การเปรียบเทียบข้อมูลทางชีวกลศาสตร์ขณะลงสู่พื้นในท่าฟาดลูกตะกร้อแบบครึ่งรอบและแบบซันแบคในนักกีฬาเซปักตะกร้อหญิง

น.ส.รัชยา ศุภลักษณ์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา ไม่สังกัดภาควิชา/เทียบเท่า
คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2561

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A COMPARISON OF LANDING PHASE BIOMECHANICAL DATA BETWEEN HALF ROLL AND SUNBACK SPIKES IN FEMALE SEPAK TAKRAW PLAYERS

Miss Ratchaya Supalak

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science in Sports Science
Common Course
Faculty of Sports Science
Chulalongkorn University
Academic Year 2018
Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การเปรียบเทียบข้อมูลทางชีวกลศาสตร์ขณะลงสู่พื้นในท่าฟาดลูกตะกร้อแบบครึ่งรอบและแบบซันแบคในนักกีฬาเซปักตะกร้อหญิง
โดย	น.ส.รัชยา ศุภลักษณ์
สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์การกีฬา
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	อาจารย์ ดร.นงนภัส เจริญพานิช

คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

.... คณบดีคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิทธา พงษ์พิบูลย์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.... ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชัยพัฒน์ หล่อศิริรัตน์)

.... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(อาจารย์ ดร.นงนภัส เจริญพานิช)

.... กรรมการ

(อาจารย์ ดร.ทศพร ยิ้มลมัย)

.... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เฉลิม ชัยวัชราภรณ์)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รัชยา ศุภลักษณ์ : การเปรียบเทียบข้อมูลทางชีวกลศาสตร์ขณะลงสู่พื้นในท่าฟาดลูกตะกร้อแบบครึ่งรอบและแบบซันแบคในนักกีฬาเซปักตะกร้อหญิง. (A COMPARISON OF LANDING PHASE BIOMECHANICAL DATA BETWEEN HALF ROLL AND SUNBACK SPIKES IN FEMALE SEPAK TAKRAW PLAYERS) อ.ที่ปรึกษาหลัก : อ. ดร.นงนภัส เจริญพานิช

วัตถุประสงค์ เพื่อเปรียบเทียบแรงปฏิกิริยาจากพื้นในแนวดิ่งและองศาการเคลื่อนไหวของข้อเข่าในทิศทางต่าง ๆ ขณะลงสู่พื้นจากการกระโดดฟาดลูกตะกร้อในท่าฟาดลูกตะกร้อระหว่างแบบครึ่งรอบและแบบซันแบค

วิธีการทดลอง กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักกีฬาเซปักตะกร้อหญิงทีมชาติไทย อายุเฉลี่ย 25.63 ± 6.02 ปี จำนวน 8 คน โดยเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง ทำการฟาดลูกตะกร้อทั้ง 2 รูปแบบ ได้แก่ การกระโดดฟาดแบบครึ่งรอบและแบบซันแบครูปแบบละ 5 ครั้ง มีระยะเวลาห่างกันอย่างน้อย 10 นาที ในสนามตะกร้อจำลอง ที่ติดตั้งกล้องความเร็วสูงจำนวน 9 ตัว และแผ่นวัดแรงปฏิกิริยาในแนวดิ่งจำนวน 1 แผ่น นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ค่า t (pair sample t-test) โดยกำหนดนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการวิจัย

1. ค่าเฉลี่ยของค่าแรงปฏิกิริยาจากพื้นในแนวดิ่งสูงสุดขณะลงสู่พื้นในท่าฟาดลูกตะกร้อแบบซันแบค แสดงแรงปฏิกิริยาในแนวดิ่งมากกว่าแบบครึ่งรอบ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ค่าเฉลี่ยของค่ามุมองศาการบิดหมุนข้อเข่าเข้าด้านในขณะลงสู่พื้นในท่าฟาดลูกตะกร้อแบบครึ่งรอบแสดงองศาการหมุนเข่าเข้าด้านในมากกว่าแบบซันแบค อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สรุปผลการวิจัย แรงปฏิกิริยาจากพื้นในแนวดิ่งแบบซันแบคไม่สอดคล้องกับสมมุติฐานงานวิจัย เนื่องจากมีค่ามากกว่าแบบครึ่งรอบอย่างมีนัยสำคัญ โดยพบว่า การเคลื่อนไหวของข้อเข่าของการฟาดลูกแบบซันแบคขณะลงสู่พื้นมีแนวโน้มการงอเข่ามากกว่าแบบครึ่งรอบ แต่การฟาดแบบครึ่งรอบแสดงองศาการหมุนเข่าเข้าด้านในมากกว่าแบบซันแบคอย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้นองศาการเคลื่อนไหวของข้อเข่าจึงน่าจะมีผลโดยตรงต่อแรงปฏิกิริยาจากพื้นในแนวดิ่ง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์การกีฬา	ลายมือชื่อนิสิต	....
ปีการศึกษา	2561	ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก	....

6078404539 : MAJOR SPORTS SCIENCE

KEYWORD: Sepak Takraw, Half roll spike, Sunback spike, Vertical Ground Reaction Force, Knee range of motion

Ratchaya Supalak : A COMPARISON OF LANDING PHASE BIOMECHANICAL DATA BETWEEN HALF ROLL AND SUNBACK SPIKES IN FEMALE SEPAK TAKRAW PLAYERS. Advisor: Nongnapas Charoenpanich, Ph.D.

Purpose: To compare the vertical ground reaction force and knee joint angles during landing between half roll and sunback

Methods: Purposive sampling of eight female Thai national sepak takraw players; the average value of age 25.63 ± 6.02 years. Each subject was allowed to perform 5 repetitions per set of half roll and sunback spikes, rested 10 minutes between sets, at Biomechanical laboratory with 9 high speed cameras and 1 force plate. The data were analyzed by using mean, standard deviation the difference by using pair sample T-Test at $p < .05$.

Results

1. The average value of peak vertical ground reaction force of sunback showed significantly was higher than that of half roll landing spikes at $p < .05$.

2. The average value of knee joint internal rotation of half roll showed significantly higher range of motion than that of sunback landing spikes at $p < .05$.

Conclusion

Data from Vertical ground reaction force of sunback did not support our the hypothesis, because it showed significantly higher than in the half roll landing spikes. The knee joint range of motion showed the sunback spike had the range of knee extension more than that of half roll. Moreover, the internal rotation ranges of half roll significantly higher than in the sunback spike. Therefore, the range of motion of knee joint may be directly effects on vertical ground reaction force.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Field of Study:	Sports Science	Student's Signature ....
Academic Year:	2018	Advisor's Signature ....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับคำแนะนำ คำปรึกษา ความเมตตากรุณาและความเอาใจใส่ จาก อาจารย์ ดร.นงนภัส เจริญพานิช อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาเป็นอย่างยิ่ง จึงขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชัยพัฒน์ หล่อศิริรัตน์ อาจารย์ ดร.ทศพร ยิ้มลมัย และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เฉลิม ชัยวัชราภรณ์ คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้แนวคิด คำแนะนำ และตรวจแก้ไข ปรับปรุงข้อบกพร่องต่าง ๆ ให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ถูกต้อง และมีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณสมาคมกีฬาตะกร้อแห่งประเทศไทย ผู้ฝึกสอน วีรัช ณ หนองคาย ที่ให้ความอนุเคราะห์นักกีฬาในการเข้าร่วมการวิจัย ขอบพระคุณนักกีฬาเซปักตะกร้อหญิงทีมชาติไทยชุดปัจจุบันทุกท่าน ที่ให้ความช่วยเหลือและร่วมมือเป็นอย่างดี

ขอกราบขอบพระคุณ คณาจารย์คณะวิทยาศาสตร์การกีฬาทุกท่าน ที่ได้ให้ความรู้ คำแนะนำ ข้อคิดเห็นที่ดีเสมอมา ขอบพระคุณบุคลากรจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้ความช่วยเหลือและเอาใจใส่เป็นอย่างดี

ขอกราบขอบคุณ คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยที่ให้ความอนุเคราะห์เอื้อเฟื้อเครื่องมือและสถานที่การทำวิจัย สำหรับใช้ในการดำเนินการวิจัยครั้งนี้

ขอขอบคุณผู้ที่มีส่วนช่วยเหลือในด้านต่าง ๆ ขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยาภา แก้วอุทาน ที่คอยเป็นแรงบันดาลใจ ตลอดจนกำลังใจจากเพื่อน ๆ ที่คอยช่วยเหลือและเป็นห่วง ตลอดเวลาที่ศึกษาอยู่

และที่สำคัญผู้วิจัยขอขอบพระคุณบิดา มารดา และครอบครัว ที่คอยสนับสนุนทางด้านการศึกษาและการดำเนินชีวิต ให้กำลังใจและปรารถนาดี ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความเมตตากรุณาเป็นอย่างยิ่ง ด้วยคุณความดีและประโยชน์อันเกิดจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณบิดา มารดา ครูบาอาจารย์ อีกทั้งผู้มีพระคุณทุกท่านที่ได้ให้การอบรมสั่งสอน ตลอดจนสนับสนุนผู้วิจัยจนสำเร็จการศึกษา

รัชยา ศุภลักษณ์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย .... ค

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .... ง

กิตติกรรมประกาศ .... จ

สารบัญ .... ฉ

สารบัญตาราง .... ฌ

สารบัญแผนภูมิ .... ญ

บทที่ 1 บทนำ 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

วัตถุประสงค์ของการวิจัย 4

คำถามของการวิจัย 4

สมมุติฐานของการวิจัย 5

แรงปฏิกิริยาจากพื้นในแนวดิ่งของการกระโดดฟาดลูกตะกร้อแบบครึ่งรอบมีค่ามากกว่าการกระโดดฟาดแบบซันแบคส่งผลให้น่าจะมีองศาการเคลื่อนไหวของข้อเข่าในทิศทางต่าง ๆ มากกว่า 5

ขอบเขตของการวิจัย 5

คำจำกัดความของการวิจัย 6

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 7

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 8

1. กีฬาเซปักตะกร้อ 8

1.1 ประวัติกีฬาเซปักตะกร้อ 8

1.2 ทักษะสำคัญในการแข่งขันกีฬาเซปักตะกร้อ 9

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2. ข้อเข่า....19

2.1 กายวิภาคศาสตร์ของข้อเข่า (Anatomy of the Human Knee Joint)....19

2.2 การเคลื่อนไหวของข้อเข่า....20

2.3 Arthokinematics of knee joint....21

2.4 การบาดเจ็บของข้อเข่า....22

3. ชีวกลศาสตร์และการเคลื่อนไหวร่างกาย....24

3.1 ชีวกลศาสตร์กีฬา....25

4. แรงปฏิกิริยาจากพื้น (Ground Reaction Force)....32

4.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องภายในประเทศ....34

4.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องต่างประเทศ....35

กรอบแนวความคิดในการวิจัย....39

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย....40

ประชากร....40

กลุ่มตัวอย่าง....40

ขั้นตอนการวิจัยและการเก็บรวบรวมข้อมูล....41

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย....44

การวิเคราะห์ข้อมูล....44

บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล....46

ตอนที่ 1 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลพื้นฐานของผู้เข้าร่วมวิจัย....47

ตอนที่ 2 วิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแรงปฏิกิริยาจากพื้นสูงสุดในแนวดิ่งขณะลงสู่พื้นในท่าฟาดลูกตะกร้อแบบครึ่งรอบและแบบซันแบค ที่ระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติ .05....49

ตอนที่ 3 แผนภูมิเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของแรงปฏิกิริยาจากพื้นสูงสุดในแนวดิ่ง มุมของข้อเข่าขณะยืนตัวตรงก่อนทำการทดสอบและขณะลงสู่พื้นในท่าฟาดลูกตะกร้อแบบครึ่งรอบและแบบซันแบค....51

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 53

สรุปผลการวิจัย 53

ผลการวิจัยพบว่า 53

อภิปรายผลการวิจัย 54

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย 57

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยในครั้งต่อไป 57

1. ควรทำการศึกษาข้อต่ออื่น ๆในรยางค์ส่วนล่าง เช่น ข้อเท้า ข้อสะโพก รวมไปถึงลำตัว....... 57

2. ควรมีการศึกษาในเรื่องของแรงที่กระทำต่อข้อต่อ (Joint Force) ขณะเคลื่อนไหว....... 57

3. ควรทำการศึกษาเปรียบเทียบนักกีฬาที่มีกล้ามเนื้อไม่สมดุลกัน (Muscle Imbalance) เพื่อนำไปใช้ในการออกแบบโปรแกรมการฝึก 57

บรรณานุกรม 58

ภาคผนวก....... 65

ภาคผนวก ก แบบสอบถามข้อมูลเพื่อการคัดกรองเบื้องต้น 66

ภาคผนวก ข แบบบันทึกข้อมูลการวิจัย 67

ภาคผนวก ค ตำแหน่งการติดวัตถุสะท้อนแสงที่ใช้ในการวิจัย 69

ภาคผนวก ง การยืดกล้ามเนื้อสำหรับการเล่นเซปักตะกร้อ 70

ภาคผนวก จ คำจำกัดความของท่าทางและวิธีการในการเตะลูกตะกร้อ 77

ภาคผนวก ฉ การวัดมุมองศาของข้อเข่าที่ใช้ในการวิจัย....... 79

ภาคผนวก ช เอกสารผ่านการรับพิจารณาจริยธรรมในคน 82

ประวัติผู้เขียน 104

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ย และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($\bar{X}$ ±S.D.) คุณลักษณะทั่วไปของผู้เข้าร่วมงานวิจัย 47

ตารางที่ 2 แสดงค่าเฉลี่ย และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($\bar{X}$ ± S.D.) ของมุมของข้อเข่าขณะยืนตัวตรงก่อนทำการทดสอบ 48

ตารางที่ 3 แสดงค่าเฉลี่ย และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($\bar{X}$ ± S.D.) ของแรงปฏิกิริยาจากพื้นสูงสุดในแนวดิ่ง ขณะลงสู่พื้นในท่าฟาดลูกตะกร้อแบบครึ่งรอบและแบบซันแบค....................................49

ตารางที่ 4 แสดงค่าเฉลี่ย และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($\bar{X}$ ± S.D.) ของมุมของข้อเข่าขณะลงสู่พื้นในท่าฟาดลูกตะกร้อแบบครึ่งรอบและแบบซันแบค....................................50

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สารบัญแผนภูมิ

หน้า

แผนภูมิที่ 1 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแรงปฏิกิริยาจากพื้นสูงสุดในแนวดิ่ง ขณะลงสู่พื้นในท่าฟาดลูกตะกร้อแบบครึ่งรอบและแบบซันแบค......................................51

แผนภูมิที่ 2 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของมุมของข้อเข่าขณะยืนตัวตรงก่อนทำการทดสอบขณะลงสู่พื้นในท่าฟาดลูกตะกร้อแบบครึ่งรอบและแบบซันแบค 52

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

กีฬาเซปักตะกร้อ เป็นหนึ่งในกีฬาและกิจกรรมที่ได้รับความนิยมในทวีปเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเทศ ไทย มาเลเซีย อินโดนีเซีย ฟิลิปปินส์ และเวียดนาม กีฬาเซปักตะกร้อถูกบรรจุให้เป็นกีฬาที่ใช้ในการแข่งขันในระดับนานาชาติ ทั้งในเอเชี่ยนเกมส์และซีเกมส์ (ชวลิต จิรายุกุล, 2536) โดยในปี พ.ศ. 2533 กีฬาเซปักตะกร้อได้ถูกบรรจุเข้าเป็นกีฬาที่ใช้ในการแข่งขันในกีฬาเอเชี่ยนเกมส์เป็นครั้งแรก ซึ่งเกิดขึ้นในการจัดการแข่งขันกีฬาเอเชี่ยนเกมส์ ครั้งที่ 11 ณ ประเทศจีน (กรมพลศึกษา, 2555)

เซปักตะกร้อเป็นกีฬาที่มีตาข่ายเป็นสิ่งกีดขวาง ซึ่งผู้เล่นสามารถใช้ส่วนใดส่วนหนึ่งของร่างกายก็ได้ยกเว้นมือหรือแขนในการเตะลูกตะกร้อเพื่อข้ามไปยังอีกฝั่ง โดยรูปแบบการเล่นของเซปักตะกร้อมีลักษณะคล้ายกับกีฬาวอลเลย์บอล แบดมินตัน และเทนนิส (Jawis, Singh, Singh, & Yassin, 2005) ตามกติกาของสหพันธ์เซปักตะกร้อนานาชาติ ในการแข่งขันจะกำหนดให้มีผู้เล่น 3 คนในสนาม และตัวสำรอง 2 คน ซึ่งผู้เล่นที่ลงสนามจะประกอบไปด้วย ตัวเสิร์ฟ ตัวชง และตัวทำ โดยนักกีฬาแต่ละตำแหน่งมีหน้าที่และวิธีการในการเล่นที่แตกต่างกัน ความสามารถพื้นฐานที่จำเป็นในกีฬานี้ คือ การทำงานประสานสัมพันธ์กันของศีรษะ ตา และการทรงตัว สายตาที่ดีจะส่งผลให้มีมุมมองและการเตะที่แม่นยำ (Hackworth, 2006; Sujae & Koh, 2008) นอกจากนี้ในการเล่นกีฬาเซปักตะกร้อยังมีองค์ประกอบที่สำคัญของการเล่นหรือการแข่งขันหลายขั้นตอน ประกอบไปด้วย การโยน การเสิร์ฟ การรับลูกเสิร์ฟ การตั้งหรือการชงลูกตะกร้อ การรุก การสกัดกั้น และการรับลูกที่เกิดขึ้นจากการสกัดกั้นหรือการตั้งรับ (แวน วัณณะพันธุ์, 2542) โดยขั้นตอนการรุกถือว่าเป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญมาก เพราะถือว่าเป็นโอกาสที่จะมีสิทธิ์ในการเสิร์ฟลูกใหม่และได้คะแนน นักกีฬาที่มีหน้าที่รุกเกม หรือเรียกว่า ตัวทำ จะต้องมีความมั่นใจสูง มีชั้นเชิงกลยุทธ์ มีเทคนิคและแทคติก รวมไปถึงมีการแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้าได้ดี ซึ่งลักษณะและวิธีการในการเล่นของตำแหน่งตัวทำ ล้วนแต่ประกอบไปด้วยการกระโดด ไม่ว่าจะเป็นลอยตัวเตะลูกกลางอากาศ การกระโดดเตะลูกสลับเท้าด้านหลัง การกระโดดใช้ศีรษะกดลูกตะกร้อลง การกระโดดเหยียบลูกด้วยฝ่าเท้า และการกระโดดปาดด้านข้างด้วยฝ่าเท้า โดยการกระโดดลอยตัวฟาดลูกตะกร้อเป็นท่าที่ได้รับความนิยมมากที่สุด (Jawis et al., 2005) สำหรับการกระโดดฟาดลูกตะกร้อด้วยหลังเท้าในกีฬาเซปักตะกร้อมี 3 รูปแบบ ได้แก่ การกระโดดฟาดด้วยหลังเท้าแบบเต็มรอบ (Roll spike) การ

กระโดดฟาดด้วยหลังเท้าแบบครึ่งรอบ (Half Roll spike) และการกระโดดฟาดด้วยหลังเท้าแบบซันแบค (Sunback spike) (สุพจน์ ปราณี, 2539)

การรุกในเซปักตะกร้อเป็นการเคลื่อนไหวรวดเร็วและรุนแรง ซึ่งต้องใช้แรงอย่างมากในการเตะลูกตะกร้อในอากาศ การเล่นที่มีทักษะสูงนี้ผู้เล่นจะต้องกระโดดยกขาขึ้นและเตะลูกตะกร้อเหนือตาข่ายโดยใช้กำลังจากแรงเหวี่ยงสัมพันธ์กับข้อเท้าและการหมุนลำตัว รวมไปถึงผู้เล่นจะต้องมีความระมัดระวังจังหวะในการกระโดดเตะให้สัมพันธ์กับลูกที่กำลังลอยมา ซึ่งการเคลื่อนไหวเช่นนี้จะส่งผลให้เกิดการกระโดดแบบแนวดิ่ง (vertical) และมีการลงสู่พื้น (landing) ซ้ำ ๆ กัน ซึ่งมีความสัมพันธ์กับความเสี่ยงในการบาดเจ็บโดยเฉพาะในรยางค์(Decker, Torry, Wyland, Sterett, & Steadman, 2003) จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่าอุบัติการณ์การบาดเจ็บในกีฬาเซปักตะกร้อมีมากกว่าฟุตบอล ซึ่งบริเวณที่พบการบาดเจ็บมากที่สุด คือ ข้อเข่า 42% และต้นขา 18% โดยตำแหน่งตัวรุกหรือตัวทำมักมีอาการบาดเจ็บจากการแข่งขันหรือการฝึกซ้อมมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับตำแหน่งอื่น ๆ โดยพบว่ามักเกิดขึ้นในขณะลงสู่พื้น (landing) จากการกระโดดลอยตัวเตะลูกกลางอากาศ (Nerphong, Jalayondeja, & Vatchalathiti, 2000) โดยความสูงของการลงสู่พื้นที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้มีแรงกระแทกเพิ่มขึ้นจึงเพิ่มความเสี่ยงในการบาดเจ็บโดยเฉพาะที่ข้อเข่า (Ali, Robertson, & Rouhi, 2014) กระนั้นก็ตามการกระโดดขึ้นฟาด (take off) แล้วตามด้วยการลงสู่พื้น (landing) จัดเป็นพื้นฐานที่สำคัญของเทคนิคเกี่ยวกับการโจมตีและการสกัดกั้นในเซปักตะกร้อ แม้ว่าในขณะลงสู่พื้น (landing) ข้อเท้า ข้อเข่า และข้อสะโพกจะได้รับแรงมากระทำซึ่งเป็นผลมาจากแรงปฏิกิริยาจากพื้น (ground reaction forces) ในปริมาณมากจนอาจได้รับการบาดเจ็บตามมาก็ตาม โดยการศึกษาของ พิชิตพล และคณะ (พิชิตพล เกิดสมนึก วีรวัฒน์ ลิ้มรุ่งเรืองรัตน์ และ รุ่งชัย ชวนไชยะกูล, 2558) ที่ศึกษาแรงปฏิกิริยาในแนวดิ่ง (vertical ground reaction force) และอัตราการเกิดแรง (loading rate) ขณะลงสู่พื้นในการกระโดดฟาดตะกร้อ จากศึกษาพบว่าการกระโดดฟาดด้วยหลังเท้าแบบเต็มรอบ (Roll spike) มีค่าแรงปฏิกิริยาในแนวดิ่งสูงสุดและอัตราการเกิดแรงมากกว่าเมื่อเทียบกับการกระโดดฟาดด้วยหลังเท้าแบบครึ่งรอบและแบบซันแบคอย่างมีนัยสำคัญ ค่าแรงปฏิกิริยาจากพื้น (ground reaction forces) ที่สูงจะบ่งบอกถึงแรงที่ผ่านหรือกระทำต่อร่างกายขณะลงสู่พื้น (landing) ที่เพิ่มขึ้น ด้วยเหตุนี้จึงส่งผลทำให้มีความเสี่ยงหรือมีโอกาสต่อการบาดเจ็บบริเวณข้อเข่าและข้อเท้าเพิ่มขึ้น (Arendt, Agel, & Dick, 1999; Chappell, Yu, Kirkendall, & Garrett, 2002)

โดยทั่วไปความแตกต่างระหว่างเพศในการกระจายของแรงปฏิกิริยาจากพื้นมีการรายงานพบว่า เพศหญิงจะมีแรงกระทำมากกว่าและเสี่ยงต่อการบาดเจ็บมากกว่าในเพศชาย (Decker et al., 2003) เนื่องจากโครงสร้างทางสรีรวิทยาของผู้หญิงมีการเพิ่มขึ้นของ femoral anteversion, Q angle, tibial torsion และ foot pronation ที่มาก (Bonci, 1999; Griffin, 2000) และยังมีการศึกษาหลายงาน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แสดงให้เห็นว่าในนักกีฬาเพศหญิงจะมี มุมงอเข่า (knee flexion angle) ที่น้อยและมุมการเบนออกของเข่า (knee valgus angle), แรงปฏิกิริยาจากพื้น (ground reaction forces), แรงเฉือนที่กระทำต่อ tibial (proximal tibial anterior shear force) รวมไปถึงการเหยียดเข่า (knee extension moment) มากในขณะลงสู่พื้น (landing) (Chappell et al., 2002; Ford, Myer, & Hewett, 2003; Malinzak, Colby, Kirkendall, Yu, & Garrett, 2001) โดยมีการแสดงให้เห็นว่ามุมการเบนออกของเข่า (knee valgus movement) เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดโหลด (Loading) ที่สูงต่อเอ็นไขว้หน้าของข้อเข่า

จากการศึกษาวิจัยทางด้านชีวกลศาสตร์ในกีฬาเซปักตะกร้อพบว่า การศึกษาส่วนใหญ่มุ่งเน้นไปทางด้านการเสิร์ฟ ในขณะที่การศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการฟาด (spike) นั้นยังมีอยู่จำนวนน้อย มีเพียงการศึกษาของ แวน และคณะ (แวน วัณณะพันธุ์, 2542) ที่ทำการวิเคราะห์ทางชีวกลศาสตร์ในเชิงคิเนมาติกส์แบบ 2 มิติของทักษะการฟาดแบบตีลังกาในนักกีฬาเซปักตะกร้อ โดยทำการบรรยายลักษณะของมุมสัมพัทธ์ของข้อเท้า ข้อเข่า ข้อสะโพก และข้อไหล่ในขณะเริ่มกระโดด ขณะกระทบลูก และขณะลงสู่พื้น รวมไปถึงทำการวิเคราะห์ความเร็วของเท้าขณะเริ่มต้นฟาดลูกตะกร้อ ณ เท้ากระทบลูก ความเร็วสูงสุดและความเร็วเฉลี่ยตั้งแต่เริ่มกระโดดจนกระทบลูกตะกร้อในการฟาดแบบตีลังกา และการศึกษาของ วิจิตร และคณะ (วิจิตร จันทะสิงห์ ศิริรัตน์ หิรัญรัตน์ วีรวัฒน์ ลิ้มรุ่งเรืองรัตน์ และ ชนากานต์ บุญนุช, 2560) ที่ทำการศึกษาในเรื่องของความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเชิงมุมในการหมุนข้อต่อลำตัว กระดูกเชิงกราน ข้อสะโพก ข้อเข่า และข้อเท้า ที่มีผลต่อความเร็วลูกตะกร้อในการเตะแบบเต็มรอบ และศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความยาวขากับความเร็วลูกตะกร้อในการเตะแบบเต็มรอบของกีฬาเซปักตะกร้อ ซึ่งผลการศึกษาพบว่าความเร็วเชิงมุมในการหมุนข้อต่อลำตัว กระดูกเชิงกราน ข้อสะโพก ข้อเข่าและข้อเท้าไม่มีความสัมพันธ์กับความเร็วลูกตะกร้อ และยังพบว่าความยาวขาไม่มีความสัมพันธ์กับความเร็วลูกตะกร้อ

กระนั้นก็ตาม เพื่อระบุถึงปัจจัยเสี่ยงทางชีวกลศาสตร์ต่อการบาดเจ็บของข้อเข่า มีวิธีการหลายวิธีที่สามารถระบุถึงข้อจำกัดหรือความไม่สามารถของกล้ามเนื้อ ซึ่งหนึ่งในนั้น คือ กิจกรรมที่กระโดดลงสู่พื้น (Jump landing task) การศึกษาของ ฮีเว็ท และคณะ (Hewett et al., 2006) พบว่าการกระโดดลงสู่พื้นเป็นการทดสอบทางกายภาพเพื่อระบุปัจจัยเสี่ยงของการบาดเจ็บเอ็นไขว้หน้าข้อเข่า (ACL) โดยดูจากแรงขณะลงสู่พื้น (landing forces), มุมและการเคลื่อนไหวของเข่า (knee angles and moments) การวิเคราะห์การลงสู่พื้นจะต้องมีการสังเกตมุมการงอเข่า (knee flexion angle), มุมการเบนออกของเข่า (knee valgus angle) และค่าแรงทางคิเนติกส์ (kinetic forces) อีกทั้งยังมีการศึกษากายวิภาคศาสตร์ กลไกการบาดเจ็บ และความเสี่ยงหรือปัจจัยทางชีวกลศาสตร์ต่อการบาดเจ็บเอ็นไขว้หน้า (ACL) พบว่าการเพิ่มขึ้นของแรงเฉือนด้านหน้ากระดูกหน้าแข้ง (anterior tibial shear force) เป็นสาเหตุหลักในการเพิ่มโหลดต่อเอ็นไว้หน้า (ACL) การศึกษาหลายงานได้

แสดงให้เห็นว่าการลดลงของมุมงอเข่า (knee flexion angle) และการเพิ่มขึ้นของแรงปฏิกิริยาจากพื้น (ground reaction forces) จากการที่มีการเบนออกของเข่า (valgus movement) เป็นส่วนประกอบสำคัญในการเพิ่มแรงเฉือนด้านหน้ากระดูกหน้าแข้ง (anterior tibial shear force) (Hewett et al., 2005; Arms et al., 1984) ซึ่งสอดคล้องกันกับการศึกษาอีกหลายงานที่แสดงให้เห็นว่า การมีการเคลื่อนของกระดูกหน้าแข้งไปทางด้านหน้า (anterior tibial translation) และการบิดหมุนของกระดูกหน้าแข้ง (axial tibial rotation) เป็นกลไกที่อาจทำให้เกิดการบาดเจ็บ ACL (DeMorat, Weinhold, Chudik, & Garrett, 2004; Kanamori et al., 2002; Sakane et al., 1997) ซึ่งปัจจัยเสี่ยงเหล่านี้มีความเด่นชัดในเพศหญิงมากกว่าเพศชาย จากการศึกษาของ พาพาส และคณะ (Pappas, Hagins, Sheikhzadeh, Nordin, & Rose, 2007) ที่ทำการเปรียบเทียบระหว่างเพศชายและเพศหญิงในการกระโดดลงสู่พื้นแบบขาข้างเดียว (single leg landing) พบว่าในเพศหญิงมีการเพิ่มขึ้นของมุมการเบนออกของเข่า (knee valgus angle) และแรงปฏิกิริยาจากพื้นในแนวดิ่ง (vertical ground reaction force) ในช่วงเท้าสัมผัสพื้น (initial contact) มากกว่าในเพศชาย ซึ่งถูกสันนิษฐานว่าเป็นสาเหตุที่ทำให้เพศหญิงมีความชุกของการบาดเจ็บเอ็นไขว้หน้า (ACL) มากกว่าเพศชาย (Hass et al., 2005; Malinzak et al., 2001) ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาและวิเคราะห์การเคลื่อนไหวและกลไกทางชีวกลศาสตร์ของข้อเข่าในขณะลงสู่พื้นจากการกระโดดฟาดลูกตะกร้อในท่าฟาดแบบครึ่งรอบและแบบซันแบคที่มีต่อแรงปฏิกิริยาจากพื้นในแนวดิ่ง และองศาการเคลื่อนไหวของข้อเข่าในทิศทางต่าง ๆ ที่อาจส่งผลทำให้เกิดการบาดเจ็บในนักกีฬาเซปักตะกร้อหญิง

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อเปรียบเทียบแรงปฏิกิริยาจากพื้นในแนวดิ่งและองศาการเคลื่อนไหวของข้อเข่าในทิศทางต่าง ๆ ขณะลงสู่พื้นจากการกระโดดฟาดลูกตะกร้อในท่าฟาดลูกตะกร้อระหว่างแบบครึ่งรอบและแบบซันแบค

คำถามของการวิจัย

แรงปฏิกิริยาจากพื้นในแนวดิ่งและองศาการเคลื่อนไหวของข้อเข่าขณะลงสู่พื้นจากการกระโดดฟาดลูกตะกร้อด้วยหลังเท้าแบบครึ่งรอบและแบบซันแบคของนักกีฬาเซปักตะกร้อหญิงเกิดในทางท่าการฟาดลูกตะกร้อแบบใดมากกว่ากัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สมมุติฐานของการวิจัย

แรงปฏิกิริยาจากพื้นในแนวดิ่งของการกระโดดฟาดลูกตะกร้อแบบครึ่งรอบมีค่ามากกว่าการกระโดดฟาดแบบซันแบคส่งผลให้น่าจะมีองศาการเคลื่อนไหวของข้อเข่าในทิศทางต่าง ๆ มากกว่า

ขอบเขตของการวิจัย

การศึกษาวิจัยเชิงทดลอง (Experimental study) ในนักกีฬาเซปักตะกร้อหญิงทีมชาติไทยปัจจุบัน มีอายุระหว่าง 18–35 ปี จำนวน 10 คน มาทำการทดสอบเปรียบเทียบในขณะลงสู่พื้นจากกระกระโดดฟาดลูกตะกร้อในท่าครึ่งรอบและท่าซันแบค

ประชากร

นักกีฬาเซปักตะกร้อ

ตัวแปรที่ใช้

ตัวแปรต้น

- การกระโดดฟาดลูกตะกร้อแบบครึ่งรอบ
- การกระโดดฟาดลูกตะกร้อแบบซันแบค

ตัวแปรตาม

- ค่า peak force ของ Vertical Ground Reaction Force
- ค่า knee flexion angle of landing phase
- ค่า knee abduction/adduction of landing phase
- ค่า knee internal/external rotation of landing phase

สถานที่

ห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์การกีฬา คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

คำจำกัดความของการวิจัย

เซปักตะกร้อ (Sepak Takraw) หมายถึง กีฬาชนิดหนึ่งใช้ลูกตะกร้อส่งข้ามตาข่ายโต้กันไปมา โดยใช้ขา เท้า เข่า ลำตัว และศีรษะ เพื่อรับส่งลูกมีผู้เล่นฝ่ายละ 3 คน การเริ่มส่งลูกแต่ละครั้งฝ่ายส่งจะต้องยืนอยู่ในตำแหน่งที่กำหนดไว้ การเล่นแบ่งเป็น 3 เซต ฝ่ายที่ชนะ 2 ใน 3 เซต คือ ฝ่ายชนะ

การกระโดดฟาดด้วยหลังเท้าแบบครึ่งรอบ (Half roll spike) หมายถึง การกระโดดฟาดลูกตะกร้อเหนือศีรษะกลางอากาศด้วยหลังเท้า ด้วยวิธีการวาดขาเตะลูกตะกร้อโดยเตะขาขึ้นเป็นมุมเฉียง และคว่ำตัวลงมีการตีลังกาเกิดขึ้นเพียงครึ่งรอบ ในการวิจัยครั้งนี้ใช้การฟาดด้วยหลังเท้าแบบครึ่งรอบ โดยใช้การแขวนลูกตะกร้อไว้กลางอากาศแล้วทำการการฟาดลูกตะกร้อโดยใช้ขาข้างที่ถนัดในการฟาด

การกระโดดฟาดด้วยหลังเท้าแบบซันแบค (Sunback spike) หมายถึงการกระโดดฟาดลูกตะกร้อเหนือศีรษะกลางอากาศไปทางด้านหลังของร่างกายโดยไม่มีการตีลังกา มีการวาดขากระโดดเตะลูกสลับเท้า โดยยกขาข้างที่ไม่ถนัดขึ้นไปก่อน แล้วนำขาข้างที่ถนัดขึ้นเตะ ในการวิจัยครั้งนี้ใช้การฟาดด้วยหลังเท้าแบบซันแบค โดยใช้การแขวนลูกตะกร้อไว้กลางอากาศแล้วทำการการฟาดลูกตะกร้อโดยใช้ขาข้างที่ถนัดในการฟาด

แรงปฏิกิริยาจากพื้น (Ground Reaction Force) หมายถึงแรงปฏิกิริยาจากพื้นที่เกิดจากการลงสู่พื้นในท่ากระโดดฟาดลูกตะกร้อแบบครึ่งรอบและแบบซันแบค ในการวิจัยครั้งนี้ทำการวัดแรงปฏิกิริยาจากพื้นในแนวดิ่งโดยการกระโดดฟาดลูกตะกร้อด้วยหลังเท้าแล้วลงสู่พื้นมากระแทกลงบนแผ่นตรวจจับแรงกระแทก (Force plate) มีหน่วยเป็นนิวตันต่อกิโลกรัม

การลงสู่พื้น (Landing) หมายถึงการที่เท้าลงสู่พื้นหลังจากการกระโดดขึ้นจากพื้น ในการวิจัยครั้งนี้ศึกษาแรงปฏิกิริยาจากพื้นในแนวดิ่งและการเคลื่อนไหวของข้อเข่าขณะลงสู่พื้นจากการกระโดดฟาดลูกตะกร้อด้วยหลังเท้าแบบครึ่งรอบและแบบซันแบค

ค่า peak force ของ Vertical Ground Reaction Force หมายถึง แรงปฏิกิริยาจากพื้นสูงสุดที่เกิดขึ้นขณะลงสู่พื้นจากการกระโดดฟาดลูกในท่าฟาดลูกตะกร้อแบบครึ่งรอบในช่วงก่อนที่มือจะลงมาสัมผัสพื้นและแบบซันแบค

ค่า knee flexion angle of landing phase หมายถึง ค่ามุมงอเข่าของขาข้างที่ลงสู่พื้นจากการกระโดดฟาดลูกในท่าฟาดลูกตะกร้อแบบครึ่งรอบในช่วงก่อนที่มือจะลงมาสัมผัสพื้นและแบบซันแบค ณ เวลาที่มีแรงปฏิกิริยาในแนวดิ่งสูงสุด

ค่า knee abduction/adduction angle of landing phase หมายถึง ค่ามุมการเบนออกของเข่าของขาข้างที่ลงสู่พื้นจากการกระโดดฟาดลูกในท่าฟาดลูกตะกร้อแบบครึ่งรอบในช่วงก่อนที่มือจะลงมาสัมผัสพื้นและแบบซันแบค ณ เวลาที่มีแรงปฏิกิริยาในแนวดิ่งสูงสุด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ค่า knee internal/external rotation angle of landing phase หมายถึง ค่ามุมการหมุนของเข่าของขาข้างที่ลงสู่พื้นจากการกระโดดฟาดลูกในท่าฟาดลูกตะกร้อแบบครึ่งรอบในช่วงก่อนที่มือจะลงมาสัมผัสพื้นและแบบซันแบค ณ เวลาที่มีแรงปฏิกิริยาในแนวดิ่งสูงสุด

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เพื่อเป็นข้อมูลที่สำคัญในการป้องกันการบาดเจ็บ รวมไปถึงการพัฒนาทักษะความสามารถของนักกีฬาเซปักตะกร้อ ให้ไปสู่ความเป็นเลิศ

2. เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญสำหรับโค้ชหรือผู้ฝึกสอนในการนำไปออกแบบโปรแกรมการฝึกซ้อมให้มีความเหมาะสมกับนักกีฬา

3. เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานที่จะนำไปสู่การศึกษาค้นคว้า หรือ วิจัย เกี่ยวกับกีฬาเซปักตะกร้อหรือเรื่องที่เกี่ยวข้องอื่น ๆ ต่อไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาค้นคว้ารวบรวมข้อมูลต่าง ๆ จากหนังสือ วารสาร เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งภายในประเทศและต่างประเทศโดยนำเสนอตามหัวข้อดังต่อไปนี้

1. กีฬาเซปักตะกร้อ
    - 1.1 ประวัติกีฬาเซปักตะกร้อ
    - 1.2 ทักษะสำคัญในการแข่งขันกีฬาเซปักตะกร้อ
    - 1.3 สถานที่ อุปกรณ์ และประเภทกีฬาเซปักตะกร้อ
2. ข้อเข่า
    - 2.1 กายวิภาคศาสตร์ของข้อเข่า
    - 2.2 การเคลื่อนไหวของข้อเข่า
    - 2.3 Arthokinematics of knee joint
    - 2.4 การบาดเจ็บของข้อเข่า
3. ชีวกลศาสตร์และการเคลื่อนไหวร่างกาย
    - 3.1 ชีวกลศาสตร์กีฬา
    - 3.2 ชีวกลศาสตร์ของเซปักตะกร้อ
    - 3.3 แรงปฏิกิริยาจากพื้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
    - 5.1 งานวิจัยภายในประเทศ
    - 5.2 งานวิจัยต่างประเทศ

1. กีฬาเซปักตะกร้อ

1.1 ประวัติกีฬาเซปักตะกร้อ

รังสฤษฏิ์ บุญชลอ (2550) กล่าวว่าในการค้นคว้าหาหลักฐานเกี่ยวกับแหล่งกำเนิดของกีฬาตะกร้อในอดีตนั้น ยังไม่สามารถหาข้อสรุปได้อย่างชัดเจนว่ากีฬาตะกร้อนั้นถือกำเนิดจากที่ใด ซึ่งมีข้อสันนิษฐานต่าง ๆ หลายประการดังนี้ (รังสฤษฏิ์ บุญชะลอ, 2550)

ประเทศพม่า เมื่อประมาณ พ.ศ. 2310 พม่าได้มาตั้งค่ายอยู่ที่โพธิ์สามต้นได้มีการเล่นกีฬาตะกร้อกัน ซึ่งทางพม่าเรียกว่า “ชิงลง”

ประเทศมาเลเซียมีการประกาศว่าตะกร้อเป็นกีฬาของประเทศมลายูเดิมเรียกว่า ซีปักรากา (Sepak Raga) คำว่า Raga หมายถึง ตะกร้า

ประเทศฟิลิปปินส์ นิยมเล่นกันมานานแล้ว แต่เรียกว่า Sipak

ประเทศจีนก็มีกีฬาที่คล้ายตะกร้อแต่เป็นการเตะตะกร้อชนิดที่เป็นลูกหนังปักขนไก่ ซึ่งศึกษาได้จากภาพเขียนและพงศาวดารจีน ชาวจีนกวางตุ้งที่เดินทางไปตั้งรกรากในอเมริกาได้นำการเล่นตะกร้อขนไก่นี้ไปเผยแพร่แต่เรียกว่า เตกโก (Tek K'au) ซึ่งหมายถึงการเตะลูกขนไก่

ประเทศเกาหลีก็มีลักษณะคล้ายกับของจีน แต่ลักษณะของลูกตะกร้อแตกต่างไป คือใช้ดินเหนียวห่อด้วยผ้าสำลีเอาหางไก่ฟ้าปัก

1.2 ทักษะสำคัญในการแข่งขันกีฬาเซปักตะกร้อ

สุพจน์ ปราณี (2539) กล่าวว่าการเรียนรู้เกมเซปักตะกร้อไม่ควรมองข้ามหรือละเลยความสำคัญในขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่ง โดยทักษะในกีฬาเซปักตะกร้อประกอบไปด้วย 8 ขั้นตอนที่สำคัญ ดังนี้ (สุพจน์ ปราณี, 2539)

1. การโยน
2. การเสิร์ฟ
3. การรับลูกเสิร์ฟ
4. การตั้งหรือการชงลูกตะกร้อ
5. การรุก
6. การสกัดกั้น
7. การรับลูกที่เกิดขึ้นจากการสกัดกั้น
8. การตั้งรับ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ขั้นตอนที่ 1 การโยน

ลักษณะของการโยน ผู้โยนจะต้องมีทักษะที่ดีพอโดยต้องโยนให้พอดี มีความสัมพันธ์กับจังหวะของการเสิร์ฟซึ่งจะส่งผลให้การเสิร์ฟมีประสิทธิภาพ การโยน ถือเป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งหรืออาจจะไม่มีความสำคัญเลยก็ได้ ถ้าหากเกิดความผิดพลาดในการโยนเนื่องจาก คะแนนที่ได้จากการเสิร์ฟถือได้ว่ามีผลมาจากคุณภาพของการโยนเป็นสำคัญ

ขั้นตอนที่ 2 การเสิร์ฟ

การเสิร์ฟ หมายถึง การส่งลูกตะกร้อด้วยข้างเท้าด้านใน การเสิร์ฟเป็นขั้นตอนที่ต่อเนื่องจากการโยนบางครั้งเรียกว่า การเสิร์ฟว่าเป็นลักษณะของการรุกอย่างหนึ่ง คือรุกด้วยการเสิร์ฟ การเสิร์ฟที่มีประสิทธิภาพสูง มีความแน่นอน แม่นยำ ย่อมผลตอบแทนที่มีค่าสูงอย่างยิ่ง คือการได้รับคะแนน ถือว่าเป็นคะแนนที่มีความโชคดีที่ผู้เล่นไม่ต้องออกแรงกันทั้งทีม

ขั้นตอนที่ 3 การรับลูกเสิร์ฟ

การรับลูกเสิร์ฟหรือการเปิดลูกเสิร์ฟ หมายถึง การเล่นลูกตะกร้อครั้งที่ 1 จากการเสิร์ฟ ของคู่แข่งขันโดยใช้อวัยวะส่วนใดส่วนหนึ่งของร่างกายได้แก่ ศีรษะ เข่า หลังเท้า ข้างเท้าด้านใน และอวัยวะส่วนอื่น ๆ ที่ไม่ผิดกติกา การรับลูกเสิร์ฟเป็นขั้นตอนที่สำคัญเป็นอย่างยิ่ง หากรับเสียจะทำให้เสียคะแนน หรือ หากคุณภาพในการรับไม่ดีจะทำให้การสร้างขบวนการรุกไม่ดีไปด้วยหรือทำให้ประสิทธิภาพ การโต้ตอบกลับไม่ดี ดังนั้นการรับลูกเสิร์ฟครั้งแรกจะต้องทำให้เป็นลูกดีเสมอ (ซึ่งก็เป็นการยากหากผู้เล่นได้พบกับลูกเสิร์ฟที่มีความรุนแรง) เพื่อส่งผลให้การเล่นลูกตะกร้อครั้งที่ 2 มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้นหรือง่ายต่อการเล่น

ขั้นตอนที่ 4 การตั้งหรือการชงลูกตะกร้อ

การตั้งหรือการชงลูกตะกร้อ หมายถึง การเล่นลูกตะกร้อครั้งที่ 2 หรืออาจจะเป็นครั้งที่ 1 ก็ได้ (ในกรณีที่ลูกเสิร์ฟหรือลูกอื่น ๆ ที่ข้ามตาข่ายมาในลักษณะเบาไม่รุนแรง ซึ่งง่ายต่อการเล่นแต่ส่วนมากจะเป็นการเล่นลูกครั้งที่ 2) โดยใช้ทักษะข้างเท้าด้านในและศีรษะเท่านั้นในการตั้งลูกตะกร้อ หรืออาจจะส่วนอื่นบางโอกาสก็ได้ในที่ไม่ผิดกติกาแต่ไม่ค่อยใช้หรืออาจใช้ได้ในบางโอกาส เช่น การใช้เข่า ข้างเท้าด้านนอกและหลังเท้า แต่จะไม่มีความแน่นอนและแม่นยำ ในทิศทางการตั้งลูกจะดีหรือไม่ ส่วนหนึ่งจะเกิดจากการรับลูกตะกร้อครั้งแรกจะเป็นการเล่นด้วยตัวเองหรือคนอื่นเล่นก็ตาม หากครั้งแรกเล่นผิดพลาดมากแล้วครั้งที่ 2 ก็ได้รับเพียงการแก้ไข หรืออาจจะแก้ไข้ไม่ได้เลย

ขั้นตอนที่ 5 การรุก

การรุก หมายถึง การเล่นตะกร้อ ครั้งที่ 1, 2 หรือ 3 ก็ได้หากมีโอกาสหรือสร้างโอกาสได้เองหรือแล้วแต่สถานการณ์ของเกมการเล่นด้วยการรุกในท่าต่าง ๆ ที่ตนเองถนัด ส่วนมากจะมีท่าการรุกที่ถนัดเป็นหลักในการรุกอยู่แล้ว ส่วนท่ารุกอย่างอื่นจะเป็นท่ารุกสำรองแล้วแต่โอกาสที่จะนำออกมาใช้ เช่น การรุกโดยการกระโดดลอยตัวกลางอากาศ การกระโดดสลับเท้าด้านหลัง การกระโดดใช้ศีรษะกดลูกตะกร้อลง การกระโดดเหยียบด้วยฝ่าเท้า การกระโดดปาดด้านข้าง ด้วยฝ่าเท้า เป็นต้น ประสิทธิภาพของการรุกจะดีหรือไม่ย่อมขึ้นอยู่กับขบวนการที่ใกล้ชิดที่สุด คือ การตั้งลูกหรืออีกความหมายหนึ่ง “การตั้งลูกดีจะมีผลทำให้การรุกมีประสิทธิภาพดีด้วย” ซึ่งข้อความดังกล่าวเป็นเพียงเหตุผลหนึ่งเท่านั้น ขั้นตอนการรุกถือว่าเป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญมาก เพราะถือว่าโอกาสที่จะมาถึงในขั้นตอนนี้จะต้องผ่าขบวนการรับลูกเสิร์ฟและตั้งลูกมาก่อน ถือว่าเป็นขั้นตอนสุดท้ายที่ผู้เล่นที่มีความมั่นใจในตนเองสูงมีชั้นเชิงกลยุทธ์ มีเทคนิค มีแทคติก และมีการแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้าได้ดี ซึ่งการรุกที่ได้ผลดีก็หมายถึงมีสิทธิในการเสิร์ฟลูกใหม่และได้คะแนน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การรุกในรูปแบบต่าง ๆ

ในการรุก การฆ่า การทำ ในกีฬาเซปักตะกร้อมีอยู่หลายรูปแบบ ซึ่งนักกีฬาหรือผู้ที่สนใจสามารถฝึกฝนได้ แต่ต้องคำนึงถึงความปลอดภัยด้วย เนื่องจากบางท่าทางต้องมีความชำนาญถึงจะสามารถที่จะกระทำได้ ซึ่งวิธีการรุกมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. การทำด้วยศีรษะ

ผู้เล่นที่ใช้ศีรษะทำต้องเป็นผู้ที่มีความสูงพอประมาณ หรือไม่ก็ต้องเป็นผู้เล่นที่กระโดดได้สูงจึงจะสามารถเล่นลูกนี้ได้ผล เพราะต้องใช้ศีรษะกดลูกให้ข้ามตาข่ายแล้วพุ่งลงในแดนของคู่ต่อสู้ด้วยความเร็วและแรง เมื่อได้จังหวะที่ลูกตะกร้อลอยอยู่เยื้องไปข้างหน้าเล็กน้อยให้กระโดดโดยใช้เท้าข้างที่ไม่ถนัดเป็นเท้ากระโดดแล้วพุ่งศีรษะเข้าหาลูกให้เต็มที่ โดยใช้บริเวณหน้าผากเฉียงมาทางหัวคิ้วเป็นจุดกระทบออกแรงพับคอและเอวเป็นแรงเสริม

2. การทำด้วยลูกเหยียบ

ลูกเหยียบเป็นลูกทำที่มีประสิทธิภาพลูกหนึ่ง ผู้เล่นที่จะเล่นลูกนี้ได้ดีนั้นต้องสามารถยกเท้าได้สูงกว่าตาข่ายพอประมาณจึงจะสามารถเหยียบลูก (กดลูกด้วยฝ่าเท้า) ได้

3. การทำด้วยลูกปาด

เป็นลูกทำที่ได้ผลดีพอประมาณอีกลูกหนึ่งสามารถหยุดยั้งการทำคะแนนของคู่ต่อสู้ หรือเป็นการเพิ่มคะแนนของฝ่ายตนเองได้ แต่ลูกปาดมีข้อจำกัดตรงที่ว่าผู้ปาดจะต้องใช้ฝ่าเท้าปาดลูกขณะที่อยู่ในมุมเปิดจึงจะได้ผล กล่าวคือ ถ้าผู้ชง ชงมาจากหน้าซ้ายผู้ปาดควรจะถนัดซ้าย ถ้าผู้ชง ชงมาจากหน้าขวาผู้ปาดควรจะถนัดขวา

4. การทำด้วยลูกฟาด

ลูกฟาดเป็นลูกทำที่มีประสิทธิภาพและนิยมมาก เพราะเป็นลูกที่สามารถกระทำได้อย่างเต็มแรง ลูกจะพุ่งลงอย่างเร็วและแรง ลูกฟาดเป็นการใช้บริเวณเหนือโคนนิ้วเท้าเตะลูกตะกร้อ

5. การเตะซันแบค

ลูกซันแบคเป็นลูกอันตรายอีกลูกหนึ่งที่มีประสิทธิภาพในการทำคะแนนสูง เพราะเป็นลูกที่สามารถกระทำได้ในขณะที่ลูกอยู่สูงกว่าตาข่ายมาก ทำให้สามารถเลือกพื้นที่ที่จะทำให้ลูกตกได้ตามต้องการ และยังเป็นลูกที่พุ่งลงอย่างเร็วและแรง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ขั้นตอนที่ 6 การสกัดกั้น

การสกัดกั้นหรือหารบล๊อค หมายถึงการตั้งรับที่เกิดขึ้นภายหลังจากการรุก ซึ่งเป็นการรุกที่รุนแรงและรวดเร็วยากแก่การตั้งรับแบบธรรมดาจึงเกิดแนวคิดหาวิธีสกัดกั้นที่มีประสิทธิภาพ เช่น การใช้ขา ลำตัว หลัง และศีรษะ การสกัดกั้นมี 3 แบบ คือ

1.การสกัดกั้นด้วยขาและลำตัว

2.การสกัดกั้นด้วยศีรษะ

3.การสกัดกั้นด้วยแผ่นหลังตรงและเอียงข้าง

การสกัดกั้น คือการนำเอาอวัยวะส่วนต่าง ๆ ของร่างกายยกเว้นส่วนที่เป็นแขน (ตั้งแต่หัวไหล่ลงไปถึงปลายนิ้วมือ) ขึ้นสกัดกั้นการรุกของคู่แข่งเหนือตาข่าย การสกัดกั้นนั้นเปรียบเหมือนการตั้งรับอย่างหนึ่งแต่เป็นการตั้งรับเฉพาะการรุกที่รุกแรงเท่านั้น การสกัดกั้นที่ได้ผลดีนั้นต้องคำนึงถึงจังหวะของผู้สกัดกั้นกับจังหวะของผู้รุกให้มีความสัมพันธ์กัน โดยการกะระยะให้พอดีพร้อมกับจัดระเบียบส่วนต่าง ๆ ของร่างกายให้รัดกุมและไม่เสียการทรงตัว การสกัดกั้นเป็นการสร้างความกดดันให้เกิดขึ้นกับคู่แข่งขัน หากสามารถทำได้ผลติดต่อกันหลายๆครั้ง

ขั้นตอนที่ 7 การรับลูกที่เกิดขึ้นจากการสกัดกั้น

การรับลูกที่เกิดขึ้นจากการสกัดกั้น หมายถึงการตั้งรับลูกตะกร้อ ซึ่งเป็นผลที่เกิดขึ้นจากการสกัดกั้นที่ได้ผล คือ การกระดอนกลับของลูกตะกร้อที่จะต้องตกลงในเขตของฝ่ายรุก ดังนั้นฝ่ายที่มีหน้าที่ที่จะรับลูกที่เกิดจากการสกัดกั้นก็คือ ผู้เล่นที่เหลือ 2 คนของฝ่ายรุกนั้นเอง ต้องติดตามรับลูกตะกร้อไม่ว่าจะตกในส่วนใดของสนาม โดยต้องแบ่งหน้าที่ในการรับออกเป็น 2 ส่วน คือ

1. บริเวณใกล้ตาข่าย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. บริเวณไกลตาข่าย

CHULALONGKORN UNIVERSITY

ขั้นตอนที่ 8 การตั้งรับ

การตั้งรับ หมายถึงการวางแผนในการตั้งรับลูกตะกร้อจากเกมการรุกของคู่แข่งขัน ซึ่งอาจจะเป็นการรุกที่รุนแรงหรือรุนแรงปานกลางในเขตการรุกระยะไกลจากตาข่ายโดยไม่มีการสกัดกั้น จะต้องวางแผนการตั้งรับจากจุดต่าง ๆ ที่ฝ่ายรุกโต้ตอบกลับมาผลตอบแทนที่ได้รับในขั้นตอนนี้ คือ

1. เมื่อเป็นฝ่ายเสิร์ฟ หากสามารถรับได้จะกลับเป็นฝ่ายรุกตอบ ถ้าการรุกได้ผลสิ่งที่ได้รับคือคะแนน

2. เมื่อเป็นฝ่ายรับ หากสามารถรับได้และรุกตอบได้ผล สิ่งที่ได้รับคือกลับมามีสิทธิ์ในการเสิร์ฟและได้คะแนน

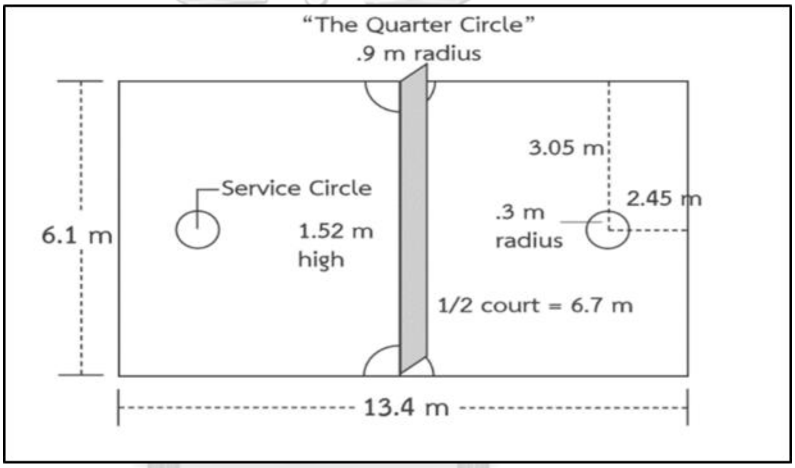
3) สถานที่ อุปกรณ์ ประเภท และ กติกาของกีฬาเซปักตะกร้อ

รังสฤษฏิ์ บุญชลอ (2550) กล่าวถึงกติกาเซปักตะกร้อของสหพันธ์เซปักตะกร้อนานาชาติ (ISTAF)

ข้อที่ 1. สนามแข่งขัน (THE COURT)

1.1 พื้นที่ของสนามมีขนาด ยาว 13.40 เมตร และกว้าง 6.10 เมตร จะต้องไม่มีสิ่งกีดขวางใด ๆ เมื่อวัดจากพื้นสนามสูงขึ้นไป 8 เมตร (พื้นสนามไม่ควรเป็นสนามหญ้าหรือสนามทราย)

1.2 เส้นสนาม ขนาดของเส้นสนามทุกเส้นที่เป็นขอบเขตของสนาม ต้องไม่กว้างกว่า 4 เซนติเมตร ให้ตีเส้นจากกรอบนอกเข้ามาในสนามและถือเป็นส่วนของพื้นที่สนามแข่งด้วย เส้นเขตสนามทุกเส้นต้องห่างจากสิ่งกีดขวางอย่างน้อย 3 เมตร



รูปที่ 1 สนามแข่งขัน

ที่มา: คู่มือผู้ฝึกสอนกีฬาเซปักตะกร้อ (กรมพลศึกษา, 2555)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

1.3 เส้นกลางมีขนาดความกว้างของเส้น 2 เซนติเมตร โดยจะแบ่งพื้นที่ของสนามออกเป็นด้านซ้ายและด้านขวาเท่า ๆ กัน

1.4 เส้นเสี้ยววงกลม ที่มุมสนามของแต่ละด้านตรงเส้นกลางให้จุดศูนย์กลางอยู่ที่กึ่งกลางของเส้นกลางตัดกับเส้นขอบนอกของเส้นข้าง เขียนเส้นเสี้ยววงกลมทั้งสองด้าน รัศมี 9 เซนติเมตร ให้ตีเส้นขนาดความกว้าง 4 เซนติเมตร นอกเขตรัศมี 90 เซนติเมตร

1.5 วงกลมเสิร์ฟ ให้มีรัศมี 30 เซนติเมตร โดยวัดจากขอบด้านนอกของเส้นหลังเข้าไปในสนามยาว 2.45 เมตร และวัดจากเส้นข้างเข้าไปในสนามยาว 3.05 เมตร ให้ตรงจุดตัดจากเส้นหลังและเส้นข้างเป็นจุดศูนย์กลางให้เขียนเส้นวงกลมขนาดความกว้าง 4 เซนติเมตร นอกเขตรัศมี 30 เซนติเมตร

ข้อที่ 2. เสา (The Post)

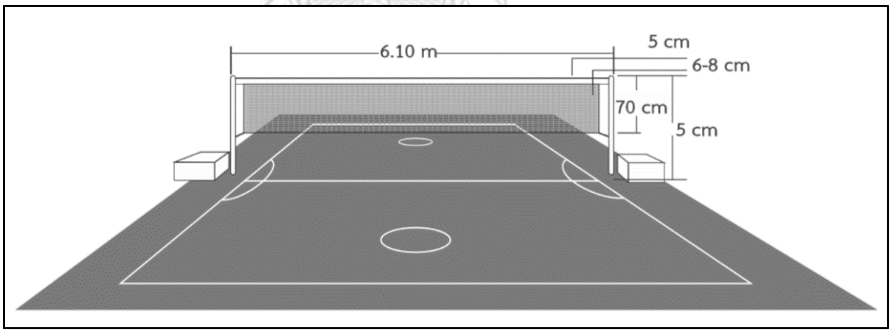
2.1 เสามีความสูง 1.55 เมตร สำหรับผู้ชาย และ 1.45 เมตร สำหรับผู้หญิงเสาให้ตั้งอยู่ อย่างมั่นคงพอที่จะทำให้ตาข่ายตึงได้ โดยเสาจะต้องทำจากวัตถุที่มีความแข็งแกร่งและรัศมีไม่เกิน 4 เซนติเมตร

2.2 ตำแหน่งของเสาให้ตั้งหรือวางไว้อย่างมั่นคงนอกสนามตรงกับแนวเส้นกลางห่างจากเส้นข้าง 30 เซนติเมตร

ข้อ 3 ตาข่าย (The Net)

3.1 ตาข่ายให้ทำด้วยเชือกอย่างดีหรือไนล่อนมีรูตาข่ายกว้าง 6-8 เซนติเมตร มีความกว้างของผืนตาข่าย 70 เซนติเมตร และความยาวไม่น้อยกว่า 6.10 เมตร ให้มีวัสดุที่ทำเป็นแถบ ขนาดความกว้าง 5 เซนติเมตร ตรงด้านข้างของตาข่ายทั้งสองด้านจากบนถึงล่างตรงกับแนวเส้นข้าง ซึ่งเรียกว่า “แถบแสดงเขตสนาม”

3.2 ตาข่ายให้มีแถบหุ้มขนาดกว้าง 5 เซนติเมตร ทั้งด้านบนและด้านล่าง โดยมีลวดหรือเชือกไนล่อนอย่างดีร้อยผ่านแถบและตึงตาข่ายให้ตึงเสมอระดับหัวเสา ความสูงของตาข่ายวัดจากพื้นถึงส่วนบนของตาข่ายที่กึ่งกลางสนามมีความสูง 1.52 เมตร สำหรับผู้ชาย และ 1.45 เมตร สำหรับผู้หญิง



รูปที่ 2 แสดงลักษณะและขนาดของตาข่าย
ที่มา: คู่มือผู้ฝึกสอนกีฬาเซปักตะกร้อ (กรมพลศึกษา, 2555)

ข้อ 4 ลูกตะกร้อ (The Takraw Ball)

4.1 ลูกตะกร้อก่อนหน้านี้ทำมาจากหวายต้องมีลักษณะลูกทรงกลม ในปัจจุบันทำด้วย ใยสังเคราะห์ถักสานชั้นเดียว

4.2 ลูกตะกร้อที่ไม่ได้เคลือบด้วยยางสังเคราะห์ ต้องมีลักษณะดังนี้

4.2.1 มี 12 รู

4.2.2 มีจุดตัดไขว้ 20 จุด

4.2.3 มีขนาดเส้นรอบวง 41-43 เซนติเมตร สำหรับผู้ชาย และ 2-44 เซนติเมตร สำหรับผู้หญิง

4.2.4 มีน้ำหนัก 170-180 กรัม สำหรับผู้ชาย และ 150-160 กรัม สำหรับผู้หญิง

4.3 ลูกตะกร้ออาจมีสีเดียวหรือหลายสีหรือใช้สีสะท้อนแสงก็ได้ แต่จะต้องไม่เป็นสีที่เป็นอุปสรรคต่อผู้เล่น (ลดความสามารถของผู้เล่น)

4.4 ลูกตะกร้ออาจทำด้วยยางสังเคราะห์หรือเคลือบด้วยวัสดุนุ่มที่มีความคงทน เพื่อให้มีความอ่อนนุ่มต่อการกระทบกับผู้เล่น ลักษณะของวัสดุและวิธีการผลิตลูกตะกร้อหรือการเคลือบลูกตะกร้อด้วยยาง หรือวัสดุที่อ่อนนุ่มต้องได้รับการรับรองมาตรฐานจาก ISTAF (สหพันธ์) ก่อนการใช้ในการแข่งขัน

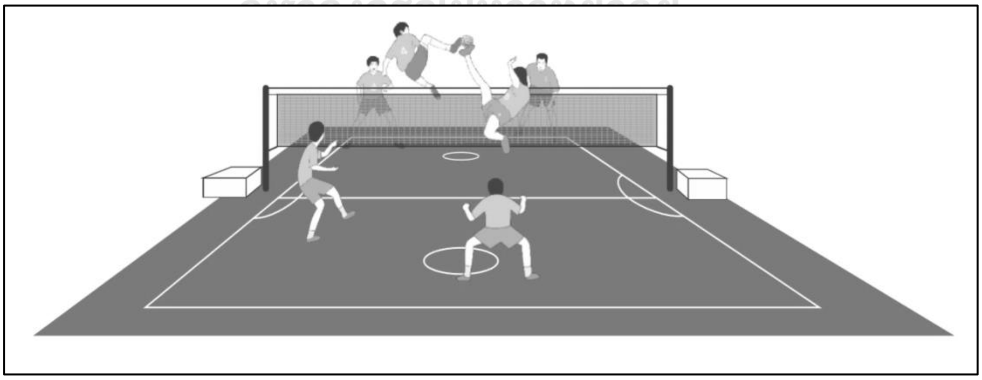
4.5 รายการแข่งขันระดับโลก นานาชาติ และการแข่งขันระดับภูมิภาคที่ได้รับรองจาก ISTAF รวมทั้งในการแข่งขันโอลิมปิกเกมส์ เวิลด์เกมส์ กีฬาเครือจักภาพเอเชี่ยนเกมส์ และซีเกมส์ต้องใช้ลูกตะกร้อที่ได้รับการรับรองจาก ISTAF

ข้อ 5 ผู้เล่น (The Players)

5.1 การแข่งขันมี 2 ทีม ประกอบด้วยผู้เล่นฝ่ายละ 3 คน

5.2 ผู้เล่นคนหนึ่งในสามคนจะเป็นผู้เสิร์ฟและอยู่ด้านหลัง เรียกว่า “ผู้เสิร์ฟ” (Server or Tekong)

5.3 ผู้เล่นอีกสองคนอยู่ด้านหน้าโดยคนหนึ่งจะอยู่ด้านซ้ายและอีกคนจะอยู่ด้านขวา คนที่อยู่ด้านซ้าย เรียกว่า หน้าซ้าย (Left Inside) และคนที่อยู่ด้านขวา เรียกว่า หน้าขวา (Right Inside)



รูปที่ 3 แสดงจำนวนผู้เล่นในสนาม
ที่มา: คู่มือผู้ฝึกสอนกีฬาเซปักตะกร้อ (กรมพลศึกษา,2555)

5.4 ประเภททีมชุด

5.4.1 แต่ละทีมประกอบด้วยผู้เล่นอย่างน้อย 9 คน และไม่เกิน 15 คน (ผู้เล่นทีมละ 3 คน 3 ทีม) แต่ให้ขึ้นทะเบียนผู้เล่นเพียง 12 คน

5.4.2 ก่อนการแข่งขัน แต่ละทีมต้องมีผู้เล่นที่ขึ้นทะเบียนอย่างน้อย 9 คน ในสนามแข่งขัน

5.4.3 ในระหว่างการแข่งขันทีมใดที่มีผู้เล่นน้อยกว่า 9 คน ในสนามแข่งขันจะไม่อนุญาตให้เข้าแข่งขัน ถูกปรับให้เป็นแพ้ในการแข่งขัน

5.5 ประเภททีมเดี่ยว

5.5.1 แต่ละทีมประกอบด้วยผู้เล่นอย่างน้อย 3 คน และไม่เกิน 15 คน 5 คน (ผู้เล่น 3 คน สำรอง 2 คน) ผู้เล่นทุกคนต้องขึ้นทะเบียน

5.5.2 ก่อนการแข่งขันแต่ละทีมต้องมีผู้เล่นอย่างน้อย 3 คน

5.5.3 ในระหว่างการแข่งขันทีมใดมีผู้เล่นน้อยกว่า 3 คน ในสนามแข่งขันจะไม่อนุญาตให้เข้าแข่งขันและถูกปรับให้เป็นแพ้ในการแข่งขัน

ข้อที่ 6. เครื่องแต่งกายของผู้เล่น (Player’s Attire)

6.1 อุปกรณ์ที่ผู้เล่นใช้ต้องเหมาะสมกับการเล่นเซปักตะกร้อ อุปกรณ์ใดที่ออกแบบเพื่อเพิ่มหรือลดความเร็วของลูกตะกร้อ เพิ่มความสูงของผู้เล่นหรือการเคลื่อนไหว หรือทำให้ได้เปรียบหรืออาจเป็นอันตรายต่อตัวผู้เล่นและคู่แข่งขัน จะไม่ได้รับอนุญาตให้ใช้

6.2 เพื่อป้องกันการขัดแย้งหรือโต้เถียงกันโดยไม่จำเป็น ทีมที่เข้าแข่งขันต้องใช้สีเสื้อต่างกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

6.3 แต่ละทีมต้องมีชุดแข่งขันอย่างน้อย 2 ชุด เป็นสีอ่อนและสีเข้ม หากทีมที่เข้าแข่งขัน ใช้เสื้อสีเดียวกัน ทีมเจ้าบ้านต้องเปลี่ยนเสื้อทีม ในกรณีสนามกลางทีมที่มีชื่อแรกในโปรแกรมแข่งขันต้องเปลี่ยนสีเสื้อ

6.4 อุปกรณ์ของผู้เล่นประกอบด้วย เสื้อยืดคอปกหรือไม่มีปก กางเกงขาสั้น ถุงเท้าและรองเท้าพื้นยางไม่มีส้น ส่วนต่าง ๆ ของเครื่องแต่งกายของผู้เล่นถือเป็นส่วนหนึ่งของร่างกายและเสื้อจะต้องอยู่ในกางเกงตลอดเวลาการแข่งขัน ในกรณีที่อากาศเย็นอนุญาตให้ผู้เล่น สวมชุดวอร์มในการแข่งขัน

6.5 เสื้อผู้เล่นทุกคนจะต้องติดหมายเลขทั้งด้านหน้าและด้านหลัง และผู้เล่นแต่ละคน ต้องใช้หมายเลขประจำนั้นตลอดการแข่งขัน ให้แต่ละทีมใช้หมายเลข 1-36 เท่านั้น สำหรับขนาดของหมายเลขด้านหลังสูงไม่น้อยกว่า 19 เซนติเมตร และสูงไม่น้อยกว่า 10 เซนติเมตร ด้านหน้า (ตรงกลางหน้าอก)

6.6 หัวหน้าทีมต้องสวมปลอกแขนด้านซ้ายของแขนและให้สีต่างจากสีเสื้อของผู้เล่น

6.7 กรณีที่ไม่ได้ระบุไว้ในกติกานี้ ต้องได้รับการับรองจากกรรมการเทคนิคของ ISTAF ก่อน

ข้อที่ 7. การเปลี่ยนตัวผู้เล่น (Substitution)

7.1 ผู้เล่นคนใดที่ลงแข่งขันในแต่ละทีมมีหรือได้เปลี่ยนตัวไปแล้ว จะไม่อนุญาตให้ลงแข่งขันในทีมอื่น ๆ อีก สำหรับการแข่งขันประเภททีมชุด เฉพาะครั้งนั้น ๆ

7.2 การเปลี่ยนตัวผู้เล่นจะกระทำในเวลาใดก็ได้ โดยผู้จัดการทีมยื่นขอต่อกรรมการ ประจำสนาม (Official Referee) เมื่อลูกตะกร้อไม่ได้อยู่ในการเล่น (ลูกตาย)

7.3 ประเภททีมเดี่ยว ในการแข่งขันแต่ละครั้ง ให้แต่ละทีมมีผู้เล่นสำรองได้ไม่เกิน 2 คน นอกเหนือจากผู้เล่น 3 คน ที่เริ่มเล่นในสนามและสามารถทำการเปลี่ยนตัวได้ไม่เกิน 2 ครั้ง ในแต่ละเซต

7.4 ประเภททีมชุดในการแข่งขันแต่ละครั้งให้แต่ละทีมเดี่ยวเปลี่ยนตัวผู้เล่นสำรองได้ไม่เกิน 1 คน นอกเหนือจากผู้เล่น 3 คน ที่เริ่มเล่นในสนามและสามารถทำการเปลี่ยนตัว ได้ไม่เกิน 2 ครั้งในแต่ละเซต การเปลี่ยนตัวทุกครั้งให้อยู่ในอำนาจหน้าที่ของกรรมการประจำสนาม (Court Referee) และให้กระทำที่ด้านข้างของสนาม โดยให้อยู่ในสายตาของผู้ตัดสิน (Match Referee) การเปลี่ยนตัวสามารถกระทำได้ในระหว่างการแข่งขัน เมื่อลูกตะกร้อไม่ได้อยู่ในการเล่น หรือในทันทีที่เริ่มการแข่งขันในแต่ละเซต การเปลี่ยนตัวสามารถเปลี่ยนตัวได้ 1 คนหรือ 2 คนพร้อมกันในเวลาเดียวกัน สำหรับประเภททีมเดี่ยวเท่านั้น (เปลี่ยน 2 คนพร้อมกัน ให้นับเป็นสองครั้ง) ก่อนการแข่งขันในเซ็ทใหม่ ทีมใดมีการเปลี่ยนตัวในการพักระหว่างเซตให้ถือเป็นการเปลี่ยนตัวในเซตใหม่

7.5 ถ้ามีผู้เล่นเกิดการบาดเจ็บและไม่สามารถทำการแข่งขันต่อไปได้ อนุญาตให้ทีมนั้น ทำการเปลี่ยนตัวผู้เล่นถ้ายังไม่ได้ใช้สิทธิในการเปลี่ยนตัว แต่ถ้ามีการเปลี่ยนตัวครบ 2 ครั้งในเซตนั้นแล้ว การแข่งขันจะยุติลงและทีมดังกล่าวจะถูกปรับให้เป็นแพ้ในการแข่งขัน

7.6 ถ้าผู้เล่นได้รับบัตรแดง จะถูกลงโทษให้ออกจากการแข่งขัน อนุญาตให้ทีมนั้น ทำการเปลี่ยนตัวผู้เล่นถ้ายังไม่ได้ใช้สิทธิในการเปลี่ยนตัว แต่ถ้ามีการเปลี่ยนตัวผู้เล่นครบ 2 ครั้ง ในเซตนั้นแล้ว การแข่งขันจะยุติลง และทีมดังกล่าวจะถูกปรับให้เป็นแพ้ในการแข่งขัน

7.7 มีผู้เล่นน้อยกว่า 3 คน การแข่งขันจะยุติลง และทีมดังกล่าวจะถูกปรับให้เป็นแพ้ในการแข่งขัน

ข้อที่ 8. การเสี่ยงและการอบอุ่นร่างกาย (The Coin Toss And Warm Up)

8.1 ก่อนเริ่มการแข่งขัน กรรมการผู้ตัดสินกระทำการเสี่ยงโดยใช้เหรียญหรือวัตถุกลมแบน ผู้ชนะการเสี่ยงจะได้สิทธิ์เลือก “ข้าง” หรือเลือก “ส่ง” ผู้แพ้การเสี่ยงต้องปฏิบัติตามกติกาการเสี่ยง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

8.2 ทีมที่ชนะการเสี่ยงจะต้องอบอุ่นร่างกายเป็นระยะเวลา 2 นาที ในสนามแข่งขัน ก่อนทีมที่แพ้การเสี่ยงด้วยลูกตะกร้อที่ใช้ในการแข่งขัน โดยอนุญาตให้มีบุคคลในสนามเพียง 5 คน

ข้อที่ 9. ตำแหน่งผู้เล่นในระหว่างการเสิร์ฟ (Position of Players During Service)

9.1 เมื่อเริ่มเล่นผู้เล่นทั้งสองทีมต้องยืนอยู่ในที่ที่กำหนดไว้ในแดนของตนในลักษณะเตรียมพร้อม

9.2 ผู้เล่นเสิร์ฟต้องวางเท้าข้างหนึ่งในวงกลมเสิร์ฟ

9.3 ผู้เล่นหน้าทั้งสองคนของฝ่ายเสิร์ฟต้องยืนในเสี้ยววงกลมของตนเอง

9.4 ผู้เล่นของฝ่ายรับ (ฝ่ายตรงข้าม) จะยืนอยู่ที่ใดก็ได้ในแดนของตนเอง

ข้อที่ 10. การเริ่มเล่นและการเสิร์ฟ (The Start of Player & Service)

10.1 การแข่งขันถูกดำเนินการ โดยผู้ตัดสิน (Match Referee) หนึ่งคน โดยอยู่ใน ตำแหน่งด้านหนึ่งของปลายตาข่าย มีผู้ช่วยผู้ตัดสิน (Assistant Match Referee) หนึ่งคน อยู่ตรงกันข้ามกับผู้ตัดสิน มีกรรมการประจำสนาม (Court Referee) หนึ่งคนอยู่ด้านหลังผู้ตัดสิน มีผู้กำกับเส้น (Linesman) สองคน โดยคนหนึ่งอยู่ทางเส้นข้างด้านขวามือของผู้ตัดสิน และอีกคนหนึ่งอยู่ทางเส้นข้างด้านขวามือของผู้ช่วยผู้ตัดสิน ผู้ตัดสินจะได้รับควาช่วยเหลือจากกรรมการผู้ชี้ขาด (Official Referee) ที่อยู่นอกสนาม ทีมที่ได้เสิร์ฟก่อนจะเสิร์ฟติดต่อกัน 3 ครั้ง ในขณะที่อีกทีมหนึ่งก็จะได้สิทธิ์การเสิร์ฟ ในลักษณะเดียวกัน หลังจากนั้นให้สลับกันเสิร์ฟทุก ๆ 3 คะแนน ไม่ว่าฝ่ายใดจะได้คะแนน หรือเสียคะแนน

การดิวส์เมื่อทั้งสองทีมทำคะแนนได้เท่ากันที่ 14 - 14 การเสิร์ฟจะสลับกันทุกคะแนน ทีมที่เป็นฝ่ายรับจากการเริ่มเล่นในเซตใดก็ตาม จะเป็นฝ่ายเสิร์ฟก่อนในเซตต่อไป และจะต้องเปลี่ยนแดนก่อนเริ่มการแข่งขันในแต่ละเซต

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

10.2 ผู้ส่งลูกจะต้องโยนตะกร้อเมื่อกรรมการตัดสินขานคะแนน หากผู้เล่นโยนลกูตะกร้อก่อนที่กรรมการผู้ตัดสินขานคะแนน กรรมการต้องตักเตือนและให้เริ่มใหม่ หากกระทำซ้ำดังกล่าวอีก จะตัดสินว่า “เสีย (Fault)”

10.3 ระหว่างการเสิร์ฟ ทันทีที่ผู้เสิร์ฟเตะลูกตะกร้อ อนุญาตให้ผู้เล่นทุกคนเคลื่อนที่ได้ในแดนของตน

10.4 การเสิร์ฟที่ถูกต้อง เมื่อลูกตะกร้อมข้ามตาข่าย ไม่ว่าลูกตะกร้อจะสัมผัสตาข่ายหรือไม่ และตกลงในแดนหรือขอบเขตของสนามฝ่ายตรงข้าม

10.5 ในระบบการแข่งขันแบบแพ้คัดออก ไม่จำเป็นต้องแข่งขันในทีมที่ 3 เมื่อมีผลการแข่งขันแพ้ชนะเกิดขึ้น

10.6 ในการแข่งขันในระบบแบ่งสายต้องแข่งขันทั้ง 3 ทีม หากชุดใดไม่มีทีมที่ต้องตัดสินเป็นยอมให้ชนะผ่าน และทีมที่ชนะผ่านจะได้รับคะแนน 21 คะแนน ในแต่ละเซต

2. ข้อเข่า

2.1 กายวิภาคศาสตร์ของข้อเข่า (Anatomy of the Human Knee Joint)

(Hamill & Knutzen, 1995)

ข้อเข่าประกอบด้วย ส่วนปลายของกระดูกต้นขา (Femur), ส่วนต้นของกระดูกหน้าแข้ง (Tibia) และกระดูกลูกสะบ้าด้านหน้าข้อเข่า (Patella) ที่วางตัวอยู่บนร่องปลายสุดของกระดูกต้นขา (Femur) บริเวณที่กระดูกทั้ง 3 ชิ้นสัมผัสกันจะมีผิวข้อซึ่งเป็นกระดูกอ่อน (Articular cartilage) คลุมอยู่และภายในข้อคลุมด้วยเยื่อบุข้อ (Synovial membrane) ระหว่างผิวข้อกระดูกกระดูกต้นขา และกระดูกหน้าแข้ง มีหมอนรองข้อเข่ารูปร่างคล้ายตัว C รองอยู่ทั้งด้านนอกและด้านในซึ่งทำหน้าที่ช่วยลดแรงกระแทกบนผิวข้อเข่า ช่วยเสริมความแข็งแรงของข้อเข่า และช่วยให้น้ำหล่อลื่นข้อเข่าไปเคลือบผิวข้อได้ดีขึ้น นอกจากนี้ข้อเข่ายังถูกยึดด้วยเอ็นยึดข้อได้แก่ เอ็นไขว้หน้า (Anterior Cruciate Ligament) เอ็นไขว้หลัง (Posterior Cruciate Ligament) เอ็นไขว้ข้าง 2 เส้น (Medial and Lateral Collateral Ligament) และ Patella Tendon ซึ่งเป็นเอ็นกล้ามเนื้อต้นขาพาดผ่านกระดูกลูกสะบ้ามาเกาะที่ด้านหน้าของกระดูกหน้าแข้ง (Tibial tuberosity) เอ็นเหล่านี้ทำหน้าที่ช่วยดูดซับแรงสะเทือนที่มากระทำต่อข้อเข่า ช่วยยึดข้อเข่า ช่วยเพิ่มความมั่นคง ซึ่งความมั่นคงของข้อเข่าเกิดจากการยึดของเอ็นยึดข้อ 4 เส้น ดังนี้

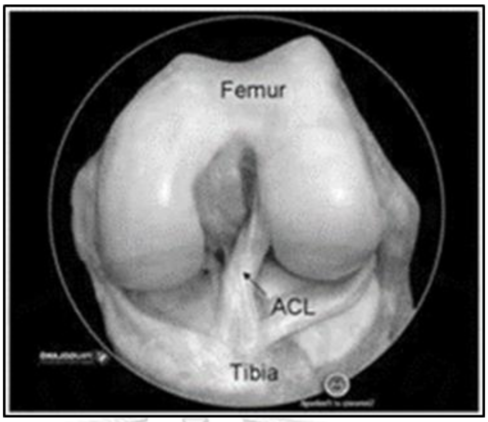
1. เอ็นไขว้ข้างด้านนอก (Lateral Collateral Ligament) เป็นโครงสร้างที่แข็งแรงเกาะจาก Lateral femoral condyle ไป insert ที่หลังต่อ fibular head ทำหน้าที่ในการป้องกัน Varus stress จำกัดการเกิด lateral rotation ของ tibia ในขณะที่ข้อเข่างอประมาณ 35 องศา

2. เอ็นไขว้ข้างด้านใน (Medial Collateral Ligament) เกาะจาก medial aspect ของ medial femoral condyle เฉียงไปทางด้านหน้า insert ที่ medial aspect ของ proximal tibial posterior medial fibers ของ ligament ทำหน้าที่ในการป้องกันการเกิด Vagus stress

3. เอ็นไขว้หน้า (Anterior Cruciate Ligament) เกาะบริเวณด้านหน้าของกระดูก tibia ผ่านใต้ transverse ligament เฉียงขึ้นไปทางด้านบนและด้านหลัง ไป insert ที่ Lateral femoral condyle ทำหน้าที่ป้องกันไม่ให้เกิดการเคลื่อนของกระดูก tibia ไปด้านหน้าต่อ femoral condyle มากจนเกินไป

4. เอ็นไขว้หลัง (Posterior Cruciate Ligament) เกาะบริเวณด้านหลังของกระดูก tibia เฉียงขึ้นไปทางด้านบน ไป insert ที่ด้านในของ medial femoral condyle ทำหน้าที่ป้องกันไม่ให้เกิดการ

เคลื่อนของกระดูก tibia ไปหลังต่อ femur มากจนเกินไป โดยเฉพาะเมื่อมีการงอเข่าประมาณ 75-90 องศา เนื่องจากเกิด posterior translation force นอกจากนี้ยังช่วยจำกัดการเกิด Vagus stress และ Varur stress ที่ข้อเข่า



รูปที่ 4 แสดงกายวิภาคศาสตร์ของข้อเข่า ประกอบไปด้วยกระดูกต้นขา (Femur) กระดูกหน้าแข้ง (Tibia) และเอ็นไขว้หน้าข้อเข่า (Anterior Cruciate ligament)

ที่มา : Department of Orthopaedic Surgery, University of Pittsburgh (2011)

2.2 การเคลื่อนไหวของข้อเข่า

(กานดา ใจภักดี, 2542)

เนื่องจากข้อเข่าเป็นข้อต่อบานพับชนิดที่มีการดัดแปลง (modified hinge joint) จากการจัดตัวของ Articular surface ทำให้ข้อเข่าเคลื่อนไหวได้ใน 3 ระนาบ คือ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

1. Flexion/Extension เป็นการเคลื่อนไหวที่เกิดในแนว saggital plane รอบ frontal axis องศาการเคลื่อนไหวมากน้อยอย่างไรขึ้นอยู่กับท่าทางของข้อสะโพก ถ้างอเข่าพร้อมกับงอสะโพกจะได้ค่ามุมประมาณ 140 องศา แต่หากงอเข่าพร้อมกับเหยียดสะโพกจะได้ค่ามุมประมาณ 120 องศา

2. Medial/lateral rotation เป็นการเคลื่อนไหวที่เกิดในแนว transverse plane รอบ vertical axis แบ่งการเคลื่อนไหวที่เกิดขึ้นได้เป็น 2 ลักษณะ

- การเคลื่อนไหวภายใต้อำนาจจิตใจ ซึ่งเกิดขึ้นขณะข้อเข่างอ 90 องศา และสะโพกงอ 90 องศา แล้วหันข้อเท้าเข้าด้านในหรือออกด้านนอก ทำให้มีการหมุนกระดูก tibia เข้าด้านในและออกด้านนอก การเคลื่อนไหวในแนว transverse plane นี้จะเกิดในขณะที่เข่างอระหว่าง 0-90 องศาเท่านั้น ระยะการ

เคลื่อนไหวจะเพิ่มมากขึ้นเมื่องอเข่ามากขึ้นจนถึง 90 องศา และในกรณีที่งอเข่ามากกว่า 90 องศาขึ้นไปการหมุนของกระดูก tibia จะน้อยลง

- การเคลื่อนไหวโดยอัตโนมัติ จะเกิดในระยะ 20 องศาสุดท้ายของการเหยียดเข่า จะเกิดการหมุนออกของข้อเข่า ซึ่งเรียกว่า screw-home movement หรือเกิดการล็อคข้อเข่า และเมื่อเริ่มงอข้อเข่าก็จะต้องเกิดการหมุนเข้าด้านในของข้อเข่าก่อนถึงจะงอต่อไปได้ ซึ่งเรียกว่า unlock ข้อเข่า

สาเหตุของการเกิดการบิดหมุนของข้อเข่าโดยอัตโนมัติ คือ

- Condyles ของกระดูก femur ทั้งสองข้างไม่เท่ากัน โดย condyle ทางด้านในยาวกว่าทางด้านนอก
- รูปร่างของ condyles ของกระดูก tibial ผิวด้านบนของ condyle อันในจะเว้าเล็กน้อย ส่วน condyle อันนอกค่อนข้างแบน ทำให้เกิดการเคลื่อนของ femoral condyle อันนอกได้เป็นอิสระกว่าอีกด้านหนึ่ง
- ทิศทางของเอ็น collateral ขณะที่มีการเหยียดเข่า เอ็น collateral ด้านในจะตึงเร็วกว่าเอ็น collateral ทางด้านนอก ฉะนั้นก็จะยอมให้ condyle นั้น เคลื่อนต่อไปได้อีก

3. abduction/adduction เป็นการเคลื่อนไหวที่เกิดในแนว frontal plane รอบ saggital axis มีการเบนของกระดูก tibia ไปทางด้านนอกและด้านใน เกิดในขณะที่เข่างอระหว่าง 0-30 องศาเท่านั้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

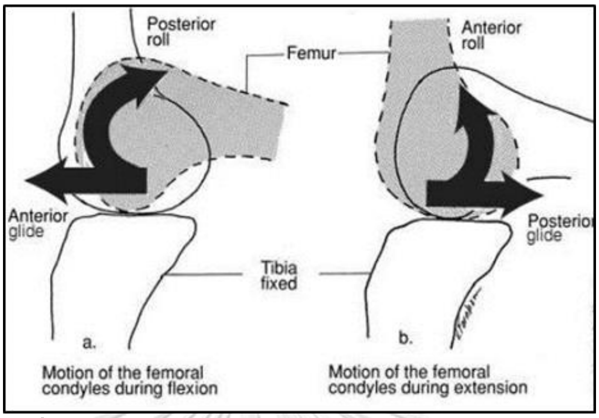
2.3 Arthokinematics of knee joint

การงอและเหยียดเข่า (Flexion/Extension) (Norkin & Levengie, 1992)

เนื่องจากผิวสัมผัสระหว่าง femoral condyle กับ tibial condyle ไม่พอดีกัน ขณะงอเข่า ถ้า fix ให้กระดูก tibial อยู่กับที่ จะมีการกลิ้ง (Rolling) ของ femoral condyle ไปบน tibial condyle การเคลื่อนไหวเช่นนี้อาจทำให้ กระดูก femur เคลื่อนหลุดไปทางด้านหลังได้ ดังนั้น

ขณะงอเข่า โดย fix ให้กระดูก tibial อยู่กับที่ จาก 0-25 องศา femoral condyle จะกลิ้ง (Rolling) ไปบนกระดูก tibial ก่อน ถ้าองศาการงอเข่าเพิ่มขึ้น เพื่อไม่ให้ femoral condyle เคลื่อนหลุดจาก tibial condyle การเคลื่อนไหวที่เกิดขึ้นคือ femoral condyle จะเกิดการกลิ้งไปข้างหลัง (posterior Rolling) พร้อมกับการเลื่อนไปด้านหน้า (Anterior sliding)

ขณะเหยียดเข่า โดย fix ให้กระดูก tibial อยู่กับที่ การเคลื่อนไหวที่เกิดขึ้นคือ femoral condyle จะเกิดการกลิ้งไปข้างหน้า (Anterior Rolling)พร้อมกับการเลื่อนไปด้านหลัง (posterior sliding)



รูปที่ 5 แสดง Arthokinematics ของ flexion/Extension

ที่มา Norkin C,Levengie P. Joint structure and function. 4^{th} Edition

(Norkin & Levengie, 1992)

2.4 การบาดเจ็บของข้อเข่า

อันตรายที่เข่าปิดอย่างรุนแรงหรือภาวะที่ทำให้เข่าเคลื่อนมากกว่าปกติ เช่น ล้ม เสียหลัก ถูกกระแทก เข่าเหยียดจนแอ่นไปทางด้านหลังหรือด้านข้างมากเกินไป จะทำให้เอ็นใหญ่ที่ยึดข้อเข่าฉีกขาดได้ อาจจะมีการฉีกขาดเพียงอันเดียวหรือหลายอัน หรือมีการบาดเจ็บร่วมกับผิวข้อแตก, หมอนรองข้อเข่าฉีกขาดร่วมด้วยก็ได้

เอ็นไขว้หน้าเป็นเอ็นยึดข้อเข่าที่สำคัญภายในเข่า ช่วยให้มีความมั่นคงของเข่า ในการบิดหรือหมุนข้อเข่า (Rotational stability) คนที่ไม่มีเอ็นไขว้หน้า เมื่อบิดข้อเข่าจะรู้สึกเข่าอ่อนจะล้ม เกิดอาการปวดเข่า และอาจจะมีการฉีกขาดของหมอนรองกระดูกข้อเข่า หรือกระดูกอ่อนผิวข้อร่วมด้วย ถ้าเข่าเสียความมั่นคงเกิดอาการบิดเช่นนี้บ่อย ๆ จะทำให้การบาดเจ็บของหมอนรองข้อและผิวข้อมากขึ้น กลายเป็นภาวะข้อเข่าเสื่อมตั้งแต่อายุยังน้อยเอ็นไขว้หน้า (Anterior cruciate ligament – ACL) เป็นเอ็นที่อยู่ในข้อเข่า ช่วยป้องกันกระดูกทีเบีย (Tibia) เคลื่อนที่ไปข้างหน้าใต้กระดูกฟีเมอร์ (Femer) เอ็นไขว้หน้าจะตึงเวลาเหยียดเข่า แรงบิดหมุนที่รุนแรงทำให้เอ็นไขว้หน้าขาดได้ และความมั่นคงของเข่า ที่ป้องกันไม่ให้กระดูกทีเบีย (Tibia) เลื่อนไปข้างหน้าใต้เข่า หรือบิดหมุนก็จะเสียไป ถ้าไม่ได้รับการรักษา หมอนรองข้อเข่า หรือกระดูกอ่อนผิวข้อ ก็จะได้รับแรงที่ผิดปกติมากเกิน ทำให้ข้อเสียเกิดภาวะข้อเสื่อมได้

อาการแสดง

อาการในระยะแรกได้แก่ การมีข้อเข่าบวม เนื่องจากมีเลือดออกภายในข้อเข่า อาจมีอาการเกร็งของกล้ามเนื้อ ต่อมาผู้ป่วยจะรู้สึกว่าข้อเข่าหลวม ไม่มั่นคง มีอาการเข่าพลิกหรือข้อเข่าเคลื่อนออกจากกัน โดยเฉพาะเวลาบิดขา หรือเดินผิดท่าทาง ส่วนใหญ่จะไม่สามารถวิ่งซิกแซ็กได้ หรือวิ่งแล้วจะหยุดทันทีทันใดไม่ได้เนื่องจากข้อเข่าจะเคลื่อน หรือบางทีอาจเกิดข้อเข่าหลุด ในรายที่มีการฉีกขาดของหมอนรองกระดูกข้อเข่า ซึ่งพบร่วมกันได้ คนที่เอ็นขาดแล้วยังเล่นกีฬาต่อไปจะมีอาการเจ็บตามแนวข้อต่อหรือมีอาการข้อเข่าติดร่วมด้วย

ความรุนแรงของการฉีกขาดของเอ็น แบ่งได้เป็น 3 ระดับ

ระดับที่ 1 มีการฉีกขาดภายในเนื้อเยื่อของเอ็น แต่เอ็นยังไม่ยืดหรือขาดให้เห็นชัดเจน

ระดับที่ 2 เอ็นฉีกขาดบางส่วน

ระดับที่ 3 เอ็นฉีกขาดแยกออกจากกันทั้งหมด

การจำแนกลักษณะของการบาดเจ็บเส้นเอ็น

การบาดเจ็บระดับ 1 grade 1 sprain (mild or first-degree)

การบาดเจ็บแบบนี้จะเกิดมีการฉีกขาดบางเส้นใยของส่วนในเนื้อเอ็นและมีเลือดออกเกิดขึ้นเล็กน้อย อย่างไรก็ดีไม่ทำให้เกิดการเสียสมรรถนะของเอ็นไปมาก (functional loss) เส้นเอ็นไม่เสียความแข็งแรง การรักษาใช้แบบตามอาการ

การบาดเจ็บระดับ 2 grade 2 sprain (moderate or second – degree)

ลักษณะการบาดเจ็บจะมีการฉีกขาดของตัวเส้นเอ็นบางส่วน ผู้ป่วยจะมี functional loss เช่น เจ็บมากเดินลำบากหรือเดินไม่ไหว อาการแสดงจะมีอาการปวด บวม เจ็บ มีรอยเขียวช้ำชัดเจน และใช้เวลา 2-3 สัปดาห์จึงจะค่อยๆยุบบวม ข้อต่อจะยังคงมีความแข็งแรงมั่นคงอยู่ดังนั้นผู้ป่วยจึงสามารถกลับไปเล่นกีฬาที่ชอบหากรักษาได้ถูกต้องและรวดเร็วรวมถึงการระมัดระวังการใช้ข้อในช่วงรักษาโดยที่จะต้องกายภาพบำบัดรักษาการเคลื่อนไหวข้อต่อการเสริมสร้างความแข็งแรงกล้ามเนื้อและไม่รีบกลับไปเล่นจนกว่าเอ็นนั้นจะหายสนิทโดยทั่วไปจะใช้เวลารักษาประมาณ 6-10 สัปดาห์เอ็นที่บาดเจ็บจะสมานและประมาณว่าใช้เวลาประมาณ 4 เดือนเอ็นจึงหายสมบูรณ์ดี

การบาดเจ็บระดับ 3 grade 3 sprain (severe or third – degree)

การบาดเจ็บแบบนี้ก่อให้เกิดการเสียสมรรถภาพของตัวเอ็นที่ได้รับบาดเจ็บกล่าวคือจะมีการฉีกขาดของเอ็นทำให้เส้นเอ็นไม่มีความต่อเนื่อง (Complete tears) ซึ่งจะขาดที่ตัวเอ็นหรือที่ ๆ เอ็นเกาะกับกระดูกก็ได้ ลักษณะการบาดเจ็บแบบนี้ทำให้มีการหลวมหลุดของข้อต่อเกิดความไม่

มั่นคงขึ้น (instability) การรักษาโดยมากมักจะต้องอาศัยการทำผ่าตัดซึ่งมีหลายแบบตั้งแต่ผ่าตัดเย็บซ่อม (primary repair) ไปจนถึงการผ่าตัดสร้างเอ็นขึ้นมาใหม่ (reconstruction)

3. ชีวกลศาสตร์และการเคลื่อนไหวร่างกาย

ชีวกลศาสตร์ (Biomechanics) (นงนภัส เจริญพานิช, 2558)

ชีวกลศาสตร์ หรือ Biomechanics เป็นวิชาที่ศึกษาถึงการเคลื่อนไหวที่เกิดจากสิ่งมีชีวิต ถ้าศึกษาเฉพาะการเคลื่อนไหวของมนุษย์อาจเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า Kinesiology (McLester and St Pierre 2008) ชีวกลศาสตร์ถูกนำมาใช้เพื่อพัฒนาประสิทธิภาพในการเคลื่อนไหวของนักกีฬา รวมถึงการป้องกันการบาดเจ็บจากการเล่นกีฬาโดยการเคลื่อนไหวที่มีประสิทธิภาพนั้น หมายถึง การใช้กำลังของกล้ามเนื้อน้อยที่สุด ในขณะที่ได้ผลลัพธ์ของการเคลื่อนไหวนั้น ๆ มีประสิทธิผลมากที่สุดผู้ฝึกสอนหรือผู้สนใจจะต้องมีความรู้ ในการพัฒนาความสามารถของนักกีฬา รวมถึงการคงสมรรถภาพทางกายของนักกีฬาให้อยู่ในระดับสูงสุดตลอดช่วงการแข่งขัน โดยเฉพาะการนำความรู้พื้นฐานของกลศาสตร์การเคลื่อนไหวมาประยุกต์เข้ากับความรู้ทางกายวิภาคศาสตร์ โดยเฉพาะระบบกระดูก กล้ามเนื้อ และข้อต่อต่าง ๆ เพื่อให้วางแผนการฝึกอย่างเหมาะสมกับนักกีฬา โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ความรู้ทางตรีโกโณมิกเพื่อคำนวณหามุมของข้อต่อต่าง ๆ การคำนวณมุมของข้อต่อ มีความสำคัญต่อการวิเคราะห์การเคลื่อนไหวเป็นอย่างยิ่ง ซึ่งการทราบมุมของการเคลื่อนไหวนี้ทำได้ 2 วิธี คือ การวัดมุมการเคลื่อนไหวโดยใช้เครื่องมือการวัดมุมโดยตรง หรือวัดมุมโดยอ้อมจากภาพถ่ายหรือภาพเคลื่อนไหว

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

2. ความรู้ทางด้านกลไกการเคลื่อนไหว เช่น การเคลื่อนที่ในแนวราบ (Linear motion), การเคลื่อนที่ในแนวโค้ง (Projectile motion) หรือการเคลื่อนที่ในน้ำ (Fluid motion)

2.1.1 การเคลื่อนที่ในแนวราบใช้เพื่อคำนวณความสามารถของนักกีฬาในการเคลื่อนที่ เช่น วิ่งด้วยความเร็วเท่าใดสามารถเร่งความเร็วขณะแข่งขันได้หรือไม่ ควรพัฒนาให้สามารถเพิ่มความเร็วได้เป็นเท่าใด การเคลื่อนที่ในแนวราบเป็นการวิเคราะห์การเคลื่อนไหวอย่างง่ายที่สามารถบ่งบอกถึงประสิทธิภาพของนักกีฬาในการเคลื่อนที่ไปข้างหน้า และสามารถใช้เป็นเป้าหมายในการพัฒนาความสามารถของนักกีฬาได้อย่างชัดเจน

2.1.2 การเคลื่อนที่ในแนวโค้ง ส่วนใหญ่ใช้เพื่อคำนวณหาแนววิถีของการเคลื่อนที่ของร่างกาย การวิเคราะห์การเคลื่อนที่ในแนววิถีโค้งใช้เพื่อพัฒนาความสามารถในการควบคุมร่างกายให้ได้การเคลื่อนที่ที่มีประสิทธิผลมากขึ้น

2.1.3 ลักษณะข้อต่อรูปแบบต่าง ๆ และการเคลื่อนไหวข้อต่อต่าง ๆ ของร่างกายมีหลายรูปแบบ ซึ่งแต่ละแบบนั้นมีความสามารถในการเคลื่อนไหวในท่าทางที่แตกต่างกัน และมีองศาการเคลื่อนไหวที่แตกต่างกัน การแบ่งประเภทของข้อต่อมีหลายรูปแบบ ส่วนใหญ่จะแบ่งตามลักษณะของข้อต่อ เช่น ข้อต่อประเภทลูกบอลและเบ้า (Ball and socket) เป็นข้อต่อที่มีอิสระในการเคลื่อนไหวมากที่สุด และสามารถเคลื่อนไหวได้ช่วงการเคลื่อนไหวสูงสุด หรือข้อต่อประเภทอานม้า คือข้อต่อที่มีโค้ง 2 โค้งในพื้นผิวเดียวกันมีลักษณะคล้ายอานม้า ทำให้มีการเคลื่อนไหวได้ถึง 4 ทิศทาง เป็นต้น

3. ความรู้เรื่องแรง เพื่อคำนวณแรงที่กระทำต่อข้อต่อ แรงของกล้ามเนื้อ หรือแรงต่อโครงสร้างอื่น ๆ ของร่างกายเป็นส่วนสำคัญเป็นอย่างมากของการศึกษาทางชีวกลศาสตร์ (Kerr, 2010) แรงเป็นปัจจัยหลักที่ทำให้เกิดการเคลื่อนไหว และทำให้เกิดการบาดเจ็บได้ ดังนั้นการศึกษาถึงชีวกลศาสตร์ จึงต้องทราบ และเข้าใจถึงเรื่องของแรงเป็นอย่างดี (LeVeau, 2011)

แรงปฏิกิริยาจากพื้น (Ground reaction force) ในขณะทรงท่าในท่าต่างๆ เช่น ท่ายืน เดิน วิ่ง ส่วนใหญ่การคำนวณหาแรงปฏิกิริยาจากพื้นนั้น จะใช้เพื่อหาแรงจากภายนอกที่สะท้อนกลับเข้าสู่ร่างกายแล้ว สามารถทำให้เกิดการบาดเจ็บของเนื้อเยื่อ หรือข้อต่อของนักกีฬานั้น ๆ ได้

4. การประยุกต์ใช้ความรู้พื้นฐานทางชีวกลสาสตร์ร่วมกับความรู้ทางกายวิภาคศาสตร์เพื่อวิเคราะห์การเคลื่อนไหวของนักกีฬา (Oomens, Brekelmans, & Baaijens., 2009) การใช้ชีวกลศาสตร์ในการวิเคราะห์การเคลื่อนไหวในกีฬาแต่ละประเภทนั้น นอกจากความรู้พื้นฐานทางชีวกลศาสตร์ที่ควรทราบเหล่านี้แล้ว ยังต้องอาศัยความรู้ของการเล่นกีฬาประเภทนั้น ๆ เพื่อนำมาผนวกเข้าด้วยกัน เพื่อให้ได้แนวทางเฉพาะของกีฬาแต่ละประเภท

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.1 ชีวกลศาสตร์กีฬา

ชีวกลศาสตร์การกีฬา (Sports Biomechanics) เป็นกลศาสตร์สาขาหนึ่งที่นำมาประยุกต์องค์ความรู้ทางด้านวิศวกรรมศาสตร์และฟิสิกส์มาใช้กับแรงและการเคลื่อนไหวของสิ่งมีชีวิต โดยเน้นแรงและการเคลื่อนไหวของมนุษย์ทั้งในด้านโครงสร้างและการทำงานของระบบชีวภาพ (biosystem) ของมนุษย์ในการฝึกซ้อมและแข่งขันกีฬา และแบ่งการประยุกต์ใช้เป็น 3 ด้านหลักๆ ได้แก่

(1) สมรรถนะ

(2) การบาดเจ็บ

(3) การฟื้นฟู

ด้านสมรรถนะ (Performance) หมายถึง วิถีที่สิ่งมีชีวิตทำสิ่งต่าง ๆ เช่น นั่ง ยืน เดิน วิ่ง ยกสิ่งของ รวมไปถึงกลไกภายใน เช่น กลไกการไหลเวียนโลหิต การทำงานของหัวใจ การเคลื่อนไหวของข้อต่อต่างๆ และรวมไปถึงกิจกรรมโดยรวม เช่น การขับขี่ยานยนต์ การเตะฟุตบอล การเสิร์ฟตะกร้อ เป็นต้น ที่เป็นกลไกทางกีฬา (Sports Mechanics) ในการพัฒนาสมรรถนะทางกีฬาให้สูงขึ้น

ด้านการบาดเจ็บ (Injury) หมายถึง ความล้มเหลวหรือความเสียหายที่เกิดขึ้นกับระบบชีวภาพ เช่น กระดูกหัก กล้ามเนื้อฉีกขาด การสูญเสียสมรรถภาพของเส้นเอ็นและอวัยวะต่าง ๆ รวมถึงการศึกษาคุณสมบัติของเนื้อเยื่อ การศึกษากลไกการเกิดการบาดเจ็บ การเกิดอุบัติเหตุ และการออกแบบอุปกรณ์ในการป้องกันการบาดเจ็บและอุบัติเหตุ

ด้านการฟื้นฟู (Rehabilitation) หมายถึง การทำให้ฟื้นตัว (recovery) จากการบาดเจ็บหรือการเป็นโรค รวมไปถึงการประยุกต์ใช้กลศาสตร์ทั้งหมดในอุตสาหกรรมการให้บริการสุขภาพสาธารณสุข การออกแบบอุปกรณ์ช่วยเหลือ และแก้ไขต่าง ๆ เช่น ข้อเข่าเทียม ข้อสะโพกเทียม ขาเทียม รวมไปถึงกลไกการรักษาเนื้อเยื่อ

การวิเคราะห์ทางชีวกลศาสตร์

การวิเคราะห์ทางชีวกลศาสตร์การกีฬา คือหลักการที่จะอธิบายถึงการเคลื่อนไหวในสถานการณ์การกีฬา ในช่วงเวลาและระยะทางที่เหมาะสม โดยถ้ากล่าวถึงวัตถุหรือร่างกายในสภาพหยุดนิ่ง หรือสภาวะสมดุลเรียกว่า สแตติกส์ (Statics) และถ้ากล่าวถึงวัตถุหรือร่างกายในสภาพไม่หยุดนิ่ง หรือสภาวะสมดุลเรียกว่า ดัยนามิกส์ (Dynamics) (Kreighbaum & Barthels, 1985) และดัยนามิกส์ยังแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ

1. คิเนแมติกส์ (Kinematics) หมายถึงการศึกษาถึงการเคลื่อนไหวที่มีการเคลื่อนที่ได้ระยะทาง มีความเร็ว และมีอัตราเร่ง โดยไม่คำนึงถึงแรงที่เกี่ยวข้อง

2. คิเนติกส์ (Kinetics) หมายถึงการศึกษาถึงการเคลื่อนไหวที่มีแรงมาเกี่ยวข้อง ซึ่งเป็นสาเหตุของการเคลื่อนไหว (Hay, 1985; กานดา ใจภักดี และ ชูศักดิ์ เวชแพศย์, 2524)

การวิเคราะห์ทางชีวกลศาสตร์การกีฬา เป็นการวิเคราะห์ทางท่าการเคลื่อนไหว เพื่อนำมาแก้ไข ปรับปรุงใหม่ให้มีประสิทธิภาพในเชิงกีฬาดีขึ้น โดยแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอนคือ

1. ขั้นสังเกตด้วยตาเปล่า (Noncinematographic analysis) เป็นการมองด้วยสายตาและเปรียบเทียบการเคลื่อนไหวเพื่อสังเกตท่าทางว่าถูกต้องหรือไม่ถูกต้ออย่างไร และอะไรน่าจะเป็นสาเหตุของความไม่สมบูรณ์ของการเคลื่อนไหวในทักษะนั้น ๆ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2. ขั้นใช้อุปกรณ์ถ่ายภาพ (Basic cinematographic analysis) ขั้นนี้จะเริ่มมีการใช้อุปกรณ์อย่างง่ายๆ เช่น กล้องถ่ายภาพนิ่ง กล้องถ่ายภาพเคลื่อนไหว (Video) เพื่อนำรูปภาพในขณะนั้น ๆ มาวิเคราะห์อย่างง่าย

3. ขั้นอุปกรณ์ขั้นสูง (Intermediate cinematographic analysis) อุปกรณ์ที่ใช้ในขั้นตอนนี้ อย่างน้อยจะต้องเป็นเครื่องบันทึกภาพเคลื่อนไหวที่มีความเร็วในการจับภาพได้มาก หรือเรียกว่า กล้องถ่ายภาพความเร็วสูง (Hi speed Video) สามารถจับภาพได้เร็วและแม่นยำ และนำภาพมาวิเคราะห์คำนวณหาความเร็วในการเคลื่อนไหว มุมการเคลื่อนไหว มุมการเคลื่อนที่

4. ขั้นวิจัย (Biomechanics research) ใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะ เช่น คอมพิวเตอร์ เครื่องวิเคราะห์การเคลื่อนไหว ในขั้นนี้ต้องอาศัยความรู้ความชำนาญเป็นพิเศษ ส่วนมากจะอยู่ในห้องทดลองชีวกลศาสตร์โดยเฉพาะ อาจจะนำเอาขั้นที่ 2 และ 3 มาทำการวิเคราะห์ในขั้นนี้ได้

การศึกษาการเคลื่อนไหวในสภาพการณ์การกีฬา โดยใช้จากกล้องถ่ายเป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์ได้อย่างแพร่หลายซึ่งกระทำโดยผู้ฝึกสอน หรือนักวิจัย โดยให้ข้อมูลที่ถูกต้อง เที่ยงตรง ดังนั้นความเร็วของร่างกายในขณะที่เคลื่อนไหว สามารถทราบได้จากภาพถ่ายฟิล์มภาพยนตร์ (Hay, 1985) นอกจากนี้ยังสามารถศึกษาได้จากการใช้การบันทึกภาพจากวิดีทัศน์ (Video) ที่มีความเร็วสูง เนื่องจากการเคลื่อนไหวในสภาพการณ์การกีฬา เกิดขึ้นอย่างรวดเร็วจนสายตาของมนุษย์ไม่สามารถมองได้ทัน ดังนั้นเพื่อให้ผู้วิเคราะห์ สามารถเข้าใจปัญหาที่เกิดขึ้น และให้ข้อแก้ไข เพื่อปรับปรุงส่งเสริมทักษะต่างๆ เหล่านี้ให้สูงขึ้น ผู้วิเคราะห์จะต้องกำหนดขั้นตอนในการวิเคราะห์เชิงชีวกลศาสตร์ไว้ล่วงหน้า ดังต่อไปนี้ (Nortrip et al., 1983)

1. การทำความเข้าใจถึงลักษณะการแสดงความสามารถของทักษะ และเข้าใจถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลในการแสดงทักษะ ซึ่งจะทำให้สามารถปรับปรุงความสามารถในการแสดงทักษะได้เหมาะสม ต้องใช้ศิลปะในการถ่ายทอด และวิทยาศาสตร์ในการประยุกต์ความรู้สู่การปฏิบัติ

2. การแบ่งขั้นตอนของการแสดงทักษะ เพื่อให้เข้าใจถึงลำดับก่อนหลังในการวิเคราะห์ โดยทั่วไปการแสดงทักษะอาจแบ่งออกได้ดังนี้

2.1 ท่ายืน (Stand)

2.2 ระยะเตรียม (Preparation phase)

2.3 ระยะการเคลื่อนไหว (Movement phase)

2.4 ระยะการติดตามการเคลื่อนไหว (Follow-through phase)

2.5 ระยะการฟื้นตัวกลับสู่ปกติ (Recovery phase)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การแบ่งขั้นตอนของการแสดงทักษะออกเป็นระยะต่าง ๆ นั้น เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ตามลำดับของระยะเวลา และ ในกีฬาประเภทหนึ่งๆ สามารถใช้คำศัพท์ที่สื่อความหมายได้ชัดเจนกว่าขั้นตอนที่แบ่งออกดังกล่าว เช่น การแสดงทักษะกระโดดน้ำ ระยะเตรียมอาจเรียกเป็นระยะกระโดด และ ระยะการเคลื่อนไหวอยากเรียกเป็นระยะการลอยตัวก็ได้

3. การวิเคราะห์เชิงชีวกลศาสตร์ เพื่อกำหนดการวิเคราะห์ทักษะการเคลื่อนไหวทั้งด้านปริมาณและคุณภาพว่ามีหรือไม่มีประสิทธิภาพในการเคลื่อนไหว โดยอาศัยหลักชีวกลศาสตร์ เช่น ในเรื่องของความเร็ว แรง หรือแรงในเชิงเส้นโค้ง เป็นต้น

4. การวิเคราะห์เชิงกายภาพ การวิเคราะห์ทักษะการเคลื่อนไหวจะต้องคำนึงถึงความรู้ของทั้งด้านชีวกลศาสตร์ และกายวิภาค ในด้านของปัญหาที่ต้องการแก้ไขจากการเคลื่อนไหว และทำไมถึงไม่มีประสิทธิภาพ ในการแก้ปัญหานั้นจะต้องเข้าใจลักษณะทางกายวิภาคของร่างกาย เช่น ข้อต่อที่เคลื่อนไหว อวัยวะส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย ที่มีความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับเวลาที่จะทำให้พัฒนาทักษะให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

5. การวิเคราะห์ที่ซับซ้อนของการแสดงความสามารถ การสังเกตแบบนี้อาจทำได้ทั้งในระนาบ หน้า-หลัง-ซ้าย-ขวา หรือขนานขอบฟ้า เมื่อมีการวิเคราะห์จากฟิล์มภาพยนตร์ จะต้องพยายามให้ได้ข้อมูลในหลายลักษณะ ตัวอย่างข้อมูลที่ต้องศึกษาจากฟิล์มภาพยนตร์ เช่น

5.1 จุดศูนย์ถ่วงของร่างกาย

5.2 ฐานที่รองรับ

5.3 ศีรษะและแนวของกระดูกสันหลัง

5.4 อวัยวะส่วนบน เช่น หัวไหล่ ข้อศอก และข้อมือ

5.5 อวัยวะส่วนล่าง เช่น สะโพก หัวเข่า หน้าแข้ง และข้อเท้า

6. กำหนดปัญหาของการแสดงทักษะความสามารถ ควรมีการกำหนดปัญหาไว้ให้ชัดเจนโดยประเมินจากทักษะที่สมบูรณ์ตามหลักของกายวิภาคและชีวกลศาสตร์ เพื่อนำมาเปรียบเทียบอ้างอิงกับทักษะของนักกีฬาที่แตกต่าง ข้อบกพร่อง และปัญหาที่สำคัญควรนำมาพิจารณาเป็นเบื้องต้น

7. การให้คำแนะนำ หรือคำปรึกษา หลังจากการวิเคราะห์ปัญหาของการแสดงความสามารถได้แล้วโดยไม่ใช้การคาดเดา แต่กระทำโดยหลักวิชาการ การสื่อสารกับนักกีฬาควรหลีกเลี่ยงการเน้นในสิ่งที่ไม่ถูกต้องในแง่ลบ ควรสอนวิธีการที่ถูกต้อง

กล่าวโดยสรุป การวิเคราะห์เชิงชีวกลศาสตร์ของการเคลื่อนไหว สามารถกระทำได้จากการวัด โดยใช้เทคนิคทางตรงและทางอ้อม คือ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1. เทคนิคการวัดทางตรง (Direct measurement technique) ประกอบด้วยอุปกรณ์เครื่องวัดมุมของข้อต่อ (Goniometer) และเครื่องวัดความเร่ง (Accelerometer)

2. เทคนิคการวัดทางอ้อม (Indirect measurement technique) ประกอบด้วยการใช้กล้องถ่ายภาพยนตร์ (Cinematography) วิดีทัศน์ (Video) และเทคนิคของแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic technique)

นอกจากนี้ยังสามารถแบ่งวิธีการวัดกิจกรรมตามมิติของการเคลื่อนไหว ได้ดังนี้

1. การวัด 1 มิติ (One-dimensional measurement) เป็นการวัดระยะการเคลื่อนไหวโดยรายงานค่าที่ได้เป็นระยะทางสูงสุดที่เคลื่อนที่ไป (มิลลิเมตรหรือเซนติเมตร) หรือช่วงการเคลื่อนไหวสูงสุดของข้อต่อ (องศา) ในสถานการณ์การกีฬาจะไม่ใช้วิธีนี้

2. การวัด 2 มิติ (Two-dimensional measurement) เป็นการวัดองศาการเคลื่อนไหวของข้อต่อที่เกิดขึ้น ขณะมีการเคลื่อนไหวในแต่ละระนาบของการเคลื่อนไหว อาจรายงานเป็นค่าเริ่มต้นหรือค่าสุดท้ายของการเคลื่อนไหวนั้น ๆ ซึ่งการวิเคราะห์การเคลื่อนไหวแบบนี้สามารถทำได้โดยใช้กล้องวิดีทัศน์ 1 ตัว เช่นการวิเคราะห์การเคลื่อนไหวของข้อสะโพก เข่า และข้อเท้า ของลำตัวซีกขวาในขณะยกน้ำหนัก

3. การวัด 3 มิติ (Three-dimensional single side measurement) เป็นการวัดระยะหรือมุมที่เกิดขึ้นขณะมีการเคลื่อนไหวที่เกิดขึ้นจริงในสามมิติ หรือวัดเทียบกับระนาบ ซ้าย-ขวา (Saggital) หน้า-หลัง (Frontal) และขนานขอบฟ้า (Transverse) ซึ่งการเคลื่อนไหวใน 1 ระนาบอาจสัมพันธ์กับการเคลื่อนไหวที่เกิดขึ้นในอีก 2 ระนาบที่เหลือ และสามารถรายงานค่าการเปลี่ยนแปลงของระยะการเคลื่อนไหวของข้อต่อ หรือมุมของการเคลื่อนไหวโดยจะศึกษาเพียงด้านใดด้านหนึ่งของร่างกาย โดยใช้กล้อง 2 ตัว เช่น การศึกษาการเคลื่อนไหวของแขนและลำตัวด้านขวาในขณะที่นักกีฬาตีลูกเทเบิลเทนนิสโดยใช้มือขวา จะมีการเคลื่อนไหวของแขนในลักษณะหมุนแขนหรือหมุนลำตัวร่วมด้วย ถ้าใช้กล้อง 1 ตัว (Two-dimensional measurement) อาจทำให้ข้อมูลผิดพลาดได้เนื่องจากมีการเคลื่อนไหวที่ออกนอกระนาบ

4. การวัด 3 มิติ 2 ด้าน (Three-dimensional double side measurement) เป็นการวัดระยะหรือมุมที่เกิดขึ้นขณะมีการเคลื่อนไหวที่เกิดขึ้นจริงในสามมิติเช่นกัน โดยศึกษาลักษณะลำตัวทั้งสองข้างในเวลาเดียวกันที่ต้องใช้กล้อง 4 ตัวขึ้นไป ตัวอย่างเช่น ศึกษาลักษณะการหมุนตัวและการเหวี่ยงแขนในขณะตีกอล์ฟ (รุ่งทิวา วัจฉละฐิติ, 2537)

ในปัจจุบันการวิเคราะห์การเคลื่อนไหวจากกการถ่ายภาพยนตร์ หรือวิดีทัศน์ ได้มีการพัฒนาโดยใช้กล้องที่มีความเร็วสูง สามารถปรับความเร็วของฟิล์มจาก 10 ถึง 500 ภาพต่อวินาที ซึ่งสามารถทำให้ได้ข้อมูลในสถานการณ์การกีฬาที่มีประสิทธิภาพ (Nortrip et al., 1983) นอกจากนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ยังสามารถเชื่อมต่อกับระบบต่างๆ เพื่อช่วยให้วิเคราะห์การเคลื่อนไหวได้อย่างรวดเร็ว เช่น มอนิเตอร์ในการดูภาพเคลื่อนไหว คอมพิวเตอร์ในการกำหนดจุดตำแหน่งของการเคลื่อนไหว แผ่นรับแรง (Force platform) และเครื่องวัดคลื่นกล้ามเนื้อไฟฟ้า (Electromyograph) เป็นต้น

การวิเคราะห์การเคลื่อนไหวจะต้องประกอบไปด้วยขั้นตอนดังนี้ (รุ่งทิวา วัจฉละฐิติ, 2537)

ขั้นแรก คือ การตรวจสอบเครื่องมือ (System calibration) วิธีการนี้มีจุดประสงค์เพื่อหาค่าความเที่ยงตรงและความแม่นยำของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลแต่ละครั้ง และจะต้องทำการหาค่าความเที่ยงตรงนี้ก่อนการเก็บข้อมูลทุกครั้ง และห้ามเคลื่อนย้ายหรือปรับตำแหน่งของกล้อง ในกรณีที่มีความจำเป็นต้องเคลื่อนย้ายกล้อง จะต้องทำการหาค่าความเที่ยงตรงนี้ใหม่

ขั้นที่สอง คือ การเก็บข้อมูล (Data collection) เป็นขั้นตอนให้ได้ข้อมูลซึ่งเป็นข้อมูลดิบ (Raw data) เช่น สัญญาณภาพจากกล้อง ในการกำหนดตำแหน่งของมาร์คเกอร์ (Marker identification) เพื่อทราบการเคลื่อนไหวของตำแหน่งของอวัยวะร่างกายที่ต้องการวิเคราะห์

ขั้นที่สาม คือ การวิเคราะห์ข้อมูล (Data analysis) คือการคำนวณค่าของมุมของข้อต่อ ความเร็วและอัตราเร่ง ที่ต้องการศึกษา

การตั้งกล้องเพื่อถ่ายภาพในการวิเคราะห์การเคลื่อนไหวจะต้องคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้

1. ความสูงของกล้อง ควรจะตั้งกล้องให้มีความสูงเป็นครึ่งหนึ่งของภาพที่ต้องการเก็บข้อมูล เช่น ขณะถ่ายภาพนักมวย ความสูงของกล้องจะต้องประมาณ 1 เมตร

2. ระยะห่างจากกล้องถึงตำแหน่งที่จะวัดการเคลื่อนไหว ถ้าถ่ายอยู่กับที่ เช่น ขณะชกมวย จะตั้งกล้องห่างเป็นระยะ 5-6 เมตร โดยให้เห็นตำแหน่งของเครื่องหมายที่ติดอย่างชัดเจน ถ้าเป็นการเคลื่อนที่ กล้องจะทำมุมต่างกันมาก เพื่อให้เก็บภาพการเคลื่อนไหวได้ทั้งหมด

3. การซูมเพื่อดึงภาพให้ใกล้หรือไกล

4. ความคมชัดของภาพโดยปรับเลนซ์กล้องให้เหมาะสม

5. แสงสว่าง ควรให้เพียงพอและพอดี ไม่มากและไม่น้อยเกินไป เพื่อให้ภาพมีคุณภาพ

การวิเคราะห์การเคลื่อนไหวโดยใช้กล้องถ่ายนี้ จะต้องทำโดยติดเครื่องหมายที่ตำแหน่งต่าง ๆ ของร่างกาย เพื่อแบ่งส่วนของร่างกายที่ต้องการวิเคราะห์ ส่วนใหญ่มักจะติดเครื่องหมายที่ตำแหน่งปุ่มกระดูก เนื่องจากมีการเคลื่อนที่ของผิวหนังบนปุ่มกระดูกน้อยกว่าการเคลื่อนที่ของผิวหนังบนกล้ามเนื้อ ตำแหน่งที่นิยมติดเครื่องหมายได้แก่ หัวไหล่ (Acromion process) ข้อศอก (Lateral epicondyle) ข้อมือ (Ulnar styloid process) กระดูกเชิงกราน (Anterior superior iliac spine) ข้อเข่า (Lateral condyle of femur) กระดูกข้อเท้า(Lateral malleolus) และหัวกระดูกนิ้วเท้าอันที่ 2 และ 5 (Metatarsal bone)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การติดเครื่องหมายที่อวัยวะต่าง ๆ นั้น จะต้องพิจารณาตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยเพื่อให้ได้ข้อมูลที่นำมาศึกษาและวิเคราะห์ได้ตามต้องการ และเครื่องหมาย (Marker) ยังแบ่งออกได้เป็นหลายชนิดดังนี้

1. เครื่องหมายที่มีรูปร่างแบน (Flat marker) เช่น การใช้เทปกาวหรือเทปสะท้อนแสง หรือใช้ปากกาเขียนตำแหน่งลงบนผิวหนัง

2. เครื่องหมายที่มีรูปร่างเป็นทรงกลม (Shaped marker) ซึ่งมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางต่าง ๆ กัน โดยทั่วไปมีขนาดตั้งแต่ 1 มิลลิเมตร ถึง 2.5 เซนติเมตร

3. เครื่องหมายที่มีก้านหรือแกน (Stalk marker) เป็นเครื่องหมายที่มีก้านหรือแกนต่อออกมาจากตัวเครื่องหมายที่เป็นทรงกลมหรือแบน (รุ่งทิวา วัจฉละฐิติ, 2537)

3.2 ชีวกลศาสตร์ของเซปักตะกร้อ (เฉลิม ชัยวัชราภรณ์, 2558)

1. ชีวกลศาสตร์ของการโยนเสิร์ฟ
2. ชีวกลศาสตร์ของการเสิร์ฟ
3. ชีวกลศาสตร์ของการฟาด
4. ชีวกลศาสตร์ของการบล็อก
5. ชีวกลศาสตร์ของการชง

ผู้ฝึกสอนหรือผู้สนใจที่นำความรู้ทางชีวกลศาสตร์มาใช้ในการฝึกซ้อมและแข่งขันกีฬาเซปักตะกร้อ จะช่วยพัฒนาความสามารถของนักกีฬาได้เป็นอย่างดีและประสบความสำเร็จในการแข่งขันมากขึ้น

ผู้ฝึกสอนหรือผู้ที่สนใจเซปักตะกร้อประยุกต์ใช้ชีวกลศาสตร์การกีฬาในการศึกษาการเคลื่อนไหวต่าง ๆ ของกีฬาเซปักตะกร้อ เพื่อให้เกิดสมรรถนะทางกีฬาที่สูงขึ้น ทราบถึงกลไกการเกิดการบาดเจ็บและวิธีการป้องกันไม่ให้เกิดการบาดเจ็บในการฝึกซ้อมและแข่งขันกีฬาเซปักตะกร้อ รวมไปถึงวิธีการฟื้นฟูการบาดเจ็บที่เกิดขึ้นแล้วโดยใช้เครื่องช่วยที่ถูกต้องทางชีวกลศาสตร์และเวชศาสตร์การกีฬา เพื่อให้กลับสู่การฝึกซ้อมและการแข่งขันได้อย่างรวดเร็วและเต็มสมรรถภาพ (return to play)

แม้ว่ากีฬาเซปักตะกร้อจะไม่อนุญาตให้ใช้มือ ยกเว้นในการโยนลูกเพื่อการเสิร์ฟเท่านั้น ในด้านชีวกลศาสตร์ การศึกษาและวิเคราะห์การเคลื่อนไหวของรยางค์ส่วนบนของร่างกาย ได้แก่ การเคลื่อนไหวของแขน มือ และนิ้ว ก็ยังเป็นสิ่งสำคัญ เพื่อให้การโยนลูกเสิร์ฟเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ แม่นยำ เพื่อให้ผู้เสิร์ฟสามารถเสิร์ฟได้ผลตามที่ต้องการ

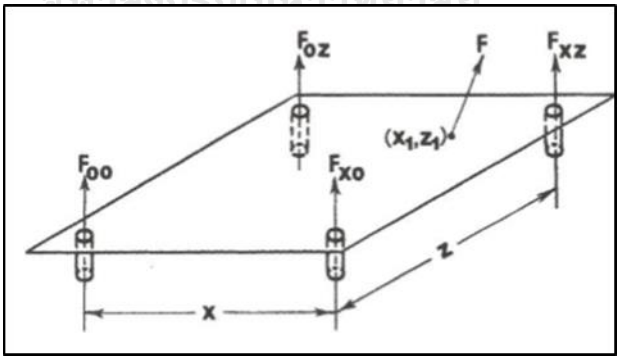
ชีวกลศาสตร์การกีฬา สำหรับกีฬาเซปักตะกร้อ ในการโยนลูกเสิร์ฟ การเสิร์ฟ การชง การฟาด การบล็อก จะเกี่ยวข้องกับชีวกลศาสตร์ของการเคลื่อนที่ของกล้ามเนื้อรยางค์ส่วนบน (Upper Extremities) กล้ามเนื้อรยางค์ส่วนล่าง (Lower Extremities) และกล้ามเนื้อส่วนลำตัว (Trunk)

4. แรงปฏิกิริยาจากพื้น (Ground Reaction Force)

Ground reaction force เป็นแรงปฏิกิริยาที่กระทำต่อร่างกายจากพื้นขณะทำกิจกรรมต่าง ๆ เช่นการยืน การเดิน การวิ่ง โดยมีตัววัดเป็นแผ่นวัดแรง (Force plate) เช่นเดียวกันกับที่ใช้วิเคราะห์ Gait and posture แผ่นวัดแรงเป็นเครื่องมือที่มีความไวต่อการสัมผัสแรงของน้ำหนักที่กดลงบนแผ่นวัดแรงแสดงผลเป็นทิศทางแรงตรงกันข้ามกับน้ำหนักที่กดลงไปบนแผ่นวัดแรง เครื่องมือที่ใช้วัดแรง (Force platforms) มี 2 ชนิด

ชนิดที่ 1 Strain Gauge เช่น AMTI, Bertec ใช้หลักการตรวจวัดแรงตึงแปลผลเป็นแรงปฏิกิริยา

ชนิดที่ 2 คือ Piezoelectric Quartz เช่น Kistler ใช้หลักการวัดพลังงานไฟฟ้าเปลี่ยนเป็นพลังงานกลโดยจุดตรงกลางที่เกิดแรงบนแผ่นวัดแรงเรียกว่า center of pressure (COP) โดย cop จะเป็นจุดที่แผ่นวัดแรงจะแสดงตำแหน่งของแรงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นใต้เท้า โดยจะเฉลี่ยพื้นที่ที่กดลงบนแผ่นของเท้า เช่นในขณะที่เท้ากดลงบนแผ่นวัดแรง ช่วงเท้าจะมีตำแหน่งจมูกเท้า และส้นเท้า ตำแหน่งของ cop ที่จะแสดงผลของแรงจะเป็นช่วงกลางเท้า (arch) แรงที่เกิดขึ้นในแผ่นวัดแรงมี 2 ชนิด โดยชนิดแรกเป็นแผ่นวัดแรงที่มีตัววัด 4 ตัวอยู่ตรงมุม ของแผ่นวัดแรง cop จะถูกคำนวณจากตัววัดทั้ง 4 ตัว

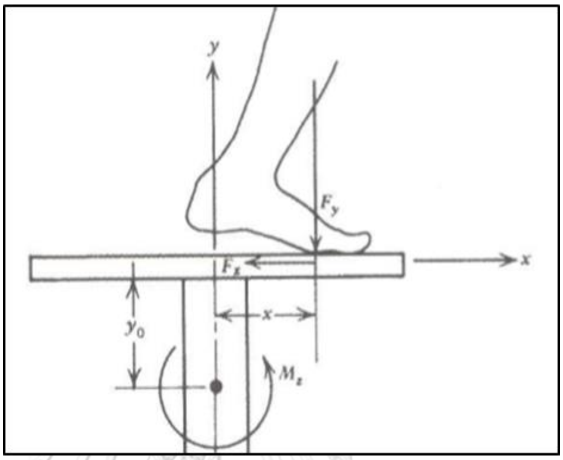


รูปที่ 6 แผ่นวัดแรงชนิดตัววัด 4 ตัว

สูตรคำนวณแรงจากรูปดังนี้

$$x = \frac{x}{2}\left[1 + \frac{(F_{X0} + F_{XZ}) - (F_{00} + F_{0Z})}{F_Y}\right]$$

$$z = \frac{z}{2}\left[1 + \frac{(F_{0Z} + F_{XZ}) - (F_{00} + F_{X0})}{F_Y}\right]$$



รูปที่ 7 แรงที่กดลงบนแผ่นวันแรง

แรงจากแผ่นวัดแรงชนิดที่ 2 จะมีเครื่องวัดเป็นหลักที่อยู่ใต้แผ่นรับแรง cop จะคำนวณโดยเครื่องมือที่อยู่ใต้แผ่นวัดนี้

สูตรคำนวณแรงจากรูปดังนี้

$$M_z - F_y \cdot X + F_x \cdot y_0 = 0$$

$$x = \frac{F_x \cdot y_0 \cdot M_z}{F_y}$$

F = แรงที่กระทำ (N)

M =มวล (Kg)

ช่วงรยางค์ล่าง (Lower extremity) มีการรองรับแรงปฏิกิริยาจากพื้นสู่ร่างกาย โดยมีข้อเท้า ข้อเข่าและข้อสะโพกเป็นข้อต่อหลักที่มีการรับแรงกระแทกและส่งผ่านแรงมีการดูดซึมซับเพื่อปกป้อง แรงที่มากระทำต่อร่างกายที่มากเกินไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แรงปฏิกิริยาจากพื้นมีองค์ประกอบ 3 ทิศทาง คือ

1. ทิศทางในแนวดิ่ง (vertical force = Fz)
2. ทิศทางในแนวหน้า-หลัง (Antero-posterior force = Fy)
3. ทิศทางในแนวด้านในและแนวด้านนอก (Medio-lateral force = Fx)

แรงทั้ง 3 ชนิดนี้จะตั้งฉากซึ่งกันและกัน และรวมเป็นแรงทิศทางเดียวที่กระทำต่อร่างกาย งานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยทำการศึกษาเฉพาะทิศทางแรงปฏิกิริยาจากพื้นในแนวดิ่ง

4.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องภายในประเทศ

สุวัตร สิทธิหล่อ (2541) ได้ศึกษาวิเคราะห์ความเร็วของเท้าในการเสิร์ฟของนักกีฬาเซปักตะกร้อชายทีมชาติไทยในการแข่งขันกีฬาเอเชียนเกมส์ ครั้งที่ 13 ซึ่งเป็นการวิเคราะห์การเคลื่อนไหวแบบ 3 มิติ ในการเก็บรวบรวมข้อมูลใช้กล้องดิจิตอลที่มีความเร็ว 50 เฟรมต่อวินาที จำนวน 2 กล้อง บันทึกภาพการเคลื่อนไหวและใช้โปรแกรมวิเคราะห์การเคลื่อนไหวของเครื่องมือวิเคราะห์การเคลื่อนไหวภายใต้เครื่องหมายการค้าพีคเปอร์ฟอร์มแมนส์เทคโนโลยี (Peak Performance Technology) รุ่นโมตัส (Motus) จากการศึกษาวิจัยพบว่า ความเร็วของเท้าในการเสิร์ฟตะกร้อ ณ จุดกระทบลูกตะกร้อมีความเร็วเฉลี่ย 10.95 เมตรต่อวินาที

แวน วัณณะพันธุ์ (2542) ได้ทำการวิเคราะห์ทางชีวกลศาสตร์ในเชิงคิเนมาติกส์แบบ 2 มิติ ของทักษะการฟาดแบบตีลังกาในนักกีฬาเซปักตะกร้อ โดยทำการบรรยายลักษณะของมุมสัมพัทธ์ของข้อเท้า เข่า สะโพก และข้อไหล่ในขณะเริ่มกระโดด ขณะกระทบลูก และขณะลงสู่พื้น รวมไปถึงทำการวิเคราะห์ความเร็วของเท้าขณะเริ่มต้นฟาดลูกตะกร้อ ณ เท้ากระทบลูก ความเร็วสูงสุดและความเร็วเฉลี่ยตั้งแต่เริ่มกระโดดจนกระทบลูกตะกร้อในการฟาดแบบตีลังกา โดยผลการวิจัยพบว่า มุมของข้อต่อต่าง ๆของร่างกายขณะลงสู่พื้น มุมของข้อเท้าขวา ข้อเท้าซ้าย เข่าขวา เข่าซ้าย สะโพกขวา สะโพกซ้าย ไหล่ขวา ไหล่ซ้าย มีค่าระหว่าง 47.87-82.11, 113.88-138.36, 126.00-148.77, 69.71-88.23, 43.00-56.72, 97.97-170.73, 123.76-148.87 และ 96.75-137.85 ตามลำดับ

พิชิตพล เกิดสมนึก วีรวัฒน์ ลิ้มรุ่งเรืองรัตน์ และรุ่งชัย ชวนไชยะกูล (2558) ได้ทำการศึกษาแรงปฏิกิริยาในแนวดิ่งและอัตราการเกิดแรง ขณะลงสู่พื้นในการกระโดดฟาดลูกตะกร้อทั้ง 3 ท่า โดยการศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบความแตกต่างของแรงปฏิกิริยาจากพื้นสูงสุดในแนวดิ่ง ระยะเวลาที่ใช้ในการเกิดแรงปฏิกิริยาจากพื้นสูงสุดในแนวดิ่ง และอัตราการเกิดแรงในขณะกระโดดลงสู่พื้นจากการกระโดดฟาดลูกตะกร้อทั้ง 3 ท่าน ผลการศึกษาพบว่า การกระโดดฟาดแบบ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

เต็มรอบมีแรงปฏิกิริยาในแนวดิ่งและอัตราการเกิดแรงมากกว่าเมื่อเทียบกับท่าฟาดแบบครึ่งรอบและแบบซันแบคอย่างมีนัยสำคัญ และยังมีระยะเวลาที่ใช้ ในการเกิดแรงปฏิกิริยาจากพื้นสูงสุดในแนวดิ่งน้อยที่สุด ทำให้การกระโดดฟาดแบบเต็มรอบอาจมี ความเสี่ยงที่จะเกิดการบาดเจ็บสูงจากการกระโดดลงสู่พื้น

วีระชัย มะโนมัย และวีรวัฒน์ ลิ้มรุ่งเรืองรัตน์ (2559) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบคิเนเมติกส์ ของข้อเข่าขณะเทคตัวขึ้นฟาดตะกร้อที่แตกต่างกัน 3 รูปแบบ โดยมีจุดประสงค์เพื่อศึกษาความแตกต่างคิเนมาติกส์ของข้อเข่าในขณะเทคตัว 3 ทักษะประกอบด้วย Roll spike, Half roll spike และ Sunback ในนักกีฬา เซปักตะกร้อชายระดับมหาวิทยาลัย จำนวน 12 คน โดยผลจากการศึกษาพบว่า การเทคตัวขึ้นฟาดตะกร้อของท่า Roll spike มีการเกิด knee joint internal rotation ในช่วง initial contact มากกว่า Half roll spike และ Sunback อย่างมีนัยสำคัญ และท่า Half roll spike มีการเกิดพิสัยการเคลื่อนไหวมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับ Roll spike และ Sunback อย่างมีนัยสำคัญ

4.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องต่างประเทศ

ฟีตเซอร์ และคณะ (Fietzer & Kulig, 2012) ได้ศึกษาแรงปฏิกิริยาจากพื้นกระทำต่อร่างกายขณะลงสู่พื้นจากการกระโดดท่า saut de chat เปรียบเทียบระหว่างนักเต้นที่มีการบาดเจ็บที่เอ็นหัวเข่า และนักเต้นสุขภาพดีไม่มีการบาดเจ็บใดๆ โดยผู้เข้าร่วมงานวิจัยเป็นนักเต้น บัลเล่ต์ แจส ฮิปฮอป และโมเดิร์น จำนวน 18 คน เป็นผู้ที่มีการบาดเจ็บที่เอ็นหัวเข่า 6 คน เป็นเพศ หญิง 3 คน และเป็นเพศชาย 3 คน ส่วนนักเต้นที่สุขภาพดี 12 คน เป็นเพศหญิง 6 คน เป็นเพศชาย 6 คน จะเป็นผู้ที่ไม่มีประวัติการบาดเจ็บที่หลังและรยางค์ล่าง จะทำการวิจัยโดยการให้กระโดดท่า saut de chat ลงบนแผ่นวัดแรง 8 ครั้ง โดยไม่สวมรองเท้า จะให้นักเต้นวิ่ง 2-3 ก้าวแล้วจึงกระโดด เมื่อลงสู่พื้นแล้วให้ก้าวออกจากแผ่นวัดแรง โดยในการกระโดดจะให้นักเต้นเลือกขาข้างที่ถนัด และทำการกระโดดอย่างเต็มประสิทธิภาพ ผลการทดลองพบว่า ในนักเต้นที่มีการบาดเจ็บเอ็นเข่านั้นมีแรง ปฏิกิริยาสูงสุดมากกว่านักเต้นที่สุขภาพดีเป็น 36% ที่ $p < 0.001$ คิดเป็นค่ากลาง (standard deviation) ของนักเต้นที่มีการบาดเจ็บเอ็นเข่า 5.95 นักเต้นที่สุขภาพดี 4.37 และในนักเต้นที่มีการ บาดเจ็บเอ็นเข่าพบแรงปฏิกิริยาขณะหยุดการเคลื่อนไหวขณะเท้าลงสู่พื้นมากกว่าเป็น 82% เปรียบเทียบกับในนักเต้นที่สุขภาพดีที่ $p = 0.04$ คิดเป็นค่ากลางในนักเต้นที่มีการบาดเจ็บเอ็นเข่า 0.62 และในนักเต้นที่มีสุขภาพดี 0.34 กล่าวได้ว่าพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของของ แรงปฏิกิริยาที่กระทำต่อร่างกายในนักเต้นที่มีการบาดเจ็บของเอ็นเข่า โดยมีแรงปฏิกิริยาในแนวดิ่งที่กระทำต่อร่างกายของ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

นักเต้นที่มีสุขภาพดีที่มีขนาด 4.37 เท่าต่อน้ำหนักตัว และในนักเต้นที่มีการบาดเจ็บเอ็นเข่า 5.95 เท่าต่อน้ำหนักตัว

คูลิก และคณะ (Kulig, Fietzer, & Popovich, 2010) ได้ศึกษาเพื่อหาค่าของแรงปฏิกิริยา (Ground reaction force) และกลไกของข้อเข่าขณะกระโดดขึ้นและลงสู่พื้นในท่า saut de chat เปรียบเทียบกัน โดยทำการทดลองในนักเต้นสุขภาพดีไม่มีประวัติการบาดเจ็บที่หลังหรือรยางค์ส่วนล่าง ทั้งหมดเป็นนักเต้นที่เรียนในโปรแกรมเดียวกัน ประกอบไปด้วยการเต้นแบบ แจส ฮิปฮอป บัลเล่ต์ โมเดิร์น ผู้เข้าร่วมงานวิจัยทั้งหมดเป็นเพศชายจำนวน 6 คน และเพศหญิงจำนวน 6 คน จะทำการกระโดดท่า saut de chat บนแผ่นวัดแรง (force platform) ไม่ใส่รองเท้าชนิดใดๆ ทำการทดลอง โดยกระโดด ท่า saut de chat 8 ครั้งโดยทำการวัดจากช่วงที่เท้าสัมผัสพื้น ของทั้ง 2 ช่วงการกระโดดขึ้นและลงสู่พื้น จากผลการทดลองพบว่า แรงปฏิกิริยาในแนวดิ่งในขณะลงสู่พื้นจากการกระโดดนั้นมีมากกว่า ขณะกระโดดขึ้น ($p<0.01$) เป็น 26% เมื่อเปรียบเทียบแรงปฏิกิริยาสูงสุดในแนวดิ่งขณะกระโดดขึ้น เป็น 3.4 เท่าต่อน้ำหนักตัว และขณะลงสู่พื้นเป็น 4.4 เท่าต่อน้ำหนักตัว แรงปฏิกิริยาสูงสุดในแนวดิ่ง เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกระโดดท่า saut de chat และในขณะเดินมีมากกว่าเป็น 1.5 เท่าต่อน้ำหนัก ตัว ส่วนในขณะวิ่งมากกว่า 2.5 เท่าต่อน้ำหนักตัว

วิลสัน (Wilson, 2009)ได้ศึกษากลศาสตร์ของท่ากระโดดในการเต้นต่าง ๆโดยได้ กล่าวถึงท่ากระโดดกรองเจตเต้ว่า ขณะลงสู่พื้นนั้นจะมีแรงกระทำในขณะที่เท้าสัมผัสพื้น โดยแรงนั้น จะเกิดขึ้นระหว่างช่วงขาด้านบนกับด้านล่างในทิศทางที่แตกต่างกัน และจะพบแรงที่เกิดขึ้นมากในกล้ามเนื้อและเนื้อเยื่อในหัวเข่า กล้ามเนื้อกลุ่ม Quadriceps เกิดการทำงานเพื่อให้ร่างกายมีการลดความเร็วลงเพื่อหยุด โดยจะเกิดแรงเฉือนในข้อเท้าและข้อเข่า จะพบแรงที่เกิดขึ้นในเนื้อเยื่อในหัวเข่ามาก กล้ามเนื้อกลุ่ม Quadricepsเมื่อมีการใช้งานมากเกินไปเมื่อเทียบกับกล้ามเนื้อ Hamstring จะทำให้เกิดเทคนิคการลงสู่พื้นที่ผิดพลาด เกิดแรงที่ไม่พึงประสงค์ต่อร่างกาย ดังนั้นการเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ Hamstring จะช่วยให้ชะลอการเกิดการใช้การเกินของกล้ามเนื้อกลุ่ม Quadriceps และช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการกระโดดได้ดีขึ้น

โทมัส และคณะ (Thomus et al., 2002) ได้ทำการวิเคราะห์การรับแรงในช่วงรยางค์ล่าง โดยใช้นักบัลเล่ต์ 2 คน ทำการกระโดดท่ากรองเจตเต้ ทำการกระโดด 5 ครั้งลงบนแผ่นวัดแรงและมีการวิเคราะห์ inverse dynamic โดยแรงปฏิกิริยาที่ได้ในนักบัลเล่ต์ทั้ง 2 คนแตกต่างกันเนื่องจากนักบัลเล่ต์มีน้ำหนักตัวที่ต่างกัน (53.4 kg. และ 62.3 kg) โดยแรงสูงสุดนั้นมีค่า 2790±404 N และ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1954±130 N มีแรงเท่ากับ 4.5 และ 3.6 เท่าต่อน้ำหนักตัว การวิเคราะห์การลงสู่พื้นของท่ากระโดดกรองเจตเต้นั้น พบว่า ในสะโพกขณะเมื่อเท้าสัมผัสพื้นเกิดการงอตัวของข้อสะโพกซึ่งกล้ามเนื้อที่ใช้ใน การงอตัวนั้นสร้างแรงมากถึง 300 N.m และเกิดกำลังสูงสุด 700 Watts การวิเคราะห์ในเข่าขณะเท้า สัมผัสพื้นข้อเข่ามีการเหยียดตรงในช่วง 0.4 วินาทีแรก มีแรงมากถึง 275 N.m และเกิดกำลังในเข่า 1000 Watts และในเท้าเกิดแรงเล็กน้อยในกล้ามเนื้อที่ใช้ในการงอเท้าที่ 100 N.m และเกิดกำ ลัง 1000 Watts.

เทนต์ (Tant, 1990) ได้ศึกษาถึงเวลา ลำดับเหตุการณ์ และ ข้อต่อที่ส่งผลกระทบต่อกันในการเตะลูกหลังเท้า 3 แบบของกีฬาฟุตบอล ผู้รับการทดลองเป็นนักกีฬาฟุตบอลชายตัวแทนวิทยาลัยระดับดิวิชั่น 1 จำนวน 8 คน โดยบันทึกภาพ 2 ด้าน โดยใช้ฟิล์มขนาด 16 มิลลิเมตร และความเร็วของกล้องที่ 200 ภาพต่อวินาที พบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างการเปลี่ยนแปลงทางด้านคิเนแมติกส์ของกระดูกเชิงกราน ต้นขา และท่อนขาด้านล่าง ขณะเตะลูกหลังเท้าในการเตะที่แตกต่างกันทั้ง 3 แบบ

ฮีเวท และคณะ (Hewett, Torg, & Boden, 2009)ได้ทำการศึกษาผลของลำตัวที่มีต่อแรงกระทำข้อเข่าขณะลงสู่พื้น (landing) โดยทำการวิเคราะห์สาเหตุของการบาดเจ็บเอ็นไขว้หน้าข้อเข่า (ACL) ผ่านทางวีดิโอ ระบุว่าในการบาดเจ็บเอ็นไขว้หน้าข้อเข่า (ACL) ของกีฬาประเภทไม่มีการปะทะ (non-contact) พบว่ามีความสัมพันธ์ของการลดลงของการก้มลำตัว (trunk forward) และมีการเอียงลำตัว (Lateral trunk flexion) ที่มาก ส่งผลทำให้ร่างกายถ่ายน้ำหนัก (shift) ไปทางขาที่ลงสู่พื้น (landing) ในขณะเกิดการบาดเจ็บ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

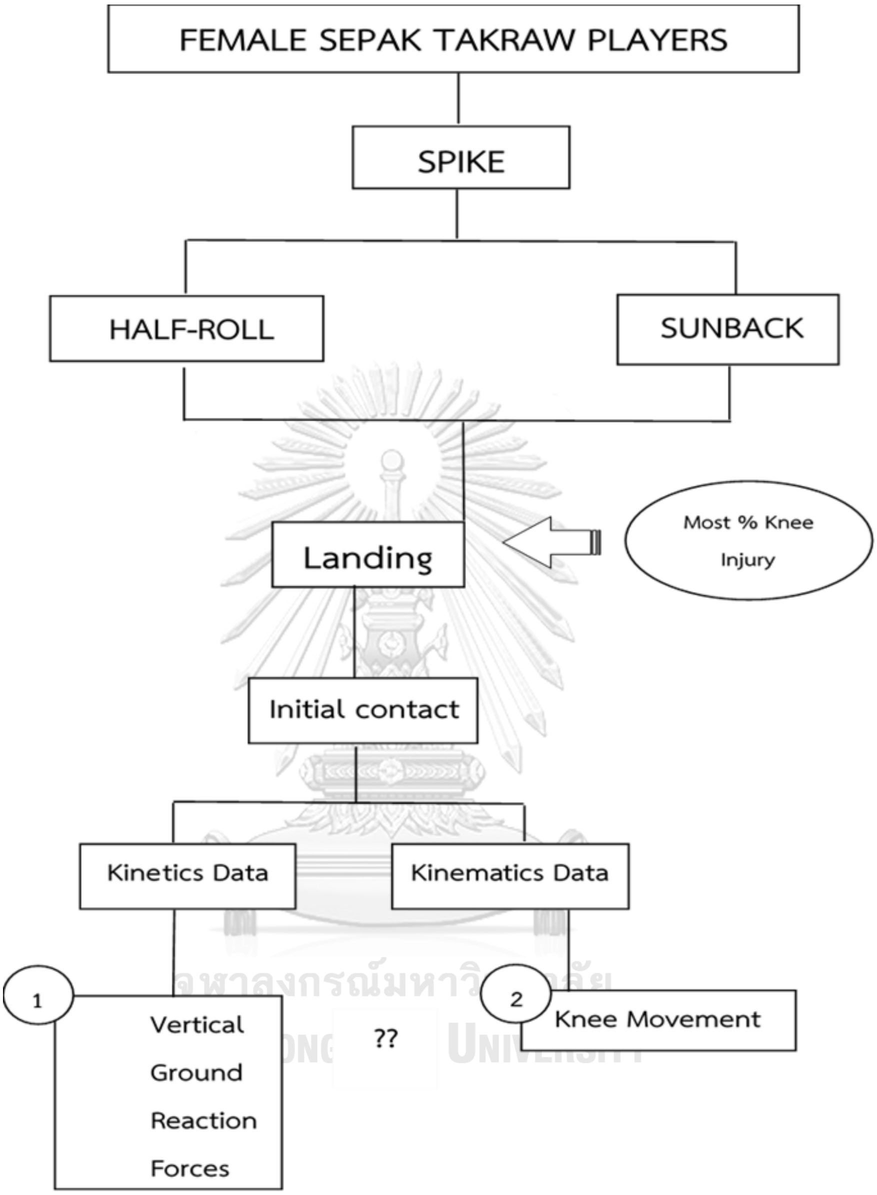
ซาซูเลก และคณะ (Zazulak, Hewett, Reeves, Goldberg, & Cholewicki, 2007) ทำการศึกษาผลของลำตัวขณะลงสู่พื้นเพื่อทำนายการบาดเจ็บข้อเข่า โดยพบว่า ในขณะที่เกิดการบาดเจ็บ ACL ลำตัวจะมีแนวโน้มที่มีลักษณะอยู่ในลักษณะตั้งตรง (upright) และ ลำตัวเอียง (lateral flexion) ซึ่งการก้มหรืองอของลำตัว (Trunk flexion) มีอิทธิพลต่อชีวกลศาสตร์ของรยางค์ส่วนล่าง โดยทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงการทำงานของกล้ามเนื้อเหยียดสะโพก (hip extensor) และ กล้ามเนื้องอเข่า (knee flexor muscle) โดยการก้มหรืองอของลำตัว (Trunk flexion) มักมาพร้อมกับการหมุนไปด้านหน้าของกระดูกเชิงกราน (Anterior pelvic tilt) จากการที่มีการหมุนไปด้านหน้าของกระดูกเชิง

กราน (Anterior pelvic tilt) นี้ จะมีผลทำให้เกิดการยืดออกของความยาวในกล้ามเนื้อกรูเตียสแมกซิมัส (gluteus maximus) และ กล้ามเนื้อแฮมสตริง (Hamstring)

ฮีเวท และคณะ (Hewett et al., 2005) ได้ทำการศึกษามุมของข้อต่อ (joint angles) และโหลดที่กระทำต่อข้อต่อ (joint loads) ในการลงสู่พื้นจากการกระโดดในนักกีฬาฟุตบอล บาสเกตบอล และวอลเลย์บอลหญิงที่มีความเสี่ยงสูง เพื่อใช้ในการทำนายความเสี่ยงในการบาดเจ็บเอ็นไขว้หน้าเข่า (ACL) ผลการศึกษาพบว่า นักกีฬาหญิงที่ได้รับบาดเจ็บ ACL มีมุมการเบนออกของเข่ามากขึ้น (Knee abduction angle) รวมทั้งแรงปฏิกิริยาจากพื้นที่สูงขึ้น และระยะเวลา (stance time) สั้นลงในระหว่างการลงสู่พื้น เมื่อเทียบกับผู้ที่ไม่ได้รับบาดเจ็บ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

กรอบแนวความคิดในการวิจัย



ในกีฬาเซปักตะกร้อหญิง ท่าฟาดประกอบไปด้วย HALFROLL และ SUNBACK ในขณะที่ลงสู่พื้นของท่าฟาดทั้งสองท่า มักพบการบาดเจ็บข้อเข่าในช่วงแรกของการลงสู่พื้น (Initial contact) โดยข้อมูลทางชีวกลศาสตร์ที่มักใช้ในการสังเกตการเคลื่อนไหวของร่างกาย ได้แก่ ค่าแรงปฏิกิริยาจากพื้นในแนวดิ่งและค่ามุมองศาการเคลื่อนไหวของเข่า

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาวิจัยเชิงทดลอง (Experimental study) ในนักกีฬาเซปักตะกร้อระดับทีมชาติไทย เพศหญิง มีอายุระหว่าง 18–35 ปี จำนวน 10 คน มาทำการทดสอบเปรียบเทียบแรงที่กระทำต่อข้อเข่าในขณะลงสู่พื้นจากกระกระโดดฟาดลูกตะกร้อในท่าครึ่งรอบและท่าซันแบค

ประชากร

นักกีฬาเซปักตะกร้อหญิงทีมชาติไทยปัจจุบัน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่เข้าร่วมวิจัยเป็นนักกีฬาเซปักตะกร้อระดับทีมชาติไทย เพศหญิง อายุระหว่าง 18–35ปี นักกีฬามีความสมัครใจในการเข้าร่วมการทดสอบเปรียบเทียบแรงที่กระทำต่อข้อเข่าในขณะลงสู่พื้นจากการกระโดดฟาดลูกตะกร้อในท่าครึ่งรอบและท่าซันแบค โดยใช้เกณฑ์การคัดเลือกนักกีฬาทีมชาติไทยที่มีความสามารถในการะกระโดดฟาดลูกตะกร้อในท่าครึ่งรอบและท่าซันแบคได้ เพื่อทำการทดสอบแรงปฏิกิริยาจากพื้นในแนวดิ่งและการเคลื่อนไหวของข้อเข่า ทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผู้วิจัยใช้การคำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling) คำนวณกลุ่มตัวอย่างด้วยการเทียบเคียงงานวิจัยของ พิชิตพล และคณะ (2558) โดยนำค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมาคำนวณผ่านโปรแกรม G power 3.0.10 โดยกำหนดระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 95% (α=.05) อำนาจการทดสอบ (Power of test) = 0.8 และ effect size = 1 โดยทำการทดสอบสมมติฐานแบบทางเดียว (One-tailed) ทำให้ได้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 8 คน เพื่อป้องกันการสูญหายของกลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยจึงได้เพิ่มจำนวนกลุ่มตัวอย่างอีก 2 คน รวมขนาดกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดจำนวน 10 คน

เกณฑ์การคัดการเข้าร่วมงานวิจัย (Inclusion criteria)

1. ผู้เข้าร่วมงานวิจัยเป็นนักกีฬาเซปักตะกร้อเพศหญิงทีมชาติไทยปัจจุบัน มีอายุระหว่าง 18 – 35 ปี

2. ผู้เข้าร่วมงานวิจัยเป็นนักกีฬาเซปักตะกร้อหญิงทีมชาติไทยที่สามารถทำการกระโดดฟาดด้วยหลังเท้าในท่าฟาดแบบครึ่งรอบและแบบซันแบคได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

3. ผู้เข้าร่วมงานวิจัยมี BMI อยู่ในเกณฑ์ปกติ คือระหว่าง 18.50 – 22.99 kg/m² ตามเกณฑ์ของชาวเอเชียจากองค์การอนามัยโลก (World Health Organization, 2000)

4. ผู้เข้าร่วมงานวิจัยมีประสบการณ์ในการเล่นกีฬาเซปักตะกร้อระดับทีมชาติอย่างน้อย 2 ปี

5. ผู้เข้าร่วมงานวิจัยเป็นผู้ที่มีสุขภาพดี ไม่มีประวัติการบาดเจ็บรุนแรงที่ต้องได้รับการผ่าตัดที่เข่าและรยางค์ส่วนล่าง

6. ผู้เข้าร่วมการวิจัยมีความสมัครใจยินยอมในการทำการทดลองและลงนามในใบยินยอมการเข้าร่วมเป็นผู้เข้าร่วมงานวิจัย

เกณฑ์ในการคัดออกจากการวิจัย (Exclusion criteria)

1. อยู่ในสภาวะเจ็บป่วยหรือบาดเจ็บ ที่เป็นอุปสรรคต่อการทดลอง

2. มีประวัติการอักเสบ บาดเจ็บแบบเรื้อรังของเส้นเอ็นและกล้ามเนื้อเข่าและช่วงรยางค์ล่างเป็นเวลา 3 เดือนก่อนเข้าร่วมวิจัย

ขั้นตอนการวิจัยและการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ทบทวนวรรณกรรมและศึกษาค้นคว้าเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2. ออกแบบการทดสอบ

กำหนดเกณฑ์การคัดเข้าและคัดออกของผู้เข้าร่วมวิจัย

กำหนดวิธีการและขั้นตอนในการทดสอบ โดยการวิจัยนี้เป็นการทดลองแบบวัดซ้ำ

3. ขั้นตอนการเก็บข้อมูล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ผู้วิจัยเป็นผู้เก็บข้อมูลด้วยตนเอง ซึ่งผู้วิจัยจะอธิบายรูปแบบการทดลองและการเก็บข้อมูลรวมถึงขั้นตอนการดำเนินการทดลอง ให้ผู้เข้าร่วมวิจัยทราบ

3.1 ติดต่อประสานงานกับผู้ฝึกสอน ผู้ที่เกี่ยวข้องทุกฝ่ายของสมาคมกีฬาตะกร้อแห่งประเทศไทย เพื่อขอความอนุเคราะห์กลุ่มตัวอย่างในการเก็บข้อมูลวิจัย

3.2 ติดต่อขอใช้สถานที่และเครื่องมือ ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์การกีฬา และ ศูนย์ทดสอบ วิจัย วัสดุ และอุปกรณ์ทางการกีฬา คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.3 คัดผู้เข้าร่วมวิจัยตามเกณฑ์การคัดเข้าและเกณฑ์การคัดออก

3.4 อธิบายรายละเอียดเกี่ยวกับวิธีการทดสอบ การเก็บข้อมูลวิจัยให้ผู้เข้าร่วมวิจัยเข้าใจและรับทราบ

3.5 ให้ผู้เข้าร่วมวิจัยลงชื่อในใบยินยอม กรณียินดีเข้าร่วม

- บันทึกข้อมูลทั่วไปของผู้เข้าร่วมงานวิจัย เช่น อายุ, ส่วนสูง, น้ำหนัก, BMI และประวัติเกี่ยวกับข้อเข่า โรคทางกระดูกกล้ามเนื้อและข้อต่อ และประวัติอุบัติเหตุ (ภาคผนวก ก และ ข)

- จัดลำดับท่าทางที่ใช้ในการทดสอบโดยใช้การสุ่ม

- ติดวัตถุสะท้อนแสง (retro-reflective markers) 7 จุด ตามตำแหน่งของร่างกายดังนี้ Anterior superior iliac spine (ASIS), Greater trochanter, Medial and Lateral condyle of femur, Tibial tuberosity, Patella, Lateral malleolus ของขาข้างที่ลงสู่พื้นขาแรกที่สัมผัสพื้นหลังจากการกระโดด (ขาซ้าย) (ภาคผนวก ค)

3.6 ชุดวิเคราะห์การเคลื่อนไหว 3 มิติ ประกอบด้วยกล้องอินฟราเรดความเร็วสูง บันทึกด้วยความถี่ 240 เฮิรตซ์ จำนวน 8 ตัว กล้องวีดิโอ 1 ตัวและแผ่นวัดแรงความถี่ 1,600 เฮิรตซ์ จำนวน 1 แผ่น จะใช้บันทึกข้อมูลการเคลื่อนไหว ทำการ calibrate ตามวิธีในคู่มือการใช้เครื่องวิเคราะห์การเคลื่อนไหว ก่อนทำการบันทึกข้อมูล

3.7 ก่อนเริ่มทำการเก็บข้อมูลผู้เข้าร่วมวิจัยทำการอบอุ่นร่างกาย 10 นาทีและปฏิบัติตามโปรแกรมการฝึกที่ทำอยู่เป็นประจำ (ภาคผนวก ง) รวมไปถึงทดลองกระโดดฟาดลูกตะกร้อทั้ง 2 รูปแบบ เพื่อให้เกิดความคุ้นเคยกับสถานที่และอุปกรณ์การทดลอง โดยกำหนดให้เท้าที่ลงสู่พื้นเหยียบลงบนแผ่นวัดแรง กำหนดให้การทดสอบที่ประสบความสำเร็จต้องเป็นการทดสอบที่เท้าที่ลงสู่พื้นเหยียบลงบนแผ่นวัดแรงกระแทกได้เต็มเท้า หากผู้เข้าร่วมวิจัยไม่สามารถกระโดดฟาดถูกลูกตะกร้อหรือเท้าที่ลงสู่พื้นไม่สามารถเหยียบลงบนแผ่นวัดแรงกระแทกได้เต็มเท้า จะถือว่าการเก็บข้อมูลครั้งนั้นไม่สมบูรณ์และต้องทำการเก็บข้อมูลใหม่ ทำการบันทึกข้อมูลและทำการวัดมุมองศาของข้อเข่าก่อนการทดสอบในขณะที่ผู้เข้าร่วมวิจัยยืนอยู่นิ่งๆบริเวณตรงกลางพื้นที่ (ภาคผนวก จ)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

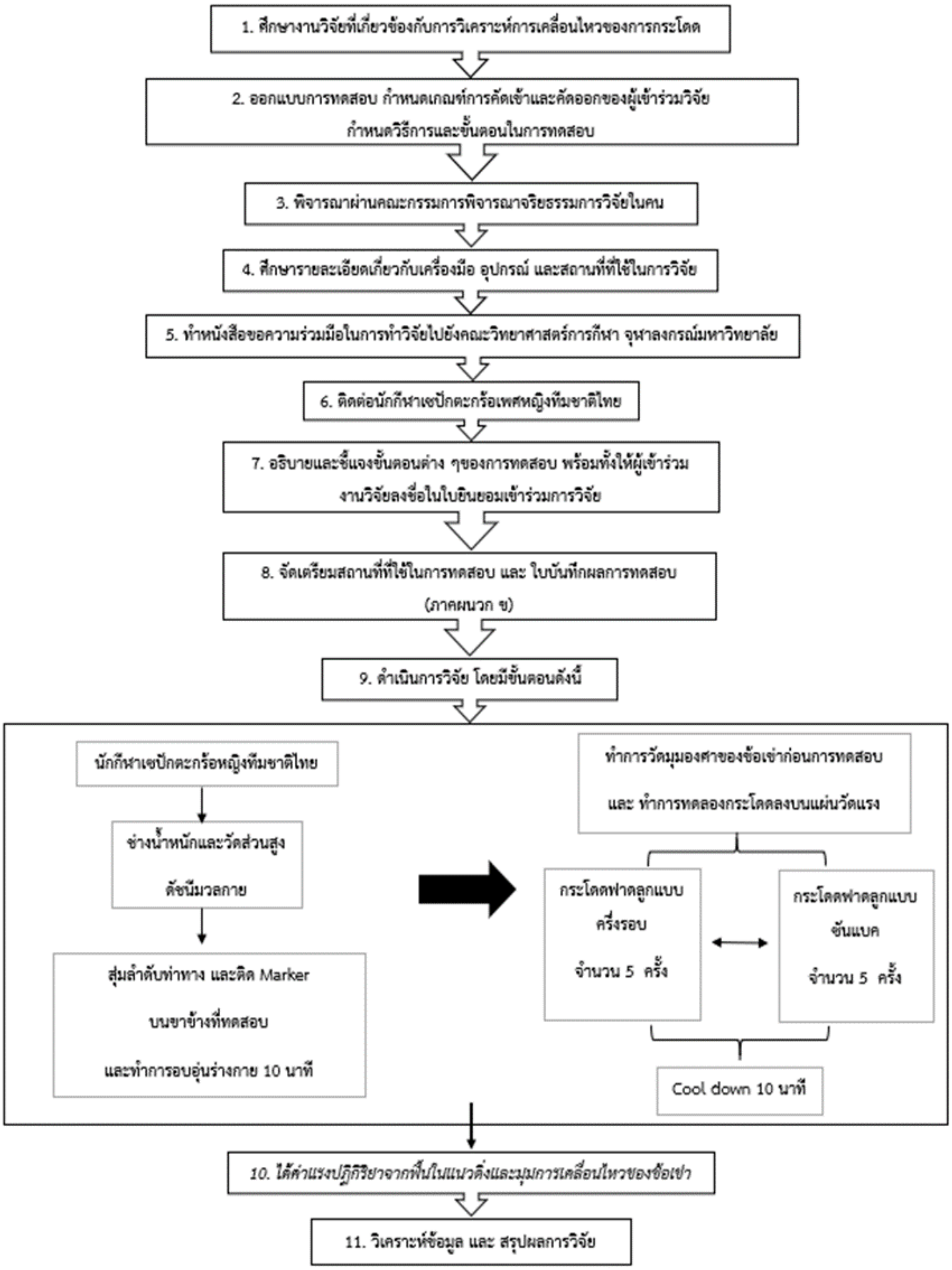
สำหรับกระบวนการในการทดสอบ

ผู้เข้าร่วมวิจัยทำการกระโดดฟาดลูกตะกร้อในท่าฟาดแบบครึ่งรอบและแบบซันแบค โดยลำดับท่าทางที่จะทำการทดสอบใช้วิธีการสุ่ม ผู้เข้าร่วมวิจัยเป็นผู้กำหนดความสูงของลูกตะกร้อตามความสูงที่ผู้เข้าร่วมวิจัยแต่ละคนสามารถกระโดดฟาดได้ในแต่ละท่า โดยลูกตะกร้อจะถูกแขวนไว้บนเสาและปรับระดับความสูงจากความยาวของเชือก ผู้เข้าร่วมวิจัยจะต้องทำการกระโดดฟาดในท่าใดท่าหนึ่งก่อน จนครบทั้ง 5 ครั้ง ซึ่งในระหว่างการกระโดดฟาดแต่ละครั้ง ผู้เข้าร่วมวิจัยจะได้พักระหว่างครั้ง 1 นาที เมื่อทำการทดสอบครบ 1 ท่า ผู้เข้าร่วมวิจัยจะได้ทำการพักเพื่อรอเปลี่ยนท่าอีก 1 ท่า เป็นเวลา 10 นาทีแล้วจึงทำการทดสอบซ้ำในท่าถัดไป

เมื่อเสร็จสิ้นการทดสอบผู้เข้าร่วมการทดสอบทำการคลายกล้ามเนื้อ (Cool down) จำนวน 12 ท่า แต่ละท่าค้างไว้ 15 วินาที เป็นจำนวนท่าละ 3 เซต รวมระยะเวลาทั้งสิ้น 10 นาที ข้อมูลที่ได้

จากการทดสอบประกอบไปด้วย ค่าแรงปฏิกิริยาจากพื้นในแนวดิ่งและค่ามุมองศาการเคลื่อนไหวของเข่าจะถูกนำไปใช้ในการวิเคราะห์ผลการทดลองด้วยการคำนวณทางคณิตศาสตร์

3.8 การทดสอบนี้ใช้เวลาต่อผู้เข้าร่วมวิจัย 1 คน ทั้งสิ้นประมาณ 1 ชั่วโมง 30 นาที



เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. ลูกตะกร้อพลาสติกสังเคราะห์ มีเครื่องหมายการค้า มาราธอน (Marathon) จำนวน 1 ลูก
2. กล้องบันทึกภาพเคลื่อนไหวความเร็วสูง ระบบแสงอินฟราเรด จำนวน 8 ตัว กล้องวีดิโอ จำนวน 1 ตัว (Qualisys รุ่น Oqus7+series) ประเทศสวีเดน
3. แผ่นวัดแรงปฏิกิริยาจากพื้น (Bertec Force Plate) จำนวน 1 แผ่น ประเทศสหรัฐอเมริกา
4. วัตถุสะท้อนแสง (retro-reflective markers) ขนาด 15 mm. จำนวน 7 ลูก
5. เสาและเชือกเพื่อใช้ในการแขวนและปรับความสูงลูกตะกร้อ
6. เครื่องคอมพิวเตอร์ 1 เครื่องเพื่อวิเคราะห์และบันทึกข้อมูลจากกล้อง, Force platform
7. เทป (Kinesio tape) และกรรไกร
8. เสื้อ กางเกง และรองเท้ากีฬา (นักกีฬานำมาเอง)

การวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลดิบจะถูกกรองสัญญาณด้วยการกรองสัญญาณแบบ Butterworth ในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยสนใจศึกษาตัวแปรคิเนเมติกส์ของข้อเข่าในขณะที่เกิดแรงปฏิกิริยาจากพื้นสูงสุด (peak vertical ground reaction force; PVGRF) กำหนดโดยการเลือกขณะที่แรงปฏิกิริยาจากพื้นในแนวดิ่งสูงสุด ซึ่งตัวแปรที่วิเคราะห์จะได้จากการคำนวณด้วย โปรแกรมวิเคราะห์การเคลื่อนไหว Qualisys Track Manager

การวิเคราะห์ข้อมูลทางชีวกลศาสตร์ การเคลื่อนไหวของร่างกายส่วนล่างของผู้เข้าร่วมวิจัยในขณะที่ทำการกระโดดฟาดลูกตะกร้อ จะถูกบันทึกด้วยกล้องบันทึกภาพเคลื่อนไหวความเร็วสูงระบบแสงอินฟราเรด จำนวน 8 ตัว ทำการ calibrate ตามวิธีในคู่มือการใช้เครื่องวิเคราะห์การคลื่อนไหวก่อนทำการบันทึกข้อมูลและทำการบันทึกภาพด้วยความเร็ว 240 ภาพต่อวินาที ในขณะที่แผ่นวัดแรงจะบันทึกแรงปฏิกิริยาจากพื้นในขณะที่ผู้เข้าร่วมการวิจัยถีบตัวออกจากพื้นเพื่อกระโดดฟาดลูกตะกร้อ และแผ่นวัดแรงจะบันทึกแรงปฏิกิริยาจากพื้นในขณะที่ร่างกายผู้เข้าร่วมวิจัยตกลงมาถึงพื้นด้วยความถี่ในการบันทึกสัญญาณเท่ากับ 1,600 เฮิรตซ์ ซึ่งตำแหน่งของวัตถุสะท้อนแสง และแรงปฏิกิริยาจากพื้นที่บันทึกได้นี้ จะถูกนำมาวิเคราะห์ ลักษณะการเคลื่อนไหว รวมทั้งคำนวณหาแรงปฏิกิริยาจากพื้นในแนวดิ่ง และมุมการเคลื่อนไหวของข้อเข่า ผ่านโปรแกรมสำเร็จรูป (Statistical Package for the Social Sciences : SPSS Version 23) เพื่อวิเคราะห์ข้อมูล ดังต่อไปนี้

- ค่าเฉลี่ย (Mean)
- ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)
- เปรียบเทียบการกระจายของข้อมูลปกติ ด้วยสถิติ Shapiro-Wilks test

- เปรียบเทียบข้อมูลที่ได้จากการทดสอบแรงปฏิกิริยาจากพื้น โดยคิดเป็นค่า normalization ของ ground reaction force มีหน่วยเป็น นิวตันเมตรต่อกิโลกรัม ในการลงสู่พื้นจากการกระโดดฟาดลูกตะกร้อแบบครึ่งรอบและแบบซันแบค โดยใช้ Paired Sample t-test
- เปรียบเทียบข้อมูลมุมของข้อเข่า ในการลงสู่พื้นจากการกระโดดฟาดลูกตะกร้อแบบครึ่งรอบและแบบซันแบค โดยใช้ Paired Sample t-test
- กำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .05
- ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยจะเก็บเป็นความลับ หากมีการเสนอผลการวิจัยจะเสนอเป็นภาพรวม ผู้วิจัยจะบันทึกข้อมูลเป็นรหัสโดยเมื่อเสร็จสิ้นการวิจัยแล้ว ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยจะถูกลบและกำจัดทิ้ง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ผลตามระเบียบวิธีการทางสถิติที่ได้จากการเปรียบเทียบผลของแรงปฏิกิริยาจากพื้นในแนวดิ่งและการเคลื่อนไหวของข้อเข่าขณะลงสู่พื้นในท่าฟาดลูกตะกร้อแบบครึ่งรอบและแบบซันแบค ในนักกีฬาเซปักตะกร้อหญิง แล้วนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ผลทางสถิติและนำเสนอในรูปแบบตารางประกอบความเรียงและแผนภูมิ โดยแบ่งการนำเสนอออกเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลพื้นฐานของผู้เข้าร่วมวิจัย

ตอนที่ 2 วิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแรงปฏิกิริยาจากพื้นสูงสุดในแนวดิ่งและมุมของข้อเข่าขณะลงสู่พื้นในท่าฟาดลูกตะกร้อแบบครึ่งรอบและแบบซันแบค ที่ระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติ .05

ตอนที่ 3 แผนภูมิเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของมุมของข้อเข่าขณะยืนตัวตรงก่อนทำการทดสอบขณะลงสู่พื้นในท่าฟาดลูกตะกร้อแบบครึ่งรอบและแบบซันแบค

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตอนที่ 1 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลพื้นฐานของผู้เข้าร่วมวิจัย

ตารางที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ย และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($\bar{X}$ ± S.D.) คุณลักษณะทั่วไปของผู้เข้าร่วมงานวิจัย

ข้อมูลทั่วไป	ค่าเฉลี่ย และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($\bar{X}$ ± S.D.)
อายุ (ปี)	25.63 ± 6.02
น้ำหนัก (กิโลกรัม)	57.55 ± 1.73
ส่วนสูง (เซนติเมตร)	167.88 ± 4.32
ดัชนีมวลกาย (กก./ม^2)	20.46 ± 1.27

จากตารางที่ 1 พบว่าค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ นักกีฬาเซปักตะกร้อหญิงทีมชาติไทยชุดปัจจุบันจำนวน 8 คน โดยมีอายุเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 25.63 ± 6.02 ปี น้ำหนัก 57.55 ± 1.73 กิโลกรัม ส่วนสูง 167.88 ± 4.32 เซนติเมตร ดัชนีมวลกาย 20.46 ± 1.27 กก./ม^2

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 2 แสดงค่าเฉลี่ย และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($\overline{X}$ ± S.D.) ของมุมของข้อเข่าขณะยืนตัวตรงก่อนทำการทดสอบ

Knee Angle (°)	static	
	$\overline{X}$	S.D.
Flexion/ Extension	-4.2	2.98
Abduction/Adduction	21.2	10.43
External/Internal Rotation	-10.39	6.42

Flexion/Extension: +หมายถึงการเคลื่อนไหวในท่า extension
Abduction/Adduction: + หมายถึงการเคลื่อนไหวในท่า abduction
External/Internal rotation: + หมายถึงคลื่อนไหวในท่า external rotation

จากตารางที่ 2 พบว่าค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่ามุมองศาของการงอข้อเข่า (flexion/extension) ขณะยืนตัวตรงก่อนทำการทดสอบเท่ากับ -4.2 ± 2.98 องศา ค่ามุมองศาการเบนออกของข้อเข่า (abduction/adduction) ขณะยืนตัวตรงก่อนทำการทดสอบเท่ากับ 21.2 ± 10.43 องศา ค่ามุมองศาการหมุนข้อเข่า (Rotation) ขณะยืนตัวตรงก่อนทำการทดสอบเท่ากับ -10.39 ± 6.42 องศา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตอนที่ 2 วิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแรงปฏิกิริยาจากพื้นสูงสุดในแนวดิ่งขณะลงสู่พื้นในท่าฟาดลูกตะกร้อแบบครึ่งรอบและแบบซันแบค ที่ระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติ .05

ตารางที่ 3 แสดงค่าเฉลี่ย และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($\bar{X}$ ± S.D.) ของแรงปฏิกิริยาจากพื้นสูงสุดในแนวดิ่ง ขณะลงสู่พื้นในท่าฟาดลูกตะกร้อแบบครึ่งรอบและแบบซันแบค

ตัวแปร	Half-Roll		Sunback		t	p-value
	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.		
Peak VGRF (N/kg.)	22.70	5.17	40.90	8.21	-5.09	.001*

***p<.05**

จากตารางที่ 3 พบว่าค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแรงปฏิกิริยาจากพื้นสูงสุดในแนวดิ่งขณะลงสู่พื้นในท่าฟาดลูกตะกร้อแบบครึ่งรอบเท่ากับ 22.70 ± 5.17 N/kg. และในท่าฟาดลูกตะกร้อแบบซันแบคเท่ากับ 40.90 ± 8.21 N/kg. โดยค่าเฉลี่ยของแรงปฏิกิริยาจากพื้นสูงสุดในแนวดิ่งขณะลงสู่พื้นในท่าฟาดลูกตะกร้อแบบครึ่งรอบแสดงค่าน้อยกว่าท่าฟาดลูกตะกร้อแบบซันแบคอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 4 แสดงค่าเฉลี่ย และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($\overline{X}$ ± S.D.) ของมุมของข้อเข่าขณะลงสู่พื้นในท่าฟาดลูกตะกร้อแบบครึ่งรอบและแบบซันแบค

Knee Angle (°)	Half-Roll		Sunback		t	p-value
	$\overline{X}$	S.D.	$\overline{X}$	S.D.		
Flexion/ Extension	-28.48	7.93	-34.68	7.07	2.34	0.052
Ab/Adduction	27.82	10.89	31.74	11.05	-1.05	0.327
Ex/Internal Rotation	-10.25	6.02	-8.79	6.30	-2.85	0.025*

***p< .05**

Flexion/Extension: +หมายถึงการเคลื่อนไหวในท่า extension

Abduction/Adduction: + หมายถึงการเคลื่อนไหวในท่า abduction

External/Internal rotation: + หมายถึงคลื่อนไหวในท่า external rotation

จากตารางที่ 4 พบว่าค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่ามุมองศาของการงอข้อเข่า (flexion/extension) ขณะลงสู่พื้นในท่าฟาดลูกตะกร้อแบบครึ่งรอบเท่ากับ -28.48 ± 7.93 องศา ในท่าฟาดลูกตะกร้อแบบซันแบคเท่ากับ -34.68 ± 7.07 องศา หมายถึง ขณะลงสู่พื้น ทั้งฟาดลูกตะกร้อแบบครึ่งรอบและฟาดลูกตะกร้อแบบซันแบคข้อเข่าอยู่ในท่า flexion โดยค่าเฉลี่ยขององศาการงอเข่า (Knee flexion) ขณะลงสู่พื้นในท่าฟาดลูกตะกร้อแบบครึ่งรอบแสดงองศาการงอเข่าน้อยกว่าท่าฟาดลูกตะกร้อแบบซันแบคที่ P=0.052

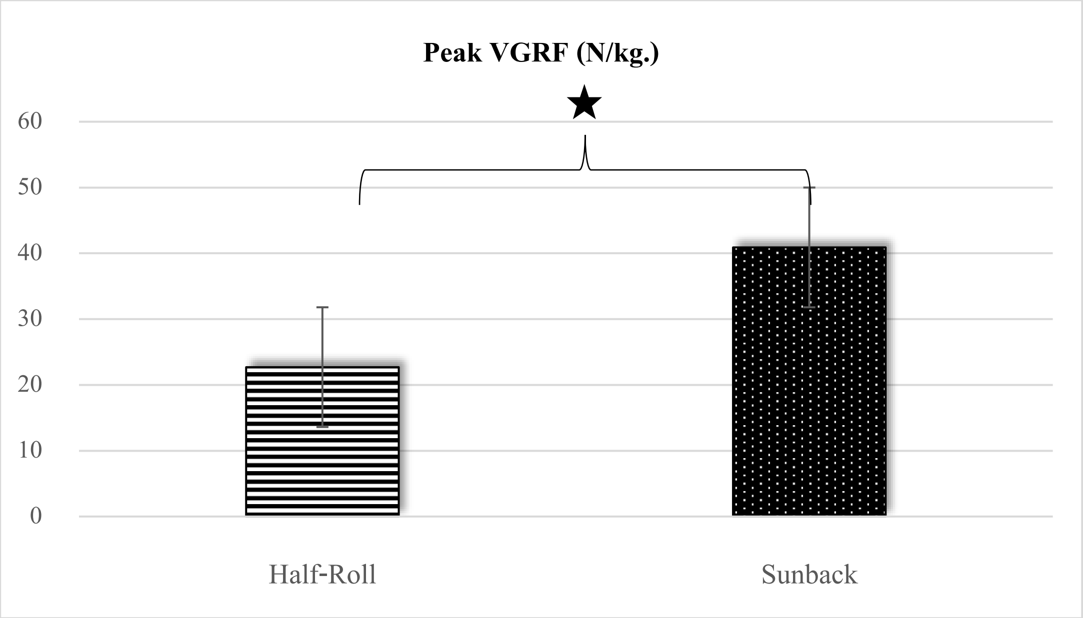
ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่ามุมองศาการเบนออกข้อเข่า (abduction/adduction) ขณะลงสู่พื้นในท่าฟาดลูกตะกร้อแบบครึ่งรอบเท่ากับ 27.82 ± 10.89 องศา ในท่าฟาดลูกตะกร้อแบบซันแบคเท่ากับ 31.74 ± 11.05 องศา หมายถึง ขณะลงสู่พื้น ทั้งฟาดลูกตะกร้อแบบครึ่งรอบและฟาดลูกตะกร้อแบบซันแบคข้อเข่ามีการเบนออกในท่า abduction โดยค่าเฉลี่ยขององศาการเบนออกของข้อเข่า (Knee abduction) ขณะลงสู่พื้นในท่าฟาดลูกตะกร้อแบบครึ่งรอบแสดงองศาการเบนออกของข้อเข่าน้อยกว่าท่าฟาดลูกตะกร้อแบบซันแบค ที่ P=0.327

ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่ามุมองศาการหมุนข้อเข่า (Rotation) ขณะลงสู่พื้นในท่าฟาดลูกตะกร้อแบบครึ่งรอบเท่ากับ -10.25 ± 6.02 องศา ในท่าฟาดลูกตะกร้อแบบซันแบคเท่ากับ -8.79 ± 6.30 องศา หมายถึง ขณะลงสู่พื้น ทั้งฟาดลูกตะกร้อแบบครึ่งรอบและฟาดลูกตะกร้อแบบซันแบคข้อเข่าอยู่ในท่า internal rotation โดยค่าเฉลี่ยขององศาการงอเข่าขณะลงสู่พื้นในท่าฟาดลูกตะกร้อแบบครึ่งรอบแสดงองศาการหมุนเข่าเข้าด้านใน (Knee internal rotation) มากกว่าท่าฟาดลูกตะกร้อแบบซันแบคอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตอนที่ 3 แผนภูมิเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของแรงปฏิกิริยาจากพื้นสูงสุดในแนวดิ่ง มุมของข้อเข่าขณะยืนตัวตรงก่อนทำการทดสอบและขณะลงสู่พื้นในท่าฟาดลูกตะกร้อแบบครึ่งรอบและแบบซันแบค

แผนภูมิที่ 1 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแรงปฏิกิริยาจากพื้นสูงสุดในแนวดิ่ง ขณะลงสู่พื้นในท่าฟาดลูกตะกร้อแบบครึ่งรอบและแบบซันแบค

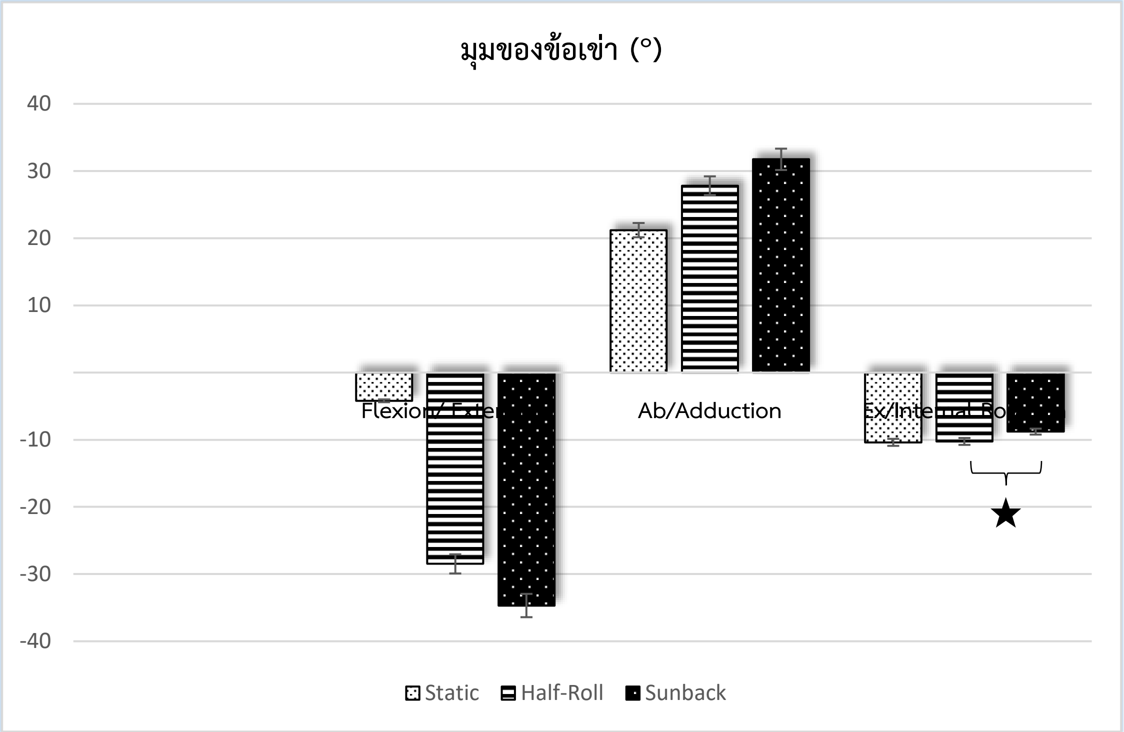


***p<.05**

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากแผนภูมิที่ 1 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแรงปฏิกิริยาจากพื้นสูงสุดในแนวดิ่ง ขณะลงสู่พื้นในท่าฟาดลูกตะกร้อแบบครึ่งรอบและแบบซันแบค พบว่า ค่าเฉลี่ยของแรงปฏิกิริยาจากพื้นสูงสุดในแนวดิ่งขณะลงสู่พื้นในท่าฟาดลูกตะกร้อแบบครึ่งรอบแสดงค่าน้อยกว่าท่าฟาดลูกตะกร้อแบบซันแบคอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

แผนภูมิที่ 2 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของมุมของข้อเข่าขณะยืนตัวตรงก่อนทำการทดสอบขณะลงสู่พื้นในท่าฟาดลูกตะกร้อแบบครึ่งรอบและแบบซันแบค



***p<.05**

Flexion/Extension: + หมายถึงการเคลื่อนไหวในท่า extension

Abduction/Adduction: + หมายถึงการเคลื่อนไหวในท่า abduction

External/Internal rotation: + หมายถึงคลื่อนไหวในท่า external rotation

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แผนภูมิที่ 2 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของมุมของข้อเข่าขณะยืนตัวตรงก่อนทำการทดสอบ ขณะลงสู่พื้นในท่าฟาดลูกตะกร้อแบบครึ่งรอบและแบบซันแบค พบว่า ค่ามุมองศาการบิดหมุนข้อเข่าเข้าด้านในขณะลงสู่พื้นในท่าฟาดลูกตะกร้อแบบครึ่งรอบ แสดงองศาการหมุนเข่าเข้าด้านในมากกว่าแบบซันแบค อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลของแรงปฏิกิริยาจากพื้นในแนวดิ่งและการเคลื่อนไหวของข้อเข่าขณะลงสู่พื้นในท่าฟาดลูกตะกร้อแบบครึ่งรอบและแบบซันแบค ในนักกีฬาเซปักตะกร้อหญิงระดับทีมชาติไทยปัจจุบัน จำนวน 8 คน อายุระหว่าง 18–35 ปี เลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling) ไม่มีประวัติการบาดเจ็บรุนแรงที่ต้องได้รับการผ่าตัดที่เข่าและรยางค์ส่วนล่างภายใน 3 เดือนที่ผ่านมาและไม่มีอาการบาดเจ็บที่ส่งผลให้เกิดอุปสรรคต่อการทำการวิจัย ผู้เข้าร่วมวิจัยต้องมีความสามารถในการกระโดดฟาดลูกตะกร้อในท่าครึ่งรอบและท่าซันแบคได้ โดยให้ผู้เข้าร่วมวิจัยทำการกระโดดฟาดลูกตะกร้อในท่าฟาดแบบครึ่งรอบและแบบซันแบค ท่าละ 5 ครั้ง ไม่ต่อเนื่อง (พักระหว่างครั้ง 1 นาที) ลงบนแผ่นวัดแรง ลำดับท่าทางที่จะทำการทดสอบใช้วิธีการสุ่มจับฉลาก นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยใช้สถิติ Paired Sample t-test เพื่อเปรียบเทียบค่าแรงปฏิกิริยาจากพื้นในแนวดิ่ง (Vertical Ground Reaction Force) และการเคลื่อนไหวของข้อเข่า (Knee movement) ขณะลงสู่พื้นจากการกระโดดฟาดลูกตระกร้อด้วยหลงเท้าแบบครึ่งรอบและซันแบค ทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ผลการวิจัยพบว่า

1. ค่าเฉลี่ยของค่าแรงปฏิกิริยาจากพื้นในแนวดิ่งสูงสุดขณะลงสู่พื้นในท่าฟาดลูกตะกร้อแบบซันแบค แสดงแรงปฏิกิริยาในแนวดิ่งมากกว่าแบบครึ่งรอบ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ค่าเฉลี่ยของค่ามุมองศาการบิดหมุนข้อเข่าเข้าด้านใน (internal rotation) ขณะลงสู่พื้นในท่าฟาดลูกตะกร้อแบบครึ่งรอบ แสดงองศาการหมุนเข่าเข้าด้านในมากกว่าแบบซันแบค อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ศึกษาเปรียบเทียบผลของแรงปฏิกิริยาจากพื้นในแนวดิ่งและการเคลื่อนไหวของข้อเข่าในทิศทางต่าง ๆ ขณะลงสู่พื้นในท่าฟาดลูกตะกร้อแบบครึ่งรอบและแบบซันแบค โดยมีสมมติฐานการวิจัยว่าการเคลื่อนไหวของข้อเข่าขณะลงสู่พื้นจากการกระโดดฟาดลูกตะกร้อแบบครึ่งรอบมีแรงปฏิกิริยาจากพื้นในแนวดิ่งและการเคลื่อนไหวของข้อเข่ามากกว่าแบบซันแบค ซึ่งผลการศึกษาไม่เป็นไปตามสมมติฐาน โดยมีการอภิปรายผลการวิจัยดังนี้

จากการตั้งสมมุติฐานที่ว่า แรงปฏิกิริยาจากพื้นสูงสุดในแนวดิ่ง (Peak Vertical Ground Reaction Force) ในช่วงที่เท้ากระทบพื้น (Initial contact) จากการกระโดดฟาดลูกตะกร้อในท่าฟาดแบบครึ่งรอบน่าจะมีค่ามากกว่าการกระโดดฟาดลูกตะกร้อในท่าแบบซันแบคนั้น เนื่องมาจากแรงปฏิกิริยาจากพื้นในแนวดิ่งของการฟาดแบบครึ่งรอบน่าจะเกิดจากน้ำหนักตัวร่วมกับโมเมนท์ของการเหวี่ยงตัวขณะกระโดดฟาดลูก ซึ่งมากกว่าการฟาดลูกแบบซันแบคซึ่งเป็นการเคลื่อนที่ในแนวดิ่ง ไม่มีโมเมนต์ของการเหวี่ยงตัว แต่จากผลการวิจัยพบว่า แรงปฏิกิริยาจากพื้นในแนวดิ่งในการฟาดแบบครึ่งรอบมีค่าน้อยกว่าการฟาดแบบซันแบค อย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งขัดแย้งกับงานวิจัยของพิชิตพล และคณะ (พิชิตพล เกิดสมนึก วีรวัฒน์ ลิ้มรุ่งเรืองรัตน์ และ รุ่งชัย ชวนไชยะกูล, 2558) และไม่เป็นไปตามสมมุติฐานที่ได้ตั้งไว้แต่แรก ซึ่งเมื่อพิจารณาถึงแรงปฏิกิริยาในแนวดิ่งที่วัดได้จากแผ่นวัดแรงจะพบว่า แรงปฏิกิริยาที่วัดได้เป็นแรงลัพธ์ที่เกิดจากการสะท้อนจากแรงกดในช่วงลงสู่พื้น (Landing) ดังนั้น ค่าที่ได้นอกจากจะขึ้นกับน้ำหนักและโมเมนท์จากการเคลื่อนไหวก่อนลงสู่พื้นตัวแล้ว ท่าทางขณะลงจัดเป็นปัจจัยหลักที่จะช่วยลดแรงกระแทกได้ ดังนั้นจากผลการวิจัยที่พบว่า การฟาดลูกแบบครึ่งรอบแสดงค่าแรงปฏิกิริยาในแนวดิ่งน้อยกว่าการฟาดลูกแบบซันแบคอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในคนกลุ่มเดียวกัน จึงน่าจะมีผลมาจากท่าทางขณะลง โดย Kulig, Fietzer, และ Popovich (2011) กล่าวว่า องศาการงอเข่า (Knee flexion) งอสะโพก (Hip Flexion) แปรผันโดยตรงต่อการลดแรงปฏิกิริยาในแนวดิ่งขณะลงสู่พื้น นอกจากนี้การลดแรงกระแทกด้วยการงอเข่างอสะโพกมากขึ้น ยังช่วยลดแรงกระแทกในข้อต่อ เพื่อลดโอกาสการบาดเจ็บของข้อต่อได้ (Kalichova, 2011) การฟาดลูกแบบครึ่งรอบจึงน่าจะมีท่าทางขณะลงที่สามารถลดแรงกระแทกได้ดีกว่าการฟาดลูกแบบซันแบค จึงแสดงแรงปฏิกิริยาจากพื้นในแนวดิ่งน้อยกว่า

จากการวิเคราะห์องศาการเคลื่อนไหวของข้อเข่าในท่าทางต่าง ๆ ได้แก่ การงอ/การเหยียด (Knee flexion/extension), การเบนเข้า/เบนออก (knee adduction/abduction) และการหมุนเข้าด้านใน/หมุนออกด้านนอก (knee internal rotation/external rotation) พบว่า ขณะลงสู่พื้นทั้งหลังการฟาดแบบครึ่งรอบ พบองศาการงอเข่า (Knee flexion) มากกว่าแบบซันแบค ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Kulig, Fietzer, และ Popovich (2011) แสดงว่า ขณะลงสู่พื้นของการฟาดลูกแบบครึ่งรอบ

และซันแบค นักกีฬาได้งอเข่าเพิ่มเพื่อลดแรงกระแทกขณะลงสู่พื้น และเมื่อพิจารณาถึงองศาการงอเข่า จะพบว่าการลงสู่พื้นในท่าซันแบคมีองศาการงอเข่า (Knee flexion) น้อยกว่า องศาการงอเข่าในท่าครึ่งรอบ ในขณะที่แรงปฏิกิริยาในแนวดิ่งของการฟาดลูกแบบซันแบคมีมากกว่าการฟาดแบบครึ่งรอบ จึงน่าจะเกิดจากการฟาดลูกแบบซันแบคเป็นการเคลื่อนที่หลักอยู่ในแนวดิ่งร่วมกับการมีองศาการงอเข่าน้อยกว่า ดังนั้น ผลการวัดแรงปฏิกิริยาในแนวดิ่งของการฟาดลูกแบบซันแบคจึงสูงกว่าการฟาดลูกแบบครึ่งรอบนั่นเอง

เมื่อพิจารณาการเคลื่อนไหวในท่าเบนเข้าด้านใน/เบนออกด้านนอก (Knee adduction/abduction) จะพบว่าการฟาดลูกแบบซันแบค และแบบครึ่งรอบ แสดงองศาการเบนออกด้านนอก (Knee abduction) มากกว่าจากท่ายืนตรง ซึ่งน่าจะเกิดจากมีแรงมากระทำต่อข้อเข่าในทิศออกด้านนอก ซึ่งจากชีวกลศาสตร์ของการเคลื่อนไหวของข้อเข่า การเคลื่อนไหวในท่าเบนออกด้านนอกจัดเป็นการเคลื่อนไหวจากแรงภายนอก (Passive motion) ซึ่งเมื่อลงสู่พื้นหลังการฟาดลูก แรงปฏิกิริยาจากพื้นจะส่งผ่านจากข้อเท้าขึ้นมาสู่ข้อเข่า ส่งผลให้องศาการเบนออกของข้อเข่าเพิ่มมากขึ้นได้ (Nagano et al., 2009; Hagins et al., 2007; Hewett et al., 2005; Lloyd and Buchanan, 2001) แต่จากผลการวิจัยพบว่า องศาที่เพิ่มขึ้นทั้งการฟาดลูกแบบซันแบคและแบบครึ่งรอบไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้น การฟาดลูกทั้ง 2 แบบ มีผลต่อการเบนออกของข้อเข่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ จึงไม่อาจกล่าวได้ว่า การฟาดลูกแบบใดมีผลต่อโครงสร้างของข้อเข่าทางด้านข้างโดยเฉพาะด้านใน (Medial collateral ligament) มากกว่ากัน (Mazzocca et al., 2003)

เมื่อพิจารณาการเคลื่อนไหวในท่าหมุนเข้าด้านใน/หมุนออกด้านนอก (Knee internal rotation/external rotation) พบว่าการฟาดลูกแบบครึ่งรอบแสดงองศาการหมุนเข่าเข้าด้านในมากกว่าแบบซันแบคอย่างมีนัยสำคัญ โดยจากชีวกลศาสตร์ของการเคลื่อนไหวของข้อเข่า ช่วงองศาสุดท้ายของการเหยียดข้อเข่า กระดูกหน้าแข้ง (tibia) จะหมุนออกด้านนอก (External rotation) ซึ่งเรียกกลไกนี้ว่า การล็อคข้อเข่า (Screw home mechanism) (Flandry and Hommel, 2011) จึงส่งผลให้การฟาดแบบครึ่งรอบแสดงองศาการงอเข่าออกมาได้น้อยและมีค่าองศาการหมุนเข่าเข้าด้านในมากกว่าการฟาดแบบซันแบค จึงอาจกล่าวได้ว่า การฟาดลูกแบบครึ่งรอบ อาจจะมีปัจจัยอื่นที่ส่งผลให้ข้อเข่าแสดงการหมุนเข้าด้านในมากกว่าแบบซันแบค จากกงานศึกษาของ แวน วัณณะพันธุ์ (2542) และ สราวุธ หมื่นโฮ้ง (2537) พบว่า การฟาดแบบครึ่งรอบมีการเคลื่อนไหวร่วมกันระหว่างการเคลื่อนไหวในแนวดิ่ง และการเคลื่อนไหวเชิงมุม เนื่องจากขณะลงสู่พื้น (Landing) จะมีทั้งแรงกระทำในแนวดิ่งร่วมกับโมเมนท์การหมุนตัว ซึ่งจากผลการศึกษาพบได้ว่า แรงปฏิกิริยาในแนวดิ่งของการฟาดแบบครึ่งรอบน้อยกว่าแบบซันแบค ซึ่งอาจเกิดจากแรงกระแทกส่วนหนึ่งมาในทิศทาง

อื่นที่ไม่ใช่เฉพาะในแนวดิ่ง จึงส่งผลให้การฟาดแบบครึ่งรอบมีองศาการหมุนของข้อเข่าเข้าด้านในมากกว่าแบบซันแบคนั่นเอง (สราวุธ หมื่นโฮ้ง, 2537) (แวน วัณณะพันธุ์, 2542)

จากแรงปฏิกิริยาในแนวดิ่งและองศาการเคลื่อนไหวของข้อเข่าในทิศทางต่าง ๆ จึงน่าจะกล่าวได้ว่าการฟาดลูกแบบซันแบคแม้ว่าจะพบแรงปฏิกิริยาจากพื้นในแนวดิ่งมากกว่าการฟาดลูกแบบครึ่งรอบ แต่การฟาดลูกแบบครึ่งรอบ มักพบว่าในขณะที่ร่างกายตกลงสู่พื้นภายหลังการกระโดด ถ้าข้อเข่ามีการงอไม่เพียงพอที่จะดูดซับแรงที่กระทำต่อข้อเข่าได้ จะทำให้มีแรงส่งไปยังกระดูกหน้าแข้ง (Tibia) ร่วมกับมีแรงบิด (twist) และทำให้ข้อเข่ากางออก (valgus) จนเกิดแรงเค้น (strain) ที่ข้อเข่าในระดับสูง จึงอาจส่งผลทำให้ข้อเข่าเกิดการบาดเจ็บได้ (Cochrane, Lloyd, Buttfield, Seward, & Givern, 2007; Dempsey, Torry, Noonan, Sterett, & Steadman, 2007) นอกจากนี้ยังมีรายงานว่าโมเมนท์ของการเบนออก (valgus moment) และโมเมนท์ของการหมุนเข้าด้านใน (internal rotation moment) มีความสัมพันธ์กับการบาดเจ็บของเอ็นไว้หน้า ซึ่งการลงสู่พื้นของนักกีฬาภายหลังการกระโดดจะทำให้เกิดโมเมนท์ทั้งสองในปริมาณที่มาก (Shin, Chaudhari and Andriacchi. 2011) และจากวิจัยของ Louw (2003) ได้เปรียบเทียบรูปแบบทางชีวกลศาสตร์ในการกระโดดของนักบาสเกตบอลที่ข้อเข่าไม่บาดเจ็บและที่ข้อเข่าบาดเจ็บ พบว่านักกีฬาที่ข้อเข่าไม่บาดเจ็บจะมีการงอเข่ามากกว่านักกีฬาที่ข้อเข่าบาดเจ็บ ในขณะที่ร่างกายตกลงสู่พื้นจากการกระโดด ซึ่งการงอเข่าที่มากนี้จะช่วยลดแรงปฏิกิริยาที่มากระทำต่อข้อเข่าให้ลดน้อยลงได้ ซึ่งนักกีฬาเซปักตะกร้อแต่ละคนจะมีเทคนิคในการลงสู่พื้นที่แตกต่างกันไป จึงทำให้มีการงอของข้อต่อที่ต่างกัน และเมื่อพิจารณาองศาการเคลื่อนไหวของข้อเข่า พบว่าขณะเท้ากระทบพื้นจากการกระโดดฟาดลูกตะกร้อในท่าฟาดทั้งแบบครึ่งรอบและแบบซันแบคมีการเปลี่ยนแปลงมุมของข้อเข่าโดยมีการงอ (Flexion) การกางออก (Abduction) และการบิดหมุนของข้อเข่า (Rotation) โดยแม้ว่าองศาการงอเข่าขณะลงสู่พื้นของการฟาดลูกทั้ง 2 รูปแบบจะไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่พบว่า ขณะฟาดลูกแบบซันแบค จะแสดงองศาการเหยียดเข่ามากกว่าแบบครึ่งรอบ และพบว่าการหมุนของกระดูกหน้าแข้งในท่าฟาดแบบครึ่งรอบแสดงการหมุนเข้าด้านใน (Internal rotation) มากกว่าแบบซันแบคอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนองศาการเคลื่อนไหวในท่ากางและหุบเข้าของข้อเข่า ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างท่าฟาดทั้ง 2 แบบ แต่แสดงแนวโน้มว่า การฟาดแบบครึ่งรอบนั้น มีองศาการหุบขามากกว่าแบบซันแบค โดยความแตกต่างขององศาการเคลื่อนไหวของข้อเข่านี้ อาจจะเกิดขึ้นจากเทคนิคในการลงสู่พื้นของนักกีฬาในท่าฟาดแต่ละรูปแบบ โดยท่าฟาดแบบครึ่งรอบจะมีการสัมผัสพื้นด้วยปลายเท้าตามด้วยส้นเท้าหลังจากนั้นเกิดการงอข้อเข่า (Knee Flexion) ร่วมกับการหุบเข่าเข้าทางด้านใน (Knee Adduction) และงอข้อสะโพก (Hip Flexion) และงอลำตัวตามมา (Dufek and Bates, 1990; สุพจน์ ปราณี, 2539; สถาพร เกตุแก้ว, 2542) ซึ่งการที่ข้อ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เข่ามีการหุบเข้าด้านในนี้อาจเป็นผลมาจากการเกิดการบิดหมุนเข่าด้านใน (Internal Rotation) ขณะที่เท้าสัมผัสพื้น รวมไปถึงท่าฟาดแบบครึ่งรอบจะมีแรงเหวี่ยงจากร่างกาย ขณะที่กระโดดขึ้นตีลังกาฟาดลูก เมื่อเท้าลงมาสัมผัสพื้นทำให้ลำตัวเอียง ส่งผลต่อระดับของสะโพกทั้งสองข้างไม่เท่ากัน แต่ในทางตรงกันข้ามการลงสู่พื้นแบบซันแบค นักกีฬาจะกระโดดขึ้นฟาดลูกในลักษณะลำตัวตั้งตรงแล้วลงสู่พื้นด้วยฝ่าเท้าโดยเข่าอยู่ในลักษณะเหยียดตรงร่วมกับมีการเบนออกของข้อเข่าออกทางด้านนอก (Knee Abduction) จึงทำให้เกิดการบิดหมุนของเข่าออกทางด้านนอก (External Rotation) มากกว่า (Manomai and Limroongreungrut, 2016)

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาเปรียบเทียบผลของการเคลื่อนไหวของข้อเข่าและแรงปฏิกิริยาจากพื้นในแนวดิ่งขณะลงสู่พื้นในท่าฟาดลูกตะกร้อแบบครึ่งรอบและแบบซันแบค พบว่า ค่าเฉลี่ยของแรงปฏิกิริยาจากพื้นสูงสุดในแนวดิ่งของการฟาดลูกตะกร้อแบบซันแบคมากกว่าแบบครึ่งรอบ ในขณะที่การฟาดลูกตะกร้อแบบครึ่งรอบแสดงองศาการหมุนเข่าเข้าด้านในมากกว่าท่าซันแบคอย่างมีนัยสำคัญ

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

จากผลการวิจัยมีข้อเสนอแนะว่าการลงสู่พื้นจากการฟาดลูกตะกร้อทั้งสองท่า มีความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บของข้อเข่าในนักกีฬาเซปักตะกร้อหญิง โดยเฉพาะเทคนิคในการลงสู่พื้นที่มีการวางเท้าแบบเต็มฝ่าเท้า (Flat) และการลงสู่พื้นที่มีการงอข้อเข่าและลำตัวเล็กน้อย (Stiff Landing) รวมไปถึงการบิดหมุนของข้อเข่าเข้าด้านใน (Internal Rotation) จะทำให้มีโอกาสเสี่ยงต่อการบาดเจ็บข้อเข่า ดังนั้นนักกีฬาจะต้องพัฒนาและฝึกซ้อมเทคนิคการลงสู่พื้นที่ถูกต้อง รวมไปถึงฝึกเพื่อพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ โดยเฉพาะในกลุ่มกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังและกล้ามเนื้อสะโพก การฝึกการทรงตัวและความอ่อนตัว เพื่อช่วยลดโอกาสที่จะทำให้เกิดการบาดเจ็บข้อเข่าในอนาคต และจากผลการวิจัยพบว่า ท่าทางที่สามารถลดความเสี่ยงในการเกิดการบาดเจ็บบริเวณข้อเข่าในขณะที่ลงสู่พื้น นักกีฬาควรลงสู่พื้นด้วยปลายเท้า (Fore Foot Landing) รวมไปถึงมีการงอข้อเข่าร่วมด้วยเพื่อลดแรงกระแทก

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยในครั้งต่อไป

1. ควรทำการศึกษาข้อต่ออื่น ๆในรยางค์ส่วนล่าง เช่น ข้อเท้า ข้อสะโพก รวมไปถึงลำตัว
2. ควรมีการศึกษาในเรื่องของแรงที่กระทำต่อข้อต่อ (Joint Force) ขณะเคลื่อนไหว
3. ควรทำการศึกษาเปรียบเทียบนักกีฬาที่มีกล้ามเนื้อไม่สมดุลกัน (Muscle Imbalance) เพื่อนำไปใช้ในการออกแบบโปรแกรมการฝึก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บรรณานุกรม

Ali, N., Robertson, D. G., & Rouhi, G. (2014). Sagittal plane body kinematics and kinetics during single-leg landing from increasing vertical heights and horizontal distances: implications for risk of noncontact ACL injury. *The knee, 21*(1), 38-46.

Arendt, E. A., Agel, J., & Dick, R. (1999). Anterior Cruciate Ligament Injury Patterns Among Collegiate Men and Women. *Journal Athletic Training, 34*, 86-92.

Arms, S. W., Pope, Pope, M. H., Johnson, R. J., Ficher, R. A., Arvidsson, I., & Eriksson, E. (1984). The biomechanics of anterior cruciate ligament rehabilitation and reconstruction. *The American Journal of Sports Medicine, 12*(1), 8-18.

Ashton-Miller, J., Huston, L. J., Vibert, B., & Wojtys, E. M. (2001). Gender differences in knee angle when landing from a drop-jump. *The American Journal of Knee Surgery, 14*(4), 215-219.

Bank, T. W. (2010). World population estimates.   Retrieved from http://data.worldbank.org

Bonci, C. M. (1999). Assessment and evaluation of predisposing factors to anterior cruciate ligament injury. *Journal Athletic Training, 34*(2), 155-164.

Chappell, J. D., Yu, B., Kirkendall, D. T., & Garrett, W. E. (2002). A comparison of knee kinetics Between male and female recreational athletes in stop-jump tasks. *The American Journal of Sports Medicine, 30*, 261-267.

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

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

Decker, M. J., Torry, M. R., Wyland, D. J., Sterett, W., & Steadman, J. R. (2003). Gender differences in lower extremity kinematics, kinetics and energy absorption during landing. *Clinical Biomechanics (Bristol, Avon), 18*, 662-669.

DeMorat, Weinhold, P., Blackburn, T., , Chudik, S., & Garrett, W. (2004). Aggressive quadriceps loading can induce noncontact anterior cruciate ligament injury. *Journal of Science and Medicine in Sport, 32*(2), 477-483.

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

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

Fietzer, A. L., & Kulig, K. (2012). Dancers with patellar tendinopathy exhibit higher vertical and braking ground reaction forces during landing. *Journal of Sports Science, 30*(11), 1157-1163.

Flandry, F., & Hommel, G. (2011). Normal Anatomy and Biomechanics of the Knee. *Sports Medicine and Arthroscopy Review, 19*(2), 82-92.

Ford, K. R., Myer, G. D., & Hewett, T. E. (2003). Valgus knee motion during landing in high schoolFemale and male basketball players. *Medicine & Science in Sports & Exercise, 35*, 1745-1750.

Granan, L. P., Forssblad, M., Lind, M., & Engebretsen, L. (2009). The Scandinavian ACL Registries 2004–2007: Baseline epidemiology. *Acta Orthopaedica, 80*(5), 563-567.

Griffin, L. Y., Agel, J., Albohm, M. J., Arendt, E. A., Dick, R. W., Garrett, W. E., Garrick, J. G., Hewett, T. E., Huston, L., Ireland, M. L., Johnson, R. J., Kibler, W. B., Lephart, S., Lewis, J. L., Lindenfeld, T. N., Mandelbaum, B. R., Marchak, P., Teitz, C. C., and Wojtys, E. M. (2000). Noncontact anterior cruciate ligament injuries: risk factors and prevention strategies. *Journal of American Academy Orthopaedic Surgeons, 8*(3), 141-150.

Hackworth, M. (2006). SepakTakraw. *Sierra Star Journal, 644*, 858-101.

Hamill, J., & Knutzen, K. M. (1995). *Biomechanical basis of human movement*. Philadelphia: Williams & Wilkins.

Hass, C. J., Schick, E. A., Tillman, M. D., Chow, J. W., Brunt, D., & Cauraugh, J. H. (2005). Knee biomechanics during landings: comparison of pre- and postpubescent females. *Medicine & Science in Sports & Exercise, 37*(1), 100-107.

Hay, J. G. (1985). *The biomechanics of sports technique*. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall.

Hewett, Torg, J. S., & Boden, B. P. (2009). Video analysis of trunk and knee motion during non-contact anterior cruciate ligament injury in female athletes: lateral trunk and knee abduction

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

motion are combined components of the injury mechanism. *British Journal of Sports Medicine, 43*(6), 417-422.

Hewett, T. E., Myer, G. D., Ford, K. R., Heidt, R. S. Jr., Colosimo, A. J., McLean, S. G., et al. (2005). Biomechanical measures of neuro muscular control and valgus loading of the knee predict anterior cruciate ligament injury risk in female athletes: A prospective study. *The American Journal of Sports Medicine & Science in Sports & Exercise, 33*(4), 492–501.

Hewett, T. E., Myer, G. D., Ford, K. R., & Slauterbeck, J. R. (2006). Preparticipation Physical Examination Using a Box Drop Vertical Jump Test in Young Athletes: The Effects of Puberty and Sex. *Clinical Journal of Sport Medicine, 16*(4), 298-304.

Janssen, K. W., Orchard, J. W., Driscoll, T. R., & Van Mechelen, W. (2011). High incidence and costs for anterior cruciate ligament reconstructions performed in Australia from 2003-2004 to 2007–2008. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*.

Jawis, M. N., Singh, R., Singh, H. J., & Yassin, M. N. (2005). Anthropometric and Physiological profiles of sepak takraw players. *British Journal of Sports Medicine, 39*, 825-829.

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

Kalichova, M. (2011). Biomechanical analysis of the basic classical dance jump-the grand jete. *International Scholar and Scienific Research and Innovation, 5*(11).

Kanamori, A., Yagi, M., Wong, E. K., Debski, R. E., Fu, F. H., & Woo, S. L. (2002). Biomechanical analysis of an anatomic anterior cruciate ligament reconstruction. *The American Journal of Sports Medicine, 30*(5), 660-666.

Kerr. (2010). *Introductory Biomechanics*: Elsevier Limited.

Koga, H., Nakamae, A., Shima, Y., Iwasa, J., Myklebust, G., Engebretsen, L., & Krosshaug, T. (2010). Mechanisms for noncontact anterior cruciate ligament injuries: Knee joint kinematics in 10 injury situations from female team handball and basketball. *The American Journal of Sports Medicine, 38*(11), 2218–2225.

Kreighbaum, E., & Barthels, K. M. (1985). *Biomechanics*. New York: Macnill Publishing Company.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Krosshaug, T., Nakamae, A., Boden, B.P., Engebretsen, L., Smith, G., Slauterbeck, J.R., Hewett, J.R., and Bahr, R. (2007). Mechanisms of anterior cruciate ligament injury in basketball: Video analysis of 39 cases. *The American Journal of Sports Medicine, 35*(3), 359–367.

Kulig, K., Fietzer, A. L., & Popovich, J. M. (2010). Ground reaction forces and knee mechanics in the weight acceptance phase of a dance leap take-off and landing. *Journal of Sports Science, 29*(2), 125-131.

Lephart, S. M., Ferris, C. M., Riemann, B. L., Myers, J. B., & Fu, F. H. (2002). Gender differences in strength and lower extremity kinematics during landing. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 162-169.

Lloyd, D. G., & Buchanan, T. S. (2001). Strategies of muscular support of varus and valgus isometric loads at the human knee. *Journal of Biomechanics, 34*, 1257–1267.

Louw, Q. (2003). *Knee Injury Prevention among Adolescent Basketball Players*. United State of America: McGrew-Hill.

Lyman, S., Koulouvaris, P., Sherman, S., Do, H., Mandl, L. A., & Marx, R. G. (2009). Epidemiology of anterior cruciate ligament reconstruction: trends, readmissions, and subsequent knee surgery. *The Journal of bone and Joint Surgery, 91*(10), 2321-2328.

Mazzocca, A. D., Nissen, C. W., Geary, M., Adams, D. J. (2003). Valgus medial collateral ligament rupture causes concomitant loading and damage of the anterior cruciate ligament. *The Journal of Knee Surgery*, 16, 148–51.

Malinzak, R. A., Colby, S. M., Kirkendall, D. T., Yu, B., & Garrett, W. E. (2001). A comparison of knee joint motion patterns between men and women in selected athletic tasks. *Clinical Biomechanics, 16*, 438-445.

McLester, & Pierre. (2008). *Applied biomechanics: concepts and connections*. Belmont, CA: Thompson, Wadsworth.

Nerphong, K., Jalayondeja, W., & Vatchalathiti, R. (2000). *Injuries in Thai male national sepaktakraw team*. Paper presented at the 13th Asian games tournament, Hong Kong, China. .

Norkin, C. C., & Levengie, P. K. (1992). *Joint structure and function: A comprehensive analysis*. Philadelphia: F.A. Davis Company.

CHULALONGKORN UNIVERSITY

Oomens, C., Brekelmans, M., & Baaijens., F. (2009). Biomechanics: Concepts and computation. *Cambridge University Press*.

Pappas, E., Hagins, M., Sheikhzadeh, A., Nordin, M., & Rose, D. (2007). Biomechanical Differences Between Unilateral and Bilateral Landings From a Jump: Gender Differences. *Clinical Journal of Sport Medicine, 17*(4), 263-268.

Rochcongar, P., Laboute, E., Jan, J., & Carling, C. (2009). Ruptures of the anterior cruciate ligament in soccer. *International Journal of Sports Medicine, 30*(5), 372–378.

Sakane, Fox, R. J., Woo, S. L., Livesay, G. A., Li, G., & Fu, F. H. (1997). In situ forces in the anterior cruciate ligament and its bundles in response to anterior tibial loads. *Journal of Orthopaedic Research., 15*(2), 285-293.

Shin, C. S., Chaudhari, A. M., & Andriacchi, T. P. (2011). Valgus plus internal rotation moment increase anterior cruciate ligament strain more than either alone. *Journal of Sport Medical Science, 43*(8), 1484-1491.

Sujae, I. H., & Koh, M. (2008). Technique analysis of the Kuda and Sila serves in sepak takraw. *Sports Biomechanics, 7*(1), 72-87.

Tant, C. L. (1990). Segmental interactions of a three-dimensional soccer instep kick motion. *Unpublished doctoral dissertation, Texas Women's University*.

Thomas, J. M. (2008). *Analysis of the aerial and landing phases of the grand jeté Conference.* Paper presented at the 22nd Conference of the International Society of Biomechanics in Sports.

Wilson, M. (2009). Applying biomechanics research in the dance studio. *International Association for Dance Medicine & Science, 1*(2).

World Health Organization. (2000). The Asia-Pacific perspective: redefining obesity and its treatment, Melbourne, Health Communications Australia.

Zazulak, B. T., Hewett, T. E., Reeves, N. P., Goldberg, B., & Cholewicki, J. (2007). Deficits in neuromuscular control of the trunk predict knee injury risk: a prospective biomechanical-epidemiologic study. *American Journal of Sports Medicine, 35*(7), 1123-1130.

กรมพลศึกษา. (2555). คู่มือผู้ฝึกสอนกีฬาเซปักตะกร้อ T-Certificate: SEPAK TAKRAW Coaching Guide.

กานดา ใจภักดี. (2542). วิทยาศาสตร์การเคลื่อนไหว. กรุงเทพมหานคร: บริษัทสำนักพิมพ์ ดวงกมล จำกัด.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

กานดา ใจภักดี และ ชูศักดิ์ เวชแพศย์. (2524). วิทยาศาสตร์การเคลื่อนไหวของการกีฬา. กรุงเทพมหานคร มหาวิทยาลัยมหิดล.

เฉลิม ชัยวัชราภรณ์. (2558). เซปักตะกร้อจากการวิเคราะห์สมรรถนะการกีฬา สู่ชีวกลศาสตร์. เอกสารประกอบการบรรยายการอบรมผู้ฝึกสอนกีฬาเซปักตะกร้อ สถาบันพัฒนากีฬาตะกร้ออาชีพนานาชาติ (INTA).

ชวลิต จิรายุกุล. (2536). ผลของการฝึกซ้อมกีฬาเซปักตะกร้อที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงของสารเคมีในปัสสาวะของนักกีฬาเซปักตะกร้อทีมชาติไทย. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาพลศึกษา), คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นงนภัส เจริญพานิช. (2558). ชีวกลศาสตร์. ม.ป.ท.

พิชิตพล เกิดสมนึกวีรวัฒน์ ลิ้มรุ่งเรืองรัตน์ และ รุ่งชัย ชวนไชยะกูล. (2558). แรงปฏิกิริยาจากพื้นและอัตราการเกิดแรงในขณะกระโดดลงสู่พื้นจากการกระโดดฟาดของเซปักตะกร้อ. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา, ปีที่ *15* ฉบับที่ *1* (กรกฎาคม 2558), 1-8.

รังสฤษฏิ์ บุญชะลอ. (2550). เซปักตะกร้อและตะกร้อลอดห่วง. ปทุมธานี: บริษัท สกายบุ๊กส์ จำกัด.

รุ่งทิวา วัจฉละฐิติ. (2537). บทนำสู่การวิเคราะห์การเคลื่อนไหว. กรุงเทพมหานคร: เอกสารประกอบการอบรมเชิงปฏิบัติการเรื่องการใช้ชีวกลศาสตร์เพื่อพัฒนากีฬา สมาคมวิทยาศาสตร์การกีฬาแห่งประเทศไทย.

วิจิตร จันทะสิงห์ ศิริรัตน์ หิรัญรัตน์ วีรวัฒน์ ลิ้มรุ่งเรืองรัตน์ และ ชนากานต์ บุญนุช. (2560). ความเร็วของการหมุนข้อต่อที่มีผลต่อความเร็วลูกตะกร้อในการเตะแบบเต็มรอบของกีฬาเซปักตะกร้อ. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา.

วีระชัย มะโนมัย และ วีรวัฒน์ ลิ้มรุ่งเรืองรัตน์. (2559). การเปรียบเทียบคิเนเมติกส์ของข้อเข่าขณะเทคตัวขึ้นฟาดตะกร้อที่แตกต่างกัน 3 รูปแบบ. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา, ปีที่ *16* ฉบับที่ *2* (ธันวาคม 2559), 9-21.

แวน วัณณะพันธุ์. (2542). การวิเคราะห์ทางชีวกลศาสตร์ของทักษะการฟาดแบบตีลังกาของนักกีฬาเซปักตะกร้อไทย. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาพลศึกษา), คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สถาพร เกตุแก้ว. (2542). รูปแบบการเล่นเซปักตะกร้อในการแข่งขันกีฬาเอเชี่ยนเกมส์ ครั้งที่ *13*. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

สราวุธ หมื่นโฮ้ง. (2537). การศึกษารูปแบบของการเตะตะกร้อท่ากระโดดวอลเลย์. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สุพจน์ ปราณี. (2539). คู่มือการฝึกสอนกีฬาเซปักตะกร้อ (ขั้นก้าวหน้า). กรุงเทพมหานคร: โอเดียนสโตร์.

สุวัตร สิทธิหล่อ. (2543). การวิเคราะห์ความเร็วในการเสิร์ฟตะกร้อของนักกีฬาเซปักตะกร้อทีมชาติไทยในการแข่งขันกีฬาเอเชียนเกมส์ครั้งที่ *13* เอกสารเผยแพร่ศูนย์วิทยาศาสตร์การกีฬา กรมพลศึกษา, จังหวัดสุพรรณบุรี.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ก
แบบสอบถามข้อมูลเพื่อการคัดกรองเบื้องต้น

หมายเลขผู้เข้าร่วมงานวิจัย..........................

วันที่...

แบบบันทึกข้อมูลส่วนบุคคล

เรื่อง การเปรียบเทียบข้อมูลทางชีวกลศาสตร์ขณะลงสู่พื้นในท่าฟาดลูกตะกร้อแบบครึ่งรอบและแบบซันแบคในนักกีฬาเซปักตะกร้อ

ส่วนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐาน

อายุ...................ปี น้ำหนัก.....................กิโลกรัม ส่วนสูง.................เซนติเมตร

BMI.......................kg/m^2

ส่วนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับกีฬาเซปักตะกร้อ

ทำเครื่องหมาย ✓ ลงใน ☐ ช่องที่เป็นความจริง

1. ท่านมีประสบการณ์ในการเล่นกีฬาเซปักตะกร้อ น้อยกว่า 1 ปี ☐ 1-2 ปี ☐ มากกว่า 2 ปี ☐
2. ท่านเป็นนักกีฬาเซปักตะกร้อทีมชาติไทย น้อยกว่า 1 ปี ☐ 1-2 ปี ☐ มากกว่า 2 ปี ☐
3. ท่านเข้าร่วมการแข่งขันกีฬาเซปักตะกร้อบ่อยเพียงใดใน 1 ปี

    น้อยกว่า 1 ครั้งต่อปี ☐

    1-2 ครั้งต่อปี ☐

    มากกว่า 2 ครั้งต่อปี ☐

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4. ท่านสามารถทำการกระโดดฟาดลูกตะกร้อแบบครึ่งรอบและแบบซันแบคได้หรือไม่

    ได้ ☐ ไม่ได้ ☐

CHULALONGKORN UNIVERSITY

ส่วนที่ 3 ข้อมูลสุขภาพและประวัติการบาดเจ็บ

1. ท่านเคยบาดเจ็บจนได้รับการผ่าตัดบริเวณข้อเข่าและรยางค์ส่วนล่าง หรือไม่

    มี ☐ ไม่มี ☐

ถ้ามีโปรดระบุ...

2. ในช่วง 3 เดือนที่ผ่านมา ท่านมีการอักเสบ หรือบาดเจ็บแบบเรื้อรังของเส้นเอ็นและกล้ามเนื้อที่ข้อเข่าและรยางค์ส่วนล่างหรือไม่

    มี ☐ ไม่มี ☐

ถ้ามีโปรดระบุ...

ผลการคัดกรอง
ผ่าน ☐
ไม่ผ่าน ☐

ภาคผนวก ข

แบบบันทึกข้อมูลการวิจัย

หมายเลขผู้เข้าร่วมงานวิจัย.........................

วันที่..

ลักษณะทางกายภาพ

อายุ...................ปี น้ำหนัก.....................กิโลกรัม

ส่วนสูง......................เซนติเมตร BMI........................kg/m^2

ค่ามุมองศาของข้อเข่าก่อนการทดสอบ flexion/extension ....องศา

abduction/adduction ....องศา

internal/external rotation ....องศา

ข้อมูลจากการทดสอบ

ลำดับการใช้ท่าทางในการกระโดดฟาดที่ได้รับการสุ่ม

(1)…………………………………………………

(2) …………………………………………………

Ground Reaction Force (N)

ครั้งที่	Half-Roll	Sunback
1		
2		
3		
4		
5		
Average		

หมายเหตุ

....

....

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Knee Movement Angle

Half-Roll

ครั้งที่	knee flexion	knee extension	knee abduction	knee adduction	knee internal rotation	knee external rotation
1						
2						
3						
4						
5						
Average						

หมายเหตุ

....

....

Sunback

ครั้งที่	knee flexion	knee extension	knee abduction	knee adduction	knee internal rotation	knee external rotation
1						
2						
3						
4						
5						
Average						

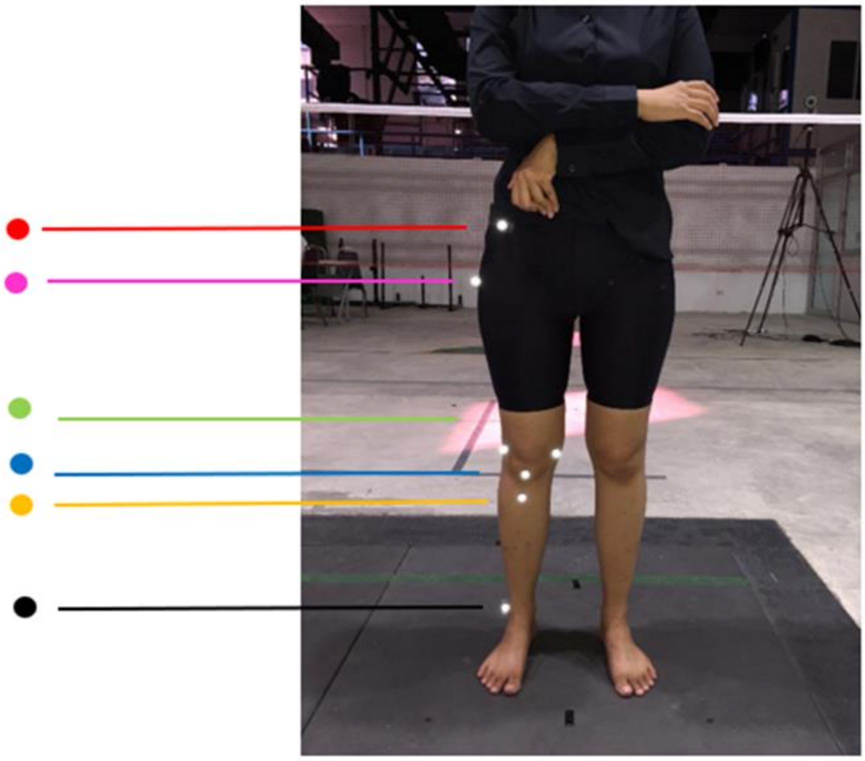
หมายเหตุ

....

....

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ค
ตำแหน่งการติดวัตถุสะท้อนแสงที่ใช้ในการวิจัย



รูปที่ 8 แสดงการติดวัตถุสะท้อนแสงบนตำแหน่งของขาข้างที่ลงสู่พื้นจากการกระโดดฟาดลูกตะกร้อ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

- Anterior Superior Iliac Spine (ASIS) ปุ่มกระดูกเชิงกราน
- Greater trochanter of Femur ปุ่มกระดูกสะโพก
- Femur Medial and Lateral condyle ปุ่มกระดูกต้นขาส่วนปลายล่าง
- Patellar กระดูกสะบ้า
- Tibial Tuberosity ปุ่มกระดูกหน้าแข้ง
- Lateral Malleolus ปุ่มกระดูกตาตุ่มด้านนอก

ภาคผนวก ง

การยืดกล้ามเนื้อสำหรับการเล่นเซปักตะกร้อ

การวิจัยครั้งนี้มีท่าทางทั้งหมด 12 ท่า ยืดกล้ามเนื้อค้างไว้ท่าละ 15 วินาที เป็นจำนวนท่าละ 3 เซตใช้ระยะเวลาในการยืดกล้ามเนื้อทั้งหมด 10 นาที

ท่าที่ 1. ยืดกล้ามเนื้อบริเวณคอ

รูปที่ 9 แสดงการยืดกล้ามเนื้อคอ

1.1 ยืนเอามือเท้าเอว

1.2 เงยหน้าขึ้นมองด้านบนจนรู้สึกตึงบริเวณคอ

1.3 ค้างไว้ 15 วินาที

1.4 ทำสลับกับท่า เอียงคอไปทางขวา เอียงคอไปทางซ้าย และก้มหน้า

ท่าที่ 2. ยืดกล้ามเนื้อด้านหลังของแขนและข้างลำตัว

รูปที่ 10 แสดงการยืดกล้ามเนื้อด้านหลังของแขนและข้างลำตัว

2.1 ยืนยกศอกเหนือศีรษะ

2.2 ใช้มือข้างตรงข้ามจับศอกของแขนที่ต้องการจะยืด

2.3 แล้วดึงศอกมาทางด้านหลังศีรษะ

2.4 ค้างไว้ 15 วินาที

ท่าที่ 3. ยืดกล้ามเนื้อต้นแขนด้านข้างและสะบัก

รูปที่ 11 แสดงการยืดกล้ามเนื้อต้นแขนด้านข้าและสะบัก

3.1 ยืนตรง

3.2 เหยียดแขนข้างที่จะทำการยืดไปด้านตรงข้ามศอกไม่งอ

3.3 ใช้แขนอีกข้างขึ้นมาทำการออกแรงกดให้รู้สึกตึง

3.4 ค้างไว้ 15 วินาที

ท่าที่ 4. ยืดกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า

รูปที่ 12 แสดงการยืดกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า

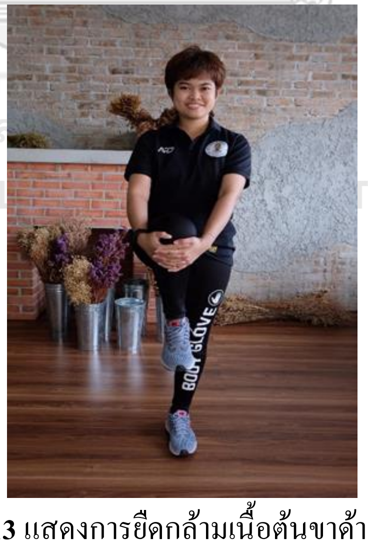
4.1 ยืนตรง

4.2 งอเข่าข้างที่ต้องการจะยืดกล้ามเนื้อไปทางด้านหลัง

4.3 ใช้มือจับบริเวณเท้าแล้วดึงให้รู้สึกตึง

4.4 ค้างไว้ 15 วินาที

ท่าที่ 5. ยืดกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง



รูปที่ 13 แสดงการยืดกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง

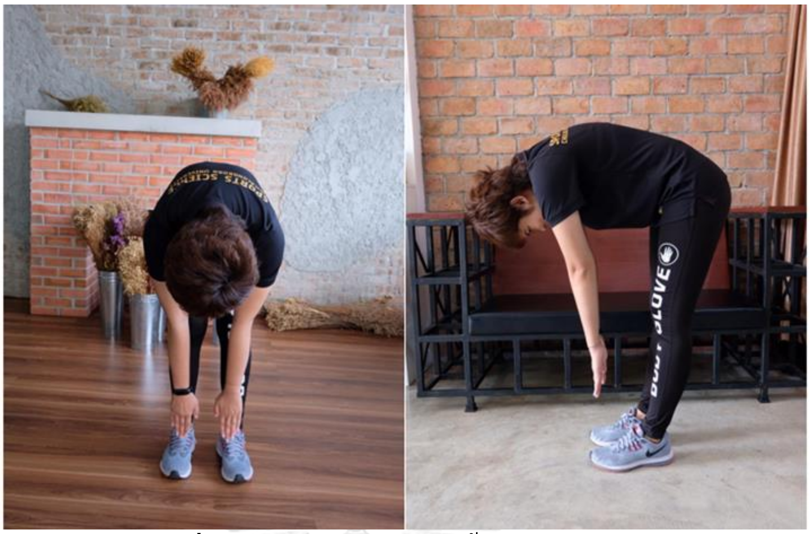
5.1 ยืนตรง

5.2 งอเข่าข้างที่ต้องการจะยืดกล้ามเนื้อขึ้น

5.3 มือทั้งสองจับบริเวณเข่า แล้วดึงเข้าหาตัว

5.4 ค้างไว้ 15 วินาที

ท่าที่ 6. ยืดกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง



รูปที่ 14 แสดงการยืดกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง

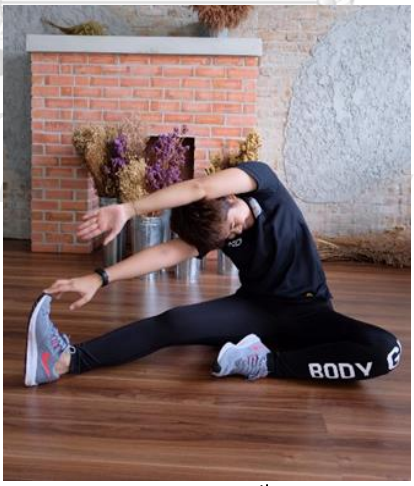
6.1 ยืนก้มตัวมาข้างหน้า

6.2 เอามือทั้งสองข้างแตะพื้น หรือก้มตัวลงให้ต่ำใกล้พื้นมากที่สุด

6.3 เข่าเหยียดตรง

6.4 ค้างไว้ 15 วินาที

ท่าที่ 7. ยืดกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง ลำตัวด้านข้างและไหล่



รูปที่ 15 แสดงการยืดกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง ลำตัวด้านข้างและไหล่

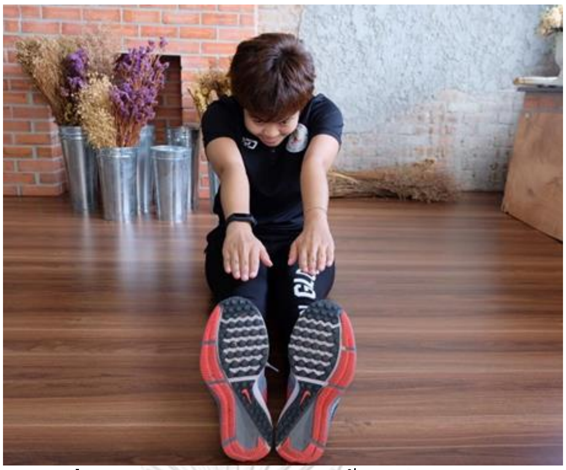
7.1 นั่งแยกขาหรือกางขามากที่สุด

7.2 โน้มตัวไปด้านข้าง

7.3 ใช้มือตรงข้ามจับที่บริเวณเท้า

7.4 ค้างไว้ 15 วินาที

ท่าที่ 8. ยืดกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง



รูปที่ 16 แสดงการยืดกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง

8.1 นั่งเหยียดขาไปด้านหน้าทั้งสองข้าง

8.2 ส้นเท้าติดกับพื้นและเท้าวางตรง แล้วโน้มตัวไปด้านหน้า

8.3 ใช้มือทั้งสองข้างจับบริเวณเท้าดึงเข้าหาตัว

8.4 ค้างไว้ 15 วินาที

ท่าที่ 9. ยืดกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง สะโพกและน่อง

รูปที่ 17 แสดงการยืดกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง สะโพกและน่อง

9.1 นั่งแยกขาไปด้านข้าง ส้นเท้าติดกับพื้นและเท้าวางตรง

9.2 โน้มตัวไปด้านข้าง

9.3 ใช้มือทั้งสองข้างจับบริเวณเท้าดึงเข้าหาตัว

9.4 ค้างไว้ 15 วินาที

ท่าที่ 10. ยืดกล้ามเนื้อข้างลำตัว สะโพกและขาด้านหลัง

รูปที่ 18 แสดงการยืดกล้ามเนื้อข้างลำตัว สะโพกและขาด้านหลัง

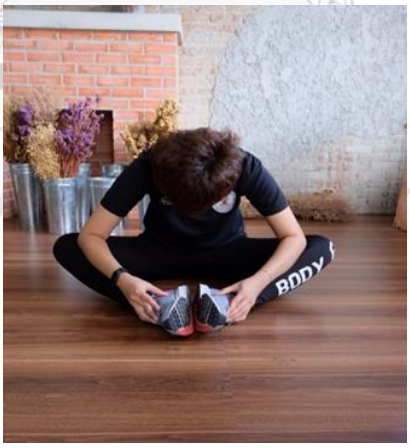
10.1 นั่งเหยียดขาข้างหนึ่งไปข้างหน้า

10.2 ขาอีกข้างหนึ่งที่ต้องการจะยืดงอเข่าวางเท้าไว้ด้านข้างของขาที่เหยียดไปข้างหน้า

10.3 วางแขนด้านตรงข้ามเหนือเข่าแล้วหันหน้าหมุนตัวมาด้านหลังให้รู้สึกตึง

10.4 ค้างไว้ 15 วินาที

ท่าที่ 11. ยืดกล้ามเนื้อต้นขาด้านใน



รูปที่ 19 แสดงการยืดกล้ามเนื้อต้นขาด้านใน

11.1 นั่งเอาเท้าประกบกัน

11.2 โน้มตัวไปด้านหน้า

11.3 ใช้ศอกกดเข่าทั้งสองข้างให้แนวกับพื้น

11.4 ค้างไว้ 15 วินาที

ท่าที่ 12. ยืดกล้ามเนื้อหลังส่วนล่าง

รูปที่ 20 แสดงการยืดกล้ามเนื้อหลังส่วนล่าง

12.1 นอนหงาย

12.2 ชันเข่าทั้งสองข้างขึ้น

12.3 ใช้มือทั้งสองข้างดึงขาข้างที่จะทำการยืดให้รู้สึกตึงบริเวณหลังส่วนล่าง

12.4 ค้างไว้ 15 วินาที

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก จ
คำจำกัดความของท่าทางและวิธีการในการเตะลูกตะกร้อ

การกระโดดฟาดด้วยหลังเท้าแบบครึ่งรอบ (Half Roll spike) หมายถึง การกระโดดฟาดลูกตะกร้อเหนือศีรษะกลางอากาศด้วยหลังเท้า ด้วยวิธีการวาดขาเตะลูกตะกร้อโดยเตะขาขึ้นเป็นมุมเฉียง และคว่ำตัวลงมีการตีลังกาเกิดขึ้นเพียงครึ่งรอบ

รูปที่ 21 แสดงการกระโดดฟาดด้วยหลังเท้าแบบครึ่งรอบ

ที่มา : https://www.facebook.com/thetakrawassociationofthailand/

ในการวิจัยครั้งนี้ใช้การฟาดด้วยหลังเท้าแบบครึ่งรอบ โดยใช้การแขวนลูกตะกร้อไว้กลางอากาศแล้วทำการการฟาดลูกตะกร้อโดยใช้ขาข้างที่ถนัดในการฟาด

รูปที่ 22 แสดงวิธีการกระโดดฟาดด้วยหลังเท้าแบบครึ่งรอบโดยการแขวนลูกตะกร้อ

การกระโดดฟาดด้วยหลังเท้าแบบซันแบค (Sunback spike) หมายถึง การกระโดดฟาดลูกตะกร้อเหนือศีรษะกลางอากาศไปทางด้านหลังของร่างกายโดยไม่มีการตีลังกา มีการวาดขากระโดดเตะลูกสลับเท้า โดยยกขาข้างที่ไม่ถนัดขึ้นไปก่อน แล้วนำขาข้างที่ถนัดขึ้นเตะ

รูปที่ 23 แสดงการกระโดดฟาดด้วยหลังเท้า*แบบซันแบค*

ที่มา : https://scoop.mthai.com/google_news/6546.html

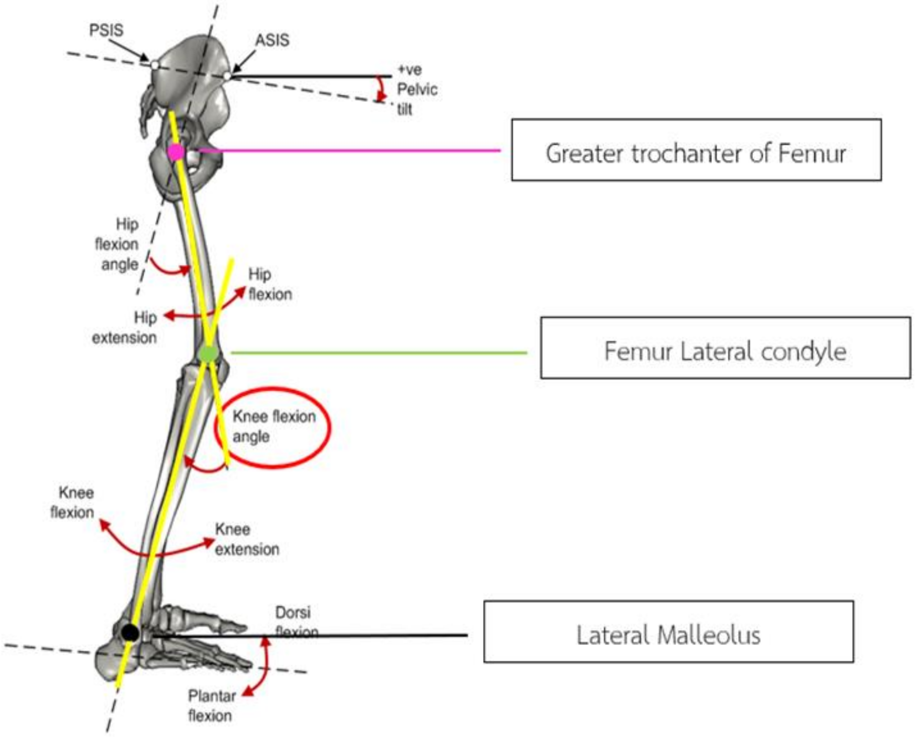
ในการวิจัยครั้งนี้ใช้การฟาดด้วยหลังเท้าแบบซันแบค โดยใช้การแขวนลูกตะกร้อไว้กลางอากาศแล้วทำการการฟาดลูกตะกร้อโดยใช้ขาข้างที่ถนัดในการฟาด

รูปที่ 24 แสดงวิธีการกระโดดฟาดด้วยหลังเท้าแบบซันแบคโดยการแขวนลูกตะกร้อ

ภาคผนวก ฉ

การวัดมุมองศาของข้อเข่าที่ใช้ในการวิจัย

ค่ามุมองศาการงอเข่า



รูปที่ 25 แสดงการวัดมุมองศาการงอของข้อเข่า

ที่มา : https://www.imagenesmy.com/imagenes/knee-abduction-e3.html

ค่ามุมองศาการงอเข่าเป็นมุมที่วัดจากปุ่มกระดูกของร่างกาย 3 ตำแหน่ง ได้แก่

Greater trochanter of Femur

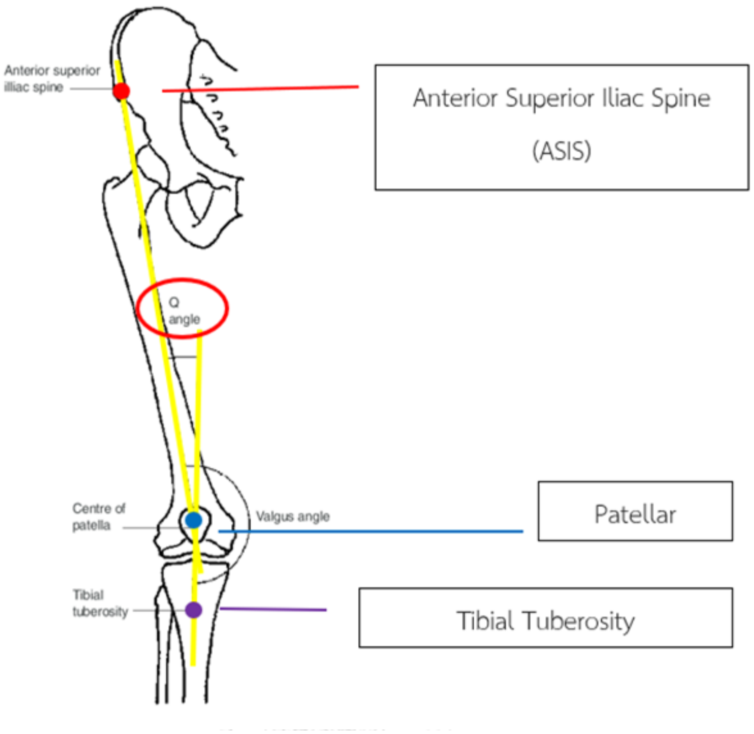
Femur Lateral condyle

Lateral Malleolus

วิธีการวัดมุม : ลากเส้นจากตำแหน่งที่ทำการติดวัตถุสะท้อนแสง Greater trochanter of Femur ไปที่ Femur Lateral condyle และตัดกับเส้นที่ลากจากจุด Femur Lateral condyle ไปที่ Lateral Malleolus

การวัดมุมองศาของข้อเข่าที่ใช้ในการวิจัย

ค่ามุมองศาการเบนเข่า



รูปที่ 26 แสดงการวัดมุมองศาการเบนของข้อเข่า

ที่มา : https://www.researchgate.net/figure/Q-angle-and-valgus-angle-of-the-right-leg_fig3_7133964

ค่ามุมองศาการเบนเข่าเป็นมุมที่วัดจากปุ่มกระดูกของร่างกาย 3 ตำแหน่ง ได้แก่

Anterior Superior Iliac Spine (ASIS)

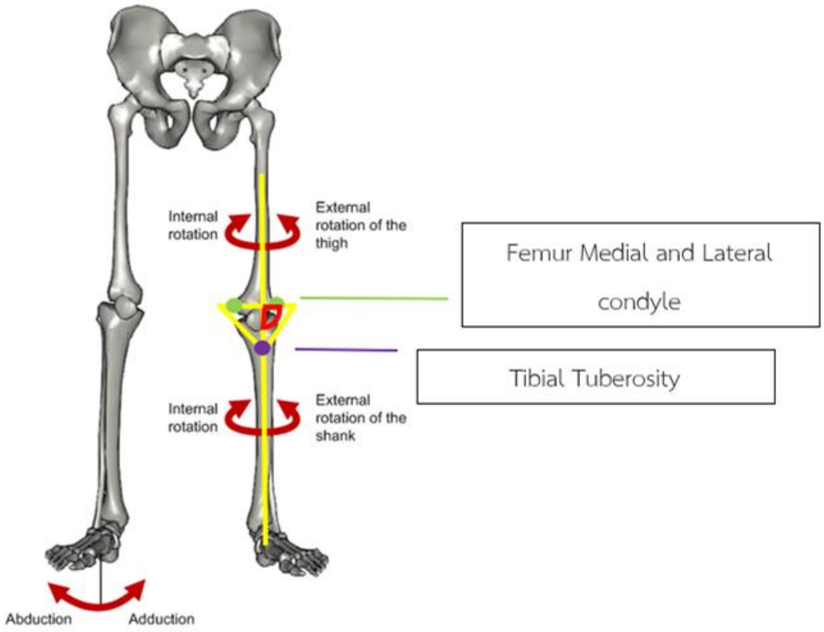
Patellar

Tibial Tuberosity

วิธีการวัดมุม : ลากเส้นจากตำแหน่งที่ทำการติดวัตถุสะท้อนแสง Anterior Superior Iliac Spine (ASIS) ไปที่ Patellar และตัดกับเส้นที่ลากจากจุด Patellar ไปที่ Tibial Tuberosity

การวัดมุมองศาของข้อเข่าที่ใช้ในการวิจัย

ค่ามุมองศาการหมุนเข่า



รูปที่ 27 แสดงการวัดมุมองศาการหมุนของข้อเข่า

ที่มา : https://www.imagenesmy.com/imagenes/knee-abduction-e3.html

ค่ามุมองศาการหมุนเข่าเป็นมุมที่วัดจากปุ่มกระดูกของร่างกาย 3 ตำแหน่ง ได้แก่

Femur Medial and Lateral condyle

Tibial Tuberosity

วิธีการวัดมุม : ลากเส้นจากตำแหน่งที่ทำการติดวัตถุสะท้อนแสง Femur Medial condyleไปที่ Femur Lateral condyle และตัดกับเส้นที่ลากจากจุด Tibial Tuberosity จะเกิดมุมสามเหลี่ยมขึ้น ค่าจากมุมนี้จะได้มาจากการเขียนสูตรคำนวณทางคณิตศาสตร์ออกมาเป็นมุมองศาการหมุนของเข่า (Arms et al., 1984) (Bank, 2010; นงนภัส เจริญพานิช, 2558) (McLester & Pierre, 2008) (T. E. Hewett, Myer, Ford, & Slauterbeck, 2006; Lephart, Ferris, Riemann, Myers, & Fu, 2002) (Pappas et al., 2007) (Ashton-Miller, Huston, Vibert, & Wojtys, 2001)

ภาคผนวก ช

เอกสารผ่านการรับพิจารณาจริยธรรมในคน

คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
เลขที่หนังสือรับ 00379
วันที่ 8 ก.พ. 62 เวลา 13.44

บันทึกข้อความ

ส่วนงาน คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 โทร.0-2218-3202

ที่ จว 82/2562 (อ) **วันที่** 4 กุมภาพันธ์ 2562

เรื่อง แจ้งผลผ่านการพิจารณาจริยธรรมการวิจัย

เรียน คณบดีคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา

สิ่งที่ส่งมาด้วย เอกสารแจ้งผ่านการรับรองผลการพิจารณา

ตามที่นิสิต/บุคลากรในสังกัดของท่านได้เสนอโครงการวิจัยเพื่อขอรับการพิจารณาจริยธรรมการวิจัย จากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย นั้น ในการนี้ กรรมการผู้ทบทวนหลักได้เห็นสมควรให้ผ่านการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยได้ ดังนี้

โครงการวิจัยที่ 289.1/61 เรื่อง การเปรียบเทียบข้อมูลทางชีวกลศาสตร์ขณะลงสู่พื้นในท่าฟาดลูกตะกร้อแบบครึ่งรอบและแบบซันแบคในนักกีฬาเซปักตะกร้อหญิง (A COMPARISION OF LANDING PHASE BIOMECHANICAL DATA BETWEEN HALF ROLL AND SUNBACK SPIKES IN FEMALE SEPAK TAKRAW PLAYERS) **ของ นางสาวรัชยา ศุภลักษณ์**

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นันทรี ชัยชนะวงศาโรจน์)
กรรมการและเลขานุการ
คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน
กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เพื่อโปรด
- [x] ทราบ และดำเนินการต่อไป
- [ ] พิจารณา
- [ ] ลงนาม
- [ ] อนุมัติ

ลงชื่อ

- 8 ก.พ. 2562

11 ก.พ. 62

11/2/62

AF 01-12

คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
254 อาคารจามจุรี 1 ชั้น 2 ถนนพญาไท เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330
โทรศัพท์/โทรสาร: 0-2218-3202 E-mail: eccu@chula.ac.th

COA No. 029/2562

ใบรับรองโครงการวิจัย

โครงการวิจัยที่ 289.1/61 : การเปรียบเทียบข้อมูลทางชีวกลศาสตร์ขณะลงสู่พื้นในท่าฟาดลูกตะกร้อแบบครึ่งรอบและแบบซันแบคในนักกีฬาเซปักตะกร้อหญิง

ผู้วิจัยหลัก : นางสาวรัชยา ศุภลักษณ์

หน่วยงาน : คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ได้พิจารณา โดยใช้หลัก ของ The International Conference on Harmonization – Good Clinical Practice (ICH-GCP) อนุมัติให้ดำเนินการศึกษาวิจัยเรื่องดังกล่าวได้

ลงนาม....................................	**ลงนาม**....................................
(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ปรีดา ทัศนประดิษฐ)	(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นันทรี ชัยชนะวงศาโรจน์)
ประธาน	กรรมการและเลขานุการ

วันที่รับรอง : 31 มกราคม 2562 **วันหมดอายุ** : 30 มกราคม 2563

เอกสารที่คณะกรรมการรับรอง

1) โครงการวิจัย
2) ข้อมูลสำหรับกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยและใบยินยอมของกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย
3) ผู้วิจัย
4) แบบสอบถาม

เลขที่โครงการวิจัย 289.1/61
วันที่รับรอง 31 ม.ค. 2562
วันหมดอายุ 30 ม.ค. 2563

เงื่อนไข

1. ข้าพเจ้ารับทราบว่าเป็นการผิดจริยธรรม หากดำเนินการเก็บข้อมูลการวิจัยก่อนได้รับการอนุมัติจากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยฯ
2. หากใบรับรองโครงการวิจัยหมดอายุ การดำเนินการวิจัยต้องยุติ เมื่อต้องการต่ออายุต้องขออนุมัติใหม่ล่วงหน้าไม่ต่ำกว่า 1 เดือน พร้อมส่งรายงานความก้าวหน้าการวิจัย
3. ต้องดำเนินการวิจัยตามที่ระบุไว้ในโครงการวิจัยอย่างเคร่งครัด
4. ใช้เอกสารข้อมูลสำหรับกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย ใบยินยอมของกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย และเอกสารเชิญเข้าร่วมวิจัย (ถ้ามี) ***เฉพาะที่ประทับตราคณะกรรมการเท่านั้น***
5. หากเกิดเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ร้ายแรงในสถานที่เก็บข้อมูลที่ขออนุมัติจากคณะกรรมการ ต้องรายงานคณะกรรมการภายใน 5 วันทำการ
6. หากมีการเปลี่ยนแปลงการดำเนินการวิจัย ให้ส่งคณะกรรมการพิจารณารับรองก่อนดำเนินการ
7. โครงการวิจัยไม่เกิน 1 ปี ส่งแบบรายงานสิ้นสุดโครงการวิจัย (AF 03-12) และบทคัดย่อผลการวิจัยภายใน 30 วัน เมื่อโครงการวิจัยเสร็จสิ้น สำหรับโครงการวิจัยที่เป็นวิทยานิพนธ์ให้ส่งบทคัดย่อผลการวิจัย ภายใน 30 วัน เมื่อโครงการวิจัยเสร็จสิ้น

AF 04-07

ข้อมูลสำหรับกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย

ชื่อโครงการวิจัย การเปรียบเทียบข้อมูลทางชีวกลศาสตร์ขณะลงสู่พื้นในท่าฟาดลูกตะกร้อแบบครึ่งรอบและแบบซันแบคในนักกีฬาเซปักตะกร้อหญิง

ชื่อผู้วิจัย นางสาว รัชยา ศุภลักษณ์ นิสิตระดับปริญญามหาบัณฑิต คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สถานที่ติดต่อ (ที่ทำงาน) วิทยาลัยดุริยางคศิลป์ มหาวิทยาลัยมหิดล 25/25 ถนนพุทธมณฑลสาย 4 ตำบลศาลายา อำเภอพุทธมณฑล นครปฐม 73170

สถานที่ติดต่อ (ที่บ้าน) บ้านเลขที่ 6 ซอย รังสิต-ปทุมธานี 12 ซอย 4 ถนน รังสิต-ปทุม ตำบลประชาธิปัตย์ อำเภอธัญบุรี ปทุมธานี 12130

โทรศัพท์มือถือ 087-938-2728 E-mail : Ratcha.supalak@gmail.com

1. ขอเรียนเชิญท่านเข้าร่วมในการวิจัยก่อนที่ท่านจะตัดสินใจเข้าร่วมในการวิจัย มีความจำเป็นที่ท่านควรทำความเข้าใจว่างานวิจัยนี้ทำเพราะเหตุใด และเกี่ยวข้องกับอะไร กรุณาใช้เวลาในการอ่านข้อมูลต่อไปนี้อย่างละเอียดรอบคอบ และสอบถามข้อมูลเพิ่มเติมหรือข้อมูลที่ไม่ชัดเจนได้ตลอดเวลา

2. โครงการนี้เป็นโครงการวิจัยเชิงทดลอง มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูลทางชีวกลศาสตร์ ในขณะลงสู่พื้นจากการกระโดดฟาดลูกตะกร้อในท่าฟาดลูกตะกร้อแบบครึ่งรอบและแบบซันแบคในนักกีฬาเซปักตะกร้อเพศหญิงทีมชาติไทย

3. รายละเอียดของกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักกีฬาเซปักตะกร้อระดับทีมชาติไทย เพศหญิง ที่มีอายุระหว่าง 18–35 ปี จำนวน *10* คนโดยผู้สมัครใจเข้าร่วมต้องมีคุณสมบัติ ดังนี้

<u>เกณฑ์การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างเข้าร่วมการวิจัย (Inclusion criteria)</u>

1. ผู้เข้าร่วมงานวิจัยเป็นนักกีฬาเซปักตะกร้อทีมชาติไทยปัจจุบัน เพศหญิง มีอายุระหว่าง 18 – 35 ปี
2. ผู้เข้าร่วมงานวิจัยเป็นนักกีฬาเซปักตะกร้อหญิงทีมชาติไทยที่สามารถทำการกระโดดฟาดด้วยหลังเท้าในท่าฟาดแบบครึ่งรอบและแบบซันแบคได้
3. ผู้เข้าร่วมงานวิจัยมี BMI อยู่ในเกณฑ์ปกติ คือระหว่าง 18.50 – 22.99 kg/m²
4. *ผู้เข้าร่วมงานวิจัยมีประสบการณ์ในการเล่นกีฬาเซปักตะกร้อระดับทีมชาติอย่างน้อย 2 ปี*
5. ผู้เข้าร่วมงานวิจัยเป็นผู้ที่มีสุขภาพดี ไม่มีประวัติการบาดเจ็บรุนแรงที่ต้องได้รับการผ่าตัดที่เข่าและรยางค์ส่วนล่าง
6. ผู้เข้าร่วมการวิจัยมีความสมัครใจยินยอมในการทำการทดลองและลงนามในใบยินยอมการเข้าร่วมเป็นผู้เข้าร่วมงานวิจัย

<u>เกณฑ์การคัดออกจากการวิจัย (Exclusion criteria)</u>

1. อยู่ในสภาวะเจ็บป่วยหรือบาดเจ็บ ที่เป็นอุปสรรคต่อการทดลอง
2. มีประวัติการอักเสบ บาดเจ็บแบบเรื้อรังของเส้นเอ็นและกล้ามเนื้อเข่าและส่วนรยางค์ล่างเป็นเวลา 3 เดือนก่อนเข้าร่วมวิจัย

เลขที่โครงการวิจัย 889.1/61
วันที่รับรอง 31 ม.ค. 2562
วันหมดอายุ 30 ม.ค. 2563

4. กระบวนการการวิจัยที่กระทำต่อกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยประกอบด้วย

1. ติดต่อประสานงานกับผู้ฝึกสอน ผู้ที่เกี่ยวข้องทุกฝ่ายของสมาคมกีฬาตะกร้อแห่งประเทศไทย เพื่อขอความอนุเคราะห์กลุ่มตัวอย่างในการเก็บข้อมูลวิจัย และขอความอนุเคราะห์ในการใช้สถานที่และอุปกรณ์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลวิจัยจากคณะ วิทยาศาสตร์การกีฬา

2. สถานที่ในการเก็บข้อมูลวิจัย คือ ห้องปฏิบัติการ คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ซึ่งใช้เวลาในการเก็บข้อมูลทั้งหมดประมาณ 60-90 นาที

3. ผู้วิจัยดำเนินการวัด และเก็บข้อมูลตัวแปรทางสรีรวิทยาทั่วไป ได้แก่ อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง และทำการติดวัตถุสะท้อนแสงสีเทาเงินในจุดต่าง ๆของผู้เข้าร่วมงานวิจัย ได้แก่ ปุ่มกระดูกเชิงกรานทางด้านหน้า, ปุ่มกระดูกข้อสะโพก, ปุ่มกระดูกเข่าทางด้านในและด้านนอก, กระดูกสันหน้าแข้ง, กระดูกสะบ้า, ตาตุ่มด้านนอก ของขาข้างที่ทำการทดสอบ รวมทั้งสิ้น 7 จุด และทำการวัดค่ามุมองศาการเบนของเข่าและมุมองศาการหมุนของเข่า *โดยขณะทำการวัดค่ามุมองศาของเข่าผู้เข้าร่วมงานวิจัยจะยืนตรงแขนแนบข้างลำตัวทั้งสองข้าง*

4. โดยขั้นตอนการทดสอบมีดังนี้

4.1 ผู้เข้าร่วมการวิจัยทำการอบอุ่นร่างกายทั่วไปด้วยการยืดเหยียดกล้ามเนื้อประมาณ 10 นาที ประกอบด้วย การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่ ประมาณ 10 นาที โดยทำการยืดเหยียดกล้ามเนื้อจากส่วนบนของร่างกายลงมาส่วนล่างของร่างกาย ในการยืดเหยียดกล้ามเนื้อในแต่ละส่วนมีอยู่ในช่วงประมาณ 10 – 15 วินาที ประกอบด้วยท่าต่าง ๆ ดังนี้

ท่าที่ 1 การยืดกล้ามเนื้อบริเวณคอ
ท่าที่ 2 การยืดกล้ามเนื้อด้านหลังของแขนและข้างลำตัว
ท่าที่ 3 การยืดกล้ามเนื้อต้นแขนด้านข้าและสะบัก
ท่าที่ 4 การยืดกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า
ท่าที่ 5 การยืดกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง (1)
ท่าที่ 6 การยืดกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง (2)
ท่าที่ 7 การยืดกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง ลำตัวด้านข้างและไหล่
ท่าที่ 8 การยืดกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง (3)
ท่าที่ 9 การยืดกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง สะโพกและน่อง
ท่าที่ 10 การยืดกล้ามเนื้อข้างลำตัว สะโพกและขาด้านหลัง
ท่าที่ 11 การยืดกล้ามเนื้อต้นขาด้านใน
ท่าที่ 12 การยืดกล้ามเนื้อหลังส่วนล่าง

เลขที่โครงการ 289.1/61
วันที่รับรอง 31 ม.ค. 2562
วันหมดอายุ 30 ม.ค. 2563

จากนั้นทำการอบอุ่นร่างกายเฉพาะประเภทกีฬาประมาณ 5 นาที

4.2 ผู้เข้าร่วมการวิจัยทำการกระโดดฟาดลูกตะกร้อในท่าฟาดแบบครึ่งรอบและแบบซันแบค โดยลำดับท่าทางที่จะทำการทดสอบได้มาจากการสุ่ม ผู้เข้าร่วมวิจัยเป็นผู้กำหนดความสูงของลูกตะกร้อตามความสูงที่ผู้เข้าร่วมวิจัยแต่ละคนสามารถกระโดดฟาดได้ในแต่ละท่า โดยลูกตะกร้อจะถูกแขวนไว้บนเสาและปรับระดับความสูงจากความยาวของเชือก ผู้เข้าร่วมวิจัยจะต้องทำการกระโดดฟาดในท่าใดท่าหนึ่งก่อน จนครบทั้ง 5 ครั้ง ซึ่งในระหว่างการกระโดดฟาดแต่ละครั้ง ผู้เข้าร่วมวิจัยจะได้พักระหว่างครั้ง 1 นาที เมื่อทำการทดสอบครบ 1 ท่า ผู้เข้าร่วมวิจัยจะได้ทำการพัก เพื่อรอเปลี่ยนท่า*อีก 1 ท่า* เป็นเวลา 10 นาทีแล้วจึงทำการทดสอบซ้ำในท่าถัดไป

4.3 กำหนดให้การทดสอบที่ประสบความสำเร็จต้องเป็นการทดสอบที่เท้าที่ลงสู่พื้นเหยียบลงบนแผ่นวัดแรงกระแทกได้เต็มเท้า *(ตั้งแต่บริเวณนิ้วเท้าไปจนถึงส้นเท้า)* หากผู้เข้าร่วมวิจัยไม่สามารถกระโดดฟาดถูกลูกตะกร้อหรือเท้าที่ลงสู่พื้นไม่สามารถเหยียบลงบนแผ่นวัดแรงกระแทกได้เต็มเท้า จะถือว่าการเก็บข้อมูลครั้งนั้นไม่สมบูรณ์และต้องทำการเก็บข้อมูลใหม่ *ซึ่งผู้วิจัยจะแจ้งผลให้ผู้เข้าร่วมวิจัยทราบในทันที*

5. กระบวนการให้ข้อมูลแก่กลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย

ผู้วิจัยจะเป็นผู้ชี้แจงและทำความเข้าใจถึงข้อมูลในส่วนต่างๆแก่กลุ่มตัวอย่างด้วยตนเอง ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยทุกคนได้รับทราบรายละเอียดของวิธี ปฏิบัติในการทดสอบ และลงนามในหนังสือยินยอม

AF 04-07

เข้าร่วมการวิจัย นอกจากนั้นผู้วิจัยจะควบคุมดูแลการทดสอบทั้งหมดด้วยตนเองและมีผู้ช่วยวิจัยจำนวน 1 คน

6. ในกรณีที่ผู้เข้าร่วมการวิจัย มีอาการหน้ามืด วิงเวียนศีรษะ หรืออาการบาดเจ็บใด ๆ *เช่น ล้ม* เนื่องจากการทดลอง ผู้วิจัยจะหยุดการทดลองในทันทีเพื่อสังเกตอาการ ทำการปฐมพยาบาลเบื้องต้น *หากเกิดอาการบาดเจ็บอย่างรุนแรงก็จะนำส่งต่อไปพบแพทย์ในโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ สภากาชาดไทย โดยผู้วิจัยจะเป็นผู้รับผิดชอบในการรักษาพยาบาลทั้งหมด* หลังจากเสร็จสิ้นการทดลอง ถ้าผู้เข้าร่วมการวิจัยยังมีอาการปวดเมื่อย ผู้วิจัยจะดูแลโดยการประคบเย็น

7. ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยจะได้รับการดูแลอย่างใกล้ชิดเพื่อความปลอดภัยในขณะทำการทดสอบมีการให้คำแนะนำ ให้ความรู้และวิธีปฏิบัติทั้งก่อนและหลังการทดสอบ นอกจากนี้ผู้วิจัยได้จัดเตรียมน้ำดื่มและอาหารว่างไว้ให้ผู้เข้าร่วมวิจัย

8. ผลการวิจัยครั้งนี้จะทำให้ทราบถึง แรงปฏิกิริยาจากพื้นในแนวดิ่งและการเคลื่อนไหวของข้อเข่าขณะลงสู่พื้นจากการกระโดดฟาดลูกตะกร้อด้วยหลังเท้าแบบครึ่งรอบและแบบซันแบคของนักกีฬาเซปักตะกร้อหญิงว่าส่งผลให้ข้อเข่ามีการเคลื่อนไหวในทิศทางใดมากที่สุด ข้อมูลที่จะได้จากงานวิจัยนี้จะถูกนำมาเป็นแนวทางปฏิบัติในการฝึกซ้อมและการแข่งขัน เพื่อเป็นการลดความเสี่ยงที่จะเกิดการบาดเจ็บซึ่งเกิดจากการลงสู่พื้นที่ไม่ถูกต้อง และเป็นทางเลือกให้นักกีฬา และผู้ฝึกสอนสามารถนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อไป

9. การเข้าร่วมในการวิจัยนี้ของท่านเป็นโดยสมัครใจ และสามารถปฏิเสธที่จะเข้าร่วมหรือถอนตัวจากการวิจัยได้ทุกขณะ โดยไม่ต้องให้เหตุผลและไม่สูญเสียประโยชน์ที่พึงได้รับซึ่งการกระทำดังกล่าวจะไม่มีผลใด ๆ ต่อการพิจา*รณา*ในการคัดเลือกนักกีฬาในการเข้าร่วมการแข่งขันในรายการต่าง ๆ

10. หากท่านมีข้อสงสัยให้สอบถามเพิ่มเติมได้โดยสามารถติดต่อผู้วิจัยได้ที่ โทรศัพท์มือถือ 087-938-2728 E-mail: Ratcha.Supalak@gmail.com เวลาที่สามารถติดต่อได้ 08.00 – 19.00 น. และหากผู้วิจัยมีข้อมูลเพิ่มเติมที่เป็นประโยชน์หรือโทษเกี่ยวกับการวิจัย ผู้วิจัยจะแจ้งให้ท่านทราบอย่างรวดเร็ว

11. ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับท่านจะเก็บเป็นความลับ หากมีการเสนอผลการวิจัยจะเสนอเป็นภาพรวม ข้อมูลใดที่สามารถระบุถึงตัวท่านได้จะไม่ปรากฏในรายงาน ผู้วิจัยจะบันทึกข้อมูลเป็นรหัสโดยเมื่อเสร็จสิ้นการวิจัยแล้วข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยจะถูกลบและทำลายในส่วนของข้อมูลทั้งหมด

12. การวิจัยครั้งนี้มีค่าเดินทางและค่าชดเชยค่าเสียเวลา 500 บาท ท่านจะได้รับค่าชดเชยค่าเสียเวลาหลังจากการทดสอบเสร็จสิ้นแล้ว

13. หากท่านไม่ได้รับการปฏิบัติตามข้อมูลดังกล่าวสามารถร้องเรียนได้ที่ คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 254 อาคารจามจุรี 1 ชั้น 2 ถนนพญาไท เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330 โทรศัพท์/โทรสาร 0-2218-3202 E-mail: eccu@chula.ac.th

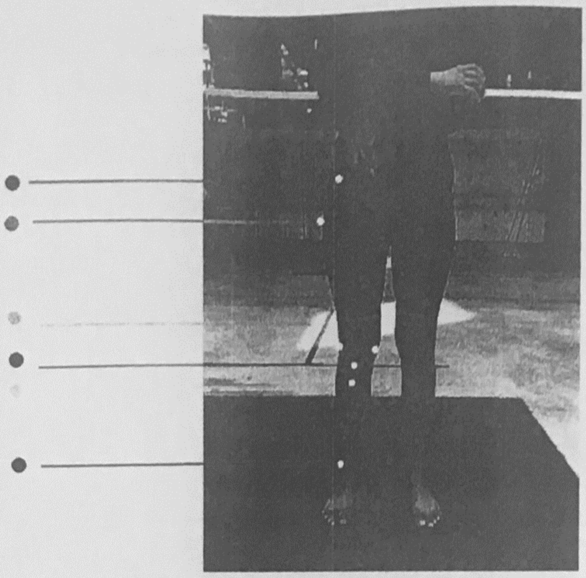
เลขที่โครงการ 289.1/61

วันที่รับรอง 31 ม.ค. 2562

วันหมดอายุ 30 ม.ค. 2563

AF 04-07

ตำแหน่งการติดวัตถุสะท้อนแสงที่ใช้ในการวิจัย



รูปที่ 1 แสดงการติดวัตถุสะท้อนแสงบนตำแหน่งของขาข้างที่ลงสู่พื้นจากการกระโดดฟาดลูกตะกร้อ

- Anterior Superior Iliac Spine (ASIS) ปุ่มกระดูกเชิงกราน
- Greater trochanter of Femur ปุ่มกระดูกสะโพก
- Femur Medial and Lateral condyle ปุ่มกระดูกต้นขาส่วนปลายล่าง
- Patellar กระดูกสะบ้า
- Tibial Tuberosity ปุ่มกระดูกหน้าแข้ง
- Lateral Malleolus ปุ่มกระดูกตาตุ่มด้านนอก

เลขที่โครงการวิจัย 289.1/61
วันที่รับรอง 31 ม.ค. 2562
วันหมดอายุ 30 ม.ค. 2563

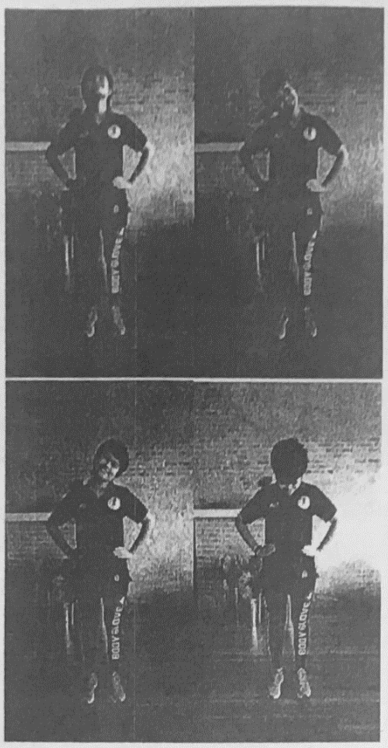
AF 04-07

ภาพแสดงการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ

การยืดกล้ามเนื้อสำหรับการเล่นเซปักตะกร้อ

การวิจัยครั้งนี้มีท่าทางทั้งหมด 12 ท่า ยืดกล้ามเนื้อค้างไว้ท่าละ 15 วินาที เป็นจำนวนท่าละ 3 เซต ใช้ระยะเวลาในการยืดกล้ามเนื้อทั้งหมด 10 นาที

ท่าที่ 1. ยืดกล้ามเนื้อบริเวณคอ



รูปที่ 1 แสดงการยืดกล้ามเนื้อคอ

1.1 ยืนเอามือเท้าเอว

1.2 เงยหน้าขึ้นมองด้านบนจนรู้สึกตึงบริเวณคอ

1.3 ค้างไว้ 15 วินาที

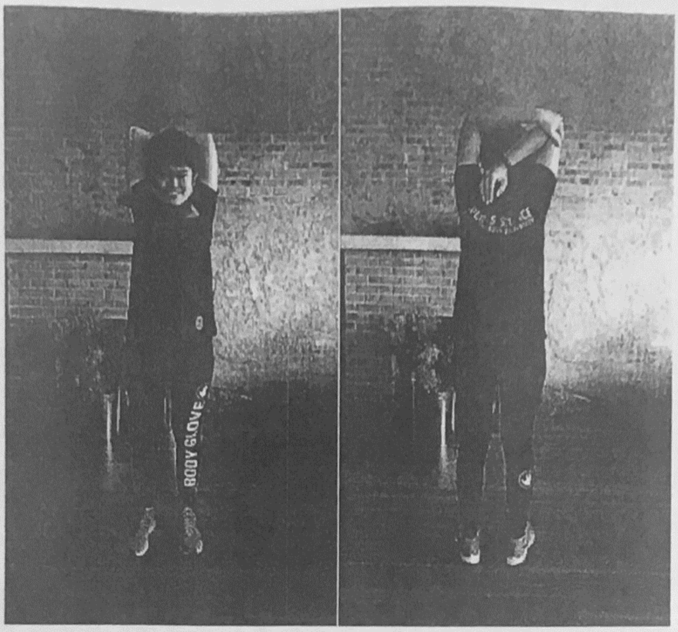
1.4 ทำสลับกับท่า เอียงคอไปทางขวา เอียงคอไปทางซ้าย และก้มหน้า

เลขที่โครงการวิจัย 289.1/61

วันที่รับรอง 31 ม.ค. 2562

วันหมดอายุ 30 ม.ค. 2563

ท่าที่ 2. ยืดกล้ามเนื้อด้านหลังของแขนและข้างลำตัว



รูปที่ 2 แสดงการยืดกล้ามเนื้อด้านหลังของแขนและข้างลำตัว

2.1 ยืนยกศอกเหนือศีรษะ

2.2 ใช้มือข้างตรงข้ามจับศอกของแขนที่ต้องการจะยืด

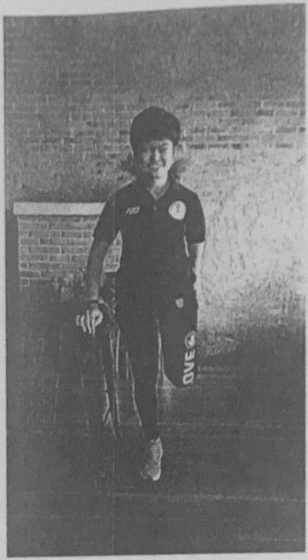
2.3 แล้วดึงศอกมาทางด้านหลังศีรษะ

2.4 ค้างไว้ 15 วินาที

รหัสโครงการวิจัย 289.1/61
วันที่รับรอง 31 ม.ค. 2562
วันหมดอายุ 30 ม.ค. 2563

AF 04-07

ท่าที่ 4. ยืดกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า



รูปที่ 4 แสดงการยืดกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า

4.1 ยืนตรง

4.2 งอเข่าข้างที่ต้องการจะยืดกล้ามเนื้อไปทางด้านหลัง

4.3 ใช้มือจับบริเวณเท้าแล้วดึงให้รู้สึกตึง

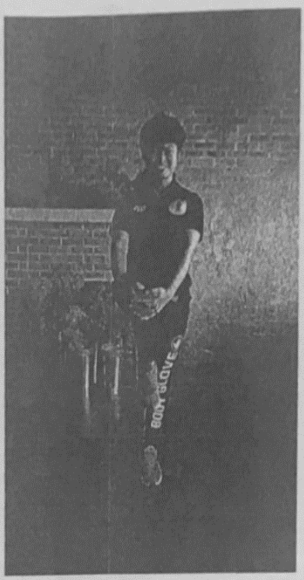
4.4 ค้างไว้ 15 วินาที

รหัสโครงการวิจัย 289.1/61

วันที่รับรอง 31 ม.ค. 2562

วันหมดอายุ 30 ม.ค. 2563

ท่าที่ 5. ยืดกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง (1)



รูปที่ 5 แสดงการยืดกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง

5.1 ยืนตรง

5.2 งอเข่าข้างที่ต้องการจะยืดกล้ามเนื้อขึ้น

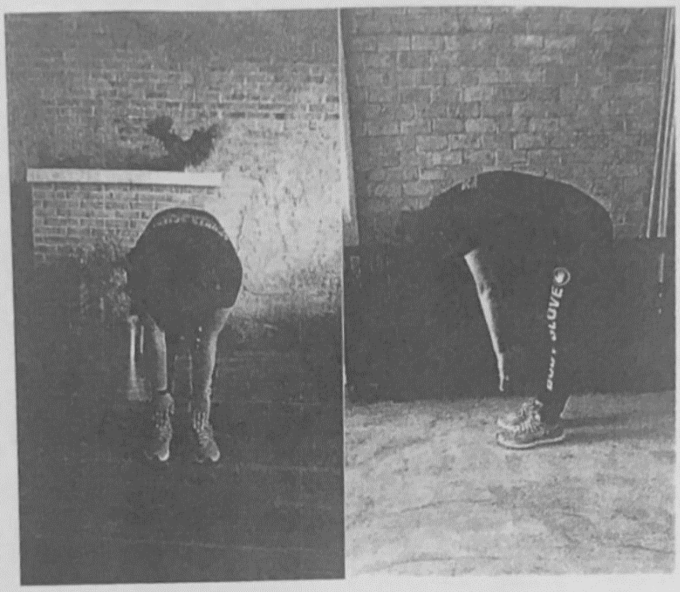
5.3 มือทั้งสองจับบริเวณเข่า แล้วดึงเข้าหาตัว

5.4 ค้างไว้ 15 วินาที

เลขที่โครงการวิจัย 289.1/61
วันที่รับรอง 31 ม.ค. 2562
วันหมดอายุ 30 ม.ค. 2563

AF 04-07

ท่าที่ 6. ยืดกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง (2)



รูปที่ 6 แสดงการยืดกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง

6.1 ยืนก้มตัวมาข้างหน้า

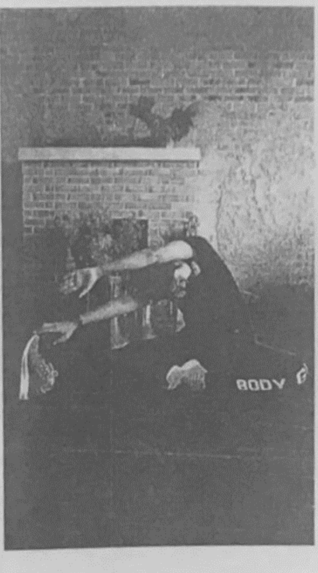
6.2 เอามือทั้งสองข้างแตะพื้น หรือก้มตัวลงให้ต่ำใกล้พื้นมากที่สุด

6.3 เข่าเหยียดตรง

6.4 ค้างไว้ 15 วินาที

เลขที่โครงการวิจัย 289.1/61
วันที่รับรอง 31 มี.ค. 2562
วันหมดอายุ 30 มี.ค. 2563

ท่าที่ 7. ยืดกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง ลำตัวด้านข้างและไหล่



รูปที่ 7 แสดงการยืดกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง ลำตัวด้านข้างและไหล่

7.1 นั่งแยกขาหรือกางขามากที่สุด

7.2 โน้มตัวไปด้านข้าง

7.3 ใช้มือตรงข้ามจับที่บริเวณเท้า

7.4 ค้างไว้ 15 วินาที

เลขที่โครงการวิจัย 289-1/61

วันที่รับรอง 31 ม.ค. 2562

วันหมดอายุ 30 ม.ค. 2563

ท่าที่ 8. ยืดกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง (3)

รูปที่ 8 แสดงการยืดกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง

8.1 นั่งเหยียดขาไปด้านหน้าทั้งสองข้าง

8.2 ส้นเท้าติดกับพื้นและเท้าวางตรง แล้วโน้มตัวไปด้านหน้า

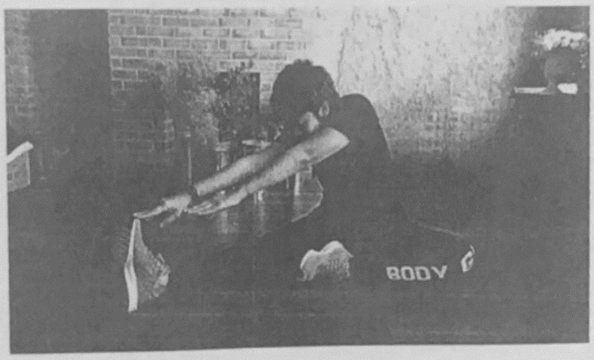
8.3 ใช้มือทั้งสองข้างจับบริเวณเท้าดึงเข้าหาตัว

8.4 ค้างไว้ 15 วินาที

เลขที่โครงการวิจัย 289.1/61
วันที่รับรอง 31 ม.ค. 2562
วันหมดอายุ 30 ม.ค. 2563

AF 04-07

ท่าที่ 9. ยืดกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง สะโพกและน่อง



รูปที่ 9 แสดงการยืดกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง สะโพกและน่อง

9.1 นั่งแยกขาไปด้านข้าง ส้นเท้าติดกับพื้นและเท้าวางตรง

9.2 โน้มตัวไปด้านข้าง

9.3 ใช้มือทั้งสองข้างจับบริเวณเท้าดึงเข้าหาตัว

9.4 ค้างไว้ 15 วินาที

เลขที่โครงการวิจัย 989. 1/61
วันที่รับรอง 3 1 ม.ค. 2562
วันหมดอายุ 3 0 ม.ค. 2563

AF 04-07

ท่าที่ 10. ยืดกล้ามเนื้อข้างลำตัว สะโพกและขาด้านหลัง

รูปที่ 10 แสดงการยืดกล้ามเนื้อข้างลำตัว สะโพกและขาด้านหลัง

10.1 นั่งเหยียดขาข้างหนึ่งไปข้างหน้า

10.2 ขาอีกข้างหนึ่งที่ต้องการจะยืดงอเข่าวางเท้าไว้ด้านข้างของขาที่เหยียดไปข้างหน้า

10.3 วางแขนด้านตรงข้ามเหนือเข่าแล้วหันหน้าหมุนตัวมาด้านหลังให้รู้สึกตึง

10.4 ค้างไว้ 15 วินาที

289.1/61
วันที่รับรอง 31 ม.ค. 2562
วันหมดอายุ 30 ม.ค. 2563

ท่าที่ 11. ยืดกล้ามเนื้อต้นขาด้านใน

รูปที่ 11 แสดงการยืดกล้ามเนื้อต้นขาด้านใน

11.1 นั่งเอาเท้าประกบกัน

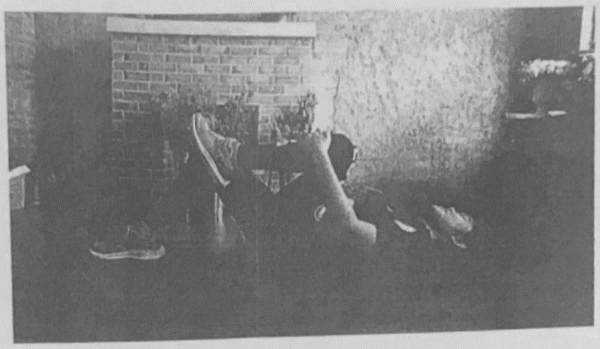
11.2 โน้มตัวไปด้านหน้า

11.3 ใช้ศอกกดเข่าทั้งสองข้างให้แนวกับพื้น

11.4 ค้างไว้ 15 วินาที

289.1/61
วันที่รับรอง 31 ม.ค. 2562
วันหมดอายุ 30 ม.ค. 2563

ท่าที่ 12. ยืดกล้ามเนื้อหลังส่วนล่าง



รูปที่ 12 แสดงการยืดกล้ามเนื้อหลังส่วนล่าง

12.1 นอนหงาย

12.2 ชันเข่าทั้งสองข้างขึ้น

12.3 ใช้มือทั้งสองข้างดึงขาข้างที่จะทำการยืดให้รู้สึกตึงบริเวณหลังส่วนล่าง

12.4 ค้างไว้ 15 วินาที

เลขที่ใบรับรอง 289.1/61
วันที่รับรอง 31 มี.ค. 2562
วันหมดอายุ 30 มี.ค. 2563

AF05-07

หนังสือแสดงความยินยอมเข้าร่วมการวิจัย

ทำที่ คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

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

เลขที่ ประชากรตัวอย่างหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย.......................

ข้าพเจ้า ซึ่งได้ลงนามท้ายหนังสือนี้ ขอแสดงความยินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัย

ชื่อโครงการวิจัย การเปรียบเทียบข้อมูลทางชีวกลศาสตร์ขณะลงสู่พื้นในท่าฟาดลูกตะกร้อแบบครึ่งรอบและแบบซันแบค ในนักกีฬาเซปักตะกร้อหญิง

ชื่อผู้วิจัย นางสาว รัชยา ศุภลักษณ์

ที่อยู่ที่ติดต่อ วิทยาลัยดุริยางคศิลป์ มหาวิทยาลัยมหิดล 25/25 ถนนพุทธมณฑลสาย 4 ตำบลศาลายา อำเภอพุทธมณฑล นครปฐม 73170 โทรศัพท์ 087-938-2728 E-mail: Ratcha.supalak@gmail.com

ข้าพเจ้า ได้รับทราบรายละเอียดเกี่ยวกับที่มาและวัตถุประสงค์ในการทำวิจัย รายละเอียดขั้นตอนต่างๆ ที่จะต้องปฏิบัติหรือได้รับการปฏิบัติ ความเสี่ยง/อันตราย และประโยชน์ซึ่งจะเกิดขึ้นจากการวิจัยเรื่องนี้ โดยได้อ่านรายละเอียดในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัยโดยตลอด และได้รับคำอธิบายจากผู้วิจัย จนเข้าใจเป็นอย่างดีแล้ว

ข้าพเจ้าจึงสมัครใจเข้าร่วมในโครงการวิจัยนี้ ตามที่ระบุไว้ในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย โดยข้าพเจ้ายินยอมเข้ารับการทดสอบการกระโดดฟาดลูกตะกร้อด้วยหลังเท้าแบบครึ่งรอบ*จำนวน 5 ครั้ง*และแบบซันแบค*จำนวน 5 ครั้ง* อีกทั้งเข้าร่วมการทดสอบค่าตัวแปรต่าง ๆ ได้แก่ องค์ประกอบของร่างกายทั่วไป ได้แก่ *ชั่งน้ำหนักและวัดส่วนสูง* ดัชนีมวลกาย ใช้เวลาประมาณ 60 - 90 นาที การทดลองจะเสร็จเรียบร้อยในหนึ่งวัน โดยจะทำการทดลองภายในห้องปฏิบัติการของคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ถนนพระราม 1 เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330

ข้าพเจ้ามีสิทธิถอนตัวออกจากการวิจัยเมื่อใดก็ได้ตามความประสงค์ โดยไม่ต้องแจ้งเหตุผล ซึ่งการถอนตัวออกจากการวิจัยนั้น จะไม่มีผลกระทบในทางใด ๆ ของข้าพเจ้าทั้งสิ้น

ข้าพเจ้าได้รับคำรับรองว่า ผู้วิจัยจะปฏิบัติต่อข้าพเจ้าตามข้อมูลที่ระบุไว้ในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย และข้อมูลใดๆ ที่เกี่ยวข้องกับข้าพเจ้า ผู้วิจัยจะเก็บรักษาเป็นความลับ โดยจะนำเสนอข้อมูลการวิจัยเป็นภาพรวมเท่านั้น ไม่มีข้อมูลใดในการรายงานที่จะนำไปสู่การระบุตัวข้าพเจ้า

หากข้าพเจ้าไม่ได้รับการปฏิบัติตรงตามที่ได้ระบุไว้ในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย ข้าพเจ้าสามารถร้องเรียนได้ที่คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 254 อาคารจามจุรี 1 ชั้น 2 ถนนพญาไท เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330 โทรศัพท์/โทรสาร 0-2218-3202 E-mail: eccu@chula.ac.th

ข้าพเจ้าได้ลงลายมือชื่อไว้เป็นสำคัญต่อหน้าพยาน ทั้งนี้ข้าพเจ้าได้รับสำเนาเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย และสำเนาหนังสือแสดงความยินยอมไว้แล้ว

ลงชื่อ..	ลงชื่อ..
(นางสาว รัชยา ศุภลักษณ์)	(..)
ผู้วิจัยหลัก	ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย
เลขที่โครงการวิจัย 289.1/61	ลงชื่อ..
วันที่รับรอง 31 ม.ค. 2562	(..)
วันหมดอายุ 30 ม.ค. 2563	พยาน

1/2

V.2.4/2558

ภาคผนวก ก

แบบสอบถามข้อมูลเพื่อการคัดกรองเบื้องต้น

หมายเลขผู้เข้าร่วมงานวิจัย..............................

วันที่..............................

แบบบันทึกข้อมูลส่วนบุคคล

เรื่อง การเปรียบเทียบข้อมูลทางชีวกลศาสตร์ขณะลงสู่พื้นในท่าฟาดลูกตะกร้อแบบครึ่งรอบและแบบขันแบคในนักกีฬาเซปักตะกร้อ

ส่วนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐาน

อายุ..................ปี น้ำหนัก....................กิโลกรัม ส่วนสูง................เซนติเมตร BMI......................kg/m²

ส่วนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับกีฬาเซปักตะกร้อ

ทำเครื่องหมาย ✓ ลงใน ❒ ช่องที่เป็นความจริง

1. ท่านมีประสบการณ์ในการเล่นกีฬาเซปักตะกร้อ น้อยกว่า 1 ปี ❒ 1-2 ปี ❒ มากกว่า 2 ปี ❒
2. ท่านเป็นนักกีฬาเซปักตะกร้อทีมชาติไทย น้อยกว่า 1 ปี ❒ 1-2 ปี ❒ มากกว่า 2 ปี ❒
3. ท่านเข้าร่วมการแข่งขันกีฬาเซปักตะกร้อบ่อยเพียงใดใน 1 ปี

   น้อยกว่า 1 ครั้งต่อปี ❒

   1-2 ครั้งต่อปี ❒

   มากกว่า 2 ครั้งต่อปี ❒
4. ท่านสามารถทำการกระโดดฟาดลูกตะกร้อแบบครึ่งรอบและแบบซันแบคได้หรือไม่

   ได้ ❒ ไม่ได้ ❒

ส่วนที่ 3 ข้อมูลสุขภาพและประวัติการบาดเจ็บ

1. ท่านเคยบาดเจ็บจนได้รับการผ่าตัดบริเวณข้อเข่าและรยางค์ส่วนล่าง หรือไม่

   มี ❒ ไม่มี ❒

ถ้ามีโปรดระบุ..

2. ในช่วง 3 เดือนที่ผ่านมา ท่านมีการอักเสบ หรือบาดเจ็บแบบเรื้อรังของเส้นเอ็นและกล้ามเนื้อที่ข้อเข่าและรยางค์ส่วนล่างหรือไม่

   มี ❒ ไม่มี ❒

ถ้ามีโปรดระบุ..

ผลการคัดกรอง	
ผ่าน	❒
ไม่ผ่าน	❒

เลขที่โครงการวิจัย 289.1/61

วันที่รับรอง 31 ม.ค. 2562

วันหมดอายุ 30 ม.ค. 2563

ภาคผนวก ข

แบบบันทึกข้อมูลการวิจัย

หมายเลขผู้เข้าร่วมงานวิจัย.......................

วันที่..

ลักษณะทางกายภาพ

อายุ..................ปี น้ำหนัก....................กิโลกรัม

ส่วนสูง....................เซนติเมตร BMI......................kg/m^2

ค่ามุมองศาของข้อเข่าก่อนการทดสอบ flexion/extension ....องศา

abduction/adduction ....องศา

internal/external rotation..................องศา

ข้อมูลจากการทดสอบ

ลำดับการใช้ท่าทางในการกระโดดฟาดที่ได้รับการสุ่ม (1) ....

(2) ....

Ground Reaction Force (N)

ครั้งที่	Half-Roll	Sunback
1		
2		
3		
4		
5		
Average		

หมายเหตุ ....

....

เลขที่โครงการวิจัย 289.1/61

วันที่รับรอง 31 มี.ค. 2562

วันหมดอายุ 30 มี.ค. 2563

Knee Movement Angle

Half-Roll

ครั้งที่	knee flexion	knee extension	knee abduction	knee adduction	knee internal rotation	knee external rotation
1						
2						
3						
4						
5						
Average						

หมายเหตุ ....

....

Sunback

ครั้งที่	knee flexion	knee extension	knee abduction	knee adduction	knee internal rotation	knee external rotation
1						
2						
3						
4						
5						
Average						

หมายเหตุ ....

....

เลขที่โครงการวิจัย 889.1/61
วันที่รับรอง 31 ม.ค. 2562
วันหมดอายุ 30 ม.ค. 2563

Knee Movement Angle

Half-Roll

ครั้งที่	knee flexion	knee extension	knee abduction	knee adduction	knee internal rotation	knee external rotation
1						
2						
3						
4						
5						
Average						

หมายเหตุ ....

....

Sunback

ครั้งที่	knee flexion	knee extension	knee abduction	knee adduction	knee internal rotation	knee external rotation
1						
2						
3						
4						
5						
Average						

หมายเหตุ ....

....

เลขที่โครงการวิจัย 889.1/61
วันที่รับรอง 31 ม.ค. 2562
วันหมดอายุ 30 ม.ค. 2563

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นางสาวรัชยา ศุภลักษณ์
วัน เดือน ปี เกิด	1 มิถุนายน 2535
สถานที่เกิด	โรงพยาบาลเมโย กรุงเทพมหานคร
วุฒิการศึกษา	จบปริญญาตรีสาขากายภาพบำบัด คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ กำลังศึกษาระดับปริญญาโท แขนงวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ที่อยู่ปัจจุบัน	6 รังสิต-ปทุมธานี 12 ซอย 4 หมู่บ้านรัตนโกสินทร์ ถนนรังสิต-ปทุม ตำบลประชาธิปัตย์ อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี 12130

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University