝึกแรงต้าน และกลุ่มที่ได้รับการฝึกพลัยโอเมตริก แต่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนได้รับการฝึก

อภิปรายผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาและเปรียบเทียบผลของการฝึกพลัยโอเมตริกและการฝึกแรงต้านต่อเวลาในการกระโดดขาเดียวระยะทาง 6 เมตร และการรับรู้อากัปกริยา รวมถึงตัวแปรด้านการทำงานของประสาทกล้ามเนื้ออื่น ๆ ในผู้ป่วยผ่าตัดสร้างเอ็นไขว้หน้าที่อยู่ในระยะฟื้นฟู 6-8 เดือน นับตั้งแต่วันที่ได้เข้ารับการผ่าตัด โดยสมมติฐานของการวิจัยนี้คือ ภายหลังได้รับการฝึก 8 สัปดาห์

เวลาในการกระโดดขาเดียวระยะทาง 6 เมตร และการรับรู้อากัปกริยามีการพัฒนาขึ้นในกลุ่มที่ได้รับการฝึกพลัยโอเมตริก และดีกว่ากลุ่มที่ได้รับการฝึกแรงต้าน การค้นพบหลักของการวิจัยนี้พบว่า ทั้งกลุ่มที่ได้รับการฝึกแรงต้าน และกลุ่มที่ได้รับการฝึกพลัยโอเมตริก เวลาในการกระโดดขาเดียวระยะทาง 6 เมตร ในขาข้างที่บาดเจ็บมีการพัฒนาขึ้นภายหลังได้รับการฝึก 8 สัปดาห์จากการทดสอบด้วยการกระโดดด้วยขาเพียงข้างเดียวระยะทาง 6 เมตร เนื่องจากทั้ง 2 กลุ่ม มีการกระตุ้นการทำงานของกล้ามเนื้อโดยเฉพาะการเพิ่มของการระดมการทำงานของหน่วยประสาทยนต์ที่ส่งผลต่อการพัฒนาเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดที่ 2 อย่างไรก็ตามในส่วนของดัชนีความสมมาตรในการออกแรงของขาทั้ง 2 ข้าง มีเพียงกลุ่มที่ได้รับการฝึกพลัยโอเมตริกที่มีการพัฒนาขึ้นภายหลังได้รับการฝึก 8 สัปดาห์ และพัฒนาขึ้นได้ดีกว่ากลุ่มที่ได้รับการฝึกแรงต้าน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ภายหลังได้รับการฝึก 8 สัปดาห์ การรับรู้อากัปกริยาของกลุ่มที่ได้รับฝึกพลัยโอเมตริกแสดงให้เห็นถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนได้รับฝึก และเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ซึ่งสามารถนำมาอภิปรายผลได้ดังนี้

1. ผลของการฝึกแรงต้าน และกลุ่มฝึกพลัยโอเมตริกที่มีต่อตัวแปรเวลาในการกระโดดขาเดียวระยะทาง 6 เมตร จากการทดสอบด้วยการกระโดดด้วยขาเพียงข้างเดียวระยะทาง 6 เมตร พบว่าการกระโดดด้วยขาเพียงข้างเดียวระยะทาง 6 เมตร ในขาข้างที่ได้รับบาดเจ็บ มีระยะเวลาลดลงในกลุ่มที่ได้รับการฝึกแรงต้าน และกลุ่มที่ได้รับการฝึกพลัยโอเมตริก เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนได้รับการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงให้เห็นถึงการเพิ่มขึ้นของกำลังกล้ามเนื้อมีการกระตุ้นให้ออกแรงได้ดีขึ้น อันเกิดจากการเพิ่มขึ้นของการระดมการทำงานของหน่วยประสาทยนต์ที่ส่งผลต่อการพัฒนาเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดที่ 2 และกระตุ้น Growth hormone มากขึ้น ส่งผลให้เกิดการกระตุ้นการทำงานของกล้ามเนื้อได้มากขึ้นภายหลังได้รับการฝึกแรงต้านและการฝึกพลัยโอเมตริกระยะเวลา 8 สัปดาห์ (Asadi et al., 2017; Jullien et al., 2008) จากการศึกษาของ Behm และคณะ พบว่าการฝึกในรูปแบบที่พัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและกำลังกล้ามเนื้อสามารถช่วยพัฒนากำลังการกระโดดได้ (Behm et al., 2017) จากการที่การฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเป็นการฝึกในลักษณะที่มีการหดตัวของกล้ามเนื้อแบบหดสั้น (Concentric) และการหดตัวของกล้ามเนื้อแบบยืดยาวออก (Eccentric) จึงเพิ่มการระดมการทำงานของหน่วยประสาทยนต์ที่ส่งผลต่อพัฒนาเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดที่ 2 ที่ประกอบด้วยเซลล์ประสาทสั่งการ (Motor neuron) ที่มีขนาดใหญ่ทำให้เพิ่มการกระตุ้นการทำงานของกล้ามเนื้อ (Muscle activation) ได้มากขึ้น ทำให้การฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อช่วยเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและกระตุ้นกำลังในการออกกแรงได้มากขึ้น (Behm et al.,

2017) จึงส่งผลให้เวลาในการกระโดดด้วยขาเพียงขาเดียวระยะทาง 6 เมตร ลดลงได้ในกลุ่มที่ได้รับการฝึกแรงต้าน ส่วนการฝึกพลัยโอเมตริกเป็นการฝึกที่เกี่ยวข้องกับการกระโดดและลงสู่พื้น ซึ่งเป็นลักษณะการหดตัวของกล้ามเนื้อแบบยืดยาวออกและตามด้วยการหดสั้นอย่างรวดเร็ว (Davies et al., 2015) จึงไปกระตุ้นการทำงานของกระสวยกล้ามเนื้อ โดยเฉพาะในจังหวะ Eccentric phase เมื่อกระสวยกล้ามเนื้อถูกยืดออกจะเพิ่มเกิดการระดมการทำงานของหน่วยประสาทยนต์ขนาดใหญ่ในระยะเวลาเดียวกันได้มากขึ้น รวมถึงเกิดการกระตุ้นกระสวยกล้ามเนื้อซ้ำ ๆ ระหว่างการฝึก เมื่อกระสวยกล้ามเนื้อทำงานได้ดีขึ้นจึงเพิ่มการกระตุ้นการส่งสัญญาณของประสาท หากมีการกระตุ้นการส่งสัญญาณที่มากขึ้นจะมีการส่งสัญญาณไปยังไขสันหลังเพื่อเพิ่มการทำงานของกล้ามเนื้อในการหดตัวได้มากขึ้น นอกจากนี้เมื่อมีการกระตุ้นการส่งสัญญาณประสาทได้เร็วและแรงมากขึ้นจึงเพิ่มอัตราการพัฒนาแรง (Rate of force development) ทำให้มีกำลังในการออกแรงมากยิ่งขึ้น (Davies et al., 2015; Han et al., 2016) จากค่าเฉลี่ยของเวลาในการกระโดดขาเดียวระยะทาง 6 เมตร พบว่าเวลาที่ใช้ในการกระโดดด้วยขาเพียงข้างเดียวระยะทาง 6 เมตร ของกลุ่มพลัยโอเมตริกมีแนวโน้มที่จะสามารถพัฒนาการกระโดดด้วยขาเพียงข้างเดียวระยะทาง 6 เมตร ได้ดีกว่ากลุ่มที่ได้รับการฝึกแรงต้าน จากการศึกษาของ Behm และคณะ พบว่าการฝึกในรูปแบบที่พัฒนากำลังกล้ามเนื้อสามารถพัฒนากำลังการกระโดดได้ดีกว่าการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Behm et al., 2017) และจากการศึกษาของ Ozbar และคณะ พบว่านักกีฬาฟุตบอลหญิงมีผลการทดสอบกำลังในการกระโดดเพิ่มขึ้นภายหลังได้รับการฝึกพลัยโอเมตริกระยะเวลา 8 สัปดาห์ จากหลักฐานดังกล่าวจึงส่งผลให้การทดสอบการกระโดดด้วยขาเพียงข้างเดียวระยะทาง 6 เมตร นอกจากนี้ยังพบว่ามีเพียงกลุ่มที่ได้รับการฝึกพลัยโอเมตริกที่มีดัชนีความสมมาตรของขาทั้ง 2 ข้าง จากการทดสอบด้วยการกระโดดด้วยขาเพียงข้างเดียวระยะทาง 6 เมตร เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนได้รับการฝึกและพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ได้รับการฝึกแรงต้าน โดยค่าเฉลี่ยของดัชนีความสมมาตรในการกระโดดของขาทั้ง 2 ข้าง ของกลุ่มที่ได้รับการฝึกพลัยโอเมตริกที่มีค่าเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 91.7 จากการที่ขาทั้ง 2 ข้างมีระยะเวลาในการโดดขาเดียวระยะทาง 6 เมตรลดลง ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Chmielewski และคณะ ที่ศึกษาเปรียบเทียบการฝึกพลัยโอเมตริกแบบมีความเข้มข้นสูงและต่ำในผู้ป่วยที่ได้รับการผ่าตัดสร้างเอ็นไขว้หน้า ผลการศึกษาพบว่าภายหลังได้รับการฝึกค่าความสมมาตรในการกระโดดของขาทั้ง 2 ข้าง ของการทดสอบกระโดดด้วยขาเพียงข้างเดียวมีค่าเพิ่มขึ้นร้อยละ 92 (Chmielewski et al., 2016) เช่นเดียวกับการศึกษาของ Kasmi และคณะ ที่ทำการศึกษาผลของการฝึกพลัยโอเมตริกต่อการทรงตัวและประสิทธิภาพการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ทำงานของนักกีฬาชั้นเลิศหญิงภายหลังได้รับการผ่าตัดสร้างเอ็นไขว้หน้า ผลการศึกษาพบว่าความสมมาตรในการกระโดดของขาทั้ง 2 ข้าง ของการกระโดดด้วยขาเพียงข้างเดียวระยะทาง 6 เมตร ในนักกีฬาหญิงที่ได้รับการผ่าตัดสร้างเอ็นไขว้หน้ามีค่าเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 91 (Kasmi et al., 2021) ตรงกันข้ามกับกลุ่มที่ได้รับการฝึกแรงต้านที่เพิ่มขึ้นเพียงร้อยละ 78 จากการศึกษาก่อนหน้าพบว่าดัชนีความสมมาตรของขาทั้ง 2 ข้าง ของการทดสอบการกระโดดด้วยขาเพียงข้างเดียวระยะทาง 6 เมตร มากกว่าร้อยละ 90 ถูกใช้เป็นเกณฑ์มาตรฐานสำหรับการประเมินความความปลอดภัยในการกลับไปเล่นกีฬาภายหลังได้รับการผ่าตัดสร้างเอ็นไขว้หน้า (Thomeé et al., 2011) รวมถึงช่วยเพิ่มโอกาสในการบรรลุ Patient-acceptable symptom state (PASS) ภายหลังได้รับการผ่าตัดสร้างเอ็นไขว้หน้า (Cristiani et al., 2020) นอกจากนี้พบว่าผู้ป่วยที่มีดัชนีความสมมาตรของขาทั้ง 2 ข้าง ของการทดสอบการกระโดดด้วยขาเพียงข้างเดียวระยะทาง 6 เมตร อยู่ในระดับดีจะมีแนวโน้มที่จะสามารถกลับไปเล่นกีฬาได้และลดความเสี่ยงต่อการเกิดการบาดเจ็บซ้ำได้ในอนาคตมากกว่าผู้ป่วยที่มีผลการทดสอบไม่ดี (Thomeé et al., 2011) ดูเหมือนว่าการค้นพบเหล่านี้ช่วยส่งเสริมรูปแบบการฝึกพลัยโอเมตริกถือเป็นรูปแบบการฟื้นฟูที่ส่งผลลัพธ์ที่ดีต่อการลดความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บซ้ำและการกลับไปเล่นกีฬาภายหลังได้รับผ่าตัดสร้างเอ็นไขว้หน้า

2. ผลของการฝึกแรงต้าน และการฝึกพลัยโอเมตริกที่มีต่อตัวแปรการรับรู้อากัปกริยาจากการทดสอบด้วยการรับรู้ตำแหน่งของข้อเข่า พบว่าการรับรู้ตำแหน่งของข้อเข่าในขาข้างที่ได้รับบาดเจ็บขาข้างปกติ และความแตกต่างของขาทั้ง 2 ข้าง มีองศาที่คลาดเคลื่อนลดลงในกลุ่มที่ได้รับการฝึกพลัยโอเมตริกเท่านั้นเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนได้รับการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ได้รับการฝึกแรงต้าน เนื่องจากการฝึกพลัยโอเมตริกนอกจากจะกระตุ้นการทำงานของกระสวยกล้ามเนื้อให้ดีขึ้น ยังส่งผลต่อการพัฒนาตัวรับรู้สัญญาณประสาทรอบ ๆ ข้อเข่าอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะการทำงานของ GTO ที่รับรู้ต่อแรงที่มากระทำต่อข้อเข่า รวมถึง Mechanoreceptor ที่ถูกกระตุ้นซ้ำ ๆ ระหว่างการฝึกโดยเฉพาะในจังหวะที่มีการลงสู่พื้นจากการกระโดด จึงช่วยเพิ่มความไวต่อการตอบสนองของประสาทสัมผัส และการรับรู้ตำแหน่งของข้อต่อ (Chmielewski et al., 2006) ส่งผลให้พบการเปลี่ยนแปลงของการรับรู้ตำแหน่งของข้อเข่าภายหลังได้รับการฝึกพลัยโอเมตริก 8 สัปดาห์ และแตกต่างจากกลุ่มที่ได้รับการฝึกแรงต้านอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งผลลัพธ์ของการศึกษานี้มีความสอดคล้องกับผลลัพธ์ของการศึกษาก่อนหน้า จากการศึกษาของ Ghaderi และคณะ ที่มีการศึกษารูปแบบการฝึกประสาทกล้ามเนื้อโดยมีการฝึกกระโดดร่วมด้วยในนักกีฬาที่เคยได้รับการผ่าตัดสร้างเอ็นไขว้หน้า ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มที่ได้รับ

การฝึกสามารถพัฒนาการรับรู้อากัปกริยาร้อยละ 51.7 เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนได้รับการฝึก (Ghaderi et al., 2020) เช่นเดียวกันกับการศึกษาของ Alikhani และคณะ ที่มีการศึกษารูปแบบการฝึกพลัยโอเมตริกในนักกีฬาแบดมินตัน ผลการศึกษาพบว่า นักกีฬาแบดมินตันในกลุ่มที่ได้รับการฝึกพลัยโอเมตริกสามารถพัฒนาการรับรู้อากัปกริยาได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติภายหลังได้รับการฝึก (Alikhani et al., 2019) นอกจากนี้การทำงานของ GTO ที่ดีขึ้นภายหลังได้รับการฝึกพลัยโอเมตริกส่งผลดีต่อการลดแรงที่มากระทำต่อข้อเข่า ซึ่งมีส่วนช่วยในการป้องกันการบาดเจ็บที่ส่งผลกระทบต่อข้อเข่าได้ในขณะเคลื่อนไหวทำกิจกรรมที่มีความหนักโดยเฉพาะการกระโดด หรือเล่นกีฬา (Han et al., 2016) รวมถึงการเพิ่มขึ้นของการรับรู้อากัปกริยามีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกับการพัฒนากำลังกล้ามเนื้อ (Roberts et al., 2007) จากหลักฐานดังกล่าวดูเหมือนว่าจะช่วยยืนยันผลจากการวิจัยที่จะสามารถบ่งบอกได้ว่าการฝึกพลัยโอเมตริกมีส่วนสำคัญในการช่วยพัฒนาการรับรู้อากัปกริยา ซึ่งการรับรู้อากัปกริยาเป็นหนึ่งในตัวแปรที่มีบทบาทสำคัญต่อการทำงานของประสาทกล้ามเนื้อภายหลังได้รับการผ่าตัดสร้างเอ็นไขว้หน้า และช่วยลดโอกาสที่จะเกิดความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บซ้ำในอนาคตได้

3. ผลของการฝึกแรงต้าน และการฝึกพลัยโอเมตริกที่มีต่อตัวแปรการทรงตัวแบบอยู่กับที่และเคลื่อนไหว พบว่าการยืนทรงตัวด้วยขาเพียงข้างเดียวบนพื้นที่มีความมั่นคงแบบหลับตา และการการยืนทรงตัวด้วยขาเพียงข้างเดียวบนพื้นที่ไม่มีความมั่นคงแบบลืมตา ในขาทั้ง 2 ข้าง มีระยะเวลาเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เช่นเดียวกับการยืนทรงตัวด้วยขาเพียงข้างเดียวบนพื้นที่ไม่มีความมั่นคงแบบหลับตาในขาข้างที่ได้รับบาดเจ็บเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนได้รับการฝึก เนื่องจากการกระตุ้น GTO ร่วมกับตัวรับความรู้สึกรอบ ๆ ข้อเข่าระหว่างการฝึกพลัยโอเมตริกทำให้พบการเปลี่ยนแปลงของการทรงตัวแบบอยู่กับที่ภายหลังได้รับการฝึกพลัยโอเมตริก โดยเฉพาะการยืนทรงตัวด้วยขาเพียงข้างเดียวบนพื้นมั่นคงแบบหลับตา รวมถึงบนพื้นไม่มั่นคงแบบลืมตาและหลับตา Kasmi และคณะเชื่อว่าการฝึกพลัยโอเมตริกมีส่วนสำคัญในการช่วยพัฒนาการทรงตัวได้มากขึ้น เมื่อการส่งสัญญาณประสาทถูกกระตุ้นซ้ำ ๆ ระหว่างการฝึก (Kasmi et al., 2021) รวมถึงมีหลักฐานที่สำคัญพบว่าการรับรู้อากัปกริยาเป็นตัวรับรู้ประสาทสัมผัสที่สำคัญต่อการทรงตัว (Furlanetto et al., 2016) ทำให้เชื่อว่าการรับรู้อากัปกริยาที่เพิ่มขึ้นส่งผลต่อการพัฒนาการทรงตัวได้ แม้ว่าในการศึกษานี้ไม่ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ของตัวแปรดังกล่าว แต่ผลการศึกษามีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน นอกจากนี้จากการศึกษาของ Myer และคณะ ที่ศึกษาผลของการฝึกพลัยโอเมตริกต่อการทรงตัวในนักกีฬาหญิง พบว่าการฝึกพลัยโอเมตริกช่วยพัฒนาการควบคุมการทรงตัวในนักกีฬาหญิงเพิ่มขึ้น

ภายหลังได้รับการฝึก (Myer et al., 2006a) รวมถึงการพัฒนาการทรงตัวแบบเคลื่อนไหวที่ทดสอบด้วยการก้าวเท้ารูปดาวแบบประยุกต์ พบว่า ทิศทางด้านหน้าของขาที่ได้รับบาดเจ็บ รวมถึงทิศทางด้านหลังเฉียงนอก และผลคะแนนค่า Composite ซึ่งเป็นผลคะแนนรวมของทั้ง 3 ทิศทาง ในขาทั้ง 2 ข้าง ของกลุ่มที่ได้รับการฝึกพลัยโอเมตริกเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนได้รับการฝึก เนื่องจากการก้าวเท้าทั้ง 3 ทิศทางจำเป็นต้องอาศัยการควบคุมแบบป้อนด้านหน้า (Feedforward control) ซึ่งเกิดขึ้นจากการรับรู้ผ่านประสาทสัมผัสเพื่อเตรียมพร้อมก่อนการเคลื่อนไหว ร่วมกับได้รับการป้อนกลับด้วยภาพ (Visual feedback) จนกระทั่งปลายเท้าสัมผัสพื้น ส่วนทิศทางด้านหลังจะถูกตัดการป้อนกลับด้วยภาพจึงทำให้ต้องมีการทำงานของตัวรับความรู้สึกทางกายมากขึ้นในทิศทางด้านหลัง (Bulow et al., 2019) แต่ผลลัพธ์ดังกล่าวก็มีความสอดคล้องกับผลการศึกษาก่อนหน้า (Kasmi et al., 2021) เช่นเดียวกับการศึกษาของ Alikhani และคณะ พบว่าการทรงตัวแบบเคลื่อนไหวมีการพัฒนาขึ้นในนักกีฬาแบดมินตันหญิงภายหลังได้รับการฝึกพลัยโอเมตริก (Alikhani et al., 2019) รวมถึงยังพบการเปลี่ยนแปลงทางคลินิกที่สำคัญของผลคะแนนค่า Composite ของแต่ละข้างมากกว่าค่าของการเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุดที่ตรวจวัดได้ซึ่งมีความสำคัญในการประเมินผู้ป่วยทางคลินิก (van Lieshout et al., 2016)

4. ผลของการฝึกแรงต้าน และการฝึกพลัยโอเมตริกที่มีต่อตัวแปรความสามารถในการเคลื่อนที่ด้วยการทดสอบ Y-shaped agility test พบว่ากลุ่มที่ได้รับการฝึกแรงต้าน และกลุ่มที่ได้รับการฝึกพลัยโอเมตริกมีระยะเวลาในการเคลื่อนที่ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนได้รับการฝึก จากกลไกเกี่ยวกับการพัฒนาแรงและการกระตุ้นการทำงานของกล้ามเนื้อของทั้ง 2 กลุ่ม ทำให้พบว่าทั้ง 2 กลุ่ม มีการพัฒนา Y-shaped agility test ภายหลังได้รับการฝึกระยะเวลา 8 สัปดาห์ ซึ่งใกล้เคียงกับการศึกษาของ Julien และคณะ ที่พบว่าความสามารถในการเคลื่อนที่ระยะสั้นร่วมกับการเปลี่ยนทิศทางในนักกีฬาฟุตบอลมีการพัฒนาภายหลังได้รับการฝึกความแข็งแรง (Jullien et al., 2008) เนื่องจากความสามารถในการเคลื่อนที่จำเป็นต้องอาศัยการทำงานประสานสัมพันธ์หลากหลายองค์ประกอบ เช่น ความเร็ว การทำงานประสานสัมพันธ์ของร่างกาย และความคล่องแคล่ว ซึ่งจำเป็นต้องอาศัยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อที่มีส่วนสำคัญต่อการกระตุ้นการทำงานของกล้ามเนื้อ (Manolopoulos et al., 2004; Sheppard & Young, 2006) และจากการศึกษาของ Redondo และคณะ พบว่าเวลาในการเคลื่อนไหวลดลงภายหลังได้รับการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Redondo et al., 2014) นอกจากนี้ไม่เพียงความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเท่านั้นที่เป็นองค์ประกอบที่สำคัญต่อการเคลื่อนไหว แต่ความสามารถในการวิ่งด้วยความเร็ว และการกระโดดก็

ส่งผลต่อความสามารถในการเคลื่อนไหวโดยเฉพาะการเพิ่มความเร็วในการเปลี่ยนทิศทาง (Asadi et al., 2017) ทำให้พบว่ากลุ่มที่ได้รับการฝึกพลัยโอเมตริกมีระยะเวลาการเคลื่อนที่ที่ลดลงภายหลังได้รับการฝึก เนื่องจากการฝึกพลัยโอเมตริกช่วยเพิ่มความไวต่อการตอบสนองของตัวรับรู้ของระบบประสาทเพื่อเพิ่มการกระตุ้นการทำงานของระบบประสาทให้สั่งการไปยังกล้ามเนื้อได้อย่างรวดเร็วมากขึ้น จึงทำให้เกิดการตอบสนองต่อการเคลื่อนที่ของร่างกายได้อย่างรวดเร็วมากขึ้น (Chmielewski et al., 2006; Davies et al., 2015) จากการศึกษาของ Ozbar พบว่าความสามารถในการเคลื่อนที่ด้วยความเร็วมีการพัฒนาขึ้นในนักกีฬาฟุตบอลหญิงที่ได้รับการฝึกพลัยโอเมตริก (Ozbar et al., 2014) รวมถึงจากการศึกษาของ Asadi และคณะ พบว่าการฝึกพลัยโอเมตริกสามารถพัฒนาความสามารถในการเคลื่อนที่ในลักษณะที่มีการเปลี่ยนทิศทางได้ (Asadi et al., 2016) และเชื่อว่าความสามารถในการเคลื่อนที่อาจมีความสัมพันธ์กับความแข็งแรงและกำลังกล้ามเนื้อ (Asadi et al., 2017; Jullien et al., 2008)

5. ผลของการฝึกแรงต้าน และการฝึกพลัยโอเมตริกที่มีต่อตัวแปรด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อไม่พบการเปลี่ยนแปลงของแรงบิดสูงสุด กำลัง และงานในการเยียดและงอเข่า อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อที่ทดสอบด้วยเครื่อง Isokinetic โดยกำหนดความเร็วที่ 60 องศาต่อวินาที อาจเป็นเพราะผู้เข้าร่วมวิจัยได้รับการฝึกเพื่อพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อในช่วงระยะที่ 2 ของการฟื้นฟูก่อนเข้าร่วมการศึกษานี้อยู่แล้ว และจากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อในระดับเดิมเป็นระยะเวลาต่อเนื่องกันอาจไม่สามารถพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อได้มากพอ ("Progression Models in Resistance Training for Healthy Adults," 2009) ซึ่งการฝึกแรงต้านในการศึกษานี้มีการกำหนดความหนักร้อยละ 75 ของน้ำหนักสูงสุดที่ยกได้ 1 ครั้ง ซึ่งเป็นความหนักที่ถูกใช้ในโปรแกรมการฟื้นฟูเพื่อพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อของผู้ป่วยที่ได้รับการผ่าตัดสร้างเอ็นไขว้หน้าอยู่แล้ว รวมถึงไม่มีการเปลี่ยนแปลงท่าที่ใช้ฝึกและยังมีการใช้กล้ามเนื้อกลุ่มเดิมตลอดเวลา จึงอาจส่งผลให้แม้ว่าทั้งกลุ่มที่ได้รับการฝึกแรงต้าน และกลุ่มพลัยโอเมตริกมีแนวโน้มในการพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อได้เพิ่มขึ้นภายหลังได้รับการฝึกแต่ไม่พบการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อในการศึกษานี้

6. ผลของการฝึกแรงต้าน และการฝึกพลัยโอเมตริกที่มีต่อตัวแปรด้านการประเมินการทำงานของข้อเข่าด้วยแบบสอบถามการประเมินการทำงานของข้อเข่า ซึ่งแบบสอบถามการประเมินการทำงานของข้อเข่าเป็นแบบสอบถามที่ประกอบด้วยข้อคำถามในการประเมินอาการ เช่น อาการปวด

หรือบวม การใช้งานข้อเข่า และการประเมินความสามารถในการทำกิจกรรม เช่น การขึ้นหรือลงบันได การวิ่ง การกระโดด ซึ่งผู้ป่วยแต่ละคนมีความสามารถในการใช้งานที่ดีอยู่แล้วก่อนการฝึกในการศึกษานี้ จึงทำให้อาจไม่พบการเปลี่ยนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติภายหลังได้รับการฝึกทั้ง 2 กลุ่ม อย่างไรก็ตามค่าเฉลี่ยของคะแนนแบบสอบถามการประเมินการทำงานของข้อเข่าภายหลังได้รับการฝึกพบว่ากลุ่มที่ได้รับการฝึกแรงต้าน และกลุ่มพลัยโอเมตริกมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 81.3 และ 87.5 ตามลำดับ ซึ่งใกล้เคียงกับผลการศึกษาของ Chmielewski และคณะ ที่มีค่าเฉลี่ยของคะแนนของแบบสอบถามการประเมินการทำงานของข้อเข่าร้อยละ 82.1 (Chmielewski et al., 2016)

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะจากการวิจัยครั้งนี้

จากการวิจัยพบว่าการฝึกพลัยโอเมตริกน่าจะเป็นหนึ่งในโปรแกรมการฟื้นฟูที่ส่งผลดีต่อการพัฒนาประสาทกล้ามเนื้อ และการทำงานของข้อเข่าในผู้ป่วยที่ได้รับการผ่าตัดสร้างเอ็นไขว้หน้า

ข้อเสนอแนะในการวิจัยขั้นต่อไป

ในอนาคตจำเป็นต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมถึงการเปลี่ยนแปลงที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงคลินิกที่สำคัญต่อการพัฒนาและป้องกันความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บซ้ำของตัวแปรต่าง ๆ สำหรับผู้ป่วยผ่าตัดเอ็นไขว้หน้า

ข้อจำกัดในการวิจัย

ในการศึกษานี้มีกลุ่มตัวอย่างที่เป็นเพศหญิงเพียง 1 คน เท่านั้น ซึ่งจากผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นอาจจะไม่สามารถสรุปผลที่เกิดขึ้นในภาพรวมกับผู้ป่วยเพศหญิงได้อย่างครอบคลุม

สรุปผลการวิจัย

การฝึกพลัยโอเมตริกสามารถพัฒนาการทำงานของประสาทกล้ามเนื้อได้เช่นเดียวกับการฝึกแรงต้าน อย่างไรก็ตามการฝึกพลัยโอเมตริกสามารถพัฒนาการรับรู้อากัปกริยา และดัชนีความสมมาตรของขาทั้ง 2 ข้าง ของเวลาในการกระโดดขาเดียวระยะทาง 6 เมตร ได้ดีกว่าการฝึกแรงต้านเพียงอย่างเดียว ดังนั้นจึงควรเพิ่มรูปแบบการฝึกพลัยโอเมตริกเป็นหนึ่งในโปรแกรมช่วงระยะสุดท้ายของการฟื้นฟูผู้ป่วยที่ได้รับการผ่าตัดสร้างเอ็นไขว้หน้า ซึ่งน่าจะมีส่วนช่วยในการส่งผลลัพธ์ที่ดีต่อการกลับไปเล่นกีฬาและลดความเสี่ยงต่อการเกิดการบาดเจ็บซ้ำภายหลังได้รับการผ่าตัดสร้างเอ็นไขว้หน้า

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

ไพรัช คงกิจมั่น. (2562). ผลของโปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริกที่มีต่อพลังกล้ามเนื้อและทักษะกีฬาบาสเกตบอลของนักกีฬาบาสเกตบอลเยาวชนชายโรงเรียนไตรมิตรวิทยาลัย. *J. health, phys. educ. recreat.,* 45(2), 135-154.

ไพรัช ทศคำไชย. (2562). ผลของการฝึกพลัยโอเมตริกด้วยเทคนิค Jump Over Barrier ที่มีต่อ พลังกล้ามเนื้อขาของผู้เรียนวิชายิมนาสติก. *J. health, phys. educ. recreat.,* 45(1).

ภูสิต ถาดา. (2540). การเปรียบเทียบผลระหว่างการฝึกเสริมไอโซโทนิคควบคู่พลัยโอเมตริก,กับไอโซโทนิค, ไอโซเมตริกควบคู่พลัยโอเมตริก ที่มีต่อพลังกล้ามเนื้อขาและแขน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย].

ภาษาอังกฤษ

Adams, D., Logerstedt, D. S., Hunter-Giordano, A., Axe, M. J., & Snyder-Mackler, L. (2012). Current concepts for anterior cruciate ligament reconstruction: a criterion-based rehabilitation progression. *J Orthop Sports Phys Ther,* 42(7), 601-614. https://doi.org/10.2519/jospt.2012.3871

Aglietti, P., Buzzi, R., Zaccherotti, G., & De Biase, P. (1994). Patellar tendon versus doubled semitendinosus and gracilis tendons for anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med,* 22(2), 211-218.

Alikhani, R., Shahrjerdi, S., Golpaigany, M., & Kazemi, M. (2019). The effect of a six-week plyometric training on dynamic balance and knee proprioception in female badminton players. *The Journal of the Canadian Chiropractic Association,* 63(3), 144-153. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31988535

https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6973753/

Andersson, D., Samuelsson, K., & Karlsson, J. (2009, Jun). Treatment of anterior cruciate ligament injuries with special reference to surgical technique and rehabilitation: an assessment of randomized controlled trials. *Arthroscopy,* 25(6), 653-685.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

https://doi.org/10.1016/j.arthro.2009.04.066

Ardern, C. L., Taylor, N. F., Feller, J. A., & Webster, K. E. (2014, Nov). Fifty-five per cent return to competitive sport following anterior cruciate ligament reconstruction surgery: an updated systematic review and meta-analysis including aspects of physical functioning and contextual factors. *Br J Sports Med,* 48(21), 1543-1552. https://doi.org/10.1136/bjsports-2013-093398

Asadi, A., Arazi, H., Ramirez-Campillo, R., Moran, J., & Izquierdo, M. (2017). Influence of maturation stage on agility performance gains after plyometric training: a systematic review and meta-analysis. *J Strength Cond Res.,* 31(9), 2609-2617.

Asadi, A., Arazi, H., Young, W. B., & Sáez de Villarreal, E. (2016, Jul). The Effects of Plyometric Training on Change-of-Direction Ability: A Meta-Analysis. *Int J Sports Physiol Perform,* 11(5), 563-573. https://doi.org/10.1123/ijspp.2015-0694

Baldon Rde, M., Moreira Lobato, D. F., Yoshimatsu, A. P., dos Santos, A. F., Francisco, A. L., Pereira Santiago, P. R., & Serrão, F. V. (2014, Jan). Effect of plyometric training on lower limb biomechanics in females. *Clin J Sport Med,* 24(1), 44-50. https://doi.org/10.1097/01.jsm.0000432852.00391.de

Behm, D. G., Young, J. D., Whitten, J. H., Reid, J. C., Quigley, P. J., Low, J., Li, Y., Lima, C. D., Hodgson, D. D., & Chaouachi, A. (2017). Effectiveness of traditional strength vs. power training on muscle strength, power and speed with youth: a systematic review and meta-analysis. *Front. Physiol.,* 8, 423.

Bieler, T., Sobol, N. A., Andersen, L. L., Kiel, P., Løfholm, P., Aagaard, P., Magnusson, S. P., Krogsgaard, M. R., & Beyer, N. (2014). The effects of high-intensity versus low-intensity resistance training on leg extensor power and recovery of knee function after ACL-reconstruction. *Biomed Res Int,* 2014, 278512. https://doi.org/10.1155/2014/278512

Bregenhof, B., Jørgensen, U., Aagaard, P., Nissen, N., Creaby, M. W., Thorlund, J. B., Jensen, C., Torfing, T., & Holsgaard-Larsen, A. (2018, Jan 26). The effect of targeted exercise on knee-muscle function in patients with persistent hamstring

deficiency following ACL reconstruction - study protocol for a randomized controlled trial. *Trials,* 19(1), 75. https://doi.org/10.1186/s13063-018-2448-3

Buckthorpe, M., & Della Villa, F. (2021, Jun 1). Recommendations for Plyometric Training after ACL Reconstruction - A Clinical Commentary. *International journal of sports physical therapy,* 16(3), 879-895. https://doi.org/10.26603/001c.23549

Bulow, A., Anderson, J. E., Leiter, J. R., MacDonald, P. B., & Peeler, J. (2019). The modified star excursion balance and y-balance test results differ when assessing physically active healthy adolescent females. *International journal of sports physical therapy,* 14(2), 192-203. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30997272

https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6449011/

Chappell, J. D., & Limpisvasti, O. (2008). Effect of a neuromuscular training program on the kinetics and kinematics of jumping tasks. *The American Journal of Sports Medicine,* 36(6), 1081-1086.

Cheecharern, S., & Lohpongpaiboon, C. (2018). Outcomes of anterior cruciate ligament reconstruction in Rajavithi Hospital. *J Med Assoc Thai,* 101(2), 9.

Chmielewski, T. L., George, S. Z., Tillman, S. M., Moser, M. W., Lentz, T. A., Indelicato, P. A., Trumble, T. N., Shuster, J. J., Cicuttini, F. M., & Leeuwenburgh, C. (2016, Mar). Low- versus high-intensity plyometric exercise during rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med,* 44(3), 609-617. https://doi.org/10.1177/0363546515620583

Chmielewski, T. L., Jones, D., Day, T., Tillman, S. M., Lentz, T. A., & George, S. Z. (2008, Dec). The association of pain and fear of movement/reinjury with function during anterior cruciate ligament reconstruction rehabilitation. *J Orthop Sports Phys Ther,* 38(12), 746-753. https://doi.org/10.2519/jospt.2008.2887

Chmielewski, T. L., Myer, G. D., Kauffman, D., & Tillman, S. M. (2006, May). Plyometric exercise in the rehabilitation of athletes: physiological responses and clinical application. *J Orthop Sports Phys Ther,* 36(5), 308-319.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

https://doi.org/10.2519/jospt.2006.2013

Criss, C. R., Melton, M. S., Ulloa, S. A., Simon, J. E., Clark, B. C., France, C. R., & Grooms, D. R. (2021, Jun). Rupture, reconstruction, and rehabilitation: A multi-disciplinary review of mechanisms for central nervous system adaptations following anterior cruciate ligament injury. *Knee,* 30, 78-89. https://doi.org/10.1016/j.knee.2021.03.009

Cristiani, R., Mikkelsen, C., Edman, G., Forssblad, M., Engström, B., & Stålman, A. (2020). Age, gender, quadriceps strength and hop test performance are the most important factors affecting the achievement of a patient-acceptable symptom state after ACL reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.,* 28, 369-380.

Cvjetkovic, D. D., Bijeljac, S., Palija, S., Talic, G., Radulovic, T. N., Kosanovic, M. G., & Manojlovic, S. (2015). Isokinetic testing in evaluation rehabilitation outcome after acl reconstruction. *Medical archives (Sarajevo, Bosnia and Herzegovina),* 69(1), 21-23. https://doi.org/10.5455/medarh.2015.69.21-23

Davies, G., Riemann, B. L., & Manske, R. (2015). Current concepts of plyometric exercise. *International journal of sports physical therapy,* 10(6), 760-786. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26618058

https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4637913/

de Jong, S. N., van Caspel, D. R., van Haeff, M. J., & Saris, D. B. (2007). Functional assessment and muscle strength before and after reconstruction of chronic anterior cruciate ligament lesions. *J. Arthrosc. Relat. Surg,* 23(1), 21. e21-21. e11.

Della Villa, S., Boldrini, L., Ricci, M., Danelon, F., Snyder-Mackler, L., Nanni, G., & Roi, G. S. (2012). Clinical outcomes and return-to-sports participation of 50 soccer players after anterior cruciate ligament reconstruction through a sport-specific rehabilitation protocol. *Sports Health,* 4(1), 17-24.

Domingues, P. C., Serenza, F. S., Muniz, T. B., de Oliveira, L. F. L., Salim, R., Fogagnolo, F., Kfuri, M., Jr., & Ferreira, A. M. (2018, Aug). The relationship between performance on the modified star excursion balance test and the knee muscle

Chulalongkorn University

strength before and after anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee,* 25(4), 588-594. https://doi.org/10.1016/j.knee.2018.05.010

Duchateau, J., Semmler, J. G., & Enoka, R. M. (2006, Dec). Training adaptations in the behavior of human motor units. *J Appl Physiol (*1985*),* 101(6), 1766-1775. https://doi.org/10.1152/japplphysiol.00543.2006

Furlanetto, T. S., Peyré-Tartaruga, L. A., do Pinho, A. S., Bernardes, E. d. S., & Zaro, M. A. (2016, Mar-Apr). Proprioception,body balance and functionality in individuals with acl reconstruction. *Acta ortopedica brasileira,* 24(2), 67-72. https://doi.org/10.1590/1413-785220162402108949

Ghaderi, M., Letafatkar, A., Almonroeder, T. G., & Keyhani, S. (2020, Dec). Neuromuscular training improves knee proprioception in athletes with a history of anterior cruciate ligament reconstruction: A randomized controlled trial. *Clin Biomech (Bristol, Avon),* 80, 105157. https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2020.105157

Han, J., Waddington, G., Adams, R., Anson, J., & Liu, Y. (2016, Mar). Assessing proprioception: A critical review of methods. *J Sport Health Sci,* 5(1), 80-90. https://doi.org/10.1016/j.jshs.2014.10.004

Hernández, S., Ramirez-Campillo, R., Álvarez, C., Sanchez-Sanchez, J., Moran, J., Pereira, L. A., & Loturco, I. (2018). Effects of plyometric training on neuromuscular performance in youth basketball players: A pilot study on the influence of drill randomization. *J. Sports Sci. Med.,* 17(3), 372.

Holm, I., Fosdahl, M. A., Friis, A., Risberg, M. A., Myklebust, G., & Steen, H. (2004). Effect of neuromuscular training on proprioception, balance, muscle strength, and lower limb function in female team handball players. *Clinical Journal of Sport Medicine,* 14(2), 88-94.

Horníková, H., Jeleň, M., & Zemková, E. (2021). Determinants of reactive agility in tests with different demands on sensory and motor components in handball players. *Applied Sciences,* 11(14), 6531. https://www.mdpi.com/2076-3417/11/14/6531

Janewanitsataporn, S. (2020). The Functional Tests after ACL Reconstruction with and without Meniscal Repair. *J Health Sci Med Res,* 38(2), 73-79.

Jullien, H., Bisch, C., Largouët, N., Manouvrier, C., Carling, C. J., & Amiard, V. (2008). Does a short period of lower limb strength training improve performance in field-based tests of running and agility in young professional soccer players? *J Strength Cond Res.,* 22(2), 404-411.

Junge, A., & Dvorak, J. (2004, 2004/11/01). Soccer Injuries. *Sports medicine,* 34(13), 929-938. https://doi.org/10.2165/00007256-200434130-00004

Kapreli, E., & Athanasopoulos, S. (2006). The anterior cruciate ligament deficiency as a model of brain plasticity. *Med Hypotheses,* 67(3), 645-650. https://doi.org/10.1016/j.mehy.2006.01.063

Kasmi, S., Zouhal, H., Hammami, R., Clark, C. C., Hackney, A. C., Hammami, A., Chtara, M., Chortane, S. G., Salah, F. Z. B., & Granacher, U. (2021). The effects of eccentric and plyometric training programs and their combination on stability and the functional performance in the post-ACL-surgical rehabilitation period of elite female athletes. *Frontiers in Physiology,* 12, 688385.

Kaya, D., Guney-Deniz, H., Sayaca, C., Calik, M., & Doral, M. N. (2019, 2019/11/15). Effects on lower extremity neuromuscular control exercises on knee proprioception, muscle Strength, and functional Level in patients with ACL reconstruction. *Biomed Res. Int,* 2019, 1694695. https://doi.org/10.1155/2019/1694695

Kiapour, A., & Murray, M. (2014). Basic science of anterior cruciate ligament injury and repair. *Bone Jt. Res,* 3(2), 20-31.

Konishi, Y., Oda, T., Tsukazaki, S., Kinugasa, R., & Fukubayashi, T. (2012, Dec). Relationship between quadriceps femoris muscle volume and muscle torque at least 18 months after anterior cruciate ligament reconstruction. *Scand J Med Sci Sports,* 22(6), 791-796. https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2011.01332.x

Laoruengthana, A., Poosamsai, P., Fangsanau, T., Supanpaiboon, P., & Tungkasamesamran, K. (2009, Dec). The epidemiology of sports injury during the

37th Thailand National Games 2008 in Phitsanulok. *J Med Assoc Thai,* 92 *Suppl* 6, S204-210.

Lee, D. H., Lee, J. H., Ahn, S. E., & Park, M. J. (2015). Effect of time after anterior cruciate ligament tears on proprioception and postural stability. *PLoS One,* 10(9), e0139038. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0139038

Lee, J. H., Han, S. B., Park, J. H., Choi, J. H., Suh, D. K., & Jang, K. M. (2019, Apr). Impaired neuromuscular control up to postoperative 1 year in operated and nonoperated knees after anterior cruciate ligament reconstruction. *Medicine (Baltimore),* 98(15), e15124. https://doi.org/10.1097/md.0000000000015124

Lentz, T. A., Zeppieri, G., Jr., George, S. Z., Tillman, S. M., Moser, M. W., Farmer, K. W., & Chmielewski, T. L. (2015, Feb). Comparison of physical impairment, functional, and psychosocial measures based on fear of reinjury/lack of confidence and return-to-sport status after ACL reconstruction. *Am J Sports Med,* 43(2), 345-353. https://doi.org/10.1177/0363546514559707

Lentz, T. A., Zeppieri, G., Jr., Tillman, S. M., Indelicato, P. A., Moser, M. W., George, S. Z., & Chmielewski, T. L. (2012, Nov). Return to preinjury sports participation following anterior cruciate ligament reconstruction: contributions of demographic, knee impairment, and self-report measures. *J Orthop Sports Phys Ther,* 42(11), 893-901. https://doi.org/10.2519/jospt.2012.4077

Lepley, L. K., Davi, S. M., Hunt, E. R., Burland, J. P., White, M. S., McCormick, G. Y., & Butterfield, T. A. (2020, Apr). Morphology and anabolic response of skeletal muscles subjected to eccentrically or concentrically biased exercise. *J Athl Train,* 55(4), 336-342. https://doi.org/10.4085/1062-6050-174-19

Lertwanich, P., Praphruetkit, T., Keyurapan, E., Lamsam, C., & Kulthanan, T. (2008, Aug). Validity and reliability of Thai version of the International Knee Documentation Committee Subjective Knee Form. *J Med Assoc Thai,* 91(8), 1218-1225.

Liu-Ambrose, T., Taunton, J. E., MacIntyre, D., McConkey, P., & Khan, K. M. (2003, Apr). The effects of proprioceptive or strength training on the neuromuscular function

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

of the ACL reconstructed knee: a randomized clinical trial. *Scand J Med Sci Sports,* 13(2), 115-123. https://doi.org/10.1034/j.1600-0838.2003.02113.x

Logerstedt, D., Grindem, H., Lynch, A., Eitzen, I., Engebretsen, L., Risberg, M. A., Axe, M. J., & Snyder-Mackler, L. (2012, Oct). Single-legged hop tests as predictors of self-reported knee function after anterior cruciate ligament reconstruction: the Delaware-Oslo ACL cohort study. *Am J Sports Med,* 40(10), 2348-2356. https://doi.org/10.1177/0363546512457551

Lynch, A. D., Logerstedt, D. S., Grindem, H., Eitzen, I., Hicks, G. E., Axe, M. J., Engebretsen, L., Risberg, M. A., & Snyder-Mackler, L. (2015). Consensus criteria for defining 'successful outcome'after ACL injury and reconstruction: a Delaware-Oslo ACL cohort investigation. *Br. J. Sports Med.,* 49(5), 335-342.

Manolopoulos, E., Papadopoulos, C., Salonikidis, K., Katartzi, E., & Poluha, S. (2004, Oct). Strength training effects on physical conditioning and instep kick kinematics in young amateur soccer players during preseason. *Percept Mot Skills,* 99(2), 701-710. https://doi.org/10.2466/pms.99.2.701-710

Mather, R. C., 3rd, Koenig, L., Kocher, M. S., Dall, T. M., Gallo, P., Scott, D. J., Bach, B. R., Jr., & Spindler, K. P. (2013, Oct 2). Societal and economic impact of anterior cruciate ligament tears. *J Bone Joint Surg Am,* 95(19), 1751-1759. https://doi.org/10.2106/jbjs.L.01705

McKinlay, B. J., Wallace, P., Dotan, R., Long, D., Tokuno, C., Gabriel, D. A., & Falk, B. (2018). Effects of plyometric and resistance training on muscle strength, explosiveness, and neuromuscular function in young adolescent soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research,* 32(11), 3039-3050.

Meierbachtol, A., Rohman, E., Paur, E., Bottoms, J., & Tompkins, M. (2017). Quantitative improvements in hop test scores after a 6-week neuromuscular training program. *Sports Health,* 9(1), 22-29.

Myer, G. D., Ford, K. R., Brent, J. L., & Hewett, T. E. (2006b). The effects of plyometric vs. dynamic stabilization and balance training on power, balance, and landing force

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

in female athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research,* 20(2), 345-353.

Nagelli, C., Di Stasi, S., Tatarski, R., Chen, A., Wordeman, S., Hoffman, J., & Hewett, T. E. (2020, 2020/10/01). Neuromuscular training improves self-reported function and single-leg landing hip biomechanics in athletes after anterior cruciate ligament reconstruction. *Orthop. J. Sports Med,* 8(10), 2325967120959347. https://doi.org/10.1177/2325967120959347

Nicholls, M., Aspelund, T., Ingvarsson, T., & Briem, K. (2018, Feb). Nationwide study highlights a second peak in ACL tears for women in their early forties. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc,* 26(2), 648-654. https://doi.org/10.1007/s00167-017-4807-0

Nicholls, M., Ingvarsson, T., & Briem, K. (2021). Younger age increases the risk of sustaining multiple concomitant injuries with an ACL rupture. *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc,* 29, 2701-2708.

Nicolini, A. P., de Carvalho, R. T., Matsuda, M. M., Sayum, J. F., & Cohen, M. (2014). Common injuries in athletes' knee: experience of a specialized center. *Acta ortopedica brasileira,* 22(3), 127-131. https://doi.org/10.1590/1413-78522014220300475

Ozbar, N., Ates, S., & Agopyan, A. (2014). The effect of 8-week plyometric training on leg power, jump and sprint performance in female soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research,* 28(10), 2888-2894.

Pasquini, A., Jacopetti, M., Pogliacomi, F., Ramazzina, I., & Costantino, C. (2017). Neuromuscular recovery in ACL reconstruction with bone-tendon-patellar-bone and semitendinosus-Gracilis autograft. *Acta Bio Medica: Atenei Parmensis,* 88(Suppl 4), 62.

Paterno, M. V., Rauh, M. J., Schmitt, L. C., Ford, K. R., & Hewett, T. E. (2014, Jul). Incidence of Second ACL Injuries 2 Years After Primary ACL Reconstruction and Return to Sport. *Am J Sports Med,* 42(7), 1567-1573. https://doi.org/10.1177/0363546514530088

Petersen, W., & Zantop, T. (2007). Anatomy of the anterior cruciate ligament with regard to its two bundles. *Clin Orthop Relat Res,* 454, 35-47.

Peterson, M. D., Rhea, M. R., & Alvar, B. A. (2005). Applications of the dose-response for muscular strength development: areview of meta-analytic efficacy and reliability for designing training prescription. *J. Strength Cond,* 19(4), 950-958.

Progression Models in Resistance Training for Healthy Adults. (2009). *Medicine & Science in Sports & Exercise,* 41(3). https://journals.lww.com/acsm-msse/Fulltext/2009/03000/Progression_Models_in_Resistance_Training_for.26.aspx

Redondo, J. C., Alonso, C. J., Sedano, S., & de Benito, A. M. (2014). Effects of a 12-week strength training program on experimented fencers' movement time. *J. Strength Cond. Res.,* 28(12), 3375-3384.

Risberg, M. A., Holm, I., Myklebust, G., & Engebretsen, L. (2007, Jun). Neuromuscular training versus strength training during first 6 months after anterior cruciate ligament reconstruction: a randomized clinical trial. *Phys Ther,* 87(6), 737-750. https://doi.org/10.2522/ptj.20060041

Roberts, D., Ageberg, E., Andersson, G., & Fridén, T. (2007). Clinical measurements of proprioception, muscle strength and laxity in relation to function in the ACL-injured knee. *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.,* 15, 9-16.

Sanders, T. L., Maradit Kremers, H., Bryan, A. J., Larson, D. R., Dahm, D. L., Levy, B. A., Stuart, M. J., & Krych, A. J. (2016, Jun). Incidence of Anterior Cruciate Ligament Tears and Reconstruction: A 21-Year Population-Based Study. *Am J Sports Med,* 44(6), 1502-1507. https://doi.org/10.1177/0363546516629944

Sheppard, J. M., & Young, W. B. (2006, Sep). Agility literature review: classifications, training and testing. *J Sports Sci,* 24(9), 919-932. https://doi.org/10.1080/02640410500457109

Springer, B. A., Marin, R., Cyhan, T., Roberts, H., & Gill, N. W. (2007). Normative values for the unipedal stance test with eyes open and closed. *J Geriatr Phys Ther,* 30(1),

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

8-15. https://doi.org/10.1519/00139143-200704000-00003

Staples, J. R., Schafer, K. A., Smith, M. V., Motley, J., Halstead, M., Blackman, A., Haas, A., Steger-May, K., Matava, M. J., Wright, R. W., & Brophy, R. H. (2020, Sep 1). Decreased postural control in patients undergoing anterior cruciate ligament reconstruction compared to healthy controls. *J Sport Rehabil,* 29(7), 920-925. https://doi.org/10.1123/jsr.2019-0154

Thomas, A. C., Villwock, M., Wojtys, E. M., & Palmieri-Smith, R. M. (2013). Lower extremity muscle strength after anterior cruciate ligament injury and reconstruction. *J. Athl. Train.,* 48(5), 610-620.

Thomas, A. C., Wojtys, E. M., Brandon, C., & Palmieri-Smith, R. M. (2016, Jan). Muscle atrophy contributes to quadriceps weakness after anterior cruciate ligament reconstruction. *J Sci Med Sport,* 19(1), 7-11. https://doi.org/10.1016/j.jsams.2014.12.009

Thomeé, R., Kaplan, Y., Kvist, J., Myklebust, G., Risberg, M. A., Theisen, D., Tsepis, E., Werner, S., Wondrasch, B., & Witvrouw, E. (2011, Nov). Muscle strength and hop performance criteria prior to return to sports after ACL reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc,* 19(11), 1798-1805. https://doi.org/10.1007/s00167-011-1669-8

van Lieshout, R., Reijneveld, E. A. E., van den Berg, S. M., Haerkens, G. M., Koenders, N. H., de Leeuw, A. J., van Oorsouw, R. G., Paap, D., Scheffer, E., Weterings, S., & Stukstette, M. J. (2016). Reproducibility of the modified star excursion balance test composite and specific reach direction scores. *International journal of sports physical therapy,* 11(3), 356-365. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27274422

https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4886804/

Vissing, K., Brink, M., Lønbro, S., Sørensen, H., Overgaard, K., Danborg, K., Mortensen, J., Elstrøm, O., Rosenhøj, N., & Ringgaard, S. (2008). Muscle adaptations to plyometric vs. resistance training in untrained young men. *The Journal of Strength & Conditioning Research,* 22(6), 1799-1810.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Welling, W., Benjaminse, A., Lemmink, K., Dingenen, B., & Gokeler, A. (2019, 2019/11/01/). Progressive strength training restores quadriceps and hamstring muscle strength within 7 months after ACL reconstruction in amateur male soccer players. *Phys Ther Sport,* 40, 10-18. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2019.08.004

Yabroudi, M. A., & Irrgang, J. J. (2013, Jan). Rehabilitation and return to play after anatomic anterior cruciate ligament reconstruction. *Clin Sports Med,* 32(1), 165-175. https://doi.org/10.1016/j.csm.2012.08.016

Hoch, J. M., Perkins, W. O., Hartman, J. R., & Hoch, M. C. (2017, Jan). Somatosensory deficits in post-ACL reconstruction patients: A case-control study. *Muscle Nerve,* 55(1), 5-8. https://doi.org/10.1002/mus.25167

Myer, G. D., Ford, K. R., Brent, J. L., & Hewett, T. E. (2006a). The effects of plyometric vs. dynamic stabilization and balance training on power, balance, and landing force in female athletes. *J. Strength Cond. Res,* 20(2), 345-353.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

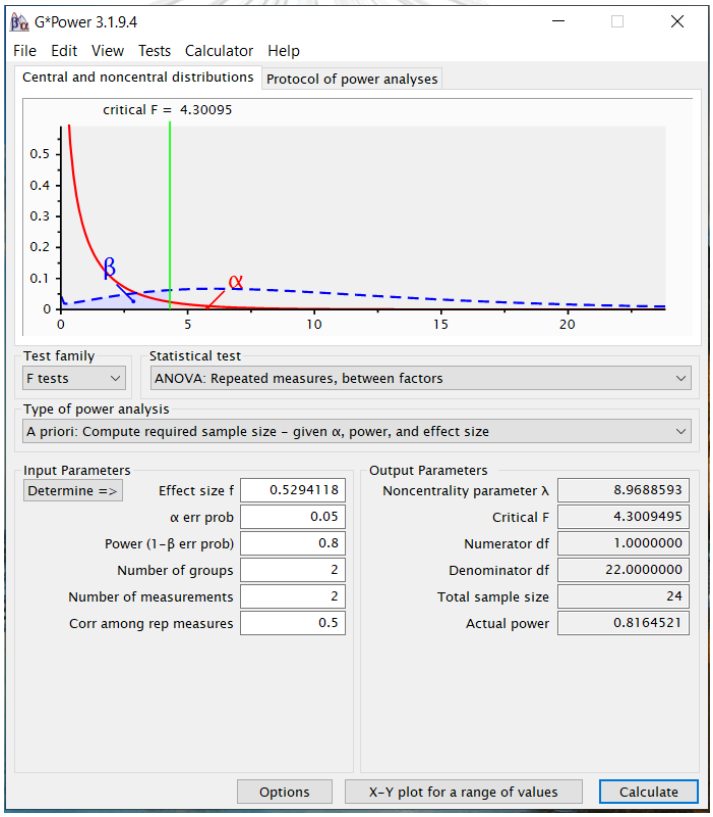
ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาคผนวก ก

การคำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่างโดยใช้ โปรแกรม G*power version 3.1.9.7

กำหนดค่าของกลุ่มตัวอย่างใช้โปรแกรมจี-พาวเวอร์ (G*Power) เวอร์ชั่น 3.1.9.4 โดยใช้ตัวแปรการรับรู้การเคลื่อนไหวของข้อต่อ อ้างอิงจากงานวิจัยของ Ghaderi M, Letafatkar A, Almonroeder T, Keyhani S. Neuromuscular training improves knee proprioception in athletes with a history of anterior cruciate ligament reconstruction: A randomized controlled trial. Clin Biomech 2020;80:105157. กำหนดค่า type I error (α) ที่ 0.05 และ type II error (β) ที่ 0.2 หรือค่าอำนาจการทดสอบ (Power of test) ที่ 0.8 ค่า effect size ที่ 0.53 กำหนดความมีนัยสาคัญที่ระดับ 0.05 แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม ได้ขนาดของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มละ 12 คน รวม 24 คน

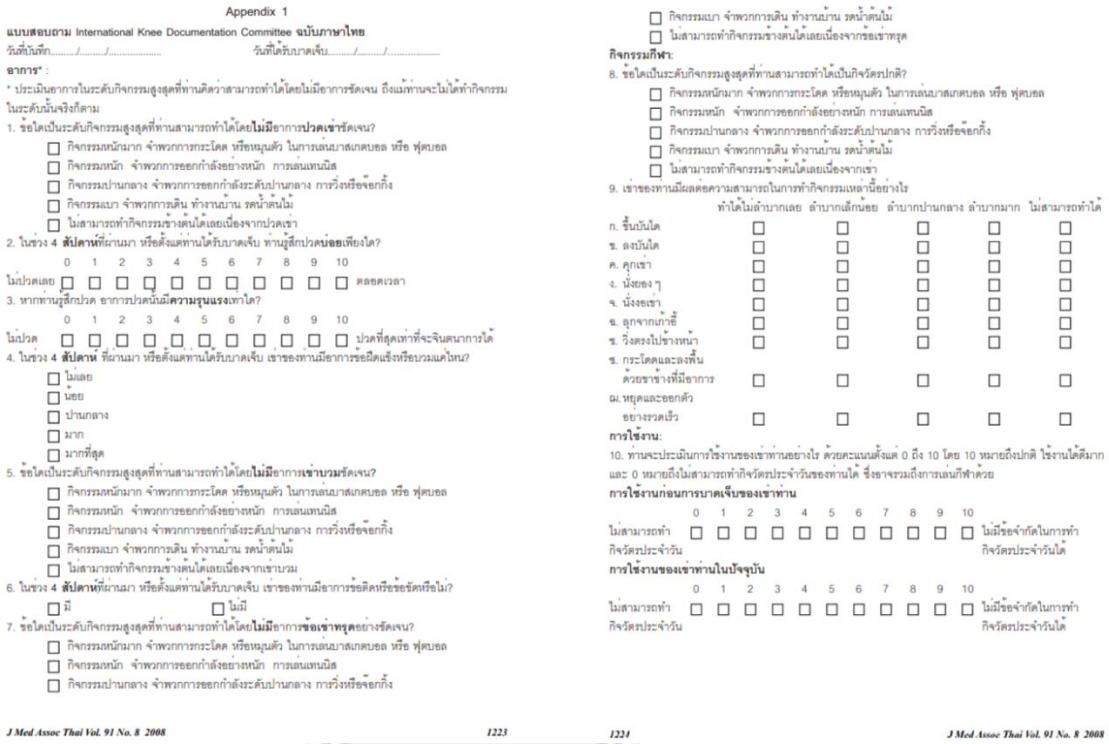


รูปที่ 36 การคำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่าง

ภาคผนวก ข

แบบสอบถามประเมินอาการการทำงานของข้อเข่าฉบับภาษาไทย

International Knee Document Committee Subjective Knee Form (IKDC-SKF)



Appendix 1

แบบสอบถาม International Knee Documentation Committee **ฉบับภาษาไทย**

วันที่บันทึก...../...../..... วันที่ได้รับบาดเจ็บ...../...../.....

อาการ* :

* ประเมินอาการในระดับกิจกรรมสูงสุดที่ท่านคิดว่าสามารถทำได้โดยไม่มีอาการขัดเจน ถึงแม้ท่านจะไม่ได้ทำกิจกรรมในระดับนั้นจริงก็ตาม

1. ข้อใดเป็นระดับกิจกรรมสูงสุดที่ท่านสามารถทำได้โดย**ไม่มี**อาการ**ปวดเข่า**ขัดเจน?
   - ☐ กิจกรรมหนักมาก จำพวกการกระโดด หรือหมุนตัว ในการเล่นบาสเกตบอล หรือ ฟุตบอล
   - ☐ กิจกรรมหนัก จำพวกการออกกำลังอย่างหนัก การเล่นเทนนิส
   - ☐ กิจกรรมปานกลาง จำพวกการออกกำลังระดับปานกลาง การวิ่งหรือจ๊อกกิ้ง
   - ☐ กิจกรรมเบา จำพวกการเดิน ทำงานบ้าน รดน้ำต้นไม้
   - ☐ ไม่สามารถทำกิจกรรมข้างต้นได้เลยเนื่องจากปวดเข่า
2. ในช่วง 4 **สัปดาห์**ที่ผ่านมา หรือตั้งแต่ท่านได้รับบาดเจ็บ ท่านรู้สึกปวด**บ่อย**เพียงใด?

   0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

   ไม่ปวดเลย ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ปวดตลอดเวลา
3. หากท่านรู้สึกปวด อาการปวดนั้นมี**ความรุนแรง**เท่าใด?

   0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

   ไม่ปวด ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ปวดที่สุดเท่าที่จะจินตนาการได้
4. ในช่วง 4 **สัปดาห์** ที่ผ่านมา หรือตั้งแต่ท่านได้รับบาดเจ็บ เข่าของท่านมีอาการขัดติดหรือขัดหรือบวมแค่ไหน?
   - ☐ ไม่เลย
   - ☐ น้อย
   - ☐ ปานกลาง
   - ☐ มาก
   - ☐ มากที่สุด
5. ข้อใดเป็นระดับกิจกรรมสูงสุดที่ท่านสามารถทำได้โดย**ไม่มี**อาการ**เข่าบวม**ขัดเจน?
   - ☐ กิจกรรมหนักมาก จำพวกการกระโดด หรือหมุนตัว ในการเล่นบาสเกตบอล หรือ ฟุตบอล
   - ☐ กิจกรรมหนัก จำพวกการออกกำลังอย่างหนัก การเล่นเทนนิส
   - ☐ กิจกรรมปานกลาง จำพวกการออกกำลังระดับปานกลาง การวิ่งหรือจ๊อกกิ้ง
   - ☐ กิจกรรมเบา จำพวกการเดิน ทำงานบ้าน รดน้ำต้นไม้
   - ☐ ไม่สามารถทำกิจกรรมข้างต้นได้เลยเนื่องจากเข่าบวม
6. ในช่วง 4 **สัปดาห์**ที่ผ่านมา หรือตั้งแต่ท่านได้รับบาดเจ็บ เข่าของท่านมีอาการขัดติดหรือขัดหรือไม่?

   ☐ มี ☐ ไม่มี
7. ข้อใดเป็นระดับกิจกรรมสูงสุดที่ท่านสามารถทำได้โดย**ไม่มี**อาการ**ข้อเข่าทรุด**อย่างขัดเจน?
   - ☐ กิจกรรมหนักมาก จำพวกการกระโดด หรือหมุนตัว ในการเล่นบาสเกตบอล หรือ ฟุตบอล
   - ☐ กิจกรรมหนัก จำพวกการออกกำลังอย่างหนัก การเล่นเทนนิส
   - ☐ กิจกรรมปานกลาง จำพวกการออกกำลังระดับปานกลาง การวิ่งหรือจ๊อกกิ้ง
   - ☐ กิจกรรมเบา จำพวกการเดิน ทำงานบ้าน รดน้ำต้นไม้
   - ☐ ไม่สามารถทำกิจกรรมข้างต้นได้เลยเนื่องจากเข่าทรุด

กิจกรรมกีฬา:

8. ข้อใดเป็นระดับกิจกรรมสูงสุดที่ท่านสามารถทำได้เป็นกิจวัตรปกติ?
   - ☐ กิจกรรมหนักมาก จำพวกการกระโดด หรือหมุนตัว ในการเล่นบาสเกตบอล หรือ ฟุตบอล
   - ☐ กิจกรรมหนัก จำพวกการออกกำลังอย่างหนัก การเล่นเทนนิส
   - ☐ กิจกรรมปานกลาง จำพวกการออกกำลังระดับปานกลาง การวิ่งหรือจ๊อกกิ้ง
   - ☐ กิจกรรมเบา จำพวกการเดิน ทำงานบ้าน รดน้ำต้นไม้
   - ☐ ไม่สามารถทำกิจกรรมข้างต้นได้เลยเนื่องจากเข่า
9. เข่าของท่านมีผลต่อความสามารถในการทำกิจกรรมเหล่านี้อย่างไร

	ทำได้ไม่ลำบากเลย	ลำบากเล็กน้อย	ลำบากปานกลาง	ลำบากมาก	ไม่สามารถทำได้
ก. ขึ้นบันได	☐	☐	☐	☐	☐
ข. ลงบันได	☐	☐	☐	☐	☐
ค. คุกเข่า	☐	☐	☐	☐	☐
ง. นั่งยองๆ	☐	☐	☐	☐	☐
จ. นั่งขัดสมาธิ	☐	☐	☐	☐	☐
ฉ. ลุกจากเก้าอี้	☐	☐	☐	☐	☐
ช. วิ่งตรงไปข้างหน้า	☐	☐	☐	☐	☐
ซ. กระโดดและลงพื้นด้วยขาข้างที่มีอาการ	☐	☐	☐	☐	☐
ฌ. หยุดและออกตัวอย่างรวดเร็ว	☐	☐	☐	☐	☐

การใช้งาน:

10. ท่านจะประเมินการใช้งานของเข่าท่านอย่างไร ด้วยคะแนนตั้งแต่ 0 ถึง 10 โดย 10 หมายถึงปกติ ใช้งานได้ดีมาก และ 0 หมายถึงไม่สามารถทำกิจวัตรประจำวันของท่านได้ ซึ่งอาจรวมถึงการเล่นกีฬาด้วย

การใช้งานก่อนการบาดเจ็บของเข่าท่าน

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

ไม่สามารถทำกิจวัตรประจำวัน ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ไม่มีข้อจำกัดในการทำกิจวัตรประจำวันได้

การใช้งานของเข่าท่านในปัจจุบัน

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

ไม่สามารถทำกิจวัตรประจำวัน ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ไม่มีข้อจำกัดในการทำกิจวัตรประจำวันได้

J Med Assoc Thai Vol. 91 No. 8 2008 1223 1224 J Med Assoc Thai Vol. 91 No. 8 2008

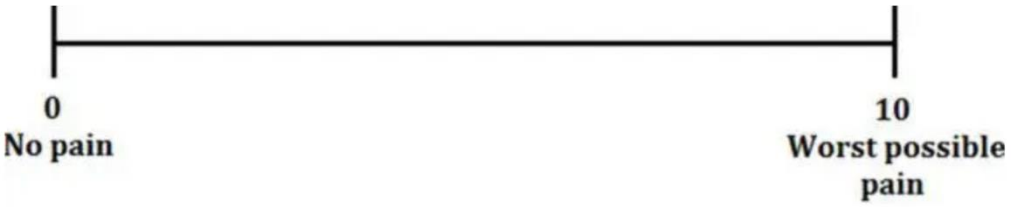
รูปที่ 37 แบบสอบถามประเมินอาการการทำงานของข้อเข่าฉบับภาษาไทย

ที่มา : (Lertwanich et al., 2008)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

เครื่องมือที่ใช้ประเมินอาการปวด

Visual analog scale

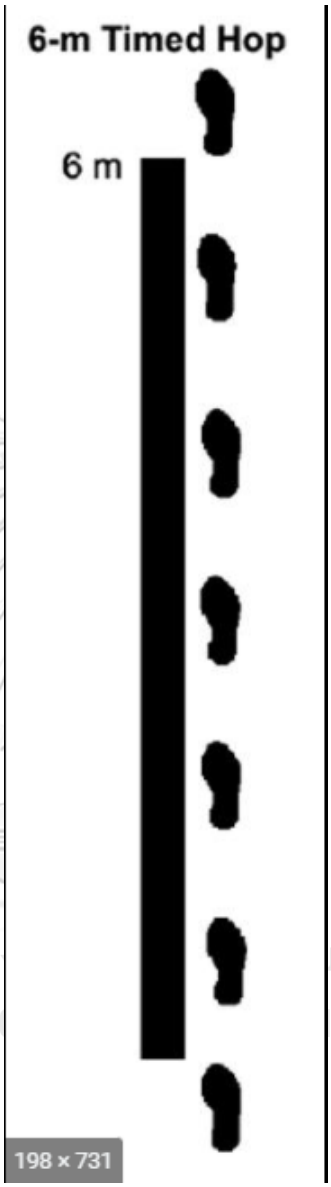


รูปที่ 38 แบบประเมินอาการปวด (visual analog scale)

ที่มา : https://europeanpainfederation.eu/measuring-pain-in-the-clinic/

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การทดสอบเวลาในการกระโดดขาเดียวระยะทาง 6 เมตร



รูปที่ 39 การทดสอบการกระโดดด้วยขาเพียงข้างเดียวระยะทาง 6 เมตร

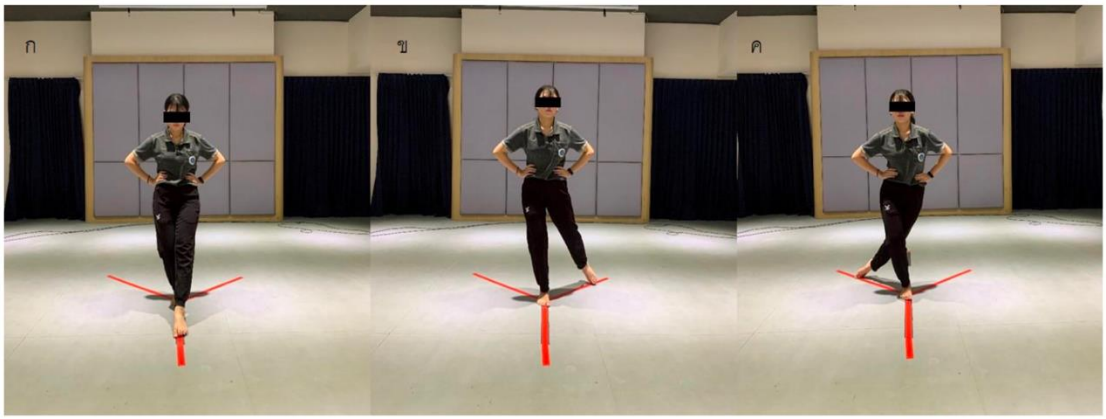
ที่มา : (Janewanitsataporn, 2020)

เครื่องมือที่ใช้วัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและการรับรู้อากัปกริยาของข้อเข่า

รูปที่ 40 เครื่อง Isokinetic dynamometer
(contrex MJ multijoint module 2018)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

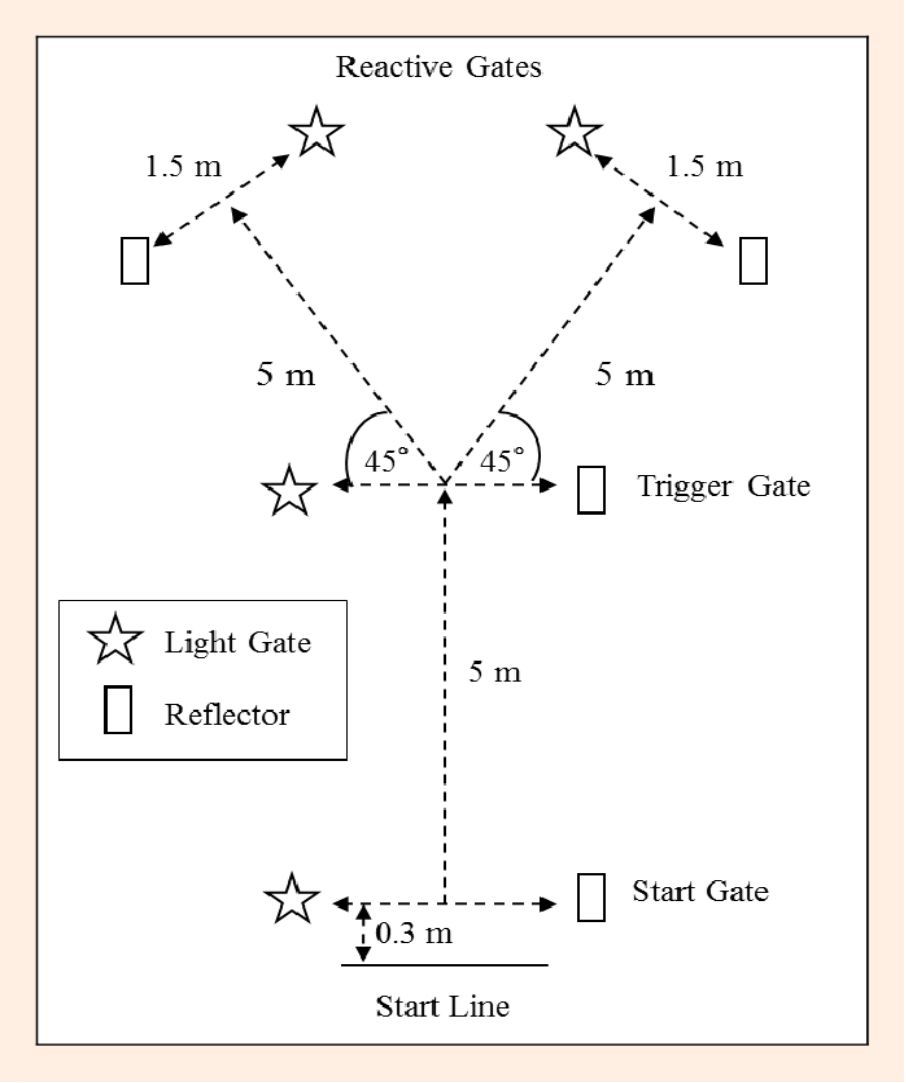
เครื่องมือที่ใช้วัดการทรงตัว



รูปที่ 41 การก้าวเท้าขณะทดสอบด้วยการก้าวเท้ารูปดาวแบบประยุกต์
ที่มา : หนังสือเวชศาสตร์ทันยุค 2565 เล่มที่ 2

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เครื่องมือที่ใช้วัดความสามารถในการเคลื่อนที่



รูปที่ 42 การทดสอบ Y-shaped agility test

ที่มา : (Horníková et al., 2021)

ภาคผนวก ค

แบบบันทึกข้อมูลผู้เข้าร่วมวิจัย (Case record form)

แบบบันทึกข้อมูลผู้เข้าร่วมวิจัย (Case record form)

Demographic data

Case no._____

Date of enrollment_____

1. Gender ❑ Male ❑ Female
2. Age_____ years old
3. Body weight_____ kg
4. Height_____ cm
6. Side of affected knee ❑ Right ❑ Left
7. Duration _____ months
8. Tegner activities scale _____
9. Anterior cruciate ligament graft types ❑ Bone Patellar tendon graft ❑ Hamstring graft
10. Concomitant procedure ❑ Meniscectomy ❑ Meniscus repair

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Baseline / Post-intervention

IKDC score: _____ / 87 = _____

6-meter timed hop test Rt _____ Lt _____

Peak torque (N/m)

Quadriceps: Rt _____ Hamstrings: Rt _____

Lt _____ Lt _____

Side diff _____ % Side diff _____ %

Knee position sense (Degree)

Rt _____ Lt _____ Side diff _____

Balance

Static: Single leg stance test (s)

Firm surface with opened eyes Rt _____ Lt _____

Firm surface with closed eyes Rt _____ Lt _____

Unstable surface with opened eyes Rt _____ Lt _____

Unstable surface with closed eyes Rt _____ Lt _____

Dynamic: Y-balance test

Anterior Rt _____ Lt _____

Posteromedial Rt _____ Lt _____

Posterolateral Rt _____ Lt _____

Total : _____

Agility drill y test (time): _____ sec

EQ-5D-5L : _____

: _____

VAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Before																
After																
24 hours																

ภาคผนวก ง

แบบตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือของผู้เชี่ยวชาญ

คำชี้แจง ขอให้ท่านผู้เชี่ยวชาญได้กรุณาแสดงความคิดเห็นของท่านที่มีต่อการฝึกพลัยโอเมตริกจากโครงการวิจัยเรื่องผลของการฝึกพลัยโอเมตริกต่อการทำงานของประสาทกล้ามเนื้อและข้อเข่าในผู้ป่วยผ่าตัดเอ็นไขว้หน้า โดยใส่เครื่องหมาย (/) ลงในช่องแสดงความคิดเห็นของท่านพร้อมเขียนข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ในการนำไปพิจารณาและปรับปรุงต่อไป

ข้อ	องค์ประกอบของโปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริกและการฝึกแรงต้าน	ผลการพิจารณา			
		เห็นด้วย (1)	ไม่แน่ใจ (0)	ไม่เห็นด้วย (-1)	ข้อเสนอแนะ
1.	**ช่วงเวลาของโปรแกรมการฝึก 8 สัปดาห์ จำนวน 2 ครั้ง ต่อสัปดาห์ โดยพักอย่างน้อย 2 วัน มีความเหมาะสม**				
2.	**ช่วงการอบอุ่นร่างกาย**				
	การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบมีการเคลื่อนไหวสามารถเตรียมความพร้อมของกล้ามเนื้อต่อการฝึกแบบพลัยโอเมตริกได้				
	ระยะเวลาที่ใช้ในการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 10 นาที มีความเหมาะสม				
	การยืดเหยียดกล้ามเนื้อเรียงท่าได้อย่างเหมาะสม ประกอบด้วย				
	Jogging				
	High knee hold				
	Walking toe touch				
	Hip stretch with a twist				
	Side squat				
	High knee				
	Fast feet drill				
3.	**ช่วงการฝึกพลัยโอเมตริก**				
	ระยะเวลาที่ใช้ในการฝึกพลัยโอเมตริก 20-30 นาที มีความเหมาะสม				

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

	ระดับความหนักที่ใช้ในการฝึกพลัยโอเมตริก ในกรณีที่การฝึกเป็นการเคลื่อนไหวจะใช้ระยะทาง 10 เมตร ส่วนในกรณีที่ทำเป็นจำนวนครั้งจะใช้ 6 ครั้ง จำนวน 3 รอบ				
	ระยะเวลาพักระหว่างรอบ 30 วินาที และพักระหว่างท่า 1 นาที ในการฝึกพลัยโอเมตริกมีความเหมาะสม				
	การฝึกพลัยโอเมตริกมีการเรียงลำดับความต่อเนื่องและสัมพันธ์กันดี				
	ในระยะที่ 1 สัปดาห์ที่ 1-4 ประกอบด้วย				
	Lunge push back				
	Ankle hop				
	Skip in place				
	Squat jump				
	Single-leg standing jump & double leg landing				
	Step up alternate jump				
	ระยะที่ 2 สัปดาห์ที่ 5-8 ประกอบด้วย				
	Vertical jump				
	Split jump				
	Squat line jump				
	Single leg standing jump				
	Single leg standing long jump				
	Lateral bound				
4.	**ช่วงการฝึกแรงต้าน (กลุ่มควบคุม)**				
	ระยะเวลาที่ใช้ในการฝึกแรงต้าน 20-30 นาที มีความเหมาะสม				
	ระดับความหนักที่ใช้ในการฝึกแรงต้าน 8-12 ครั้ง 3 ชุด พักระหว่างชุด 1 นาที ความหนัก 60-80% ของ 1RM มีความ				

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

	เหมาะสม				
	การฝึกแรงต้านมีการเรียงลำดับความต่อเนื่องและสัมพันธ์กันดี				
	Side squat				
	Split squat				
	Dead lift				
	Walking lunge				
	Single leg squat				
	Step up				
5.	**ช่วงการคลายอุ่น**				
	ระยะเวลาที่ใช้ในการคลายอุ่น 10 มีความเหมาะสม				
	ท่าที่ใช้ในการยืดเหยียดกล้ามเนื้อมีความเหมาะสม ประกอบด้วย				
	Supine Hamstring Stretch				
	Straddle groin stretch				
	Knee-to-Chest Stretch				
	Piriformis Stretch				
	Hip flexor stretch				
	Hip stretch with a twist				
	Overhead reach				

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อเสนอแนะ ----------

(ลงชื่อ).....ผู้ประเมิน

(.....)

ลำดับ	รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิ	ค่าดัชนีความสอดคล้อง
1.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นายแพทย์บวรรัฐ วนดุรงค์วรรณ	1.00
2.	รองศาสตราจารย์ ดร. วีรวัฒน์ ลิ้มรุ่งเรืองรัตน์	0.91
3.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรสา โค้งประเสริฐ	1.00
4.	ดร. กภ. ปทิตตา รังสิยานนท์	1.00
5.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์	0.52
รวม		0.89

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นายแพทย์บวรรัฐ วนดุรงค์วรรณ ภาควิชาศัลยศาสตร์ออร์โธปิดิคส์และกายภาพบำบัด คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล

2. รองศาสตราจารย์ ดร. วีรวัฒน์ ลิ้มรุ่งเรืองรัตน์ วิทยาลัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา มหาวิทยาลัยมหิดล

3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรสา โค้งประเสริฐ คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4. ดร. กภ. ปทิตตา รังสิยานนท์ นักกายภาพบำบัด ภาควิชาศัลยศาสตร์ออร์โธปิดิคส์และกายภาพบำบัด คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล

5. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก จ

หนังสือรับรองจริยธรรมการวิจัยในคน

หน่วยจริยธรรมการวิจัยในคน
คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล
อาคารเฉลิมพระเกียรติ ๘๐ พรรษา ๕ ธันวาคม ๒๕๕๐
ชั้น 2 โทร. 0 2419 2667-72 โทรสาร. 0 2411 0162

ที่ อว 78.071/EC 00986
วันที่ – 8 เม.ย. 2565
เรื่อง ขอส่งเอกสารรับรองและเอกสารที่เกี่ยวข้องสำหรับโครงการวิจัย
เรียน อ. ดร.นภัสกร ชื่นศิริ
สิ่งที่ส่งมาด้วย : แนวทางการปฏิบัติ 11 ข้อ สำหรับ โครงการวิจัยที่ได้รับการรับรองแล้ว

ในนามของคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน ขอแสดงความยินดีที่โครงการวิจัยของท่าน เรื่อง "ผลของการฝึกพลัยโอเมตริกต่อการทำงานของประสาทกล้ามเนื้อและข้อเข่าในผู้ป่วยผ่าตัดเอ็นไขว้หน้า: การวิจัยเชิงทดลองแบบสุ่มและมีกลุ่มควบคุม" รหัสโครงการ 137/2565(IRB1)

ได้รับการรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคนแล้ว เมื่อวันที่ 28 มีนาคม 2565 จึงขอส่งเอกสารรับรอง (Certificate of Approval หรือ COA) และเอกสารแนบอื่น ๆ ดังเอกสารแนบ มายังท่าน

พร้อมกันนี้คณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคนได้ส่งแนวทางการปฏิบัติสำหรับโครงการวิจัยที่ได้รับการรับรองแล้ว 11 ข้อ ซึ่งหัวหน้าโครงการวิจัยจะต้องปฏิบัติและดูแลให้ผู้วิจัยร่วมหรือผู้ช่วยผู้วิจัยทุกท่านปฏิบัติตามด้วย ตามเอกสารที่ส่งมาด้วย

คณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน ขออำนวยพรให้ท่านประสบความสำเร็จในการดำเนินการวิจัยสมความมุ่งหมายเพื่อความก้าวหน้าทางวิชาการ และเพื่อประโยชน์ของมนุษยชาติต่อไป

ขอแสดงความนับถือ

(รศ. ดร. พญ.นิศารัตน์ โอภาสเกียรติกุล)
ประธานคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน

พัชรินทร์ / พิมพ์
ศุภกานต์ / ตรวจทาน

04/04/2565

2 WANGLANG Rd. BANGKOKNOI
BANGKOK 10700

Tel. +66 2419 2667-72
Fax. +66 2411 0162

Siriraj Institutional Review Board

Certificate of Approval

COA no. Si 264/2022

Protocol Title (English) : Effects of Plyometric Training on Neuromuscular and Knee Functions in Patients with Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Randomized Controlled Trial

Protocol Title (Thai) : ผลของการฝึกพลัยโอเมตริกต่อการทำงานของประสาทกล้ามเนื้อและข้อเข่าในผู้ป่วยผ่าตัดเอ็นไขว้หน้า: การวิจัยเชิงทดลองแบบสุ่มและมีกลุ่มควบคุม

SIRB Protocol No. : 137/2565(IRB1)

Principal Investigator/Affiliation: Napasakorn Chuensiri, Ph.D. / Faculty of Sport Science, Chulalongkorn University

Research site : Faculty of Medicine Siriraj Hospital

Duration of research : 2 years

Approval date : March 28, 2022

Expired date : March 27, 2023

This is to certify that Siriraj Institutional Review Board is in full compliance with international guidelines for human research protection such as the Declaration of Helsinki, the Belmont Report, CIOMS Guidelines and the International Conference on Harmonization in Good Clinical Practice (ICH-GCP)

.....
(Assoc. Prof.Nisarat Opartkiattikul, M.D., Ph.D.)
Chairperson

- 7 APR 2022
.....
date

.....
(Prof.Prasit Watanapa, M.D., Ph.D.)
Dean of Faculty of Medicine Siriraj Hospital

- 8 APR 2022
.....
date

Approval includes :

1. SIRB submission form, Version date March 25, 2022
2. Proposal
3. Participant information sheet, Version date March 25, 2022
4. Informed consent form, Version date February 15, 2022
5. Case record form

เอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมวิจัย

เอกสารหมายเลข 3ก

เอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย/อาสาสมัคร
(Participant Information Sheet)

ในเอกสารนี้อาจมีข้อความที่ท่านอ่านแล้วยังไม่เข้าใจ โปรดสอบถามหัวหน้าโครงการวิจัยหรือผู้แทนให้ช่วยอธิบายจนกว่าจะเข้าใจดี ท่านอาจจะขอเอกสารนี้กลับไปอ่านที่บ้านเพื่อปรึกษา หารือกับญาติพี่น้อง เพื่อนสนิท แพทย์ประจำตัวของท่าน หรือแพทย์ท่านอื่น เพื่อช่วยในการตัดสินใจเข้าร่วมการวิจัย

ชื่อโครงการวิจัย ผลของการฝึกพลัยโอเมตริกต่อการทำงานของประสาทกล้ามเนื้อและข้อเข่าในผู้ป่วยผ่าตัดเอ็นไขว้หน้า: การวิจัยเชิงทดลองแบบสุ่มและมีกลุ่มควบคุม

ชื่อหัวหน้าโครงการวิจัย อ.ดร.นภัสกร ชื่นศิริ

ชื่อผู้วิจัยร่วม รองศาสตราจารย์ นายแพทย์พิสิฏฐ์ เลิศวานิช
นายวัชรพล เทพา

สถานที่วิจัย คลินิกเวชศาสตร์การกีฬา คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล

สถานที่ทำงานและหมายเลขโทรศัพท์ของหัวหน้าโครงการวิจัยที่ติดต่อได้ทั้งในและนอกเวลาราชการ
อ.ดร.นภัสกร ชื่นศิริ โทร 091-0099699
รศ.นพ. พิสิฏฐ์ เลิศวานิช โทร 080-566-3313
นายวัชรพล เทพา โทร 085-3827404

รับรองโดยคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน
คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล
รหัสโครงการ 137/2565 (IRB1)
COA no. Si 264/2022
วันที่รับรอง 28 มี.ค. 2565

ผู้สนับสนุนทุนวิจัย 90 ปี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การมีส่วนได้ส่วนเสียกับแหล่งทุน ☑ ไม่มี ☐ มี ระบุ.....

ระยะเวลาในการวิจัย ตลอดโครงการ 2 ปี

ที่มาของโครงการวิจัย

การบาดเจ็บเอ็นไขว้หน้าเป็นการบาดเจ็บบริเวณหัวเข่าที่พบได้มากจากการเล่นกีฬาและการออกกำลังกายในกลุ่มวัยรุ่นและในกลุ่มบุคคลที่มีการเคลื่อนไหวในการทำกิจกรรม ภายหลังการรักษาด้วยการผ่าตัดเอ็นไขว้หน้าผู้ป่วยจะเกิดความกลัวการบาดเจ็บซ้ำมากขึ้น และทำให้สมรรถนะในการทำกิจกรรมในชีวิตประจำวันลดลง นำไปสู่ความกลัวในการเคลื่อนไหวจึงส่งผลให้ไม่สามารถกลับไปทำกิจกรรมในระดับเดียวกับกิจกรรมก่อนบาดเจ็บได้ การสูญเสียความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และการสูญเสียทำงานของระบบประสาทและกล้ามเนื้อเป็นสองปัจจัยหลักที่ส่งผลทำให้กำลังกล้ามเนื้อ (power) ลดลง การรับรู้ตำแหน่งการเคลื่อนไหวของข้อเข่า (proprioception) ลดลง การทรงตัวลดลง การทำงานประสานสัมพันธ์ (coordination) ลดลง ส่งผลให้การควบคุมท่าทางการเคลื่อนไหวผิดปกติ ทำให้ไม่สามารถเคลื่อนไหวและทำกิจกรรมหลังได้รับการผ่าตัดเอ็นไขว้หน้าได้อย่างเหมาะสม

การฟื้นฟูสมรรถภาพทางกายของผู้ป่วยหลังการผ่าตัดเอ็นไขว้หน้ามี 3 ระยะ โดยที่ในช่วงแรกหลังการผ่าตัดจะมุ่งเน้นเพื่อเพิ่มมุมการเคลื่อนไหวของข้อต่อและเพิ่มความแข็งแรงในการหดตัวของกล้ามเนื้อ และเริ่มการบริหารเพื่อมุ่งเน้นในการฟื้นฟูความแข็งแรงของกล้ามเนื้อในรูปแบบการฝึกแบบมีแรงต้านเพื่อเตรียมความพร้อมสำหรับการเข้าสู่การฟื้นฟูในระยะสุดท้าย ซึ่งในระยะสุดท้ายของการฟื้นฟูหลังการผ่าตัดเอ็นไขว้หน้ามุ่งเน้นการฝึกที่ต้องการให้ผู้ป่วยกลับไปทำกิจกรรมอย่างเต็มรูปแบบหรือการกลับไปเล่นกีฬาในระดับก่อนหน้าการบาดเจ็บ

ผู้วิจัยเล็งเห็นถึงความสำคัญในการฟื้นฟูความสามารถในการเคลื่อนไหวโดยเฉพาะในช่วงขั้นตอนสุดท้ายของการฝึกก่อนกลับไปเล่นกีฬาหรือทำกิจกรรมในระดับที่ต้องการหลังการผ่าตัดเอ็นไขว้หน้าด้วยการฝึกเพื่อกระตุ้นการทำงานของประสาทกล้ามเนื้อ

ด้วยรูปแบบการฝึกพลัยโอเมตริก โดยมีเป้าหมายเพื่อให้ผู้ป่วยได้กลับไปเคลื่อนไหวในชีวิตประจำวันหรือทำกิจกรรมในระดับที่เคยทำได้ก่อนการบาดเจ็บ ซึ่งเป็นการฝึกที่เน้นกระตุ้นการทำงานของระบบประสาทให้ส่งสัญญาณไปยังกล้ามเนื้อเพื่อให้เกิดการตอบสนองมากขึ้นเพื่อช่วยพัฒนากระบวนการรับรู้การสัมผัสและการเคลื่อนไหว ความมั่นคงของข้อเข่าในการทำงาน และเพิ่มความสามารถในการกระตุ้นการทำงานของกล้ามเนื้อจึงมีความต้องการที่จะนำรูปแบบการฝึกพลัยโอเมตริกนี้มาประยุกต์ใช้ เพื่อศึกษาผลต่อการทำงานของประสาทกล้ามเนื้อ ประกอบด้วย การรับรู้ตำแหน่งการเคลื่อนไหวของข้อเข่า กำลัง ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ การทรงตัว การทำงานประสานสัมพันธ์ และการทำงานของข้อเข่าในผู้ป่วยหลังการผ่าตัดเอ็นไขว้หน้า

วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

วัตถุประสงค์หลัก (Primary Objectives) :

1.เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบผลของการฝึกระหว่างการฝึกพลัยโอเมตริกและการฝึกแบบดั้งเดิมต่อการรับรู้การเคลื่อนไหวของข้อเข่าในผู้ป่วยผ่าตัดเอ็นไขว้หน้า

2.เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบผลของการฝึกระหว่างการฝึกพลัยโอเมตริกและการฝึกแบบดั้งเดิมต่อต่อกำลังกล้ามเนื้อในผู้ป่วยผ่าตัดเอ็นไขว้หน้า

วัตถุประสงค์รอง (Secondary Objectives) :

เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบผลของการฝึกระหว่างการฝึกพลัยโอเมตริกและการฝึกแบบดั้งเดิมต่อความแข็งแรง การทรงตัว การทำงานประสานสัมพันธ์ การทำงานของข้อเข่า อาการปวด และคุณภาพชีวิตในผู้ป่วยผ่าตัดเอ็นไขว้หน้า

ท่านได้รับเชิญให้เข้าร่วมการวิจัยนี้เนื่องจาก

1. ผู้เข้าร่วมวิจัยได้รับการผ่าตัดเอ็นไขว้หน้าข้อเข่าเพียงข้างเดียวและอยู่ในระยะพักฟื้น 6-8 เดือนหลังการผ่าตัด
2. ผู้เข้าร่วมวิจัยมีอายุในวันที่เข้าร่วมโครงการตั้งแต่ 18-45 ปี
3. ผู้เข้าร่วมวิจัยมีอาการปวดในขณะพัก มีค่าเท่ากับ 0 ถึง 1 คะแนน และในขณะทำกิจกรรมมีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 2 คะแนน
4. ผู้เข้าร่วมวิจัยมีการจำกัดมุมการงอเข่าที่ 6 เดือนหลังผ่าตัด มีความแตกต่างน้อยกว่า 5 องศา เมื่อเทียบกับขาข้างปกติ และมุมการเหยียดเข่าที่ 6 เดือนหลังผ่าตัด มีความแตกต่างน้อยกว่า 3 องศา เมื่อเทียบกับขาข้างปกติ
5. ผู้เข้าร่วมวิจัยมีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้ามากกว่าร้อยละ 60 เมื่อเทียบกับขาข้างปกติ
6. ผู้เข้าร่วมวิจัยได้รับการประเมินจากแพทย์ผู้เชี่ยวชาญด้านออร์โธปิดิคส์ ว่าสามารถทำการฝึกแบบพลัยโอเมตริกได้

จะมีผู้ร่วมวิจัย/อาสาสมัครนี้ทั้งสิ้นประมาณ 30 คน

หากท่านตัดสินใจเข้าร่วมการวิจัยแล้ว จะมีขั้นตอนการวิจัยดังต่อไปนี้คือ.....

1. ผู้เข้าร่วมวิจัยที่มีคุณลักษณะตามเกณฑ์การคัดเลือกจะได้รับคำอธิบายเกี่ยวการเข้าร่วมการวิจัยโดยผู้วิจัยร่วมหรือผู้ช่วยโครงการวิจัย ซึ่งจะมีการชี้แจงถึงวัตถุประสงค์ของการวิจัย ข้อดีและข้อเสีย ประโยชน์โดยละเอียด หากผู้ป่วยตัดสินใจเข้าร่วมการวิจัย จะต้องลงชื่อแสดงความยินยอมในใบแสดงความยินยอมโดยความสมัครใจ ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ผู้ป่วยจะต้องได้รับการประเมินจากแพทย์เจ้าของไข้ก่อนแล้วว่าสามารถเข้ารับการฝึกได้ ซึ่งแพทย์เจ้าของไข้เป็นหนึ่งในผู้วิจัยร่วม และเมื่อหากผู้ป่วยยินยอมเข้าร่วมโครงการ ผู้วิจัยร่วมซึ่งปฏิบัติงานที่สาขาเวชศาสตร์การกีฬาจะทำบันทึกลงในใบบันทึกการตรวจ (opd card) ของคนไข้เพื่อแจ้งให้แพทย์เจ้าของไข้รับทราบ
2. ผู้เข้าร่วมวิจัยจะถูกแบ่งกลุ่มออกเป็น 2 กลุ่ม ด้วยวิธีการสุ่มได้แก่ กลุ่มที่ได้รับโปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริก จำนวน 15 คน และกลุ่มที่ได้รับการฝึกแบบมีแรงต้าน จำนวน 15 คน

รับรองโดยคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน
คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล
- 137/2565 (IRB1)
264/2022
28 มี.ค. 2565

3. ผู้วิจัยทำการเก็บข้อมูลผู้เข้าร่วมวิจัยครั้งที่ 1 (วันตรวจตามนัดหมาย) โดยเริ่มจากการตอบแบบสอบถามประเมินอาการปวด แบบสอบถามประเมินระดับความสามารถในการใช้งานของข้อเข่า และแบบสอบถามประเมินคุณภาพชีวิตด้วยตนเอง จากนั้นเข้ารับการทดสอบการรับรู้การเคลื่อนไหวของข้อเข่า, การทรงตัว, การทำงานประสานสัมพันธ์, กำลังกล้ามเนื้อและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อโดยมีนักวิทยาศาสตร์การกีฬาเป็นผู้ทดสอบ
4. แต่ละกลุ่มจะได้รับโปรแกรมการฝึก 2 วันต่อสัปดาห์ พักอย่างน้อย 2 วัน ระยะเวลา 8 สัปดาห์ ซึ่งจะได้รับคำแนะนำและควบคุมการฝึกท่าออกกำลังกายจากนักวิทยาศาสตร์การกีฬาแบบตัวต่อตัวที่คลินิกเวชศาสตร์การกีฬาระยะเวลาการฝึกต่อครั้ง 40-50 นาที แบ่งเป็น การอบอุ่นร่างกายแบบมีการเคลื่อนไหว 10 นาที การฝึกพลัยโอเมตริกหรือการฝึกแบบมีแรงต้าน เป็นเวลา 20–30 นาที และการคลายอุ่นยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 10 นาที

<u>กลุ่มที่ได้รับการฝึกพลัยโอเมตริก</u> จะแบ่งการฝึกเป็น 2 ระยะ

<u>ระยะที่ 1</u> ในช่วง 1 เดือนแรก ประกอบด้วยการฝึก 4 ท่า

1. การออกกำลังกายในท่ากระโดดด้วย 2 ขา (squat jump) ทำซ้ำ 5 ครั้ง 4 ชุด และพักระหว่างชุด 2 นาที

2. การออกกำลังกายในท่าการก้าวกระโดดเคลื่อนที่ไปทางด้านข้างและหยุดด้วยขาเพียงข้างเดียว จากนั้นกระโดดสลับข้าง (lateral bound stick landing) ทำซ้ำ 5 ครั้ง 4 ชุด และพักระหว่างชุด 2 นาที

3. การออกกำลังกายในท่าการกระโดดก้าวเท้าขึ้นกล่อง (step up jump) ที่มีความสูง 30 เซนติเมตร ด้วยขาทีละข้าง ทำซ้ำ 5 ครั้งในแต่ละข้าง 4 ชุด และพักระหว่างชุด 2 นาที

4. การออกกำลังกายในท่าการยืนเขย่งและกระโดดด้วยปลายเท้าโดยเข่าเหยียดตรง (ankle hop) ทำซ้ำ 5 ครั้ง 4 ชุด และพักระหว่างชุด 2 นาที

รับรองโดยคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน
คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล
137/2565
รหัสโครงการ ..... (IRB1)
COA no. Si 264/2022
วันที่รับรอง ..... 28 มี.ค. 2565

ระยะที่ 2 ในช่วง 1 เดือนถัดมา ประกอบด้วยการฝึก 4 ท่า

1. การออกกำลังกายในท่าการกระโดดด้วย 2 ขา เคลื่อนที่ขึ้นกล่อง (squat jump to box) กำหนดความสูง 30 เซนติเมตร ทำซ้ำ 5 ครั้ง 4 ชุด และพักระหว่างชุด 2 นาที

2. การออกกำลังกายในท่าการก้าวกระโดดไปเคลื่อนที่ไปทางด้านข้างด้วยขาเพียงข้างเดียวสลับ ซ้าย-ขวา เคลื่อนที่อย่างต่อเนื่อง (laterai bound) ทำซ้ำ 5 ครั้ง 4 ชุด และพักระหว่างชุด 2 นาที

3. การออกกำลังกายในท่าการกระโดดก้าวเท้าสลับซ้าย-ขวาขึ้นกล่องที่มีความสูง 30 เซนติเมตร (step up alternate jump) ทำซ้ำ 5 ครั้งในแต่ละข้าง 4 ชุด และพักระหว่างชุด 2 นาที

4. การออกกำลังกายในท่าการกระโดดด้วยปลายเท้าโดยเข่าเหยียดตรง (ankle jump) ทำซ้ำ 5 ครั้ง 4 ชุด และพักระหว่างชุด 2 นาที

กลุ่มที่ได้รับการฝึกแบบมีแรงต้าน กำหนดระดับการฝึก 10 ครั้ง 3 ชุด พักระหว่างชุด 1 นาที โดยการใช้ดัมเบลที่มีน้ำหนัก 75% ของน้ำหนักที่ยกได้มากที่สุดใน 1 ครั้ง และปรับน้ำหนักเพิ่มขึ้นในเดือนที่ 2 ประกอบด้วยการฝึก 4 ท่า

1. การออกกำลังกายในท่าลุกนั่ง โดยการพับสะโพกไปทางด้านหลังและย่อตัวลง (squat)

รับรองโดยคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน
คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล
รหัสโครงการ 137/2565 (IRB1)
COA no. Si 264/2022
วันที่รับรอง 28 มี.ค. 2565

2. การออกกำลังกายในท่าการก้าวขาเคลื่อนที่ไปทางด้านข้างและย่อตัวลง สลับ ซ้าย-ขวา (lateral lunge)

3. การออกกำลังกายในท่าการเดินก้าวเท้าสลับซ้าย-ขวาขึ้นกล่องที่มีความสูง 30 เซนติเมตร (step up)

4. การออกกำลังกาะในท่าการยืนเขย่งปลายเท้า (heel raise)

5. ผู้เข้าร่วมวิจัยต้องทำแบบประเมินคะแนนความเจ็บปวดในทุกครั้งที่ได้รับการฝึก โดยจะทำการประเมินวันละ 3 ครั้ง ได้แก่ ก่อนการฝึก หลังการฝึก และผ่านไป 24 ชั่วโมงหลังการฝึก ในแต่ละวัน เพื่อติดตามอาการปวดของผู้เข้าร่วมวิจัย และเพื่อป้องกันความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บหรืออาการไม่พึงประสงค์ที่อาจเกิดขึ้น
6. ผู้วิจัยจะต้องเดินทางมาที่โรงพยาบาลศิริราช 3 ครั้ง ได้แก่
   ครั้งที่ 1 วันนัดหมายการตรวจรักษาครบ 6 เดือนหลังการผ่าตัด เพื่อทำการทดสอบก่อนเข้าโครงการ และได้รับการฝึก
   ครั้งที่ 2 ในช่วง 1 เดือนหลังได้รับการฝึกเพื่อมาปรับท่า รวมถึงความหนักของการฝึก ในช่วงระยะที่ 2
   ครั้งที่ 3 ในช่วง 2 เดือนหลังได้รับการฝึก เพื่อทำการเก็บข้อมูลจากการทดสอบครั้งที่ 2
7. ทำการเก็บข้อมูลจากการทดสอบครั้งที่ 2 (2 เดือนหลังจากครั้งแรก) เป็นการเก็บข้อมูลเหมือนกับครั้งที่ 1

ความเสี่ยงที่อาจจะเกิดขึ้นเมื่อเข้าร่วมการวิจัย การวิจัยครั้งนี้เพื่อความปลอดภัยของและลดความเสี่ยงต่อการเกิดอาการไม่พึงประสงค์หรือความเสี่ยงที่จะทำให้เกิดอันตรายต่อร่างกายของผู้เข้าร่วมวิจัย ผู้วิจัยมีการตรวจสอบวิธีดำเนินการวิจัยอย่างรอบคอบ และได้มีการตรวจสอบโปรแกรมการฝึกจากผู้ทรงคุณวุฒิ รวมถึงการออกแบบโปรแกรมการฝึกอย่างเป็นขั้นตอนตามลำดับ เพื่อให้ร่างกายค่อยๆ ปรับสภาพ โดยการฝึกอาจก่อให้เกิดความเสี่ยงต่ออาการปวดกล้ามเนื้อหลังการออกกำลังกาย ซึ่งเป็นอาการปกติของผู้ที่เริ่มการฝึก และอาการนี้จะหายได้ภายใน 48-72 ชั่วโมง หลังได้รับการฝึก โดยที่ผู้วิจัยจะมีการป้องกันความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บโดยการอธิบายขั้นตอนการวิจัยอย่างละเอียด และทำการฝึกท่าออกกำลังกายที่โรงพยาบาลศิริราชเพื่อให้เกิดความเข้าใจเตรียมความพร้อมของร่างกาย อีกทั้งผู้วิจัยได้จัดทำโปรแกรมการออกกำลังกายที่ครอบคลุมการอบอุ่นร่างกาย และการยืดเหยียดกล้ามเนื้อเพื่อลดอาการตังกล่าว รวมถึงมีผู้วิจัย ผู้ช่วยวิจัย ดูแลอย่างใกล้ชิดในเรื่องของความปลอดภัยขณะออกกำลังกาย และทำการประเมินอาการปวดวันทุกครั้งที่ได้รับการฝึก ได้แก่ ก่อนการฝึก หลังการฝึก และหลังการฝึก 24 ชั่วโมง เพื่อติดตามอาการปวดของผู้เข้าร่วมวิจัย หากเกิดภาวะไม่พึงประสงค์ขึ้น สามารถติดต่อผู้วิจัย และนายวัชรพล เทพา (ผู้วิจัยร่วม) นักวิทยาศาสตร์การกีฬา ปฏิบัติงานที่สาขาเวชศาสตร์การกีฬา ภาควิชาศัลยศาสตร์ออร์โธปิดิคส์และกายภาพบำบัด ได้ตลอด 24 ชั่วโมง และจะให้การช่วยเหลือเบื้องต้นทันที โดยจะให้คำแนะนำในการปฐมพยาบาลเบื้องต้นด้วยวิธีการที่เหมาะสมเพื่อบรรเทาอาการ หากมีอันตรายหรือการบาดเจ็บ

ร้ายแรงจะทำการติดต่อแพทย์เจ้าของไข้ทันที และหากแพทย์เจ้าของไข้พิสูจน์ได้ว่าเป็นผลจากการเข้าร่วมการวิจัย ผู้เข้าร่วมวิจัยจะได้รับความคุ้มครองตามกฎหมาย และผู้วิจัยจะเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายในการรักษา

หากท่านไม่เข้าร่วมในโครงการวิจัยนี้ ท่านก็จะได้รับการตรวจเพื่อการวินิจฉัยและรักษาโรคของท่านตามวิธีการที่เป็นมาตรฐานคือ การฟื้นฟูสมรรถภาพทางกายในรูปแบบปกติ ซึ่งค่ารักษาตามปกติ ได้แก่ ค่าตรวจรักษากับแพทย์ ค่าพื้นฟูกล้ามเนื้อ หรือการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อตามคำสั่งของแพทย์เจ้าของไข้

หากมีข้อสงสัยที่จะสอบถามเกี่ยวข้องกับการวิจัย หรือหากเกิดผลข้างเคียงที่ไม่พึงประสงค์จากการวิจัย ท่านสามารถติดต่อ

อ.ดร.นภัสกร ชื่นศิริ โทร 091-009-9699

รศ.นพ. พิสิฏฐ์ เลิศวานิช โทร 080-566-3313

นายวัชรพล เทพา โทร 085-382-7404

ท่านจะได้รับการช่วยเหลือหรือดูแลรักษาการบาดเจ็บ/เจ็บป่วยอันเนื่องมาจากการวิจัยตามมาตรฐานทางการแพทย์ โดยผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายในการรักษาคือ คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประโยชน์ที่คิดว่าจะได้รับจากการวิจัย

ประโยชน์ต่อผู้ร่วมวิจัย/อาสาสมัครเป็นรายบุคคล

ผลการวิจัยจะช่วยให้ผู้ป่วยได้รับโปรแกรมการฟื้นฟูสมรรถภาพทางกายที่มีประสิทธิภาพต่อการทำงานในชีวิตประจำวันและการกลับไปเล่นกีฬามากยิ่งขึ้น

ประโยชน์ต่อสังคม

ผลการวิจัยจะช่วยเพิ่มแนวทางการฟื้นฟูผู้ป่วยหลังผ่าตัดเอ็นไขว้หน้าให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ค่าตอบแทนที่ผู้ร่วมวิจัย/อาสาสมัครจะได้รับ 1,500 บาท / ท่าน ในส่วนของค่าตอบแทนจะได้รับเป็นค่าเดินทางในการมาทดสอบ ซึ่งโดยผู้วิจัยจะแบ่งจ่าย ดังนี้ ค่าตอบแทนผู้เข้าร่วมวิจัย 2 ครั้ง ครั้งละ 750 บาท โดยครั้งที่ 1 เมื่อครบ 1 เดือนหลังเข้าโครงการ และครั้งที่ 2 เมื่อสิ้นสุดโครงการ เนื่องจากผู้เข้าร่วมวิจัยจะต้องเดินทางมาที่โรงพยาบาลเพิ่มเติม 2 ครั้ง นอกเหนือจากการนัดหมายปกติ

ค่าใช้จ่ายที่ผู้ร่วมวิจัย/อาสาสมัครจะต้องรับผิดชอบเอง ไม่มี นอกเหนือจากค่ารักษาตามปกติ

หากมีข้อมูลเพิ่มเติมทั้งด้านประโยชน์และโทษที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยนี้ ผู้วิจัยจะแจ้งให้ทราบโดยรวดเร็วและไม่ปิดบัง

ข้อมูลส่วนตัวของผู้ร่วมวิจัย/อาสาสมัคร จะถูกเก็บรักษาไว้เป็นความลับและจะไม่เปิดเผยต่อสาธารณะเป็นรายบุคคล แต่จะรายงานผลการวิจัยเป็นข้อมูลส่วนรวมกรณีเป็นการวิจัยทางคลินิกผลการวิจัยในภาพรวมนี้อาจดูได้จากเว็บไซต์ (http://www.ClinicalTrials.gov/ http://www.ClinicalTrials.in.th.) **ข้อมูลของผู้ร่วมวิจัย/อาสาสมัครเป็นรายบุคคลอาจมีคณะบุคคลบางกลุ่มเข้ามาตรวจสอบได้ เช่น ผู้ให้ทุนวิจัย ผู้กำกับดูแลการวิจัย สถาบันหรือองค์กรของรัฐที่มีหน้าที่ตรวจสอบ รวมถึงคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน เป็นต้น โดยไม่ละเมิดสิทธิของผู้ร่วมวิจัย/อาสาสมัครในการรักษาความลับเกินขอบเขตที่กฎหมายอนุญาตไว้**

ผู้ร่วมวิจัย/อาสาสมัครมีสิทธิ์ถอนตัวออกจากโครงการวิจัยเมื่อใดก็ได้ โดยไม่ต้องแจ้งให้ทราบล่วงหน้า และการไม่เข้าร่วมการวิจัยหรือถอนตัวออกจากโครงการวิจัยนี้ จะไม่มีผลกระทบต่อการบริการและการรักษาที่สมควรจะได้รับตามมาตรฐานแต่ประการใด

หนังสือแสดงเจตนายินยอม

เอกสารหมายเลข 3ข

หนังสือแสดงเจตนายินยอมเข้าร่วมการวิจัย

(Consent Form)

วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

ข้าพเจ้า..... อายุ.....ปี

อาศัยอยู่บ้านเลขที่.....ถนน..... แขวง/ตำบล.....

เขต/อำเภอ.....จังหวัด.....รหัสไปรษณีย์.....

โทรศัพท์ .....

ขอแสดงเจตนายินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัย เรื่อง ผลของการฝึกพลัยโอเมตริกต่อการทำงานของประสาทกล้ามเนื้อและข้อเข่าในผู้ป่วยผ่าตัดเอ็นไขว้หน้า

โดยข้าพเจ้าได้รับทราบรายละเอียดเกี่ยวกับที่มาและจุดมุ่งหมายในการทำวิจัย รายละเอียดขั้นตอนต่างๆ ที่จะต้องปฏิบัติหรือได้รับการปฏิบัติ ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับของการวิจัย และความเสี่ยงที่อาจจะเกิดขึ้นจากการเข้าร่วมการวิจัย รวมทั้งแนวทางป้องกันและแก้ไขหากเกิดอันตรายขึ้น ค่าใช้จ่ายที่ข้าพเจ้าจะต้องรับผิดชอบจ่ายเอง โดยได้อ่านข้อความที่มีรายละเอียดอยู่ในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัยโดยตลอด อีกทั้งยังได้รับคำอธิบายและตอบข้อสงสัยจากหัวหน้าโครงการวิจัยเป็นที่เรียบร้อยแล้ว

ข้าพเจ้าจึงสมัครใจเข้าร่วมในโครงการวิจัยนี้

หากข้าพเจ้ามีข้อข้องใจเกี่ยวกับขั้นตอนของการวิจัย หรือหากเกิดผลข้างเคียงที่ไม่พึงประสงค์จากการวิจัยขึ้นกับข้าพเจ้า ข้าพเจ้าจะสามารถติดต่อกับ รศ.นพ. พิสิฏฐ์ เลิศวานิช 080-5663313

หากข้าพเจ้าได้รับการปฏิบัติไม่ตรงตามที่ระบุไว้ในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย ต้องการปรึกษาปัญหา ข้อกังวล มีคำถามหรือต้องการข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับการวิจัย ข้าพเจ้าสามารถติดต่อกับประธานคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคนได้ที่ สำนักงานคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน อาคารเฉลิมพระเกียรติ ๘๐ พรรษา ๕ ธันวาคม ๒๕๕๐ ชั้น 2 โทร.0 2419 2667-72 โทรสาร 0 2411 0162

ข้าพเจ้าได้ทราบถึงสิทธิ์ที่ข้าพเจ้าจะได้รับข้อมูลเพิ่มเติมทั้งทางด้านประโยชน์และโทษจากการเข้าร่วมการวิจัย และสามารถถอนตัวหรืองดเข้าร่วมการวิจัยได้ทุกเมื่อโดยไม่ต้องแจ้งล่วงหน้าหรือระบุเหตุผล โดยจะไม่มีผลกระทบต่อการบริการและการรักษาพยาบาลที่ข้าพเจ้าจะได้รับต่อไปในอนาคต และยินยอมให้ผู้วิจัยใช้ข้อมูลส่วนตัวของข้าพเจ้าที่ได้รับจากการวิจัย แต่จะไม่เผยแพร่ต่อสาธารณะเป็นรายบุคคล โดยจะนำเสนอเป็นข้อมูลโดยรวมจากการวิจัยเท่านั้น

ข้าพเจ้าได้เข้าใจข้อความในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย และหนังสือแสดงเจตนายินยอมนี้โดยตลอดแล้ว จึงลงลายมือชื่อไว้เป็นหลักฐาน ทั้งนี้ ข้าพเจ้าได้รับสำเนาหนังสือแสดงเจตนายินยอมเข้าร่วมในการวิจัยไว้แล้ว 1 ฉบับ

รับรองโดยคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน
คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล
รหัสโครงการ 137/2565 (IRB1)
COA no. Si 264/2022
วันที่รับรอง 28 มี.ค. 2565

ลงชื่อ..... ผู้ร่วมวิจัย/อาสาสมัครหรือผู้แทนโดยชอบธรรม

(.....)

วันที่.....

ลงชื่อ.....ผู้ให้ข้อมูลและขอความยินยอม/หัวหน้าโครงการวิจัย/วันที่.....

(.....)

วันที่.....

ในกรณีผู้ร่วมวิจัย/อาสาสมัคร อ่านหนังสือไม่ออก มีพยานซึ่งไม่มีส่วนได้เสียอยู่ด้วยตลอดระยะเวลาที่มีการให้ข้อมูลและผู้ร่วมวิจัย/อาสาสมัครหรือผู้แทนโดยชอบธรรมให้ความยินยอมเข้าร่วมการวิจัย พยานขอยืนยันว่าข้อมูลในหนังสือแสดงเจตนายินยอมหรือข้อมูลที่ได้รับและเอกสารอื่นได้รับการอธิบายอย่างถูกต้อง และผู้ร่วมวิจัย/อาสาสมัครหรือผู้แทนโดยชอบธรรมแสดงว่าเข้าใจรายละเอียดต่างๆ พร้อมทั้งให้ความยินยอมโดยสมัครใจ จึงได้ลงลายมือชื่อไว้เป็นพยาน

ลงชื่อ.....พยาน

(.....)

วันที่.....

ลงชื่อ..... ผู้ร่วมวิจัย/อาสาสมัครหรือผู้แทนโดยชอบธรรม

(.....)

วันที่.....

ลงชื่อ..... พยาน

(.....)

วันที่.....

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	วัชรพล เทพา
วัน เดือน ปี เกิด	27 กุมภาพันธ์ 2539
สถานที่เกิด	สมุทรสาคร
วุฒิการศึกษา	วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬาและการออกกำลังกาย วิทยาลัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา มหาวิทยาลัยมหิดล
ที่อยู่ปัจจุบัน	531/892 ideo mobi charan interchange บางขุนศรี บางกอกน้อย กรุงเทพฯ 10700
ผลงานตีพิมพ์	ไม่มี
รางวัลที่ได้รับ	ไม่มี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University