# การเปรียบเทียบผลของการฝึกคอนทราสต์และการฝึกเชิงซ้อนที่มีต่อพลังของกล้ามเนื้อขา ความเร็ว และความสามารถในการกระโดดในนักกีฬาบาสเกตบอลชาย

นายสุรพศ ไกรเกตุ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬาและการออกกำลังกาย
คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2564
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# A COMPARISON OF CONTRAST VERSUS COMPLEX TRAINING ON LEG MUSCULAR POWER, SPEED AND JUMPING PERFORMANCE IN MALE BASKETBALL PLAYERS

Mr. Surapot Kraiket

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science in Sports and Exercise Science
FACULTY OF SPORTS SCIENCE
Chulalongkorn University
Academic Year 2021

Copyright of Chulalongkorn University

| | |
|---|---|
| หัวข้อวิทยานิพนธ์ | การเปรียบเทียบผลของการฝึกคอนทราสต์และการฝึกเชิงซ้อนที่มีต่อพลังของกล้ามเนื้อขา ความเร็ว และความสามารถในการกระโดดในนักกีฬาบาสเกตบอลชาย |
| โดย | นายสุรพศ ไกรเกตุ |
| สาขาวิชา | วิทยาศาสตร์การกีฬาและการออกกำลังกาย |
| อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก | อาจารย์ ดร.สุทธิกร อาภานุกูล |

คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

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

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(อาจารย์ ดร.ทศพร ยิ้มลมัย)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(อาจารย์ ดร.สุทธิกร อาภานุกูล)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นงนภัส เจริญพานิช)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไวพจน์ จันทร์เสม)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สุรพศ ไกรเกตุ : การเปรียบเทียบผลของการฝึกคอนทราสต์และการฝึกเชิงซ้อนที่มีต่อพลังของกล้ามเนื้อขา ความเร็ว และความสามารถในการกระโดดในนักกีฬาบาสเกตบอลชาย. ( A COMPARISON OF CONTRAST VERSUS COMPLEX TRAINING ON LEG MUSCULAR POWER, SPEED AND JUMPING PERFORMANCE IN MALE BASKETBALL PLAYERS) อ.ที่ปรึกษาหลัก : อ. ดร.สุทธิกร อาภานุกูล

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา และเปรียบเทียบผลของการฝึกคอนทราสต์และการฝึกเชิงซ้อนที่มีต่อพลังของกล้ามเนื้อขา ความเร็ว และความสามารถในการกระโดดในนักกีฬาบาสเกตบอลชาย กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาบาสเกตบอลชาย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อายุ 18-25 ปี จำนวน 30 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 15 คน ด้วยวิธีการกำหนดกลุ่มแบบจับคู่ จากความแข็งแรงสัมพัทธ์ในท่าบาร์เบล แบค สควอท โดยกลุ่มที่ 1 ฝึกคอนทราสต์ และกลุ่มทที่ 2 ฝึกเชิงซ้อน ทำการฝึก 2 วันต่อสัปดาห์ ใช้ระยะเวลาในการฝึก 8 สัปดาห์ ทำการทดสอบพลังของกล้ามเนื้อ ความเร็ว และความสามารถในการกระโดด ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติเปรียบเทียบภายในกลุ่มโดยใช้สถิติ One-way analysis of variance with repeated measures และ Kruskal-Wallis เปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ ตามวิธีของ Bonferroni และเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มโดยใช้สถิติ Independent t-test และ Mann-Whitney t

ผลการวิจัย พบว่า 1.หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 พบว่ากลุ่มที่ฝึกคอนทราสต์มีค่าเฉลี่ยความแข็งแรงสัมพัทธ์ พลังของกล้ามเนื้อ ความเร็ว แตกต่างจากก่อนการฝึก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 2. หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 พบว่ากลุ่มที่ฝึกเชิงซ้อนมีค่าเฉลี่ยความแข็งแรงสัมพัทธ์ พลังของกล้ามเนื้อ แตกต่างจากก่อนการฝึก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 3. หลังจากการฝึก 8 สัปดาห์ ทั้งสองกลุ่มไม่พบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความแข็งแรงสัมพัทธ์ พลังของกล้ามเนื้อ ความเร็ว และความสามารถในการกระโดด สรุปได้ว่าการฝึกคอนทราสต์และการฝึกเชิงซ้อนสามารถพัฒนาพลังของกล้ามเนื้อ ความเร็ว และความสามารถในการกระโดดในนักกีฬาบาสเกตบอลชายได้ในระยะเวลา 8 สัปดาห์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

| | | |
|---|---|---|
| สาขาวิชา | วิทยาศาสตร์การกีฬาและการออกกำลังกาย | ลายมือชื่อนิสิต ..... |
| ปีการศึกษา | 2564 | ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก ..... |

# # 6270033439 : MAJOR SPORTS AND EXERCISE SCIENCE
KEYWORD: LEG MUSCULAR POWER, JUMPING PERFORMANCE, CONTRAST TRAINING, COMPLEX TRAINING, SPEED

Surapot Kraiket : A COMPARISON OF CONTRAST VERSUS COMPLEX TRAINING ON LEG MUSCULAR POWER, SPEED AND JUMPING PERFORMANCE IN MALE BASKETBALL PLAYERS. Advisor: SUTTIKORN APANUKUL, Ph.D.

This study aimed to investigate and compare contrast versus complex training on leg muscular power, speed and jumping performance in male basketball players. Thirty male basketball players, aged between 18-25 years, from Chulalongkorn University were recruited. The participants, matched by relative strength, were randomly assigned into 2 groups (n=15 each group). In the group 1, the participants performed a contrast training, while the group 2 performed a complex training, twice a week for 8 weeks. Before and after 8-week of training, the peak power, peak vertical ground reaction force, peak velocity, speed 5-meter and 10-meter sprint test, vertical jump and one-step jump were determined. Data were analyzed using One-way analysis of variance with repeated measure and Kruskal-Wallis test and multiple comparison by the Bonferroni and Independent sample t-test and Mann-Whitney test to determine the statistical significance level at p-value <.05.

Results 1. After 8 weeks of training, group 1 showed significant higher (p<.05) in relative strength, peak power, peak velocity, speed than before training. 2. After 8 weeks of training the group 2 showed significant higher (p<.05) in relative strength, peak power than before 8 weeks training 3. After 8 weeks of training, both groups did not reach statically significant in relative strength, peak power, peak velocity, speed and jumping performance. Conclusion A 8-week of contrast and complex training, twice a week is more effective for improving leg muscular power, speed and jumping performance in male basketball players. Hence, contrast training can be used for enhancing leg muscular performance.

| | | |
|---|---|---|
| Field of Study: | Sports and Exercise Science | Student's Signature ..... |
| Academic Year: | 2021 | Advisor's Signature ..... |

# กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีโดยได้รับความกรุณาอย่างยิ่งจาก อาจารย์ ดร.สุทธิกร อาภานุกูล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ซึ่งผู้วิจัยได้รับคำแนะนำ ปรึกษา ความรู้และข้อคิดต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ในการทำวิจัยในครั้งนี้ ตลอดจนการแก้ไขข้อบกพร่องของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้ถูกต้องสมบูรณ์ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาเป็นอย่างยิ่ง จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้ด้วย

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.ทศพร ยิ้มละมัย ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ อาจารย์ ดร.นงนภัส เจริญพานิช กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไวพจน์ จันทร์เสม กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย ที่กรุณาสละเวลามาร่วมเป็นกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และให้คำแนะนำตลอดจนช่วยตรวจแก้ไขข้อบกพร่องในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้สมบูรณ์ยิ่ง

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์การกีฬา คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้ความอนุเคราะห์และจัดเตรียมเครื่องมือในการเก็บข้อมูลการวิจัย อีกทั้งให้ข้อแนะนำต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์เสมอมา และขอขอบคุณสถาบัน ฟิต อินโนเวชั่น จำกัด ที่ให้ความอนุเคราะห์และจัดเตรียมอุปกรณ์ในการเก็บข้อมูลการวิจัย

การทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความปรารถนาดี ความรักและกำลังใจจากนางทิพย์สุดา ไกรเกตุ ผู้เป็นมารดา และนายสุกิตติ์ ไกรเกตุ ผู้เป็นบิดา ตลอดจนญาติพี่น้อง ที่ได้อบรมสั่งสอน รวมทั้งให้คำปรึกษาและให้กำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สุรพศ ไกรเกตุ

# สารบัญ

หน้า


บทคัดย่อภาษาไทย ..... ค

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ง

กิตติกรรมประกาศ ..... จ

สารบัญ ..... ฉ

สารบัญตาราง ..... ญ

สารบัญรูปภาพ ..... ฏ

บทที่ 1 บทนำ ..... 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา ..... 1

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย ..... 6

คำถามในการวิจัย ..... 6

สมมุติฐานของการวิจัย ..... 6

ขอบเขตงานวิจัย ..... 6

คำจำกัดความการวิจัย ..... 7

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ ..... 8

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ..... 9

1. ความหมายและองค์ประกอบของสมรรถภาพของกล้ามเนื้อ ..... 10

2. ความรู้พื้นฐานของกล้ามเนื้อ ..... 13

3. หลักการฝึกกีฬา ..... 15

4. การวางแผนระยะยาวของการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ..... 17

5. ความสำคัญของพลังของกล้ามเนื้อ ..... 21

6. ความสามารถในการกระโดด (Jumping performance) ..... 24



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

7. ความสำคัญของความเร็ว ..... 26
8. ความรู้เกี่ยวกับยางยืด ..... 30
9. หลักการฝึกเชิงซ้อน ..... 31
10. หลักการฝึกคอนทราสต์ ..... 32
11. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ..... 33
กรอบแนวความคิดในงานวิจัย ..... 41
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย ..... 42
กลุ่มตัวอย่างและวิธีเลือกกลุ่มตัวอย่าง ..... 42
ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย ..... 44
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ..... 49
การเก็บรวบรวมข้อมูล ..... 50
การวิเคราะห์ข้อมูล ..... 50
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล ..... 53
ตอนที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของอายุ น้ำหนัก ส่วนสูง และมวลกล้ามเนื้อ ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มฝึกคอนทราสต์และกลุ่มฝึกเชิงซ้อน ..... 55
ตอนที่ 2 แสดงผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างการทดสอบการกระจายข้อมูลตัวแปรแบบโค้งปกติของแต่ละตัวแปรโดยใช้ Shapiro-Wilk test ..... 57
ตอนที่ 3 แสดงผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มที่ฝึกคอนทราสต์โดยตัวแปร ความแข็งแรงสัมพัทธ์ พลังสูงสุด ความเร็วของบาร์เบลสูงสุด ความเร็วระยะ 10 เมตร และความสามารถในการกระโดด โดยใช้สถิติ One-way analysis of variance with repeated measures ส่วนตัวแปร แรงปฏิกิริยาในแนวดิ่งสูงสุด การเร่งความเร็วระยะ 5 เมตร ใช้สถิติ Kruskal Wallis-H เมื่อพบความแตกต่างจึงเปรียบเทียบรายคู่โดยวิธี Bonferroni ของกลุ่มที่ฝึกคอนทราสต์ ..... 62

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตอนที่ 4 แสดงผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มที่ฝึกคอนทราสต์ โดยตัวแปร ความแข็งแรงสัมพัทธ์ พลังสูงสุด ความเร็วของบาร์เบลสูงสุด การเร่งความเร็วระยะ 10 เมตร และความสามารถในการกระโดด โดยใช้สถิติ One-way analysis of variance with repeated measures ส่วนตัวแปรพลังสูงสุด ความเร็วของบาร์เบลสูงสุด การเร่งความเร็วระยะ 5 เมตร ใช้สถิติ Kruskal Wallis-H เมื่อพบความแตกต่างจึงเปรียบเทียบรายคู่โดยวิธี Bonferroni ของกลุ่มที่ฝึกเชิงซ้อน ..... 66

ตอนที่ 5 แสดงผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบระหว่างกลุ่มที่ฝึกคอนทราสต์และกลุ่มที่ฝึกเชิงซ้อน ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ทำการเปรียบเทียบโดยใช้สถิติ Independent t-test และใช้สถิติ Man-Whitney test ..... 69

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ ..... 73

สรุปผลการวิจัย ..... 73

อภิปรายผลการวิจัย ..... 75

ข้อจำกัดในการวิจัย ..... 79

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย ..... 80

ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยในครั้งต่อไป ..... 80

บรรณานุกรม ..... 81

ภาคผนวก ..... 93

ภาคผนวก ก แบบสอบประวัติสุขภาพเพื่อการออกกำลังกาย PAR-Q ..... 94

ภาคผนวก ข วิธีการหาความแข็งแรงสัมพัทธ์ ..... 95

ภาคผนวก ค การสอบเทียบ(Calibration) แผ่นตรวจรับแรงกระแทก และตัวแปลงสัญญาตำแหน่งของเครื่องฝึกและทดสอบกล้ามเนื้อแรงระเบิด FT700 power system ที่เชื่อมกับโปรแกรม Ballistic Measurement system ..... 96

ภาคผนวก ง วิธีการทดสอบค่าพลังสูงสุด ค่าแรงปฏิกิริยาในแนวดิ่งสูงสุด ความเร็วบาร์เบลสูงสุด ..... 99

ภาคผนวก จ วิธีการทดสอบความสามารถในการกระโดด ..... 100

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาคผนวก ฉ แบบทดสอบ Sprint test ..... 103
ภาคผนวก ช แบบบันทึกข้อมูล ..... 104
ภาคผนวก ซ โปรแกรมการฝึก ..... 109
ภาคผนวก ฌ คุณสมบัติยางยืด Strength band ยี่ห้อ Chrispower ..... 114
ภาคผนวก ญ การอบอุ่นร่างกายแบบมีการเคลื่อนไหว (Dynamic stretching) ..... 115
ภาคผนวก ฎ การคลายอุ่นร่างกาย (Cool down) ..... 119
ภาคผนวก ฏ ตารางสำเร็จรูปของ Cohen (1988) ..... 122
ภาคผนวก ฐ รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบโปรแกรมการทดสอบ ..... 123
ภาคผนวก ฑ ใบรับรองโครงการวิจัยจากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน ..... 129
ประวัติผู้เขียน ..... 131

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

# สารบัญตาราง

**หน้า**

ตารางที่ 1 การวางแผนการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ..... 17

ตารางที่ 2 การกำหนดความหนักในโปรแกรมการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ..... 18

ตารางที่ 3 การวางแผนกำหนดการฝึกเพื่อพัฒนาพลังของกล้ามเนื้อ ..... 19

ตารางที่ 4 แสดงการกำหนดความหนัก จังหวะในการยก และช่วงเวลาพัก ..... 21

ตารางที่ 5 แสดงการกำหนดกลุ่มแบบจับคู่ของกลุ่มตัวอย่าง ..... 42

ตารางที่ 6 แสดงรายละเอียดการฝึกคอนทราสต์ระหว่างสัปดาห์ที่ 1-4 ของกลุ่มที่ 1 ..... 47

ตารางที่ 7 แสดงรายละเอียดการฝึกคอนทราสต์ระหว่างสัปดาห์ที่ 5-8 ของกลุ่มที่ 1 ..... 47

ตารางที่ 8 แสดงรายละเอียดการฝึกเชิงซ้อนระหว่างสัปดาห์ที่ 1-4 ของกลุ่มที่ 2 ..... 48

ตารางที่ 9 แสดงรายละเอียดการฝึกคอนทราสต์ระหว่างสัปดาห์ที่ 5-8 ของกลุ่มที่ 2 ..... 48

ตารางที่ 10 แสดงค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของอายุ น้ำหนัก ส่วนสูง และมวลกล้ามเนื้อ ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มฝึกคอนทราสต์ ..... 55

ตารางที่ 11 แสดงค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของอายุ น้ำหนัก ส่วนสูง และมวลกล้ามเนื้อ ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มฝึกเชิงซ้อน ..... 56

ตารางที่ 12 แสดงผลการวิเคราะห์การทดสอบการกระจายข้อมูลตัวแปรแบบโค้งปกติของกลุ่มที่ฝึกคอนทราสต์ ..... 57

ตารางที่ 13 แสดงผลการวิเคราะห์การทดสอบการกระจายข้อมูลตัวแปรแบบโค้งปกติของกลุ่มที่ฝึกแบบเชิงซ้อน ..... 60

ตารางที่ 14 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความแข็งแรงสัมพัทธ์ พลังสูงสุด แรงปฏิกิริยาในแนวดิ่งสูงสุด ความเร็วของบาร์เบลสูงสุด ความเร็วระยะ 5 ความเร็วระยะ 10 เมตร และความสามารถในการกระโดด ของกลุ่มฝึกแบบคอนทราสต์ ..... 62

ตารางที่ 15 แสดงผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบรายคู่โดยวิธีของ Bonferroni ของตัวแปรความแข็งแรงสัมพัทธ์ พลังสูงสุด ความเร็วของบาร์เบลสูงสุด ความเร็วระยะ 5 เมตร ความเร็วระยะ 10 เมตร ของกลุ่มฝึกคอนทราสต์ ..... 64

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 16 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความแข็งแรงสัมพัทธ์ พลังสูงสุด แรงปฏิกิริยาในแนวดิ่งสูงสุด ความเร็วของบาร์เบลสูงสุด การเร่งความเร็วระยะ 5 และ 10 เมตร และความสามารถในการกระโดด ของกลุ่มที่ฝึกเชิงซ้อน ..... 66

ตารางที่ 17 แสดงผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบรายคู่โดยวิธีของ Bonferroni ของตัวแปรความแข็งแรงสัมพัทธ์ พลังสูงสุด ของกลุ่มฝึกเชิงซ้อน ..... 68

ตารางที่ 18 แสดงค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของความแข็งแรงสัมพัทธ์ พลังสูงสุด แรงปฏิกิริยาในแนวดิ่งสูงสุด ความเร็วของบาร์เบลสูงสุด ความเร็วระยะ 10 เมตร ความเร็วระยะ 10 เมตร ความสามารถในการกระโดด ระหว่างกลุ่มที่ฝึกคอนทราสต์และกลุ่มที่ฝึกเชิงซ้อน ก่อนการฝึก โดยใช้สถิติ Independent t-test ..... 69

ตารางที่ 19 แสดงค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของ พลังสูงสุด ความเร็วระยะ 10 เมตร ความสามารถในการกระโดด ระหว่างกลุ่มที่ฝึกคอนทราสต์และกลุ่มที่ฝึกเชิงซ้อน หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 โดยใช้สถิติ Independent t-test ในขณะที่ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตารฐาน ของความแข็งแรงสัมพัทธ์ และความเร็วระยะ 5 เมตร ใช้สถิติ Man-Whitney test ..... 71

ตารางที่ 20 แสดงค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของความแข็งแรงสัมพัทธ์ พลังสูงสุด แรงปฏิกิริยาในแนวดิ่งสูงสุด ความเร็วของบาร์เบลสูงสุด ความเร็วระยะ 5 เมตร ความเร็วระยะ 10 เมตร และความสามารถในการกระโดด ระหว่างกลุ่มที่ฝึกคอนทราสต์และกลุ่มที่ฝึกเชิงซ้อน หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 โดยใช้สถิติ Independent t-test ..... 72

ตารางที่ 21 ตารางเปรียบเทียบหาค่าความแข็งแรงพื้นฐาน Baechle and Earle, 2000 ..... 95

ตารางที่ 22 ตารางแสดงคุณสมบัติยางยืดแต่ละสีของยี่ห้อ Chrispower ..... 114

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

# สารบัญรูปภาพ

**หน้า**

รูปที่ 1 กรอบแนวคิดการเปรียบเทียบผลของการฝึกเชิงซ้อนและการฝึกคอนทราสต์ที่มีต่อพลังกล้ามของกล้ามเนื้อขา ความเร็ว และความสามารถในการกระโดดในนักกีฬาบาสเกตบอลชาย ..... 41

รูปที่ 2 แผนภูมิแสดงขั้นตอนวิจัยการเปรียบเทียบผลของการฝึกคอนทราสต์และการฝึกเชิงซ้อนที่มีต่อพลังของกล้ามเนื้อขา ความเร็ว และความสามารถในการกระโดดในนักกีฬาบาสเกตบอลชาย ..... 52

รูปที่ 3 แสดงการวางแผนน้ำหนักลงบนแผ่นรับแรงกระแทก ..... 96

รูปที่ 4 แสดงการวางแผนน้ำหนักลงบนแผ่นรับแรงกระแทก ..... 96

รูปที่ 5 แผ่นน้ำหนัก ยี่ห้อ Eleiko ของบริษัท ELEIKO Sport AB ผลิตที่รัฐ Chicago, ILประเทศสหรัฐอเมริกา ..... 97

รูปที่ 6 แสดงการวัดระยะระหว่างหมายเลข 1 และ 16 ได้ 120 เซนติเมตร ..... 97

รูปที่ 7 แสดงบาร์เบลอยู่บนแท่นป้องกันการหล่นของบาร์เบล ซึ่งวางอยู่ในช่องหมายเลข 1 ..... 97

รูปที่ 8 แสดงบาร์เบลอยู่บนแท่นป้องกันการหล่นของบาร์เบล ซึ่งวางอยู่ในช่องหมายเลข 16 ..... 98

รูปที่ 9 เครื่องฝึกและทดสอบกล้ามเนื้อแรงระเบิด FT 700 power system ..... 99

รูปที่ 10 เครื่องวัดความสามารถในการกระโดดยี่ห้อ ยาร์ดสติ๊ก ..... 100

รูปที่ 11 กลุ่มตัวอย่างทำการทดสอบความสามารถในการกระโดดในท่า Countermovement jump ..... 101

รูปที่ 12 กลุ่มตัวอย่างทำการทดสอบความสามารถในการกระโดดในท่า One-step Jump ..... 102

รูปที่ 13 เครื่องวัดความสามารถในการวิ่ง ยี่ห้อ Swift Speed Light timing & training systems (Australia) และโคน ..... 103

รูปที่ 14 แผนภูมิแสดงการทดสอบ Sprint test ..... 103

รูปที่ 15 รูปแบบการฝึกแบบคอนทราสต์ ..... 109

รูปที่ 16 รูปแบบการฝึกแบบเชิงซ้อน ..... 110

รูปที่ 17 วิธีการฝึกท่าบาร์เบลล์ แบค สควอท (Barbel back squat) ..... 111

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

รูปที่ 18 วิธีการฝึกท่าแบน แอสซิสเทด จั๊ม สควอท (Band assisted jump squat)..... 112
รูปที่ 19 วิธีการด้วยการกระโดดในท่าจั๊ม สควอท (Jump squat)..... 113
รูปที่ 20 ยางยืด Strength band สีดำ ยี่ห้อ Chris power ..... 114
รูปที่ 21 ผู้วิจัยทำการยืดเหยียดกลุ่มกล้ามเนื้อต้นขาทางด้านหน้าในท่าวอล์กกิ้ง ควอดไดรเซพพ์ สเตรทช์ (Walking quadriceps stretch) ..... 115
รูปที่ 22 ผู้วิจัยยืดเหยียดกลุ่มกล้ามเนื้อน่องและต้นขาด้านหลัง ในสแทนดิ่ง คาล์ฟ แอน แฮมสตริง สเตรทช์ (Standing calf and hamstring)..... 116
รูปที่ 23 ผู้วิจัยยืดเหยียดกลุ่มกล้ามเนื้อบริเวณสะโพก (Knee to chest walking) ..... 116
รูปที่ 24 ผู้วิจัยยืดเหยียดในท่าก้าวย่อด้านข้าง (Side Lunges)..... 117
รูปที่ 25 ผู้วิจัยยืดเหยียดในท่าก้าวย่อด้านหน้า (Forward Lunges)..... 117
รูปที่ 26 ผู้วิจัยยืดเหยียดกลุ่มกล้ามเนื้อบริเวณขาและสะโพกในบอดี้เวท สควอท (Bodyweight Squat)..... 118
รูปที่ 27 ผู้วิจัยทำการยืดเหยียดกลุ่มกล้ามเนื้อเนื้อต้นขาด้านใน ..... 119
รูปที่ 28 ผู้วิจัยทำการยืดเหยียดกลุ่มกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง..... 119
รูปที่ 29 ผู้วิจัยทำการยืดเหยียดกล้ามเนื้อก้น..... 120
รูปที่ 30 ผู้วิจัยทำการยืดเหยียดกล้ามเนื้อก้น..... 120
รูปที่ 31 ผู้วิจัยทำการยืดเหยียดกล้ามเนื้อหลังแขน..... 121
รูปที่ 32 ผู้วิจัยทำการยืดเหยียดกล้ามเนื้อหัวไหล่ ..... 121
รูปที่ 33 ตารางสำเร็จรูปของ Cohen (1988) ช่วยกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่าง..... 122

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

# บทที่ 1
# บทนำ

## ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

กีฬาบาสเกตบอลได้เป็นกีฬาที่ได้รับความนิยมอีกชนิดหนึ่งทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศ กีฬาบาสเกตบอลเป็นกีฬาที่มีเป้าหมายในการทำคะแนนที่ห่วงของฝั่งตรงข้าม โดยการยิงประตู การก้าวเท้ายิงประตู หรือแม้กระทั่งการยัดห่วง โดยที่อีกฝ่ายจะต้องพยายามป้องกันสกัดกั้นไม่ให้อีกฝ่ายสามารถทำคะแนนได้ กีฬาบาสเกตบอลมีลักษณะการเล่นเป็นช่วงที่สั้น และเป็นกิจกรรมที่มีความหนักสูง (High intensity) หลายๆ ครั้ง สลับกับกิจกรรมที่ความหนักต่ำ (Low intensity) ซึ่งเป็นการแข่งขันที่ต้องอาศัยความรวดเร็วในการเคลื่อน ผู้เล่นจะมีช่วงที่เคลื่อนไหวร่างกายทั้งเกมรับและเกมรุกอยู่แทบจะตลอดเวลา ไม่ว่าจะเป็นการเร่งความเร็วเพื่อเล่นในเกมรุกหรือเพื่อลงไปป้องกันฝ่ายตรงข้าม โดยทั่วไปนักกีฬาบาสเกตบอลจะมีการวิ่งด้วยความเร็วที่ระยะสั้นๆ 3 ถึง 10 เมตร ซึ่งใช้เวลาระหว่าง 0.5 ถึง 2 วินาที การวิ่งส่วนใหญ่จะน้อยกว่า 20 เมตร (Ben Abdelkrim et al., 2010; McInnes et al., 1995) และการกระโดดในกีฬาบาสเกตบอลมีความสำคัญอย่างมากในการแข่งขัน เพราะเป็นสมรรถภาพในการเล่นกีฬาบาสเกตบอลที่สำคัญ ซึ่งโดยทั่วไปนักกีฬาบาสเกตบอลจะกระโดด 40 ถึง 50 ต่อเกม ไม่ว่าจะเป็นการกระโดดเพื่อยิงประตูทั้ง 2 และ 3 คะแนน (Jump shot) การก้าวเท้ากระโดดยิงประตู (Lay-up shot) การกระโดดเพื่อแย่งบอล (Rebound) การกระโดดเพื่อป้องกันฝ่ายตรงข้าม (Block) รวมไปถึงการกระโดดยัดห่วง (Dunk) เพื่อทำคะแนน (Ben Abdelkrim et al., 2007) ซึ่งทักษะเหล่านี้นักกีฬาต้องอาศัยการทำงานของกล้ามเนื้อที่หดตัวอย่างรวดเร็วและเกิดการสร้างแรงที่สูง ส่งผลพลังของกล้ามเนื้อขาเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้ความสามารถในการกระโดด (Jumping performance) และความเร็ว (Speed) ได้อย่างเต็มที่

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การกระโดดเป็นการเคลื่อนไหวกล้ามเนื้อส่วนล่างของร่างกาย โดยกล้ามเนื้อขาจะทำงานต่อเนื่องกันเริ่มจากกล้ามเนื้อเหยียดสะโพก กล้ามเนื้อเหยียดเข่าและกล้ามเนื้อข้อเท้า ตามลำดับจนกว่าเท้าจะลอยขึ้นพ้นจากพื้น การกระโดดนอกจากจะต้องอาศัยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแล้วยังเป็นการเอาชนะแรงต้านทานภายในร่างกายด้วยความเร็วในการหดตัวของกล้ามเนื้อสูงสุด ซึ่งต้องใช้พลังของกล้ามเนื้อ (Umberger, 1998) สอดคล้องกับ Rodano et al. (1996) ที่ได้นิยามความหมายของการกระโดดว่า เป็นการเคลื่อนไหวที่เกิดจากทำงานของข้อต่อหลายข้อต่อร่วมกัน โดยกลุ่มกล้ามเนื้อขา ได้แก่ กล้ามเนื้อรอบข้อเท้า ข้อเข่า และสะโพก จะทำงานร่วมกันเพื่อสร้างรูปแบบการเคลื่อนไหวแนวดิ่งโดยใช้พลังจากกล้ามเนื้อ เช่นเดียวกับ ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์ (2544) ได้กล่าวว่า การกระโดดขึ้นจากพื้นกล้ามเนื้อต้องทำงานในลักษณะพลังระเบิด (Explosive power) เพื่อให้ประสิทธิภาพในการกระโดดดีที่สุด หากนักกีฬามีพลังกล้ามเนื้อไม่มากพอก็จะทำให้การกระโดดนั้นช้า

และมีประสิทธิภาพในการกระโดดที่ลดลง ซึ่งสอดคล้องกับ Mcclenton et al., (2008) ที่กล่าวว่า ประสิทธิภาพในการกระโดดในแนวดิ่ง ประเมินจากพลังของกล้ามเนื้อ เนื่องจากความสูงของการกระโดดสอดคล้องกับพลังกล้ามเนื้อสูงสุดที่สัมพันธ์กับน้ำหนักตัว ดังนั้นการที่นักกีฬาจะกระโดดได้อย่างมีประสิทธิภาพจะต้องมีพลังของกล้ามเนื้อที่มีมากพอ ซึ่ง Behm and Sale (1993) และ Schmidtbleicher (1998) ได้แนะนำว่าการที่กล้ามเนื้อสามารถออกแรงได้อย่างเต็มที่ด้วยความเร็วและทำให้เกิดแรงสูงสุด เป็นผลมาจากองค์ประกอบของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Strength) และความเร็วในการหดตัวของกล้ามเนื้อ (Speed of muscular contraction) ซึ่งสามารถพัฒนาได้โดยการฝึกด้วยแรงต้านแบบประเพณีนิยม (Traditional resistance training) ด้วยความหนัก 80 ถึง 90 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักที่สามารถยกได้หนักที่สุดเพียงครั้งเดียว (1 Repetition Maximum; 1RM) การฝึกด้วยแรงต้านที่ความหนักสูงจะช่วยพัฒนาพลังของกล้ามเนื้อนั้น จะต้องมีการทำงานของกล้ามเนื้ออย่างรวดเร็วเพื่อให้เกิดการระดมหน่วยยนต์ของเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วมาทำงาน นอกจากการใช้ความหนักที่สูงในการฝึก ความเร็วในการหดตัวของกล้ามเนื้อและความเร็วในการออกแรงก็เป็นอีกปัจจัยที่มีความสำคัญในการฝึกเพื่อพัฒนาพลังของกล้ามเนื้อ (Hydock, 2001; Karp, 2001) จากการศึกษาของ Neil et al. (Neils et al., 2005) ที่พบว่ากลุ่มที่ฝึกด้วยน้ำหนักด้วยจังหวะในการยกที่เร็ว ค่าพลังของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มที่ฝึกด้วยน้ำหนักด้วยจังหวะในการยกที่ช้า ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ ปิยพงษ์ รองหานาม และ เฉลิม ชัยวัชราภรณ์ (2531) ได้ศึกษาผลของการฝึกพลังของกล้ามเนื้อแบบไอโซโทนิคด้วยความเร็วต่างกันที่มีต่อความสามารถในการยืนกระโดดแนวดิ่ง พบว่าการฝึกด้วยอัตราเร็วสูง สามารถพัฒนาพลังของกล้ามเนื้อต่อความสามารถในการกระโดดในแนวดิ่ง ได้ดีกว่าการฝึกด้วยอัตราเร็วปกติอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Franco-Márquez et al. (2015) ได้ศึกษาผลของการฝึกด้วยแรงต้านแบบความเร็ว (Velocity-Based resistance training) โดยใช้น้ำหนักปานกลางจำนวนครั้งน้อย ส่งผลให้การกระโดดแนวดิ่งได้ดีขึ้น ดังนั้นการที่กล้ามเนื้อออกแรงหดตัวขณะฝึกแบบรวดเร็วจะส่งผลต่อการพัฒนาพลังของกล้ามเนื้อ ดังนั้นความเร็วในการออกแรงขณะฝึกด้วยแรงต้านเป็นจุดประสงค์หลักที่มีส่วนสำคัญต่อการฝึกเพื่อพัฒนาพลังของกล้ามเนื้อ สอดคล้องกับ Karp (2001) ที่ได้กล่าวว่า การระดมหน่วยยนต์ของเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็วมาทำงานจะขึ้นอยู่กับความเร็วในการทำงานของกล้ามเนื้อ ซึ่งจะต้องทำงานด้วยความเร็วปานกลางจนถึงความเร็วสูงเท่านั้น เช่นเดียวกับ O'Shea (2000) ได้กล่าวว่า พลังของกล้ามเนื้อ คือความสามารถของกล้ามเนื้อที่ออกแรงเต็มที่ด้วยความเร็วสูงสุด โดยมีองค์ประกอบทางด้านความแข็งแรงกับความเร็ว ดังนั้นถ้าพลังของกล้ามเนื้อมากก็จะทำให้มีความสามารถในการเร่งความเร็วมากขึ้นด้วย พลังของกล้ามเนื้อจึงเป็นความสามารถของกล้ามเนื้อที่ทำให้เกิดงานในระดับสูงได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งเป็นผลมาจากความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และความเร็วในการหดตัวของกล้ามเนื้อ จึงสรุปได้ว่าการฝึกเพื่อพัฒนาพลังของกล้ามเนื้อนั้นต้องสัมพันธ์กับความ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

เหมาะสมกับองค์ประกอบของพลังกล้ามเนื้อ คือ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและความเร็วในการหดตัวของกล้ามเนื้อ ซึ่งต้องอาศัยความหนักที่เหมาะสมและความเร็วในการฝึกเพื่อให้เกิดการพัฒนาของพลังของกล้ามเนื้อ

การฝึกเชิงซ้อน (Complex training) เป็นรูปแบบการฝึกที่ได้รับความนิยมมากขึ้นในปัจจุบัน เพื่อพัฒนาพลังกล้ามเนื้อ เนื่องจากการฝึกเชิงซ้อนสามารถพัฒนาได้ทั้งความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและความเร็วในการหดตัวของกล้ามเนื้อไปพร้อม ๆ กันภายในเวลาเดียวกัน ซึ่งรูปแบบของการฝึกเชิงซ้อนจะเป็นการฝึกสลับแบบชุดต่อชุด (Set by set) โดยอาศัยคุณสมบัติการทำงานของระบบประสาทกล้ามเนื้อที่เรียกว่า โพสต์แอคทิเวชั่น โพเทนทิเอชั่น (Postactivation potentiation หรือ PAP) ผ่านกลไกของกระบวนการ ฟอสโฟรีเรชั่น (Phosphorylation) ซึ่งหมายถึงกระบวนการที่เกิดมัยโอซินเรกกูลาทอรี่ไลท์เชน (Myosin regulatory light chain) ซึ่งจะทำให้แอคติน (Actin) และไมโอซิน (Myosin) มีความไวต่อแคลเซียมไอออนมากขึ้นและเพิ่มความตื่นตัวของแอลฟ่า มอเตอร์นิวรอน (Alpha motor neuron) ทำการตอบสนองของ เอช รีเฟล็กซ์ (H reflex) ใช้เวลาสั้นลงอีกด้วย รวมไปถึงการกระตุ้นการระดมหน่วยยนต์ที่เพิ่มมากขึ้นอีกด้วย (Hodgson et al., 2005) ซึ่งส่งผลต่อประสิทธิภาพในการหดตัวของกล้ามเนื้อจะเพิ่มขึ้นหลังจากที่ได้รับการกระตุ้นให้ทำงานจากการทำงานก่อนหน้า โดยรูปแบบการฝึกเชิงซ้อนนั้นจะประกอบด้วยการฝึกแบบใช้แรงต้านที่มีความหนักสูง (High resistance training หรือ High-load) โดยทั่วไปจะใช้ความหนักที่ 80-100 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักที่สามารถยกได้หนักที่สุดเพียงครั้งเดียว จำนวน 1-6 ครั้ง เพื่อระดมหน่วยยนต์กล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วมาทำงาน และตามด้วยการฝึกพลัยโอเมตริก ซึ่งเป็นการฝึกเพื่อให้กล้ามเนื้อหดตัวแบบความยาวเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วแล้วตามด้วย หดตัวแบบความยาวลดลงอย่างรวดเร็ว ซึ่งอาศัยกลไกของวงจรการเหยียด – สั้น (Stretch-shorten cycle) ซึ่งจะกระตุ้นการทำงานของสเทรทช์ รีเฟล็กซ์ (Stretch reflex) ที่เกิดขึ้นที่มัสเซิล สปินเดิล (Muscle spindle) ที่ทำหน้าที่รับรู้การยืดของกล้ามเนื้อ เมื่อกล้ามเนื้อมีการยืดตัวออกออย่างรวดเร็ว จะทำให้เกิดการรีเฟล็กซ์ (Reflex) โดยสั่งการให้กล้ามเนื้อมัดที่กำลังมีการยืดตัวออกเกิดการหดตัว (Agonist muscle) ขณะเดียวกันก็ยับยั้งการหดตัวของกล้ามเนื้อด้านตรงข้าม (Antagonist muscle) โดยการฝึกเชิงซ้อนจะต้องใช้ท่าฝึกที่เป็นกลุ่มกล้ามเนื้อเดียวกัน (Docherty et al., 2004; Ebben, 2002; Roden et al., 2014; Santos & Janeira, 2008; Scott et al., 2017) จากการศึกษาของ สุหัท ภู่ทอง และ ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์ (2558) ที่ศึกษาเปรียบเทียบผลฉับพลันของการฝึกเชิงซ้อนโดยใช้จำนวนครั้งและเวลาพักแตกต่างกันที่มีพลังสูงสุด แรงสูงสุด และความเร็วสูงสุด โดยให้กลุ่มทดลองทำการฝึกท่าฮาล์ฟสควอทโดยใช้ความหนักที่ 85 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักที่สามารถยกได้หนักที่สุดเพียงครั้งเดียว ตามจำนวนครั้งและเวลาพักที่กำหนด ผลการทดลองพบว่าระยะการพักก่อนการฝึกพลัยโอเมตริกที่ 30 วินาที ทำให้ความเร็วสูงสุดในการกระโดดเพิ่มขึ้นมากกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งสอดคล้องกับ

การศึกษาของ สินีนุช โสพส และชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์ (2560) ที่ศึกษาผลของการฝึกเสริมด้วยการฝึกเชิงซ้อนที่มีผลต่อสมรรถภาพกล้ามเนื้อในนักกีฬาบาสเกตบอล โดยใช้ระยะเวลาพักระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกพลัยโอเมตริก 30 วินาที หลังจากทดลอง 6 สัปดาห์พบว่า กลุ่มทดลองมีการพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา พลังของกล้ามเนื้อขา ความเร็วและความคล่องแคล่วว่องไวได้ ซึ่งสอดคล้องกับ ภูเบศร์ นภัทรพิทยาธร และคณะ (2553) ที่ได้อธิบายว่าระยะเวลาพักระหว่างชุดการฝึก 30 วินาที เป็นระยะเวลาที่ส่งผลต่อการทำงานของกล้ามเนื้อต่อเนื่องได้ดีที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของ Ebben and watt (1998) ที่ได้กล่าวว่าควรฝึกภายในระยะเวลา 30 วินาทีหลังจากการฝึกด้วยน้ำหนัก เพื่อใช้ประโยชน์จากการระดมหน่วยยนต์จากการฝึกในขั้นแรก จะเห็นได้ว่ารูปแบบการฝึกเชิงซ้อนเป็นการฝึกเพื่อกระตุ้นกล้ามเนื้อ เพื่อช่วยใช้ให้การหดตัวของกล้ามเนื้อจากการฝึกพลัยโอเมตริกมีประสิทธิภาพมากขึ้น

ปัจจุบันได้มีการพัฒนารูปแบบการเพื่อพัฒนาพลังของกล้ามเนื้อ โดยใช้การฝึกด้วยแรงต้านที่มีความหนักสูงเพื่อกระตุ้นกล้ามเนื้อ เรียกว่า การฝึกคอนทราสต์ (Contrast training) ซึ่งจะมีลักษณะคล้ายกับการฝึกเชิงซ้อน โดยมีการฝึกด้วยแรงต้านที่ความหนักสูง และตามด้วยการฝึกที่ช่วยเพิ่มความเร็วในการหดตัวของกล้ามเนื้อ ซึ่งจะอาศัยคุณสมบัติของ PAP เหมือนกัน (Baker, 2001; Smilios et al., 2005) จากการศึกษาของ Maio Alves et al. (2010) ที่ทำการศึกษาผลระยะสั้นของการฝึกคอนทราสต์กับการฝึกเชิงซ้อนในนักฟุตบอล โดยกำหนดความหนัก 85 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักที่สามารถยกได้หนักที่สุดเพียงครั้งเดียวในท่าบาร์เบล แบค สควอท (Barbell back squat) จำนวน 6 ครั้ง และตามด้วยการฝึกแบบเฉพาะเจาะจง กลุ่มที่1 ใช้ระยะในการฝึกคอนทราสต์กับการฝึกเชิงซ้อน 1 สัปดาห์ กลุ่มที่ 2 ใช้ระยะเวลาในการฝึกคอนทราสต์กับการฝึกเชิงซ้อน 2 สัปดาห์ ผลการทดลองพบว่า การฝึกคอนทราสต์และการฝึกเชิงซ้อนของทั้งสองกลุ่มช่วยพัฒนาพลังกล้ามเนื้อ ความสามารถในการกระโดดในท่าสควอท จั๊มพ์ (Squat jump) และความเร็วได้การวิ่งสปริ้นท์ระยะ 5 และ 15 เมตร ได้ เช่นเดียวกับ Garcia et al. (2014) ได้ศึกษาผลของการฝึกคอนทราสต์ในรูปแบบการฝึกด้วยการฝึกไอโซเมตริก (Isometric) ตามด้วยการฝึกพลัยโอเมตริก ในนักกีฬาฟุตบอลเยาวชน ผลการวิจัย พบว่า การฝึกคอนทราสต์ช่วยพัฒนาความสามารถในการกระโดดแนวดิ่ง และความคล่องว่องไวได้ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Roman et al. (Román et al., 2018) ที่ใช้รูปแบบการฝึกคอนทราสต์โดยการฝึกแบบไอโซเมตริก ตามด้วยการฝึกพลัยโอเมตริก เพื่อพัฒนาสมรรถภาพในนักกีฬาบาสเกตบอล พบว่า การฝึกคอนทราสต์สามารถพัฒนาความสามารถในการกระโดดแนวดิ่ง ความคล่องว่องไว และความเร็วได้ จากการใช้ประโยชน์จากการฝึกแบบใช้แรงต้านที่มีความหนักสูงเพื่อกระตุ้นกล้ามเนื้อ ช่วยให้การฝึกพลัยโอเมตริกมีประสิทธิภาพดีขึ้น

ปัจจุบันยังมีการนำอุปกรณ์เสริมเพื่อช่วยพัฒนาการฝึกพลัยโอเมตริกให้เร็วขึ้นโดยใช้ยางยืด (Elastic band) โดยมีการฝึกโดยการใช้แรงช่วยจากยางยืด คล้ายๆกับหลักการฝึกในการวิ่งลงเนิน (Overspeed) อาศัยการหดตัวของกล้ามเนื้อที่เร็วมากกว่าปกติ ซึ่งจะช่วยเพิ่มความเร็วในการวิ่ง และมีการใช้แรงเสริมจากยางยืดช่วยในการฝึกการกระโดดด้วยเช่นกัน ที่จะช่วยให้ลดระยะเวลาที่เท้าสัมผัสพื้น จึงทำให้กล้ามเนื้อสามารถหดตัวของกล้ามเนื้อได้เร็วขึ้นกว่าเดิม ((Anderson et al., 2008); (Argus et al., 2011)) โดยมีการศึกษาของ คชา อุดมตะคุ และ ชัยพัฒน์ หล่อศิริรัตน์ (2556) ที่ได้เปรียบเทียบผลของการฝึกด้วยยางสองรูปแบบที่มีต่อความเร็วในการเตะของนักกีฬาเซปักตะกร้อ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา คือ นักกีฬาเซปักตะกร้อ 30 คน โดยมีกลุ่มที่ 1 จำนวน 15 คน ทำการฝึกด้วยการใช้แรงเสริมของยางยืด (Assisted) และกลุ่มที่ 2 จำนวน 15 คน ทำการฝึกด้วยการใช้แรงต้านของยางยืดใน (Resisted) ใช้เวลาการฝึก 2 วันต่อสัปดาห์ เป็นเวลาทั้งหมด 8 สัปดาห์ พบว่าทั้งสองกลุ่มมีความแข็งแรงของขาที่เพิ่มขึ้นก่อนการฝึก แต่กลุ่มที่ใช้แรงเสริมมีความเร็วในการเตะเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งสอดคล้องกับจากการศึกษาของ Vuk et al. (Vuk et al., 2012) ได้เปรียบเทียบผลของการฝึก 3 รูปแบบ โดยกลุ่มแรกฝึกด้วยการกระโดดแบบปกติ (Free jumping) กลุ่มที่สองฝึกด้วยการใช้แรงช่วยในการกระโดด (Assisted jumping) และกลุ่มที่สามฝึกด้วยการใช้แรงต้านในการกระโดด (Resisted Jumping) ระยะเวลา 7 สัปดาห์ในการฝึก สรุปผลได้ว่าการใช้แรงช่วยในการกระโดดจะช่วยเพิ่มความเร็วสูงสุด (Peak velocity) และเพิ่มความสูงในการกระโดดในอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่เป็นการกระโดดแบบปกติ และพบว่าการฝึกชนิดนี้ในกลุ่มที่เป็นนักกีฬาจะได้ผลดีกว่ากลุ่มคนทั่วไป ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Tran et al. (2012) (Tran et al., 2012)ได้สรุปไว้ว่าการฝึกแบบมีแรงช่วยจะสามารถช่วยเพิ่ม Take-off Velocity (TOV) และพลังของกล้ามเนื้อที่จะส่งผลความสูงในการกระโดดได้ดีขึ้น จึงสรุปได้ว่าการใช้แรงช่วยในการกระโดดจะช่วยเพิ่มความสูงในการกระโดดและ TOV ได้เป็นอย่างดีและยังสามารถพัฒนาพลังของกล้ามเนื้อให้เพิ่มขึ้นอีกด้วย (Sheppard et al., 2011; Tran et al., 2011)

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า รูปแบบการฝึกเชิงซ้อน และการฝึกคอนทราสต์ เป็นรูปแบบการฝึกที่มีเป้าหมายเพื่อพัฒนาพลังของกล้ามเนื้อ และยังสามารถรักษาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อไว้ได้ โดยรูปแบบการฝึกทั้งสองนี้มีความคล้ายคลึงกัน โดยอาศัยหลักการโพสต์แอคทิเวชั่นโพเทนทิเอชั่น ด้วยการใช้ความหนักสูงในการฝึกด้วยแรงต้านกระตุ้นการระดมหน่วยยนต์ของกล้ามเนื้อ และตามด้วยรูปแบบการฝึกที่ช่วยพัฒนาพลังของกล้ามเนื้อ (การฝึกพลัยโอเมตริกในการฝึกเชิงซ้อน และการฝึกพลัยโอเมตริกแบบใช้อุปกรณ์ช่วยในการฝึกคอนทราสต์) นอกจากนี้จากการศึกษายังพบอีกว่า ยังไม่มีงานวิจัยที่นำเอาการฝึกแบบใช้แรงต้านที่มีความหนักสูง ร่วมกับการฝึกพลัยโอเมตริกที่ใช้อุปกรณ์ช่วยให้การฝึก ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาและเปรียบเทียบผลของการฝึกเชิงซ้อน และการฝึกคอนราสต์ที่มีรูปแบบการฝึกที่คล้ายกัน แต่น่าจะส่งผลต่อการพัฒนาพลังของ

กล้ามเนื้อ ความเร็ว และความสามารถในการกระโดดที่แตกต่างกัน เพื่อช่วยในการเพิ่มพลังกล้ามเนื้อ ความเร็ว และความสามารถในการกระโดดของนักกีฬาบาสเกตบอลให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

**วัตถุประสงค์ของงานวิจัย**

1. เพื่อศึกษาผลของการฝึกคอนทราสต์ และการฝึกเชิงซ้อนที่มีต่อพลังของกล้ามเนื้อขา ความเร็ว และความสามารถในการกระโดดในนักกีฬาบาสเกตบอลชาย

2. เพื่อเปรียบเทียบผลของการฝึกคอนทราสต์และการฝึกเชิงซ้อนที่มีต่อพลังของกล้ามเนื้อขา ความเร็ว และความสามารถในการกระโดดในนักกีฬาบาสเกตบอลชาย

**คำถามในการวิจัย**

1. การฝึกคอนทราสต์ และการฝึกคอนทราสต์ส่งผลต่อการพัฒนาพลังของกล้ามเนื้อขา ความเร็ว และความสามารถในการกระโดดในนักกีฬาบาสเกตบอลชายอย่างไร

2. การฝึกคอนทราสต์ และการฝึกเชิงซ้อนส่งผลต่อการพัฒนาพลังของกล้ามเนื้อขา ความเร็ว และความสามารถในกระโดดแตกต่างกันในนักกีฬาบาสเกตบอลชายหรือไม่ อย่างไร

**สมมุติฐานของการวิจัย**

1. การฝึกคอนทราสต์ และการฝึกเชิงซ้อนส่งผลต่อการเพิ่มพลังของกล้ามเนื้อขา ความเร็ว และความสามารถในการกระโดดในนักกีฬาบาสเกตบอลชายมากขึ้น

2. การฝึกคอนทราสต์ และการฝึกเชิงซ้อนสามารถเพิ่มพลังของกล้ามเนื้อขา ความเร็ว และความสามารถในกระโดดของนักกีฬาบาสเกตบอลชายได้แตกต่างกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

**ขอบเขตงานวิจัย**

10.1 กลุ่มตัวอย่าง คือ นักบาสเกตบอลชาย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ช่วงอายุ 18-25 ปี ไม่มีโรคประจำตัวและไม่มีอาการบาดเจ็บทางร่างกาย จำนวน 30 คน

10.2 ตัวแปรที่ศึกษา ประกอบด้วย

ตัวแปรต้น: โปรแกรมการฝึกคอนทราสต์ และโปรแกรมการฝึกเชิงซ้อน

ตัวแปรตาม: 1. พลังกล้ามเนื้อขา

- พลังสูงสุด
- ปฏิกิริยาในแนวดิ่งสูงสุด
- ความเร็วของบาร์เบลสูงสุด

2. ความเร็ว

- ความเร็วระยะ 5 เมตร
- ความเร็วระยะ 10 เมตร

3. ความสามารถในการกระโดด
- ความสามารถในการกระโดดท่า Countermovement jump
- ความสามารถในการกระโดดท่า One-step jump

10.3 ระยะเวลา

การศึกษาใช้เวลา 8 สัปดาห์ โดยทำการฝึก 2 วันต่อสัปดาห์ (ห่างกันไม่น้อยกว่า 48 ชั่วโมง) ในช่วงเวลา 15.00–17.00 น.

10.4 สถานที่

ห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์การกีฬา คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**คำจำกัดความการวิจัย**

**นักกีฬาบาสเกตบอลชาย** หมายถึง นักกีฬาบาสเกตบอลของชมรมกีฬาบาสเกตบอล จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มีอายุตั้งแต่ 18-25 ปี และมีประสบการณ์ในการเล่นบาสเกตบอลไม่ต่ำกว่า 2 ปี

**การฝึกคอนทราสต์ (Contrast training)** หมายถึง การฝึกด้วยน้ำหนักที่ความหนักสูงร่วมกับการฝึกด้วยน้ำหนักที่ความหนักต่ำหรือการฝึกความเร็วในการหดตัวของกล้ามเนื้อ โดยใช้ท่าฝึกที่เป็นกลุ่มกล้ามเนื้อเดียวกัน ในการวิจัยครั้งนี้ใช้ท่าบาร์เบล แบค สควอท (Barbell back squat) ที่ความหนัก 85 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักที่สามารถยกได้หนักที่สุดเพียงครั้งเดียว จำนวน 6 ครั้ง แล้วตามการฝึกท่าแบน แอสซิสเทด จั๊ม สควอท (Band assisted jump squat) จำนวน 12 ครั้ง

**การฝึกเชิงซ้อน (Complex training)** หมายถึง การฝึกด้วยน้ำหนักที่ความหนักสูง ร่วมกับการฝึกพลัยโอเมตริก โดยใช้ท่าฝึกที่เป็นกลุ่มกล้ามเนื้อเดียวกัน ในการวิจัยครั้งนี้ใช้ท่าบาร์เบล แบค สควอท (Barbell back squat) ที่ความหนัก 85 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักที่สามารถยกได้หนักที่สุดเพียงครั้งเดียว จำนวน 6 ครั้ง แล้วตามด้วยการท่าจั๊ม สควอท (Jump squat) จำนวน 12 ครั้ง

**พลังของกล้ามเนื้อขา (Leg muscular power)** คือ ความสามารถของกล้ามเนื้อที่ออกแรงได้มากที่สุดอย่างรวดเร็วหนึ่งครั้ง ในการวิจัยครั้งนี้ใช้พลังกล้ามเนื้อขาในการกระโดดขึ้นในแนวดิ่งจากท่าย่อตัวให้เข่าทำมุม 110 องศา โดยงานวิจัยครั้งนี้วัดพลังของกล้ามเนื้อขาด้วยเครื่องฝึกและทดสอบกล้ามเนื้อแรงระเบิด FT700 power system ที่เชื่อมต่อกับโปรแกรม Ballistic measurement system โดยวัดค่าดังต่อไปนี้

**พลังสูงสุด (Peak power)** หมายถึง ค่าของผลคูณระหว่างแรงปฏิกิริยาจากพื้นในแนวดิ่งกับความเร็วของบาร์เบล ณ ช่วงเวลาเดียวกันที่ทำให้เกิดค่าสูงสุด มีหน่วยเป็นวัตต์ต่อน้ำหนักตัว

**แรงปฏิกิริยาในแนวดิ่งสูงสุด (Peak vertical ground reaction force)** หมายถึง แรงปฏิกิริยาในแนวดิ่งจากพื้นที่เกิดขึ้นจากการออกแรงเหยียดสะโพกและขา ลงบนแผ่นตรวจรับแรงกระแทก (Force plate) มีหน่วยเป็นนิวตันต่อน้ำหนักตัว

**ความเร็วของบาร์เบลสูงสุด (Peak velocity)** หมายถึง ความสามารถของกล้ามเนื้อขาที่ออกแรงทำให้บาร์เบลล์เกิดการเคลื่อนไหวด้วยความเร็ว มีหน่วยเป็นเมตรต่อวินาที

**ความเร็ว (Speed)** หมายถึง ความสามารถในการเคลื่อนที่จากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งด้วยระยะเวลาอันสั้นที่สุด ในการวิจัยครั้งนี้ทดสอบความเร็วที่ระยะทาง 5 เมตร และ 10 เมตร โดยใช้รูปแบบการทดสอบ Sprint test และจับเวลาเครื่อง Swift Speed Light timing & training systems มีหน่วยเป็นวินาที

**ความสามารถในการกระโดด (Jumping performance)** หมายถึง ความสามารถในการกระโดดสูงสุดที่ทำได้จากกระโดดโดยเท้าทั้งสองข้างพ้นจากพื้นพร้อมกันด้วยความพยายามสูงสุด โดยในงานวิจัยครั้งนี้ใช้เครื่องมือวัดความสามารถในการกระโดด ยาร์ดสติ๊ก (Yardstick, Swift performance equipment, Lismore NSW, Australia) มีหน่วยเป็นเซนติเมตร โดยทดสอบความสามารถในการกระโดด ดังนี้

**การกระโดดในแนวดิ่ง (Vertical jump)** หมายถึง ความสูงจากการกระโดดในแนวดิ่งด้วยความพยายามสูงสุด ในงานวิจัยครั้งนี้ใช้ท่า Countermovement jump ในการทดสอบ มีหน่วยเป็นเซนติเมตร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

**การก้าวเท้ากระโดด (One-step jump)** หมายถึง ความสูงจากการกระโดด โดยการก้าวเท้านำ และเท้าตาม แล้วกระโดดขึ้นไปแนวดิ่งด้วยความพยายามสูงสุด หน่วยเป็นเซนติเมตร (Wen et al., 2018)

**ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ**

1. ทำให้ทราบผลการฝึกคอนทราสต์และที่มีต่อพลังของกล้ามเนื้อขา ความเร็ว และความสามารถในการกระโดดในนักกีฬาบาสเกตบอลชาย

2. เป็นรูปแบบทางเลือกของการฝึกสมรรถภาพทางกายเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพให้กับนักกีฬาบาสเกตบอลหรือกีฬาที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน

# บทที่ 2
# เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาค้นคว้ารวบรวมข้อมูลต่าง ๆ จากหนังสือ วารสาร เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งภายในประเทศและต่างประเทศโดยนำเสนอตามหัวข้อ ดังต่อไปนี้

1. ความหมายและองค์ประกอบของสมรรถภาพทางกาย
2. ความรู้พื้นฐานการทำงานของกล้ามเนื้อ
    2.1 ชนิดของเส้นใยกล้ามเนื้อ (Muscle fiber types)
    2.2 ชนิดการทำงานของกล้ามเนื้อ (Type of muscle)
3. หลักการฝึกกีฬา
    3.1 หลักการกำหนดโปรแกรมการฝึกแรงต้านด้วยน้ำหนัก
4. การวางแผนระยะยาวของการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ
5. ความสำคัญพลังของกล้ามเนื้อ
    5.1 หลักการพัฒนาพลังของกล้ามเนื้อ
6. ความสามารถในการกระโดด
    6.1 ความสำคัญในการกระโดด
7. ความสำคัญของความเร็ว
    7.1 หลักการพัฒนาความเร็ว
    7.2 หลักเบื้องต้นของความเร็ว
    7.3 องค์ประกอบของความเร็ว
    7.4 การเร่งความเร็ว
8. ความรู้เกี่ยวกับยางยืด
9. การฝึกเชิงซ้อน
10. การฝึกคอนทราสต์
11. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
    11.1 งานวิจัยในประเทศ
    11.2 งานวิจัยต่างประเทศ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

**1. ความหมายและองค์ประกอบของสมรรถภาพของกล้ามเนื้อ**

สมรรถภาพทางกาย หมายถึง ความสามารถหรือประสิทธิภาพการแสดงออกทางร่างกายได้อย่างเต็มที่ และสามารถทำกิจกรรมในชีวิตประจำวันได้อย่างเต็มที่ มีความคล่องแคล่วว่องไว ร่างกายมีภูมิต้านทานโรคสูง จิตใจร่าเริงแจ่มใส สมรรถภาพทางกายที่ดีจึงถือเป็นสิ่งสำคัญต่อการดำรงชีวิตประจำวันของ

สมรรถภาพของร่างกายที่ที่ประกอบกิจกรรมอย่างใดอย่างหนึ่งเป็นเวลานานต่อต่อกันโดยไม่หยุดพัก หรือเกิดความเหน็ดเหนื่อย อ่อนเพลียมากจนเกินไป ผลของงานที่ได้รับมีประสิทธิภาพสูงและภายหลังจากการทำงานเสร็จแล้วร่างกายสามารถคืนสู่สภาวะปกติได้ในเวลาอันรวดเร็ว (การกีฬาแห่งประเทศไทย, 2548)

Hoeger (1989) ได้แบ่งสมรรถภาพทางกายออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. องค์ประกอบของสมรรถภาพเกี่ยวกับสุขภาพ (Health related physical fitness) มี 4 องค์ประกอบ ดังนี้

1.1 ความอดทนของระบบหัวใจและหลอดเลือด (Cardiovascular endurance)

1.2 ความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อ (Muscular Strength and endurance)

1.3 ความอ่อนตัว (Flexibility)

1.4 ความสมส่วนของร่างกาย (Body composition)

2. องค์ประกอบที่เกี่ยวของกับการมีทักษะที่ดี (Skill related physical fitness) ประกอบด้วย 10 องค์ประกอบ ดังนี้

2.1 ความอดทนของระบบหัวใจและหลอดเลือด (Cardiovascular endurance)

2.2 ความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อ (Muscular Strength and endurance)

2.3 ความอ่อนตัว (Flexibility)

2.4 ความสมส่วนของร่างกาย (Body composition)

2.5 ความคล่องแคล่วว่องไว (Agility)

2.6 ความสมดุลของร่างกาย (Balance)

2.7 การทำงานประสานกันของระบบประสาทและกล้ามเนื้อ (Neuromuscular co-ordination)

2.8 พลังกล้ามเนื้อ (Power)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.9 ปฏิกิริยาตอบสนอง (Reaction time)

2.10 ความเร็ว (Speed)

Mathew (1978) ได้กล่าวว่า สมรรถภาพทางกาย ความสามารถของร่างกายในการทำกิจกรรมต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพติดต่อกันเป็นเวลานาน โดยไม่เกิดความเมื่อยล้า และอ่อนเพลีย ซึ่งเป็นการทำงานหนักของกล้ามเนื้อในแต่ละบุคคลประกอบไปด้วย ความแข็งแรง ความอดทน ความอ่อนตัว พลังกล้ามเนื้อ ความอดทนของระบบหัวใจและหลอดเลือด หรือความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตและระบบหายใจ และการทำงานประสานกันระหว่างประสาทและกล้ามเนื้อ

Sharkey and Gaskill (2006) ได้เสนอองค์ประกอบของสมรรถภาพของกล้ามเนื้อไว้ดังนี้

1. ความแข็งแรง (Strength) คือ ความสามารถของกล้ามเนื้อในการหดตัวเพื่อให้ทำงานได้อย่างเต็มที่ในการออกแรงหนึ่งครั้ง ซึ่งความแข็งแรงของกล้ามเนื้อนั้นเป็นพื้นฐานที่สำคัญของกีฬาทุกชนิดเพื่อใช้ในการฝึกซ้อมหรือแข่งขันได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นการพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อจึงเป็นสิ่งจำเป็นที่ควรคำนึงถึงอันดับแรก ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อสามารถพัฒนาได้โดยการฝึกด้วยน้ำหนัก เป็นต้น

2. พลังกล้ามเนื้อ (Power) คือ ความสามารถของกล้ามเนื้อขาที่ออกแรงได้มากที่สุดอย่างรวดเร็วทำให้เกิดงานในระดับสูง พลังแสดงออกมาให้เห็นในรูปของงาน ที่แสดงความสัมพันธ์ของงาน (Work) กับความแข็งแรง (Strength) และอัตราเร็ว (Velocity) ไว้ดังนี้

$$\text{Work} = \text{Force} \times \text{Distance}$$

$$\text{Power} = \text{Work}/\text{Time}$$

$$\text{Velocity} = \text{Distance}/\text{Time}$$

ดังนั้น

$$\text{Power} = (\text{Force} \times \text{Distance})/\text{Time}$$

หรือ

$$\text{Power} = \text{Strength} \times \text{Velocity}$$

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

3. ความอดทนของกล้ามเนื้อ และพลังความอดทนของกล้ามเนื้อ (Muscle Endurance and Power endurance)

3.1 ความอดทนของกล้ามเนื้อ หมายถึง ความสามารถในการปฏิบัติกิจกรรมใดกิจกรรมหนึ่งได้ในระยะเวลาที่ยาวนาน โดยปราศจากความเมื่อยล้า หรือเมื่อยล้าน้อยที่สุด แต่ละชนิดกีฬาต้องการความทนทานของกล้ามเนื้อไม่เหมือนกัน ดังนั้นควรมีรูปแบบการฝึกที่เหมาะสมกับความต้องการของแต่ละกีฬา

3.2 พลังความอดทนของกล้ามเนื้อ หมายถึง ความสามารถในการปฏิบัติกิจกรรมใดกิจกรรมหนึ่งได้ในระยะเวลาหนึ่งด้วยความเร็ว เช่น จำนวนครั้งที่นักกีฬาทำได้ในเวลาที่จำกัด กีฬาที่ใช้ความหนักระดับปานกลางในเวลาที่จำกัด (Medium load over a few minutes) ได้แก่ กีฬามวยปล้ำ จำเป็นต้องการพลังงานความทนทานของกล้ามเนื้อในระดับปานกลาง (Medium-term power endurance) กีฬาที่ใช้ความหนักระดับเบาในเวลาที่จำกัด (Light load over a few minutes) ได้แก่ นักวิ่งระยะยาว นักปั่นจักรยานระยะไกล เทนนิส ฟุตบอล วอลเลย์บอล บาสเกตบอล แบดมินตัน เป็นต้น ต้องการพลังความอดทนของกล้ามเนื้อที่ยาวนาน (Long-term power endurance) ส่วนการทำงานของกล้ามเนื้อที่ออกแรงในระยะสั้น (Short put) เช่น การเตะฟุตบอล จังหวะการตีลูกเทนนิส ต้องการพลังความอดทนของกล้ามเนื้อน้อย (Short-term power endurance)

4. ปฏิกิริยาตอบสนอง ความไว และความเร็ว (Reaction time, Quickness and Speed)

4.1 ปฏิกิริยาตอบสนอง หมายถึง ช่วงระยะเวลาระหว่างที่มีการกระตุ้นและปฏิกิริยาตอบสนองครั้งแรกต่อการกระตุ้น ปฏิกิริยาตอบสนองในที่นี้อยู่ภายใต้การควบคุมของอำนาจจิตใจโดยการสั่งการจากระบบประสาทได้รับสิ่งเร้าแล้วสั่งการลงที่กล้ามเนื้อ ตัวอย่างเช่น เวลาที่นักกีฬาเบสบอลตีลูกเบสบอล

4.2 ความไว หมายถึง การตอบสนองของสิ่งกระตุ้นในช่วงระยะอันสั้น เช่น ในการก้าวเท้าหนึ่งถึงสองก้าว ในกีฬาวอลเลย์บอลที่มีการใช้ความไวมาก เช่น จังหวะในการขึ้นบล็อก การเข้าไปตีลูก เช่นเดียวกับกีฬาเทนนิสที่ต้องใช้ความไวเหมือนกัน

4.3 ความเร็ว หมายถึง ความสามารถในการเคลื่อนที่จากจุดหนึ่งไปยังอีกจุงหนึ่งได้โดยใช้ระยะเวลาน้อยที่สุด นักกีฬาวิ่งระยะสั้นต้องการทั้งปฏิกิริยาตอบสนอง ความไว และความเร็วที่ดีเพื่อที่จะได้ชัยชนะ แต่ในนักกีฬาวิ่งระยะไกลไม่ต้องการปฏิกิริยาตอบสนอง และความไวต้องการเพียงแค่การรักษาความเร็วให้คงที่

5. การทรงตัว (Balance) หมายถึง ความสามารถในการรักษาความสมดุลของร่างกายในขณะที่อยู่กับที่และในขณะที่เคลื่อนไหวอยู่ไม่เสียสมดุล ซึ่งเป็นความสามารถในการทำงานประสานกันระหว่างระบบประสาทและระบบกล้ามเนื้อ การทรงตัวแบ่งออกเป็นสองประเภท คือ

5.1 การทรงตัวอยู่กับขณะเคลื่อนที่ (Dynamic balance)

5.2 การทรงตัวขณะอยู่กับที่ (Static Balance)

6. ความอ่อนตัว (Flexibility) หมายถึง ความสามารถของกล้ามเนื้อในการที่จะยืดออกและหดเข้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ การที่มุมหรือข้อต่อในส่วนต่าง ๆ ของร่างกายสามารถที่จะเคลื่อนไหวได้อย่างมีประสิทธิภาพนั้นขึ้นอยู่กับความอ่อนตัว

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

7. ความคล่องแคล่วว่องไว (Agility) หมายถึง ความสามารถในการเคลื่อนที่ได้อย่างรวดเร็วจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง ความสามารถในการเปลี่ยนทิศทาง (Change direction) ในตำแหน่งที่ยืนอยู่ไปยังตำแหน่งที่ได้เปรียบในการแข่งขัน การพัฒนาความแข็งแรง พลังกล้ามเนื้อ ความทนทานของกล้ามเนื้อ พลังความทนทานของกล้ามเนื้อ ปฏิกิริยาตอบสนอง ความไว ความเร็ว ความสมดุลของร่างกาย และความอ่อนตัวให้ดีขึ้น จะส่งผลทำให้ความคล่องแคล่วว่องไวดีขึ้นตามไปด้วย

**2. ความรู้พื้นฐานของกล้ามเนื้อ**

**2.1 ชนิดของเส้นใยกล้ามเนื้อ (Muscle fiber types)**

Powers and Walker (1982) ได้กล่าวว่าเส้นใยกล้ามเนื้อแบ่งออกได้ 3 ชนิด ซึ่งแตกต่างกันที่ความเร็วในการหดตัว และความอดทนต่อการล้า เนื่องจากกล้ามเนื้อส่วนใหญ่จะผสมไปด้วยเส้นใยกล้ามเนื้อทั้ง 3 ชนิด โดยแบ่งออก ดังนี้

1. เส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวช้า (Slow twitch fibers, ST) เป็นเส้นใยที่หดตัวได้ช้า และสร้างแรงขึ้นได้น้อย แต่มีความอดทนต่อการล้าของกล้ามเนื้อได้มาก เส้นใยกล้ามเนื้อชนิดนี้จะมีสีแดง เพราะว่ากล้ามเนื้อชนิดนี้จะมีเส้นเลือดฝอยจำนวนมาก เพื่อคอยทำหน้าที่ในการลำเลียงออกซิเจนในรูปของไมโอโกลบินมาให้ และยังมีความสามารถในการผลิตสารสร้างพลังงาน ที่เรียกว่า อะดีโนซีน ไตรฟอสเฟต (Adenosine Triphosphate) หรือ เอทีพี (ATP) ได้มาก ซึ่งเกิดจากกระบวนการหายใจระดับเซลล์แบบแอโรบิก เส้นใยชนิดนี้จึงเหมาะสมกับการออกกำลังกายที่มีความเข้มข้นต่ำ และใช้เวลานาน ๆ

2. เส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็ว (Fast twitch fibers, FT) เส้นใยกล้ามเนื้อชนิดนี้จะมีความสามารถในการหดตัวได้เร็วและยังสร้างแรงได้มาก แต่มีความอดทนต่อการล้าน้อย เส้นใยกล้ามเนื้อชนิดนี้จะมีสีขาวเนื่องจากมีเส้นเลือดฝอยอยู่ไม่มาก และมีการหายใจระดับเซลล์แบบแอโรบิกต่ำ จึงเป็นเส้นใยที่เหมาะในการผลิตสารพลังงาน จากกระบวนการหายใจระดับเซลล์แบบแอนแอโรบิก แต่ความสามารถในการผลิตสารพลังงานได้เพียงช่วงเวลาสั้น ๆ เส้นใยชนิดนี้จึงเหมาะกับกิจกรรมหรือการเคลื่อนไหวที่ต้องใช้ความเร็วและแรง เช่น การวิ่งเร็ว การกระโดด

3. เส้นใยชนิดผสม (Intermediate fibers) เป็นเส้นใยกล้ามเนื้อที่มีคุณสมบัติอยู่ระหว่างเส้นใยชนิดหดตัวช้าและเส้นใยชนิดหดตัวเร็ว โดยสามารถหดตัวได้เร็วและแรงกว่าเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวช้า (ST) แต่น้อยกว่าเส้นใยชนิดหดตัวเร็ว (FT) และเส้นใยชนิดนี้มีสีแดงมากกว่าเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวช้า (ST) แต่น้อยกว่าเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็ว (FT)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

เส้นใยกล้ามเนื้อสามารถเปลี่ยนจากชนิดหนึ่งไปยังชนิดหนึ่งได้ ขึ้นอยู่กับโปรแกรมการฝึก เช่น การฝึกความอดทน (Endurance Training) สามารถทำให้กล้ามเนื้อเกิดการเปลี่ยนระหว่างเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็ว กับเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดผสม

**2.2 ชนิดการทำงานของกล้ามเนื้อ (Type of muscle)**

Bompa (1999) ได้แบ่งชนิดการทำงานของกล้ามเนื้อเป็น 3 ชนิด ดังนี้

1. การทำงานแบบไอโซโทนิก (Isotonic) คือ การทำงานของเส้นใยกล้ามเนื้อโครงร่างหรือเส้นใยกล้ามเนื้อลายชนิดนี้ เป็นการทำงานของเส้นใยกล้ามเนื้อโครงร่าง หรือลายที่มีการเปลี่ยนเปลี่ยนมุมในข้อต่อที่เกี่ยวข้องในลักษณะที่มีน้ำหนักคงที่ ซึ่งน้ำหนักคงที่ ได้แก่ น้ำหนักของผู้ฝึก น้ำหนักของดัมเบลล์ และน้ำหนักของบาร์เบลล์ เป็นต้น

ไอโซโทนิก หมายถึง การตึงตัวที่เท่ากัน (Equal tension) แต่การตึงตัวที่เท่ากันนี้ไม่ได้หมายความถึงการตึงตัวของเส้นใยกล้ามเนื้อโครงร่างหรือเส้นใยกล้ามเนื้อลาย เพราะเส้นใยกล้ามเนื้อโครงร่างหรือเส้นใยกล้ามเนื้อลายจะมีการตึงตัวต่างกันที่มุมต่างๆ ของข้อต่อซึ่งมีการเคลื่อนไหวตามน้ำหนักจากภายนอกที่มีค่าคงที่ เพราะฉะนั้นการตึงตัวที่เท่ากัน หมายถึง การตึงตัวที่เท่ากันของน้ำหนักภายนอกที่มีค่าคงที่ตลอดมุมข้อต่อที่เกี่ยวข้องในการเคลื่อนไหว ซึ่งเป็นความตึงตัวของน้ำหนักคงที่ตลอดมุมของการเคลื่อน (Range of motion) ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด คือ

1.1 การทำงานของกล้ามเนื้อแบบหดสั้น (Concentric contraction) คือ การทำงานขอกล้ามเนื้อโดยที่ความยาวของกล้ามเนื้อหดสั้นลง ซึ่งจะทำให้มีเกิดงานที่เป็นบวกในฟิสิกส์ เช่น การทำท่างอศอก (Biceps curl) ในจังหวะที่มีการยกน้ำหนักเข้าหาตัว

1.2 การทำงานของกล้ามเนื้อแบบเหยียดออก (Eccentric contraction) หมายถึง การหดตัวของกล้ามเนื้อในทางตรงกันข้ามกับการทำงานของกล้ามเนื้อแบบหดสั้น ซึ่งจะทำให้เกิดงานทางลบในทางฟิสิกส์ เช่น การทำท่างอศอก (Biceps curl) ในจังหวะที่มีการยกน้ำหนักออกจากตัว เป็นผลให้ความยาวของกล้ามเนื้อกลับสู่ความยาวตอนเริ่มต้นอีกครั้ง และทำให้มุมของข้อศอกเพิ่มมากขึ้น

2. การทำงานแบบไอโซเมตริก (Isometric) คือ การทำงานของเส้นใยกล้ามเนื้อโครงร่างหรือกล้ามเนื้อลายชนิดที่ไม่มีการเปลี่ยนมุมของข้อต่อที่เกี่ยวข้อง ตลอดจนไม่มีการเปลี่ยนแปลงของความยาว (หรือถ้าเปลี่ยนก็จะมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย) ของเส้นใยกล้ามเนื้อโครงร่างหรือเส้นใยกล้ามเนื้อลายที่หดตัว อย่างไรก็ดีการตึงตัวของเส้นใยกล้ามเนื้อลายจะมากขึ้น จากที่กล่าวมาการหดตัวของเส้นใยกล้ามเนื้อโครงร่างหรือเส้นใยกล้ามเนื้อลายแบบไอโซเมตริก จึงไม่ทำให้ร่างกายเกิดการเคลื่อนไหว ซึ่งผลก็คือ ทำให้ไม่มีงานเกิดขึ้นในแง่ของฟิสิกส์ เนื่องจากไม่มีระยะทางจากการเคลื่อนไหวเข้ามาเกี่ยว และไม่มีการเปลี่ยนแปลงของมุมข้อต่อ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

3. การทำงานแบบไอโซคิเนติก (Isokinetic) การหดตัวของกล้ามเนื้อที่มีการเคลื่อนไหวด้วยความเท่ากันตลอดการเคลื่อนไหวการทำงานของกล้ามเนื้อแบบไอโซคิเนติกจะต้องอาศัยเครื่องมือที่สามารถปรับความเร็วของการเคลื่อนไหวได้เท่ากันตลอดมุมของการเคลื่อนไหว โดยในขณะที่เคลื่อนไหวนั้น ทั้งการงานของกล้ามเนื้อโดยการหดสั้นและทำงานแบบเหยียดออก จะเกิดต้านที่เท่ากัน นอกจากนี้การฝึกชนิดนี้จะทำให้กล้ามเนื้อออกแรงได้สูงสุดตลอดทั้งการเคลื่อนไหว ซึ่งการฝึกแบบอื่นไม่สามารถทำได้

**3. หลักการฝึกกีฬา**

การฝึกด้วยน้ำหนักเป็นวิธีการหนึ่งที่จะทำให้นักกีฬามีความแข็งแรงและพลังกล้ามเนื้อโดยสามารถกำหนดความหนัก จำนวนครั้ง จำนวนชุด และจำนวนวันที่ฝึกที่เหมาะสมกับแต่ละบุคคลได้ โดยกำหนดความหนักสูงสุด คือ 1RM (Repetition maximum) ซึ่งเป็นน้ำหนักสูงสุดที่ทำได้เพียงหนึ่งครั้งและไม่สามารถทำต่อได้อีก การเพิ่มพลังกล้ามเนื้อจากการฝึกด้วยน้ำหนักยังมีการหดตัวของกล้ามเนื้อ ความหลากหลายในเรื่องของเร็วในการหดตัว ตามโปรแกรมและช่วงการฝึก และความหลากหลายในเรื่องของเครื่องมือที่ใช้ในการฝึก ความหลากหลายในระยะฝึกตามแผนการฝึก จะทำให้เพิ่มประสิทธิภาพของการฝึกมากขึ้น บอมพา (Bompa, 1993) ได้กล่าวถึงหลักการฝึกไว้ ดังนี้

1. หลักของความแต่งต่างของบุคคล (Principle of individualization) คือ ความแตกต่างระหว่างบุคลลในการฝึก ที่จะต้องคำนึงถึง คือระดับความสามารถแต่ละบุคคล รวมถึงพื้นฐานของการฝึกในแต่ละบุคคล ดังนั้นการฝึกในแต่ละบุคคลแม้จะเล่นกีฬาชนิดเดียวกัน การฝึกอาจจะไม่เหมือนกัน

2. หลักของความเฉพาะเจาะจง (Principle of Specificity) คือ การฝึกจะต้องมีความเฉพาะเจาะจงที่จะพัฒนาความแข็งแรงในกีฬาชนิดนั้น ๆ จึงต้องเลือกโปรแกรมการฝึกความแข็งแรงให้เหมาะสมกับการเคลื่อนไหวหรือทักษะกีฬา ซึ่งพิจารณาจากระบบพลังงานหลักที่ต้องใช้ของกีฬานั้น ๆ การเลือกฝึกเพื่อพัฒนาพลังกล้ามเนื้อ จะต้องให้สอดคล้องตรงการใช้พลังงาน เช่น การเลือกฝึกเพื่อที่ใช้ในกีฬาที่ใช้ความเร็ว เช่น วิ่ง ฟุตบอล รักบี้ เทนนิส ก็ต้องการฝึกพลังกล้ามเนื้อเป็นหลักให้ตรงกับกลุ่มกล้ามเนื้อที่ใช้งาน

3. หลักของการเพิ่มน้ำหนักแบบก้าวหน้าในการฝึก (Principle of progressive increase of load training) คือ ความก้าวหน้าของการเพิ่มน้ำหนักในการฝึก เพื่อทำให้กล้ามเนื้อมีการพัฒนามากขึ้น เป็นพื้นฐานสำคัญสำหรับการวางแผนการฝึกของนักกีฬา ซึ่งพิจารณาจากระดับความสามารถของนักกีฬา

4. หลักของความหลากหลายในการฝึก (Principle of variety) คือ ความหลากหลายของรูปแบบของการฝึก ซึ่งมีความจำเป็นเพราะการฝึกซ้ำกันนั้น นักกีฬาจะเกิดความเบื่อหน่ายไม่อยากฝึก การให้ความหลากหลายรูปแบบของการฝึกที่เหมาะสมกับการพัฒนาการเคลื่อนไหวช่วงเวลาก่อนการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

แข่งขันในช่วงระหว่างการแข่งขัน หรือจบฤดูกาลแข่งขัน ความหลากหลายในการใช้น้ำหนักที่สอดคล้องกับหลักการเพิ่มน้ำหนักแบบก้าวหน้าในฝึก ความหลากหลายของชนิดของการหดตัวของกล้ามเนื้อ ความหลากหลายในเรื่องของความเร็วในการหดตัวของกล้ามเนื้อ ตามโปรแกรมและช่วงของการฝึก และความหลากหลายในเรื่องของอุปกรณ์ที่ใช้ในการฝึก ความหลากหลายในระยะการฝึกตามแผนโปรแกรมการฝึก จะทำให้เพิ่มประสิทธิภาพของการฝึกนั้นเพิ่มขึ้น

5. หลักของการย้อนกลับ (Principle of reversibility) คือ หลักของการใช้และไม่ใช้ (Law of use or no use) เมื่อกล้ามเนื้อที่ได้รับการฝึกจะเกิดการพัฒนา แต่ในทางกลับกันถ้ากล้ามเนื้อที่เคยฝึก ไม่ได้รับการฝึกต่ออีก หรือไม่ได้รับการพัฒนาขึ้น กล้ามเนื้อจะกลับสู่สภาพเดิม สมรรถภาพทางกายบางประการ เช่น ความแข็งแรง จะลดลงอย่างเร็วเมื่อหยุดฝึกซ้อมเพียง 2 สัปดาห์ ความสามารถในการทำงานลดลงอย่างชัดเจน และการพัฒนาการฝึกซ้อมหลายอย่างสูญเสียไปหลังจากหยุดการออกกำลังกายหรือหยุดฝึกซ้อม

**3.1 หลักการกำหนดโปรแกรมการฝึกแรงต้านด้วยน้ำหนัก**

ความหนัก (Intensity) ความหนักที่เหมาะสมสำหรับการพัฒนาความแข็งแรง ควรกำหนดความหนักที่ 80-85 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักที่สามารถยกได้หนักที่สุดเพียงครั้งเดียว ซึ่งระดับความหนักนี้สามารถกระทำหรือยกได้ประมาณ 6-8 ครั้ง ในแต่ละท่า อย่างไรก็ตามหากต้องการฝึกเพื่อพัฒนาความทนทานของกล้ามเนื้อ ควรกำหนดความหนักที่ ≤ 60 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักที่สามารถยกได้หนักที่สุดเพียงครั้งเดียวกระทำหรือยกได้ประมาณ 15-20 ครั้ง และสำหรับการฝึกขั้นสูงเพื่อพัฒนาขนาดของกล้ามเนื้อจะต้องเพิ่มปริมาณการฝึกด้วยการเพิ่มจำนวนเซต จำนวนท่าในการฝึกแต่ละกลุ่มกล้ามเนื้อ และเพิ่มความถี่ในแต่ละอาทิตย์

จำนวนชุดของการฝึก (Sets) การฝึกกล้ามเนื้อนั้นส่วนใหญ่มักจะแบ่งเป็นชุด ๆ จากการวิจัยพบว่า แม้ว่าการฝึกชุดเดียวในแต่ละครั้งอาจให้ผลต่อการพัฒนาสมรรถภาพของกล้ามเนื้อ แต่ก็ได้แนะนำให้ฝึก 3 ชุดหรือมากกว่า ซึ่งจะให้ผลดีกว่าต่อการพัฒนาสมรรถภาพของกล้ามเนื้อ แต่ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ในการฝึกรวมทั้งเวลาที่จำกัดในการฝึกด้วย ถ้าจะต้องฝึกขั้นสูงและเพิ่มขนาดกล้ามเนื้อควรจะทำ 5-6 ชุด 2-3 ในแต่ละกลุ่มกล้ามเนื้อที่ฝึก

ความถี่ (Frequency) เพื่อเป็นการพัฒนาสมรรถภาพของกล้ามเนื้อควรฝึก 3 ครั้งต่อสัปดาห์ สำหรับการฝึกขั้นสูง ความบ่อย ควรฝึก 5-6 วันต่อสัปดาห์ เพื่อที่จะกระตุ้นให้เกิดความแข็งแรงและขนาดของกล้ามเนื้อต่อไป

ลำดับท่าของการฝึก (Order of exercise) โปรแกรมการฝึกแรงต้านด้วยน้ำหนักอย่างน้อยกล้ามเนื้อหลักต้องประกอบด้วยหนึ่งท่าการฝึก เพื่อเป็นการรักษาสมดุลของกล้ามเนื้อ ลำดับท่าการฝึกให้เริ่มท่าที่ใช้ข้อต่อมากกว่าหนึ่งข้อต่อก่อน (Multi-joint exercise) เช่น Bench press, Lat pull down ซึ่งเป็นท่าที่เป็นการทำงานของกลุ่มกล้ามเนื้อมัดใหญ่ หลังจากนั้นก็ตามด้วยท่าที่ใช้ข้อต่อเดียว

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

(Single-Joint exercise) เป็นท่าที่เกี่ยวกับกลุ่มกล้ามเนื้อมัดเล็ก และเพื่อหลีกเลี่ยงความล้าของกล้ามเนื้อ หรือ เพื่อให้มีเวลามาขึ้นในการฟื้นตัวให้ฝึกสลับกลุ่มกล้ามเนื้อ โดยไม่ทำการฝึกกลุ่มกล้ามเนื้อส่วนเดียวกันติดต่อกัน

**4. การวางแผนระยะยาวของการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ**

การวางแผนการฝึกความแข็งแรง แบ่งออกเป็น 4 ระยะ (Bompa, 1999: Bompa and Carrera, 2005)

1. ระยะการปรับตัวทางกายวิภาค (Anatomical adaptation phase)
2. ระยะสร้างความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อ (Maximum strength phase)
3. ระยะการเปลี่ยนผ่าน (Conversion phase)
4. ระยะคงสภาพความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Maintenance phase)

ซึ่งในแต่ละช่วงการฝึกจะมีการวางแผนการฝึกที่แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับชนิดกีฬาและความต้องการของสมรรถภาพกายของกีฬานั้นๆ เพื่อให้นักกีฬาเกิดการปรับตัวและมีการพัฒนาอย่างเหมาะสม (ดังตารางที่ 1)

**ตารางที่ 1** การวางแผนการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ

| Preparation | | Competition | | Transition |
|---|---|---|---|---|
| General Training | Specific Training | Pre-Competition Training | Main competition Training | Transition Training |
| Anatomical adaptation | Maximum Strength | Strength, Power and Endurance | Maintenance | Active rest |

ที่มา : (Bompa and Carrera, 2005)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

โดยการฝึกในแต่ละช่วงจะมีความหนัก (Intensity) ปริมาณการฝึก (Volume) จำนวนวเซต (Set) จังหวะในการทำ (Rhythm) ระยะเวลาพัก (Recovery) และความถี่ในการฝึก (Frequency) ตามเป้าหมายที่เราต้องการ ซึ่งความเข้มข้นในการฝึกจะส่งผลต่อระบบพลังงานที่นำมาใช้เพื่อให้กล้ามเนื้อออกแรง การกำหนดปริมาณการฝึกจึงต้องคำนึงเป้าหมายในการฝึกที่สอดคล้องกับกีฬานั้นๆ ด้วย (ดังตารางที่ 2)

**ตารางที่ 2** การกำหนดความหนักในโปรแกรมการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ

| เป้าหมายการฝึก | ปริมาณการฝึก (ครั้ง / เซต) | ระยะเวลา (วินาที) | ความหนัก (% หนึ่งอาร์เอ็ม) | จำนวนท่าฝึก | ระบบพลังงาน |
|---|---|---|---|---|---|
| ความแข็งแรงสูงสุด | 1-4 | 4-10 | 90-100 | 4-6 | ATP-CP |
| ความแข็งแรง | 4-8 | 10-20 | 80-90 | 6-9 | ATP-CP Glycolysis |
| เพิ่มขนาดกล้ามเนื้อ | 8-12 | 20-45 | 67-80 | 6-9 | ATP-CP Glycolysis |
| ความอดทนของกล้ามเนื้อ | มากกว่า 12 | มากกว่า 45 | มากกว่า 67 | 4-6 | ATP-CP Oxidative |

ที่มา : (สุทธิกร อาภานุกูล, 2562)

1. ระยะการปรับตัวทางกายวิภาค (Anatomical adaptation phase)

ระยะในการปรับตัวทางกายภาพจะทำการฝึกในช่วงการเตรียมความพร้อมทั่วไป (General preparation) เพื่อพัฒนาสมรรถภาพทางกายในช่วงที่ยังไม่มีการแข่งขัน หรือช่วงปิดฤดูกาล (Off-season) โดยใช้รูปแบบการฝึกแบบดั้งเดิม (Traditional training) หรือการฝึกด้วยน้ำหนัก (weight training) และการใช้ฝึกแบบสถานี (Circuit training) ซึ่งควรฝึกเพื่อเพิ่มขนาดของเส้นใหญ่กล้ามเนื้อ ซึ่งมีความหนัก 67-80 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักที่สามารถยกได้หนักที่สุดเพียงครั้งเดียว สำหรับนักกีฬาที่เพิ่มเริ่มเล่น โดยปกติจะใช้เวลา 8-10 สัปดาห์ในการฝึก และสำหรับนักกีฬาที่มีประสบการณ์มาแล้ว ใช้เวลา 4-6 สัปดาห์ มีวิธีการฝึกเพื่อพัฒนาความแข็งแรงมากมายในปัจจุบัน จากการศึกษาของ Alcaraz et al. (2008) ได้แนะนำการฝึกแบบสถานีด้วยความหนักสูง (Heavy resistance circuit training) ที่ความหนัก 85 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักที่สามารถยกได้หนักที่สุดเพียงครั้งเดียว สามารถช่วยพัฒนาความแข็งแรงและพัฒนาระบบหัวใจและหลอดเลือดได้ การฝึกในระยะนี้ควรเป็นการฝึกแบบ Functional training เพื่อให้โปรแกรมสอดคล้องกับท่าทางในกีฬานั้น ๆ โดยคำนึงถึงการออกแรงในหลายทิศทาง เช่น แนวตั้ง แนวนอน และการหมุน ซึ่งท่าฝึกให้สอดคล้องกับประเภทกีฬาของการเคลื่อนไหว เช่น การเคลื่อนไหวแบบอิสระ (Unilateral) เคลื่อนไหวพร้อมกัน (Bilateral) หรือเคลื่อนไหวสลับกัน (Alternating) รวมถึงประเภทการออกแรง เช่น การผลัก (push) การดึง (Pull) ซึ่งการฝึกแบบ Functional จะสามารถเชื่อมโยงการเคลื่อนไหวในการเล่นกีฬา และช่วยลดอาการบาดเจ็บจากการเล่นกีฬาด้วย

2. ระยะสร้างความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อ (Maximum strength phase)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

เป็นระยะเพิ่มความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อ ซึ่งเป็นปัจจัยในการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อ และความอดทนของกล้ามเนื้อให้ดีขึ้น เริ่มด้วยการฝึกความแข็งแรงโดยใช้น้ำหนักในการฝึก 80-90 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักที่สามารถยกได้หนักที่สุดเพียงครั้งเดียว ไปจนถึงการฝึกความแข็งแรงสูงสุดกล้ามเนื้อของกล้ามเนื้อในความหนักที่ 90-100 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักที่สามารถยกได้หนักที่สุดเพียงครั้งเดียว ระยะเวลาในการสร้างความแข็งแรงสูงสุดใช้เวลาประมาณ 4-12 สัปดาห์

3. ระยะการเปลี่ยนผ่าน (Conversion phase)

เป็นช่วงหลักจากพัฒนาความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อแล้ว ก็จะเป็นช่วงของการฝึกเพื่อเปลี่ยนผ่านความแข็งแรงสูงสุดให้เป็นพลังกล้ามเนื้อ (Muscular power) หรือพลังอดทนกล้ามเนื้อ (Power endurance) ซึ่งเกิดจากการผสมผสานกันของพลังกล้ามเนื้อและความอดทนกล้ามเนื้อ ซึ่งการกำหนดความหนักในการฝึกเพื่อพัฒนาพลังของกล้ามเนื้อต้องสอดคล้องกับการเคลื่อนไหวในกีฬานั้นๆ เช่น การกระโดด ซึ่งเป็นทักษะที่ต้องอาศัยพลังของแรงระเบิดของกล้ามเนื้อ (Explosive power) เพื่อให้นักกีฬามีการกระโดดที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยคำนึงถึงปริมาณการฝึกที่เหมาะสม (ดังตารางที่ 3) ระยะเปลี่ยนผ่านจะเป็นช่วงที่ฝึกก่อนการแข่งขัน (Pre-competition) รวมไปถึงช่วงแข่งขัน (Main competition)

**ตารางที่ 3** การวางแผนกำหนดการฝึกเพื่อพัฒนาพลังของกล้ามเนื้อ

| **เป้าหมายการฝึก** | Explosive Power | Power Endurance | ช่วงเวลาสั้น | ช่วงเวลาปานกลาง | ช่วงเวลานาน |
|---|---|---|---|---|---|
| **ความหนัก (%ของหนึ่งอาร์เอ็ม)** | 50 – 90 | 30-50 | 50-60 | 30-50 | 30-40 |
| **จำนวนท่าการฝึก** | 2-4 | 2-50 | 3-6 | 4-8 | 4-6 |
| **จำนวนครั้ง** | 4-8 | 15-30 | 30-60 | 120 | ขึ้นกับชนิดกีฬา |
| **จำนวนเซต** | 3-5 | 2-4 | 3-6 | 2-4 | 2-4 |
| **เวลาพักระหว่างเซต** | 2-4 | 3-5 | 1-1.5 | 5 | 3-5 |
| **จังหวะการยก** | เร็วที่สุด | เร็วที่สุด | ปานกลาง – เร็ว | ปานกลาง | ปานกลาง |
| **ความถี่** | 1-2 | 2-3 | 2-3 | 2-3 | 2-3 |

ที่มา : (Bompa and Carrera, 2005)

ช่วงระยะเปลี่ยนผ่านนั้นมีความสำคัญอย่างมาก เพราะเป็นการนำความแข็งแรงสูงสุดมาเปลี่ยนผ่านเป็นพลังกล้ามเนื้อ ความอดทนของกล้ามเนื้อ หรือพลังอดทน โดยนำไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ประยุกต์ใช้กับกีฬานั้น ๆ เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด การฝึกพลังกล้ามเนื้อแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะตามรูปแบบกีฬาแต่ละชนิด ได้แก่

- ชนิดกีฬาที่ต้องใช้ความพยายามครั้งเดียว (Explosive Power) เช่น ทุ่มน้ำหนัก ขว้างจักร พุ่งแหลน เป็นต้น
- ชนิดกีฬาที่ต้องใช้ความพยายามซ้ำ ๆ (Power endurance) เช่น เทนนิส มวย ฟุตบอล เป็นต้น

นอกจากนี้อาจจะใช้การฝึกแบบพลัยโอเมตริก (Plyometric training) ควบคู่กับการฝึกด้วยน้ำหนักเพื่อช่วยเพิ่มพลังกล้ามเนื้อ และความอดทนของกล้ามเนื้อให้มากขึ้น ซึ่งจะส่งผลให้ความเร็วและความคล่องแคล่วว่องไวเพิ่มขึ้นด้วย ต่อมามีการพัฒนารูปแบบการฝึกโดยการนำแรงจากภายนอกเข้ามาช่วยในการฝึกพลัยโอเมตริก เช่น การแบกน้ำหนักกระโดด (Weight jump squat) เป็นการผสมผสานการฝึกพลัยโอเมตริก กับการฝึกด้วยน้ำหนัก ซึ่งจะช่วยพัฒนาพลังกล้ามเนื้อส่วนล่าง (Lower body) ได้อย่างมีประสิทธิภาพ จากงานวิจัยพบว่าความหนักในการฝึกกระโดดความหนักที่ 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักที่สามารถยกได้หนักที่สุดเพียงครั้งเดียว ในท่าแบกน้ำหนักกระโดดสามารถสร้างพลังสูงสุดของกล้ามเนื้อได้เท่ากัน แต่ที่ความหนัก 20 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักที่สามารถยกได้หนักที่สุดเพียงครั้งเดียว ในท่าแบกน้ำหนักกระโดด สามารถสร้างความเร็วสูงสุดได้ดีกว่าความหนักที่ 30 เปอร์เซ็นของหนึ่งอาร์เอ็มในท่าแบกน้ำหนักกระโดด (Bevan et al.,2010)

4. ระยะคงสภาพความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Maintenance phase)

เป็นช่วงที่ต้องคงสภาพความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหลังจากการฝึกพลังกล้ามเนื้อมาแล้ว ฝึกในช่วงของการแข่งขัน (Competitive phase) ซึ่งนักกีฬาจำเป็นจะต้องมีการฝึกเพื่อไม่ให้ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อลดลง โดยการฝึกกล้ามเนื้อที่ทำหน้าหลักในการเคลื่อนไหว (Prime movers) ที่ใช้ในกีฬาชนิดนั้น ๆ โดยใช้ความหนัก 70-90 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักที่สามารถยกได้หนักที่สุดเพียงครั้งเดียว ลดปริมาณการฝึกและจำนวนเซตของการฝึก แต่เพิ่มระยะเวลาการพักมากขึ้นเพื่อให้นักกีฬาสามารถฟื้นตัวได้ดีจากการฝึกซ้อม (Bompa and Carrera, 2005)

ดังนั้นการวางแผนระยะยาวในการฝึกเพื่อพัฒนาสมรรถภาพทางกายในนักกีฬานั้นต้องมีการกำหนดความเข้มข้นในการฝึกที่เหมาะสม รวมถึงจังหวะในการออกแรงขณะฝึกให้เหมาะสมกับเป้าหมายและจุดประสงค์ของกีฬานั้นๆ เพื่อให้ได้ผลของการฝึกที่ตรงกับที่โค้ชและนักกีฬาต้องการ และการกำหนดระยะเวลาพักให้เหมาะสมกับความหนักในการฝึกเพื่อไม่ให้นักกีฬาเกิดความเมื่อยล้าจนเกินไป (ดังตารางที่ 4)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

**ตารางที่ 4** แสดงการกำหนดความหนัก จังหวะในการยก และช่วงเวลาพัก

| ความหนัก | จังหวะในการยก | ช่วงเวลาพัก | ผลการฝึก |
|---|---|---|---|
| >105 | ช้า | 4 - 5 นาที | พัฒนาความแข็งแรงสูงสุดและพัฒนาความตึงตัวสูงสุดของกล้ามเนื้อ |
| 80 - 100 | ช้าถึงปานกลาง | 3 - 5 นาที | พัฒนาความแข็งแรงสูงสุดและพัฒนาความตึงตัวสูงสุดของกล้ามเนื้อ |
| 60 - 80 | ช้าถึงปานกลาง | 2 นาที | พัฒนาขนาดของกล้ามเนื้อ |
| 50 - 80 | เร็ว | 4 - 5 นาที | พัฒนาพลังกล้ามเนื้อ |
| 30 - 50 | ช้าถึงปานกลาง | 1 - 2 นาที | พัฒนาความอดทนของกล้ามเนื้อ |

ที่มา : (Bompa, 1999)

**5. ความสำคัญของพลังของกล้ามเนื้อ**

พลังกล้ามเนื้อ หมายถึง การที่กล้ามเนื้อสามารถออกแรงได้อย่างเต็มที่ด้วยความเร็วสูง และทำให้เกิดงานในระดับสูงได้อย่างรวดเร็ว นั่นเป็นผลมาจากองค์ประกอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและความเร็วในการหดตัวของกล้ามเนื้อ ในการแข่งขันกีฬาจำเป็นจะต้องมีการพัฒนาพลังของกล้ามเนื้อเพื่อให้นักกีฬาสามารถเคลื่อนไหวหรือทำทักษะในกีฬานั้น ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

Bompa (1999) ได้สรุปรูปแบบของพลังของกล้ามเนื้อที่จำเป็นต้องใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ในการแข่งขันซึ่งอาจจะแบ่งได้แตกต่าง ดังนี้

1. พลังของกล้ามเนื้อที่ใช้ในการลงสู่พื้นและเปลี่ยนทิศทาง (Landing and reactive power) เป็นทักษะที่ต่อเนื่องกับทักษะของการกระโดดและการเปลี่ยนทิศทาง และเป็นทักษะที่สำคัญอีกอย่างหนึ่ง นักกีฬาจำเป็นต้องใช้พลังกล้ามเนื้อในการควบคุมร่างกายและลดแรงกระแทกในขณะนั้นที่ลงสู่พื้น และสามารถที่จะปฏิบัติได้อย่างรวบเร็วไม่ว่าจะเป็นการกระโดดหรือเปลี่ยนทิศทางก็ตาม

2. พลังของกล้ามเนื้อที่ใช้ในการทุ่ม พุ่ง ขวาง (Throwing power) ในการแข่งขันกีฬาที่ต้องใช้ทักษะการทุ่ม พุ่ง ขว้าง กล้ามเนื้อจะต้องใช้พลังเพื่อที่จะสร้างความเร็วให้กับการทำทักษะเหล่านั้น และมีอัตราเร่งเพิ่มขึ้นตลอดระยะของการเคลื่อนที่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกีฬาชนิดที่ต้องปล่อยอุปกรณ์ออกจากมือและต้องการระยะทางไกลที่สุด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3. พลังของกล้ามเนื้อที่ใช้ในการกระโดดขึ้นจากพื้น (Take – off power) ในการแข่งขันกีฬาที่มีการกระโดดจะต้องอาศัยพลังกล้ามเนื้อในลักษณะแรงระเบิด (Explosive) เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพมากที่สุด เมื่อนักกีฬามีกล้ามเนื้อขาที่ดีการกระโดดหรือการก้าวเท้าก็จะมีประสิทธิภาพมากขึ้น หากพลังของกล้ามเนื้อมีไม่มากพอก็จะทำให้การกระโดดช้าลงและประสิทธิภาพก็จะน้อยตามลงไปอีกด้วย

4. พลังของกล้ามเนื้อที่ใช้ในการเริ่มต้นเคลื่อนที่ (Starting power) ความเร็วในการออกตัวมีผลต่อการเคลื่อนที่ที่ต้องการความเร็วสูง การออกตัวเป็นสิ่งสำคัญในกีฬาหลายชนิดที่ต้องการความเร็วต้นในการเคลื่อนที่ ผู้ที่มีพลังกล้ามเนื้อมากกว่าก็จะเริ่มต้นได้ดีมากกว่า

5. พลังกล้ามเนื้อที่ใช้ในการชะลอความเร็ว (Deceleration power) ในการแข่งขันประเภททีมและกีฬาที่ใช้แร็คเก็ต ที่มีการหลอกล่อคู่แข่ง หรือมีการชะลอความเร็วอย่างรวดเร็วสลับกับการเร่งความเร็ว หรือชะลอความเร็วเพื่อทำการเปลี่ยนทิศทางเพื่อหลบหลีกคู่แข่ง รวมไปถึงการชะลอความเร็วเพื่อกระโดด ซึ่งกล้ามเนื้อจะทำงานแบบความยาวเพิ่มขึ้นเพื่อรับรับแรงกระแทกจากการวิ่งที่เร็ว ต้องการพลังกล้ามเนื้อเป็นอย่างมากเนื่องจากต้องใช้พลังงานในหลายรูปแบบการเคลื่อนไหว

6. พลังของกล้ามเนื้อในการเร่งความเร็ว (Acceleration power) ในการแข่งขันกีฬาต้องมีช่วงเวลาในการเร่งความเร็วเพื่อชิงความได้เปรียบในการแข่งขันเพื่อเอาชนะคู่แข่ง พลังกล้ามเนื้อเป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการขับเคลื่อนร่างกายให้เคลื่อนที่ไปข้างหน้าอย่างรวดเร็ว

สนธยา สีละหมาด (2547) พลังของกล้ามเนื้อ หมายถึง ความสามารถของระบบประสาทกล้ามเนื้อ (Neuromuscular) ในการที่จะทำให้เกิดแรง (Force) มากที่สุดในช่วงเวลาสั้นที่สุด ซึ่งเป็นการเอาชนะแรงต้านทานได้ด้วยการหดตัวของกล้ามเนื้ออย่างรวดเร็ว พลังเป็นผลของแรงกล้ามเนื้อและอัตราเร็วของการเคลื่อนไหว ดังนั้นพลังจะเท่ากับแรงคูณด้วยอัตราความเร็ว (P = FV) การเพิ่มขึ้นของพลังจึงต้องเป็นผลจากการพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหรือความเร็วในการหดตัวของกล้ามเนื้ออย่างใดอย่างหนึ่งหรือเป็นการปรับปรุงทั้งสองอย่าง อย่างไรก็ตามการเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อก่อนแล้วค่อยเปลี่ยนเป็นพลังของกล้ามเนื้อด้วยการเพิ่มความเร็วในการทำงานในตอนหลังจะเป็นวิธีการที่ดีในการปรับปรุงพลังของกล้ามเนื้อ

การควบคุมระดับแรงพยายามของกล้ามเนื้อของระบบประสาท มีอยู่ 2 วิธี คือ

1. เป็นการปรับจำนวนการกระตุ้นของประสาทสั่งการ (Motor neurons) หรือการระดม (Recruitment)

2. เป็นการปรับอัตราความถี่ของสัญญาณประสาทสั่งการ ดังนั้น การจะกระตุ้นกล้ามเนื้อได้อย่างเต็มที่นั้น ระบบประสาทจะต้องระดมหน่วยยนต์ทั้งหมด (Motor unit) และกระตุ้นแต่ละหน่วยยนต์ด้วยความถี่ที่สูง จึงจะเพียงพอที่จะทำให้เส้นใยกล้ามเนื้อภายในของแต่ละหน่วยยนต์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

หดตัวสร้างแรงสูงสุด (Maximum force) ในทางตรงกันข้าม หากมีการกระตุ้นระดมหน่วยยนต์จำนวนเล็กน้อยและมีการกระตุ้นที่มีความถี่ต่ำ กล้ามเนื้อจะมีการหดตัวสร้างแรง ต่ำกว่าสูงสุด (Submaximum)

สรุปได้ว่าการเพิ่มขึ้นของความสมบูรณ์ทางกายมีพื้นฐานมาจากการเปลี่ยนแปลงของระบบประสาทในการช่วยให้แต่ละกล้ามเนื้อได้รับความสมบูรณ์สูงสุด การพัฒนาความสามารถทางด้านพลังของกล้ามเนื้อจึงต้องการการฝึกที่มีลักษณะการเคลื่อนไหวแบบพลังระเบิด (Explosive power) การฝึกด้วยการใช้อัตราความเร็วสูง ซึ่งเป็นวิธีการฝึกระบบประสาท เนื่องจากการเคลื่อนไหวที่ใช้พลัง จะต้องการระดมหน่วยยนต์ของเส้นใยของกล้ามเนื้อ โดยเฉพาะเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็ว (Fast twitch fibers) จะต้องใช้เวลาสั้นที่สุดและระบบประสาทสั่งการจะต้องมีความทนทานในการที่จะเพิ่มความถี่ของการสั่งการให้ได้อย่างสม่ำเสมอ การออกกำลังกายที่นำมาใช้ในการฝึกซ้อมเพื่อพัฒนาพลังของกล้ามเนื้อนั้นต้องเป็นวิธีที่ทำให้เกิดการกระตุ้นหน่วยยนต์อย่างรวดเร็ว เพื่อที่จะทำให้มีการพัฒนาของระบบประสาทและกล้ามเนื้อทำงานอย่างประสานกัน และมีลำดับขั้นตอนการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพและทำให้มีจำนวนของเส้นใยกล้ามเนื้อมีการทำงานมากที่สุดในช่วงเวลาที่สั้นที่สุด

**5.1 หลักการพัฒนาพลังของกล้ามเนื้อ**

Bompa (1993) พบว่าการพัฒนาพลังระเบิดของกล้ามเนื้อที่เกิดขึ้นจาการฝึกนั้นมีพื้นฐานมาจากการเปลี่ยนแปลงของระบบประสาทที่ส่งผลให้กล้ามเนื้อทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยสรุปการศึกษาของ Hakkinen and Komi (1983) ด้วยเหตุผลดังต่อไปนี้

1. ใช้เวลาน้อยลงในการระดมหน่วยยนต์ (Motor unit recruitment) โดยเฉพาะอย่างยิ่งเส้นในกล้ามเนื้อชนิดที่หดตัวได้เร็ว

2. เซลล์ประสาทยนต์ (Motor neuron) มีความถี่ในการเพิ่มความถี่ของการปล่อยกระแสประสาท

3. กล้ามเนื้อทำงานโดยใช้จำนวนเส้นใยกล้ามเนื้อมากขึ้นในระยะเวลาอันสั้น

4. เกิดการพัฒนาการทำงานประสานกันภายในกล้ามเนื้อ (Intermuscular coordination) หรือมีการทำงานประสานกันมากขึ้นระหว่างปฏิกิริยาเร่งการทำงานของกล้ามเนื้อ (Excitatory reaction) กับปฏิกิริยารั้งการทำงานของกล้ามเนื้อ (Inhibitory reaction) ซึ่งเป็นการเกิดการเรียนรู้ของระบบประสาทส่วนกลาง

5. เกิดการพัฒนาการทำงานประสานกันภายในกล้ามเนื้อ (Intermuscular coordination) ระหว่างกล้ามเนื้อที่ทำหน้าที่หดตัวเพื่อออกแรง (Agonistic muscles) กับกล้ามเนื้อที่อยู่ตรงกันข้ามซึ่งทำหน้าที่คลายตัว (Antagonistic muscles) เป็นผลให้กล้ามเนื้อหดตัวออกแรงได้เร็วขึ้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ดังนั้นในการฝึกเพื่อพัฒนาพลังของกล้ามเนื้อต้องมีความเฉพาะเจาะจงกับกีฬาแต่ละชนิด โดยเลือกใช้ท่าในการฝึกใกล้เคียงกับทักษะของกีฬานั้น ๆ มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ และกล้ามเนื้อที่ได้รับการฝึกในท่าทางที่ใกล้เคียงกับทักษะกีฬามากเท่าใดนักกีฬาก็จะเกิดประสิทธิภาพในการปฏิบัติทักษะในกีฬานั้น ๆ ได้ดียิ่งขึ้น

Chu (1996) กล่าวว่าร่างกายมนุษย์มีเส้นใยกล้ามเนื้อที่มีสามารถหดตัวได้ช้า เรียกว่า ชนิดหนึ่ง (Type I) ซึ่งสามารถออกแรงเกือบสูงสุดได้ในระยะเวลานาน และเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็ว ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ ชนิดสองเอ (Type IIa) และชนิดสองบี (Type IIb) ซึ่งเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดนี้จะสามารถออกแรงได้สูงสุดในระยะเวลาอันสั้น เป็นเส้นใยกล้ามเนื้อที่ใช้ในการทำงานแบบใช้ความแข็งแรง โดยความแตกต่างของลักษณะเส้นใยกล้ามเนื้อทั้งสองชนิด คือ ชนิดสองเอ (Type IIa) จะมีความอดทนมากกว่า ในขณะที่ชนิดสองบี (Type IIb) จะหดตัวก่อน เมื่อเกิดความเมื่อยล้าแล้วก็จะมีการหดตัวของชนิดสองเอ (Type IIa) ทดแทนต่อ ซึ่งเส้นใยกล้ามเนื้อทั้งสองลักษณะต่างก็มีความสำคัญต่อการพัฒนานักกีฬา เส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วจะช่วยให้นักกีฬาสามารถเคลื่อนไหวได้รวดเร็ว ในลักษณะแรงระเบิด ส่วนเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้ช้าจะทำหน้าที่รักษาความมั่นคงและท่าทางของนักกีฬาในขณะที่ทำการเคลื่อนไหวที่สมบูรณ์

ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์ (2544) ได้แนะนำการพัฒนาพลังของกล้ามเนื้อจะต้องมีองค์ประกอบของพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ คือ

1. ความแข็งแรงที่ความเร็วต่ำ (Slow velocity)
2. ความแข็งแรงที่ความเร็วสูง (High velocity strength)
3. อัตราพัฒนาแรง (Rate of force development)
4. วงจรเหยียดตัวออก - หดตัวสั้น (Rate of force development)
5. การทำงานประสานกันระหว่างกล้ามเนื้อที่ทำงานร่วมกัน และทักษะของการเคลื่อนไหว (Intermuscular co-ordination)

ซึ่งองค์ประกอบทั้ง 5 ประการนี้ ต้องได้รับการฝึกพัฒนาไปด้วยกัน จึงจะส่งผลให้เกิดการพัฒนาพลังของกล้ามเนื้อสูงสุด ดังนั้นวิธีของการฝึกที่เหมาะสมคือการผสมผสานวิธีการฝึกแบบต่าง ๆ ไม่ใช่การฝึกด้วยน้ำหนักหรือการฝึกพลัยโอเมตริกเพียงอย่างเดียว

**6. ความสามารถในการกระโดด (Jumping performance)**

การกระโดดเป็นการเคลื่อนไหวที่ทำให้ร่างกายลอยตัวขึ้นจากพื้นสู่อากาศ ซึ่งร่างกายต้องออกแรงเพื่อเอาชนะแรงต้านทานของร่างกายและแรงต้านทานของอากาศ รวมถึงแรงดึงดูดของโลก สามารถแบ่งการกระโดดออกเป็น 3 ช่วง คือ 1. ช่วงที่กระโดดจากพื้นก่อนจะลอยขึ้นสู่อากาศ 2. ช่วงที่อยู่ในอากาศ 3. ช่วงลงสู่พื้น (สุรวุฒิ กาพย์เกิด, 2551; พันธ์วดี อินทรมณี, 2555) ซึ่งประสิทธิภาพ

ในการกระโดดนั้นขึ้นอยู่กับแรงที่ใช้ในการกระโดดจากพื้นก่อนจะลอยสู่อากาศ ต้องอาศัยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ พลังกล้ามเนื้อ และความเร็ว ซึ่งสอดคล้องกับ Umberger (1998) ได้กล่าวว่า การกระโดดเป็นการเคลื่อนไหวที่ต้องใช้ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา ในการกระโดดนั้นกล้ามขามัดต่าง ๆ จะทำงานต่อเนื่องกันเริ่มจากกล้ามเนื้อเหยียดสะโพก กล้ามเนื้อเหยียดเข่าและกล้ามเนื้อข้อเท้า ตามลำดับจนกว่าเท้าจะลอยขึ้นพ้นจากพื้น การกระโดดนอกจากจะต้องอาศัยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแล้ว ยังเป็นการเอาชนะแรงต้านทานภายในร่างกายด้วยอัตราความเร็วในการหดตัวของกล้ามเนื้อสูงสุดอีกด้วย และชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์ (2544) ได้สรุปว่าการกระโดดขึ้นจากพื้นกล้ามเนื้อต้องทำงานในลักษณะแรงระเบิด (Explosive power) เพื่อให้ประสิทธิภาพในการกระโดดดีที่สุด หากนักกีฬามีการย่อตัวลงมากก็จะพลังกล้ามเนื้อมาก เพื่อที่จะออกแรงยกตัวลอยขึ้นจากพื้นได้อย่างรวดเร็ว แต่หากนักกีฬาที่มีพลังกล้ามเนื้อไม่มากพอก็จะทำให้การกระโดดนั้นช้าและมีประสิทธิภาพในการกระโดดที่ลดลง

Umberger et al. (1998) ได้กล่าวว่าการกระโดดต้องอาศัยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อที่ต้องเอาชนะแรงต้านทานภายในร่างกายด้วยอัตราความเร็วในการหดตัวของกล้ามเนื้อสูงสุด (Rate of force development) เป็นการทำงานที่มีการหดตัวของกล้ามเนื้อทั้งสองรูปแบบอย่างต่อเนื่องกัน โดยเริ่มจากการหดตัวของกล้ามเนื้อแบบความยาวยืดออก (Eccentric contraction) จนกระทั่งสุดความยาวของกล้ามเนื้อโดยมีความตึงตัวสูงสุด จะทำให้เกิดภาวะสะสมพลังระเบิดที่มีลักษณะเป็นความแข็งแรงในรูปแบบการหดตัวของกล้ามเนื้อแบบความยาวไม่เปลี่ยนแปลง (Isometric contraction) ก่อนที่จะเปลี่ยนเป็นการหดตัวของกล้ามเนื้อแบบความยาวสั้นลด (Concentric contraction) อย่างรวดเร็ว ซึ่งกระบวนการดังกล่าวจะใช้เวลาไม่เกิน 0.15 วินาที ซึ่งเรียกกระบวนการนี้ว่า วงจรการเหยียด – สั้น (Stretch-shorten cycle)

Maud and Foster (Maud & Foster, 2006) กล่าวว่าพลังในการกระโดดในแนวดิ่งของผู้กระโดด เป็นผลมาจากแรงสะท้อนพื้นในแนวดิ่งที่เท้ากับมวลของร่างกายคูณด้วยความเร็วในแนวดิ่ง และในขณะที่กระโดดมวลของร่างกายไม่ได้เปลี่ยนแปลงไปแม้ในขณะที่มีแรงเข้ามากระทำอยู่ ดังนั้นความเร็วในการกระโดดเท่ากับ แรงคูณด้วยเวลา หารด้วยมวล ในขณะลงสู่พื้นซึ่งใช้การหดตัวของกล้ามเนื้อแบบความเพิ่มขึ้น (Eccentric) พลังของกล้ามเนื้อที่ปล่อยออกมาจะเป็นค่าลบ เนื่องจากว่ากล้ามเนื้อจะต้องซึมซับพลังเข้าภายใน เพื่อรับแรงกระแทก ดังนั้นการที่นักกีฬาจะกระโดดได้อย่างมีประสิทธิภาพนั้นร่างกายของนักกีฬาจะต้องมีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเป็นพื้นฐานและความสามารถในการหดตัวเร็วของกล้ามเนื้อ รวมไปถึงด้านอื่นๆ ทั้งเทคนิคทักษะต่างๆ

**6.1 ความสำคัญในการกระโดด**

Morehousekine and Cooper (Morehousekine & Cooper, 1956) อ้างใน (พันธ์วดี อินทรมณี, 2557) กล่าวว่า การกระโดดนั้นเป็นการเคลื่อนไหวที่ทำให้ร่างกายลอยตัวขึ้นจากพื้นสู่

อากาศซึ่งจะต้องออกแรงเพื่อเอาชนะแรงต้านของร่างกาย แรงต้านทานของอากาศ แรงต้านจากน้ำหนักตัวของร่างกาย และแรงดึงดูดของโลก โดยการกระโดดแบ่งออกเป็น 3 ระยะ คือระยะที่กระโดดจากพื้นก่อนลอยขึ้นสู่อากาศ (Take-off) ระยะที่ลอยอยู่ในอากาศ (Flight) และระยะที่ลงสู่พื้น (Landing) ประสิทธิภาพในการกระโดดนั้นจึ้นอยู่กับแรงที่ใช้ในการกระโดดจากพื้นก่อนที่จะลอยขึ้นสู่อากาศเช่นเดียวกับ (ผาณิต บิลมาศ, 2530) ที่กล่าวว่าประสิทธิภาพในการกระโดดขึ้นอยู่กับองค์ประกอบพื้นฐานของร่างกาย ประกอบไปด้วยความเร็ว (speed) พลัง (power) ความแข็งแรง (strength) และความคล่องแคล่วว่องไว (agility) เป็นต้น

Umberger et al. (1998) กล่าวว่าการกระโดดนั้น กล้ามเนื้อขามัดต่างๆจะทำงานต่อเนื่องกัน โดยเริ่มจากกล้ามเนื้อเหยียดสะโพก กล้ามเนื้อที่ใช้เหยียดเข่า และกล้ามที่ใช้เหยียดข้อเท้าตามลำดับจนกว่าเท้าจะพ้นจากพื้น ซึ่งกล้ามเนื้อมีการหดตัวแบบความยาวลดลง (Concentric contraction) ประกอบด้วย กล้ามเนื้อเรคตัวฟีมอรีส (Rectus femoris) จะถ่ายแรงข้ามข้อสะโพกและเข่าด้านหลัง มีหน้าที่เหยียดสะโพกและงอเข่า กล้ามเนื้อแกสตรอคนีเมียส (Gastrocnemius) จะถ่ายแรงข้ามเข่าและข้อเท้าทางด้านหลัง มีหน้าที่เหยียดข้อเท้าในขณะที่เริ่มต้นออกแรงเพื่อที่จะกระโดด กล้ามเนื้อเรคตัสฟีมอรีส (Rectus femoris) จะออกแรงเพื่อใช้ในการเหยียดเข่า โดยเริ่มจากการหดตัวของกล้ามเนื้อแบบความยาวเพิ่มขึ้น (Eccentric contraction) จนกระทั่งสุดความยาวของกล้ามเนื้อมีสภาพตึงตัวสูงสุด เกิดภาวะสะสมพลังระเบิดที่มีลักษณะเป็นความแข็งแรงในรูปแบบการเกร็งตัวที่ไม่เปลี่ยนรูปร่างของกล้ามเนื้อ (Isometric contraction แบบทันทีทันใด กระบวนการเหล่านี้จะใช้เวลาไม่เกิน 0.15 วินาที สอดคล้องกับ Mcclenton et al. (2008) ที่กล่าวว่าประสิทธิภาพในการกระโดดแนวดิ่ง (Vertical jump) นั้นประเมินจากพลังกล้ามเนื้อ เพราะว่าความสูงของการกระโดดนั้นสองคล้องกับพลังกล้ามเนื้อสูงสุดที่แสดงออกมา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

**7. ความสำคัญของความเร็ว**

ความเร็ว หมายถึง ความสามารถของกล้ามเนื้อในการทำงานบางส่วนหรือทั้งหมดเพื่อเคลื่อนจากจุดหนึ่งไปสู่เป้าหมาย โดยใช้เวลาสั้นที่สุด หรือระยะทางที่เคลื่อนที่ที่ได้ต่อหน่วยเวลาเป็นวินาที โดยใช้วิธีการวิ่ง เป็นผลของความยาวของช่วงก้าวเท้าและความถี่ในการก้าวเท้าในการเคลื่อนไหวที่สั้นที่สุด

Kent (1994) ได้กล่าวว่า ความเร็วเป็นระยะทางที่เคลื่อนได้ต่อ 1 หน่วยเวลา เช่น การวิ่ง การเดิน ซึ่งเกิดจากความของการก้าวที่เปลี่ยนแปลงความเร็ว หรือ ความสามารถในการเคลื่อนไหวของร่างกายในระยะเวลาที่สั้นที่สุด ในการแข่งขันกีฬานั้นหากนักกีฬาสามารถควบคุมการเคลื่อนไหวของร่างกายที่มีประสิทธิภาพด้วยความเร็วย่อมทำให้ได้เปรียบในการแข่งขัน

เจริญ กระบวนรัตน์ (2538) สรุปว่า ในการเคลื่อนไหวของร่างกายจำเป็นต้องอาศัยการควบคุมการเคลื่อนไหว (Motor unit) ขึ้นอยู่กับทักษะที่ทำ เช่น การวิ่งจะใช้หน่วยควบคุมการเคลื่อนไหวมากกว่าการเดิน และถ้ายังมีการเคลื่อนไหวอย่างต่อเนื่องจำนวนหน่วยการควบคุมการทำงานของกล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้องจะถูกเรียกใช้เป็นจำนวนมาก

**7.1 หลักการพัฒนาความเร็ว**

ลักษณะของความเร็ว คือ ความสามารถของกล้ามเนื้อในการหดตัวและคลายตัวได้อย่างเต็มที่และมีความรวดเร็ว เป็นการกระทำที่รวดเร็วและเป็นองค์ประกอบสำคัญในกีฬาหลากหลายชนิด ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1.ความเร็วในการวิ่ง คือ การวิ่งไปอย่างรวดเร็วและแรง ซึ่งความสามารถในการวิ่งจะขึ้นอยู่กับความถี่ของการก้าวเท้าและความยาวของช่วงการก้าว กับระยะเวลา

2.ความเร็วในการเคลื่อนที่ เป็นความเร็วที่มีการเคลื่อนไหวเป็นลำดับขั้นตอนทั้งชุด เช่น การกระโดดตบ การตี เป็นต้น ปัจจัยสำคัญของความเร็วในการเคลื่อนที่ขึ้นอยู่กับความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเฉพาะส่วนที่อยู่ในระดับที่เหมาะสม

3.ความเร็วในการตัดสินใจ เป็นความเร็วที่เกิดขึ้นจากระบบประสาทโดยการตอบสนองจากสิ่งเร้าที่มากระตุ้นได้อย่างรวดเร็ว

**7.2 หลักเบื้องต้นของความเร็ว**

1.จำนวนเส้นใยกล้ามเนื้อ มีการแบ่งออกเป็น 2 ชนิดตามสี ได้แก่ เส้นใยกล้ามเนื้อสีขาวซึ่งมีการทำงานที่ไวต่อการกระตุ้นในลักษณะที่หดตัวอย่างรวดเร็ว และเส้นใยกล้ามเนื้อสีแดงที่มีการทำงานเกี่ยวกับความทนทานและความหนัก

2.ระบบประสาท มีผลต่อความเร็ว เนื่องจากจะช่วยให้นักกีฬาเกิดการตัดสินใจได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งจะทำให้นักกีฬาสามารถเคลื่อนไหวได้อย่างรวดเร็ว

3.ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ซึ่งจำเป็นต่อนักกีฬาที่อาศัยความเร็วในการเคลื่อนที่และต้องสามารถเคลื่อนไหวโดยเอาชนะแรงต้านจากน้ำหนักตัวของนักกีฬาได้

**7.3 องค์ประกอบของความเร็ว**

เจริญ กระบวนรัตน์ (2545) ได้กล่าวว่าองค์ประกอบที่สำคัญในการพิจารณาในการปรับปรุงความเร็วในการวิ่ง จะต้องสามารถก้าวเท้าได้ยาวและเร็ว ด้วยเหตุนี้จึงควรมุ่งปรับปรุงองค์ประกอบ 5 ประการ

1. ปฏิกิริยาตอบสนอง และความสามารถในการออกตัววิ่ง
2. การเริ่มอัตราความเร็วจนกระทั่งความเร็วสูงสุด
3. ความยาวของช่วงก้าวในการวิ่ง
4. ความถี่ในอัตราความเร็วในการก้าวเท้า

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

5. การทำงานของร่างกายแบบไม่ใช้ออกซิเจน

**7.4 การเร่งความเร็ว**

การเร่งความเร็ว หมายถึง อัตราการเปลี่ยนแปลงความเร็ว เพื่อให้ไปถึงความเร็วสูงสุด (Maximum velocity) โดยมีองค์ประกอบสำคัญที่ควรได้รับการปรับปรุงความเร็วของการวิ่ง คือ ปฏิกิริยาในการตอบสนองและความสามารในการออกตัววิ่ง การเร่งอัตราความเร็วจนกระทั่งถึงความเร็วสูงสุด ความยาวของช่องก้าวในการวิ่ง ความถี่ในการก้าวเท้าและการทำงานของร่างกายแบบไม่ใช้ออกซิเจน (เจริญ กระบวนรัตน์, 2538)

สอดคล้องกับคำอธิบายของ Bompa (1993) ที่ได้สรุปว่านักกีฬาจำเป็นต้องมีการพัฒนาพลังของกล้ามเนื้อเพื่อใช้ในสถานการณ์ต่างๆ อเดในการแข่งขัน ซึ่งพลังกล้ามเนื้อที่ใช้ในการเร่งความเร็ว (Acceleration power) เป็นความสามารถของกล้ามเนื้อที่จะออกแรงได้รวดเร็ว เป็นผลมาจากความแข็งแรงของกล้ามเนื้อโดยการทำงานของเส้นใยกล้ามชนิดหดตัวเร็ว (Fast twitch fiber) พลังกล้ามเนื้อที่เพิ่มขึ้นจะทำให้ความยาวของช่วงกล้าวในการวิ่ง (Stride length) และความถี่ในการก้าว (Stride frequency) เพิ่มขึ้น ซึ่งจุดประสงค์หลักของการฝึกความเร็ว คือ การระดมหน่วยยนต์ของเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวได้เร็ว ซึ่งทำหน้าที่เกี่ยวกับความเร็วให้สามารถทำงานตามรูปแบบที่ต้องการได้อย่างมีประสิทธิภาพ

Weineck (1990) ได้วิเคราะห์กล้ามเนื้อที่มีหน้าที่ในการออกแรงทำให้เกิดการเคลื่อนไหวบริเวณข้อต่อต่าง ๆ โดยแบ่งตามกลุ่มกล้ามเนื้อและเรียงลำดับตามความสำคัญ ดังนี้

กลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดสะโพก ประกอบไปด้วย

- กล้ามเนื้อกลูเทียส แมกซิมัส (Gluteus Maximus)
- กล้ามเนื้ออะดัคเทอ แมกนัส (Adductor Magnus)
- กล้ามเนื้อเซมิเมมเบรโนซัส (Semimembranosus)
- กล้ามเนื้อเซมิเทนดิโนซัส (Semitendinosus)
- กล้ามเนื้อกลูเทียส มีเดียส (Gluteus Medius)
- กล้ามเนื้อควอดราทัส ฟีมอรีส (Quadratus femoris)

กลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดเข่า ประกอบไปด้วย

- กล้ามเนื้อควอดไดร์เซพซ์ ฟีมอรีส (Quadriceps femoris)
- กล้ามเนื้อเทนเซอะ ฟาสเซียน ลาตาร์ (Tensor fasciae latae)

กลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดข้อเท้า ประกอบไปด้วย

- กล้ามเนื้อแกสทรอคนีเมียส (Gastrocnemius)
- กล้ามเนื้อโซเลียส (Soleus)
- กล้ามเนื้อเฟลคเซอ ฮอลลูซิส ลองกัส (Flexor hallucis longus)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย Chulalongkorn University

- กล้ามเนื้อเฟลคเซอ ดิจิทอลุม ลองกัส (Flexor digitorum longus)
- กล้ามเนื้อทีเบียลิส โพสทีเรีย (Tibialis posterior)
- กล้ามเนื้อเพอโรเนียส ลองกัส (Peroneus longus)
- กล้ามเนื้อเพอโรเนียส เบรวิช (Peroneus brevis)

Weineck (1990) ยังได้สรุปผลจากการวิเคราะห์กล้ามเนื้อไว้ว่า

กล้ามเนื้อกลูเทียส แมกซิมัส ที่อยู่ในกลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดสะโพก เป็นกล้ามเนื้อมัดหนึ่งที่แข็งแรงที่สุดในร่างกาย โดยมีหน้าที่หลักในการเหยียดสะโพก ได้แก่ ในขณะที่ยกตัวขึ้นสู่ท่าปกติจากท่าย่อตัวในตอนวิ่ง และในขณะกระโดด

กล้ามเนื้อควอดไดร์เซพซ์ ฟีมอรีส ที่อยู่ในกลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดเข่า เป็นกล้ามเนื้อมัดใหญ่และแข็งแรงที่สุดในร่างกาย โดยมีหน้าที่หลักในการเหยียดเข่า ประกอบไปกล้ามเนื้อ 4 มัด คือ กล้ามเนื้อเรคทัส ฟีมอรีส (Rectus femoris) กล้ามเนื้อวาสทัส มีเดียลิส (Vastus medialis) กล้ามเนื้อวาสทัส แลทเทอราลิว (Vastus lateralis) และกล้ามเนื้อวาสทัส อินเทอมีเดียส (Vastus intermedius) โดยที่กล้ามเนื้อเรคทัส ฟีมอรีส เป็นกล้ามเนื้อที่มีเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็วเป็นส่วนใหญ่ และนอกจากจะทำหน้าที่ในการเหยียดเข่าแล้ว ยังมีหน้าที่ในการงอสะโพกอีกด้วย

กล้ามเนื้อแกสทรอค นีเนียส (Gastrocnemius) อยู่ในกลุ่มเนื้อเหยียดข้อเท้านั้นเป็นกล้ามเนื้อหลักและประกอบไปด้วยเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดที่หดตัวเร็วเป็นส่วนใหญ่ โดยทำหน้าที่หลักในการเหยียดข้อเท้าเพื่อยกเท้าให้พ้นพื้น

จากข้อสรุปดังกล่าวจะเห็นได้ว่า ในการพัฒนาพลังของกล้ามเนื้อที่ใช้ในการเร่งความเร็วจะต้องพัฒนาพลังของกล้ามเนื้อเหยียดสะโพก กล้ามเนื้อเหยียดขา และกล้ามเนื้อเหยียดข้อเท้า ซึ่งกล้ามเนื้อดังกล่าวจะประกอบไปด้วยเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดที่หดตัวเร็วเป็นส่วนใหญ่ ดังนั้นในการฝึกด้วยน้ำหนักเพื่อพัฒนาความแข็งแรงและพัฒนาพลังของกล้ามเนื้อ จะต้องใช้ความหนักในระดับที่สามารถกระตุ้นหรือระดมเส้นใยของกล้ามเนื้อชนิดนี้มาทำงานได้

Young and Pryor (2011) ได้กล่าวไว้ว่า กล้ามเนื้อที่มีความสำคัญขณะที่เร่งความเร็ว คือ กล้ามเนื้อควอดไดร์เซพซ์ ฟีมอรีส (Quadriceps femoris) ซึ่งทำหน้าที่เหยียดเข่า จะมีบทบาทมากในระยะ 5 เมตรแรกของการเร่งความเร็วจากจุดหยุดนิ่ง เพราะมุมของเข่าในขณะที่เท้าสัมผัสกับพื้นจะแคบกว่าการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุด และจะลดบทบาทการทำงานของเมื่อวิ่งไปถึงจุด 30 เมตร เช่นเดียวกันกับกล้ามเนื้อกลูเทียส แมกซิมัส (Gluteus maximus) ที่จะลดบทบาทลงเมื่อความเร็วเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ กล้ามเนื้อที่มีความสำคัญรองลงมา คือ กล้ามเนื้อแกสทรอคนีเมียส (Gastrocnemius) ซึ่งทำหน้าที่เหยียดข้อเท้า และกล้ามเนื้อแฮมสทริงส์ (Hamstring) ที่ทำหน้าที่ช่วยในการเหยียดสะโพกจะมีบทบาทน้อย และค่อยๆลดบทบาทเมื่อความเร็วเพิ่มขึ้นเช่นกัน แต่ก็ยังคงทำหน้าที่ในการงอเข่าตามปกติ (Young & Pryor, 2001)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

**8. ความรู้เกี่ยวกับยางยืด**

The American College of Sports Medicine (2005) ได้ทำการศึกษาการฝึกแรงต้านด้วยยางยืด (Elastic Resistance Training) สามารถเพิ่มสมรรถภาพทางกายได้เช่นเดียวกันกับการใช้เครื่องออกกำลังกาย (Machine) และอุปกรณ์การออกกำลังกายเพื่อต้านกับแรงภายนอก เช่น ดัมเบล (Dumbbell), บาร์เบล (Barbell) เป็นต้น ซึ่งทำการฝึกเพียงแค่ 6 สัปดาห์ ด้วยยางยืดจะสามารถเพิ่มสมรรถภาพทางกายได้มากถึง 10% ถึง 30% ประโยชน์เพิ่มเติมของการฝึกแบบมีแรงต้านโดยใช้ยางยืดประกอบด้วยการเพิ่มขึ้นของมวลกล้ามเนื้อ พลังของกล้ามเนื้อ ความอดทน และนอกจากนี้ยังช่วยลดไขมันในร่างกายได้ รวมไปถึงการพัฒนาความเร็ว และการเคลื่อนไหวได้ดีขึ้น

Stevenson et al. (2010) กล่าวว่า ยางยืดจะนิยมใช้ในการฝึกความแข็งแรงและใช้ในการฝึกแรงต้านซึ่งเหมาะสมกับการออกกำลังกายแบบเอ็คเซ็นตริก เนื่องจากสร้างความเร็วตลอดช่วงที่กล้ามเนื้อหดตัวแบบความยาวเพิ่ม (Eccentric phase) สามารถแสดงผลของวงจรเหยียด-สั้น (Stretch-shortening cycle) ที่ดีขึ้น ซึ่งวงจรเหยียด-สั้น คือส่วนประกอบที่สำคัญของการเคลื่อนไหว ซึ่งประกอบด้วยการเพิ่มความยาวและการหดสั้นของเอ็นและกล้ามเนื้อที่เกิดขึ้นขณะทำการเคลื่อนไหว ทำให้เกิดการเคลื่อนไหวที่มีความเร็วและสร้างแรงได้มาก

Simonueau (2001) ได้ศึกษายางยืดลักษณะ Band และ Tube จะลดแรงต้านลงประมาณ 5% ถึง 12% เมื่อถูกยืดออก 100%ของความยาวเดิม จนครบ 500 ครั้ง และแสดงให้เห็นว่าระยะการจับยางยืดที่มีระยะสั้นจะทำให้แรงต้านเพิ่มขึ้นเพื่อรักษาชีวกลศาสตร์ที่เหมาะสมในการออกกำลังกาย เราควรบันทึกตำแหน่งเดียวกันของผู้ฝึกในขณะที่ทำการฝึกเพื่อนำไปใช้กับสีในระดับต่อไปของยางยืด

Mcmaster (2010) ได้อธิบายการเกิดแรงต้านของยางยืดโดยใช้คุณสมบัติการเสียรูปภายใต้แรงกระทำในช่วงยืดหยุ่นของยางยืด (Stiffness properties) ซึ่งคุณสมบัตินี้แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างความเต้นและความเครียดของวัสดุต่าง ๆ ซึ่งยางยืดเป็นอุปกรณ์ที่มีคุณสมบัติการคืนรูป (ความยาวเดิม) เมื่อปลดแรงกระทำออก ดังนั้นเมื่อนักกีฬาฝึกโดยมีการยืดออกของยางก็จะเกิดคุณสมบัติการคืนรูปของยางจะพยายามดึงให้กลับเข้าสู่ความยาวเดิม ทำให้เกิดแรงต้านที่นักกีฬาพยายามเอาชนะแรงนั้นจึงเกิดการพัฒนาสมรรถภาพของกล้ามเนื้อ

โดยการสร้างแรงต้านจากยางยืด มีความสอดคล้องและสามารถอธิบายเชิงปริมาณได้โดยแรงสามารถถูกกำหนดโดยการรับรู้ถึงเปอร์เซ็นต์การยืดตัว เช่น ยางยืดสามารถยืดออกได้ 100% (2 เท่าของความยาวขณะพัก) ยางยืดแต่ละสีจะให้แรงต้านที่แตกต่างกันออกไป ซึ่งแรงของยางยืดขึ้นอยู่กับการเปลี่ยนแปลงจากความยาว เช่น ยางยืดมีความยาว 1 ฟุต จากนั้นถูกยืดออกไป 2 ฟุต (มีการยืดตัว 100%) จะเกิดแรงต้านเท่ากันกับ ยางยืดที่มีความยาว 2 ฟุต ถูกยืดไปถึง 4 ฟุต จะมีความหนักที่เท่ากัน ในชนิดสีเดียวกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

เจริญ กระบวนรัตน์ (2550) กล่าวว่ายางยืดจะมีปฏิกิริยาสะท้อนกลับหรือมีแรงดึงกลับจากการถูกดึงให้ยืดออกที่เรียกว่า สเทรทช์ รีเฟล็กซ์ (Stretch Reflex) ทุกครั้งที่ยางถูกกระตุ้นหรือถูกดึงให้ยืดออก เป็นคุณสมบัติพิเศษของยางยืดที่จะส่งผลต่อการช่วยให้เกิดการกระตุ้นระบบประสาทส่วนที่รับรู้ความรู้สึกของกล้ามเนื้อและข้อต่อให้เกิดปฏิกิริยาการรับรู้และตอบสนองต่อแรงดึงของยางที่กำลังถูกยืด ซึ่งจะเกิดผลดีต่อการพัฒนาการทำงานของระบบประสาทกล้ามเนื้อ รวมทั้งช่วยบำบัดรักษาและป้องกันการเสื่อมสภาพของระบบประสาทกล้ามเนื้อ ข้อต่อ และกระดูก นอกจากนี้ยางยังสามารถนำมาใช้ในการออกกำลังกายประเภทความต้านทาน (Resistance) และใช้เป็นแรงเสริม (Assistance) ที่ช่วยพัฒนาเสริมสร้างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ความอดทนของกล้ามเนื้อ และในปัจจุบันสามารถใช้พัฒนาพลังของกล้ามเนื้อได้

**9. หลักการฝึกเชิงซ้อน**

Chu (1996) ได้กล่าวลักษณะของการฝึกเชิงซ้อนว่าเป็นการฝึกสลับไปมาแบบชุดต่อชุด (set by set) ระหว่างการฝึกด้วยแรงต้านที่มีความหนักสูง (high resistance training) กับการฝึกพลัยโอเมตริก (plyometric) โดยมีลักษณะทางชีวกลศาสตร์ที่คล้ายคลึงกัน ภายในการฝึกเดียวกัน หรืออาจจะใช้การฝึกวิ่ง หรือรูปแบบเฉพาะเจาะจงของกีฬานั้นๆ มาใช้ในการฝึกพลัยโอเมตริกก็ได้ Docherty et al. (2004) ได้กล่าวว่าการฝึกเชิงซ้อนเป็นการใช้คุณสมบัติของระบบประสาทกล้ามเนื้อที่เรียกว่า โพสแอคทิเวชั่น โพเทนทิเอชั่น (Postactivation Potentiation) ซึ่งทำให้กล้ามเนื้อมีแรงการหดตัวที่เพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับการหดตัวครั้งก่อนหน้า และ Hodgson et al. (2005) ได้อธิบายคุณสมบัติของระบบประสาทและกล้ามเนื้อ โพสแอคทิเวชั่น โพเทนทิเอชั่น จะทำให้เกิดคุณสมบัติกของกระบวนการ ฟอสโฟรีเรชั่น (Phosphorelation) ซึ่งหมายถึงกระบวนการที่มัยโอซินเรกกูลาทอรี่ไลท์เชน (Myosin regulatory light chain) ซึ่งทำให้แอคติน (Actin) และไมโอซิน (Myosin) มีความไวต่อแคลเซียมไอออนมากขึ้นและเพิ่มความตื่นตัวของแอลฟ่า มอเตอร์นิวรอน (Alpha motor neuron) ทำการตอบสนองของ เอช รีเฟล็กซ์ (H reflex) ใช้เวลาสั้นลงอีกด้วย รวมไปถึงการกระตุ้นการระดมหน่วยยนต์ที่เพิ่มมากขึ้นอีกด้วย

Ebben and Watts (1998) ได้กล่าวว่าการฝึกเชิงซ้อนช่วยพัฒนาพลังระเบิด (Explosive) เช่น การกระโดด และได้เสนอแนะเกี่ยวกับวิธีการฝึกเชิงซ้อน ดังนี้

1. การฝึกเชิงซ้อนควรจัดอยู่ในโปรแกรมระยะยาว โดยนักกีฬาต้องมีความแข็งแรงในระดับพื้นฐานก่อนแล้ว

2. ในขั้นตอนการฝึกด้วยแรงต้านที่ความหนักสูง ต้องมีปริมาณที่เหมาะสม ซึ่งควรอยู่ระหว่าง 2 ถึง 5 ชุดการฝึก และแต่ละชุดการฝึกด้วยแรงต้านควรมีจำนวนครั้ง 2 ถึง 8 ครั้ง และการฝึกพลัยโอเมตริกอยู่ที่ 5 ถึง 15 ครั้ง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

3. ท่าที่ใช้ในการฝึกต้องมีลักษณะทางด้านชีวกลศาสตร์และความเร็วในการเคลื่อนไหว ซึ่งการฝึกด้วยแรงต้านควรเป็นท่าที่มีการเคลื่อนไหวหลายข้อต่อ เช่น ท่าสควอท และมีความสัมพันธ์กับการเคลื่อนไหวสอดคล้องกับทักษะกีฬาๆนั้น แล้วตามด้วยการฝึกพลัยโอเมตริกที่ท่าที่สัมพันธ์กับการเคลื่อนไหวสอดคล้องกับทักษะกีฬานั้น ๆ

4. การฝึกเชิงซ้อนควรความถี่ในการฝึก 1 ถึง 3 ครั้งต่อสัปดาห์ โดยมีระยะเวลาในพักในครั้งถัดไป 48 ชั่วโมง เพื่อป้องกันความเมื่อยล้า ก่อนเข้าสู่ช่วงการแข่งขันควรลดการฝึกลงเหลือ 1 ถึง 2 ครั้งต่อสัปดาห์ โดยเป็นการฝึกที่ความหนักสูงแต่ปริมาณน้อยลง

5. หลังจากการฝึกด้วยน้ำหนักแล้ว ควรตามด้วยการฝึกพลัยโอเมตริกทันทีภายในระยะเวลา 30 วินาที เพื่อใช้ประโยชน์จากการระดมหน่วยยนต์จากการฝึกด้วยน้ำหนักก่อนหน้า และควรพักระหว่างชุดการฝึก 2 ถึง 10 นาที

เสาวลักษณ์ ศิริปัญญา และ ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์ (2550) ได้กล่าวว่าการเชิงซ้อน (Complex training) เป็นวิธีการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อไปพร้อมกับการพัฒนาพลังของกล้ามเนื้อ โดยทำการฝึกด้วยน้ำหนักตามด้วยการฝึกพลัยโอเมตริกต่อทันที เพราะการฝึกพลัยโอเมตริกต้องการให้เกิดกำลังของกล้ามเนื้อในลักษณะใช้แรงระเบิดของกล้ามเนื้อ (Explosive power) ในการฝึกด้วยน้ำหนักและพลัยโอเมตริกในแต่ละชุดนั้นต้องเป็นกลุ่มกล้ามเนื้อมัดเดียวกันและสอดคล้องกับทักษะหรือการเคลื่อนไหวในกีฬานั้น ๆ

ดังนั้นการฝึกเชิงซ้อน (Complex training) ทำให้มีการพัฒนาความสามารถของนักกีฬาโดยเฉพาะนักกีฬาประเภทที่มได้เป็นอย่างดี ซึ่งสามารถพัฒนาการทักษะในกีฬาบาสเกตบอลที่อาศัยพลังของกล้ามเนื้อได้ เช่น การกระโดดเพื่อแย่งบอล การกระโดดเพื่อยิงประตู การก้าวเท้ากระโดดทำประตู การวิ่งไปข้างหน้าด้วยความเร็ว เป็นต้น ซึ่งทักษะดังกล่าวมีความสำคัญอย่างมากในกีฬาบาสเกตบอล จึงทำให้รูปแบบการฝึกสามารถนำมาปรับใช้เพื่อพัฒนาความสามารถในการแข่งขันของนักกีฬาเพื่อนำไปสู่ความสำเร็จในการแข่งขันกีฬา

**10. หลักการฝึกคอนทราสต์**

การฝึกคอนทราสต์ (Contrast training) เป็นรูปแบบการฝึกที่อาศัยคุณสมบัติของระบบประสาทและกล้ามเนื้อที่เรียกว่า โพสแอคทิเวชั่น โพเทนนิเอชั่น (Postactiovation Potentiation) โดยมีรูปแบบการฝึกที่กระตุ้นระบบประสาทและกล้ามเนื้อด้วยการฝึกด้วยน้ำหนักที่ความหนักสูง (High-load) และตามด้วยการฝึกด้วยความหนักที่ต่ำ (Low-load) ทันทีในแต่ละชุด (set by set) ซึ่งท่าที่ใช้ในการฝึกที่เป็นกลุ่มกล้ามเนื้อเดียวกันฝึกเพื่อให้เกิดพลังระเบิด (Explosive power) (Baker, 2003; Lawton and others, 2004; Smilios and others, 2005**)** การฝึกแบบคอนทราสต์เป็นการจะช่วยเพิ่มการกระตุ้นหน่วยยนต์ (Motor unit) และทำให้กล้ามเนื้อสามารถทนต่อความเมื่อยที่

เกิดขึ้นจากการเผาผลาญพลังงานได้มากขึ้น (Bauer et al., 2019; Duthie et al., 2002; Lawton et al., 2004)

Rajamohan et al. (2010) ได้กล่าวว่า การฝึกคอนทราสต์ เป็นการฝึกที่เปลี่ยนจังหวะในการยก จากการฝึกด้วยความหนักที่สูง จะสามารถออกแรงยกได้ช้า และหลังจากนั้นทำการฝึกที่ความหนักต่ำ จึงทำให้สามารถยกได้เร็วขึ้น ซึ่งการที่สามารถยกได้เร็วขึ้นจะสามารถสร้างแรงระเบิด หรือพลังกล้ามเนื้อได้มากขึ้น และมีการกระตุ้นการทำงานของกล้ามเนื้อที่หดตัวเร็วมาทำงานมากขึ้น

Maio Alvez et al. (Maio Alves et al., 2010) ได้กล่าวว่าการฝึกคอนทราสต์ประกอบไปด้วยการฝึกด้วยน้ำหนักที่มีความหนักสูง (60-80%1RM) แล้วตามด้วยการฝึกด้วยน้ำหนักที่มีความหนักต่ำ (30-50%1RM) ซึ่งจะต้องกระทำด้วยจังหวะเร็วที่สุดในการฝึก ซึ่งสอดคล้องกับ Argus et al. (2012) ได้กล่าวว่า การฝึกคอนทราสต์ประกอบไปด้วยการฝึกด้วยน้ำหนักที่มีความหนักมาก (Strength-Power) และตามด้วยการฝึกด้วยน้ำหนักที่มีความหนักเบา (Speed-power)

การฝึกคอนทราสต์มีหลากหลายรูปแบบ ซึ่งในแต่ละรูปแบบก็จะอาศัยคุณสมบัติระบบประสาทกล้ามเนื้อที่เรียก โพสแอคทิเวชั่น โพเทนทิเอชั่น ซึ่งเกิดจากการฝึกด้วยน้ำหนักที่สูง (High load) เพื่อเป็นการระดมหน่วยยนต์ และตามด้วยการฝึกพลัยโอเมตริก ที่ซึ่งอาศัยกลไกของวงจรการเหยียด – สั้น (Stretch-shorten cycle) คือ การที่กล้ามเนื้อทำงานแบบความยาวเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว (Fast eccentric muscle action) แล้วตามด้วยการทำงานของกล้ามเนื้อแบบความยาวลดลงอย่างรวดเร็ว (Fast concentric muscle action) ซึ่งจะอาศัยการทำงานของรีเฟล็กซ์การยืด (Stretch reflex) ที่เกิดจากทำงานของมัสเซิล สปินเดิล (Muscle spindle) ที่ทำหน้าที่รับรู้การยืดของกล้ามเนื้อ เมื่อกล้ามเนื้อมีการยืดตัวออกออย่างรวดเร็ว จะทำให้เกิดการรีเฟล็กซ์ (Reflex) โดยสั่งการให้กล้ามเนื้อมัดที่กำลังมีการยืดตัวออกเกิดการหดตัว (Agonist muscle) ขณะเดียวกันก็ยับยั้งการหดตัวของกล้ามเนื้อด้านตรงข้าม (Antagonist muscle) ซึ่งจากการศึกษาที่ผ่านมาการฝึกคอนทราสต์สามารถพัฒนาพลังของกล้ามเนื้อได้ (Docherty et al., 2004; Ebben, 2002; Santos & Janeira, 2008)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

**11. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**

**11.1 งานวิจัยในประเทศ**

กมลมาศ เบญจพลสิทธิ์ และ ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์ (2558) ได้ศึกษาผลฉับพลันพลังของการใช้ยางยืดที่มีต่อพลังสูงสุดของการกระโดดแนวดิ่งและเพื่อเปรียบเทียบพลังสูงสุดของการกระโดดแนวดิ่งที่เกิดจาก การใช้ยางยืดที่มีแรงต้านแตกต่างกัน การศึกษานี้ใช้กลุ่มตัวอย่าง คือ นักกีฬาวอลเลย์บอลระดับเยาวชนของโรงเรียนกีฬากรุงเทพมหานคร อายุ 14-18 ปี เพศหญิง จำนวน 9 คน โดยทำการกระโดดแนวดิ่งร่วมกับยางยืดที่มีแรงต้านแตกต่างกัน 4 แรงต้าน ผลการวิจัยพบว่ายางยืด

ทุกขนาดแรงต้านนั้นมีผลฉับพลันในการเกิดพลังสูงสุด ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สรุปได้ว่ายางยืดทุกขนาดแรงต้านสามารถนำไปใช้ฝึกนักกีฬาพัฒนาพลังสูงสุดของการกระโดดในแนวดิ่งได้

คชา อุดมตะคุ และ ชัยพัฒน์ หล่อศิริรัตน์ (2555) ได้เปรียบเทียบผลของการฝึกด้วยยางยืดสองรูปแบบที่มีต่อความเร็วในการเตะของนักกีฬาเซปักตะกร้อเยาวชนชาย กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษานี้ คือ นักกีฬาเซปักตะกร้อ จำนวน 30 คน ทำการแบ่งกลุ่มตัวอย่างโดยการสุ่มอย่างง่ายโดยการจับสลาก 2 กลุ่ม โดยมีกลุ่มทดลอง 2 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มที่ 1 ใช้แรงต้านของยางยืดในการฝึก

กลุ่มที่ 2 ใช้แรงเสริมของยางยืดในการฝึก

ในการวิจัยครั้งนี้ใช้เวลาฝึกทั้งหมด 8 สัปดาห์ โดยฝึก 2 วันต่อสัปดาห์ ทำการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา และความเร็วในการเตะ ก่อนการทดลองและหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 นำผลมาวิเคราะห์ทางสถิติหาค่า เฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดสอบค่า “ที” วิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ ถ้าพบความแตกต่างให้เปรียบเทียบเป็นรายคู่ โดยวิธีการทดสอบของ แอล เอส ดี

ผลการวิจัยพบว่า ความเร็วในการเตะของกลุ่มที่มีแรงต้าน ก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่กลุ่มที่ฝึกด้วยแรงเสริมมีความเร็วในการเตะเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ และทั้งสองกลุ่มมีการเพิ่มขึ้นของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อก่อนและหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 และสัปดาห์ที่ 8 อย่างมีนัยสำคัญ

พันธ์วดี อินทรมณี และ ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์ (2555) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการเปรียบเทียบการฝึกแบบยกน้ำหนักกระโดดกับการฝึกกระโดดด้วยยางยืดแบบมีลูกรอกที่มีต่อพลังกล้ามเนื้อสูงสุดในแนวดิ่งของนักกีฬาวอลเล่ย์บอลเยาวชนหญิง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วิธีการดำเนินการวิจัย กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักกีฬาวอลเล่ย์บอลของโรงเรียนกีฬากรุงเทพมหานคร เพศหญิง ช่วงอายุ 16-18 ปี จำนวน 22 คน คัดเลือกกลุ่มตัวอย่างด้วยวิธีการเลือกตัวอย่างแบบเจาะจง ทำการทดสอบพลังกล้ามเนื้อสูงสุดในการกระโดดแนวดิ่ง เพื่อใช้เป็นเกณฑ์แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 11 คน ดังนี้

กลุ่มที่ 1 ฝึกแบบแบกน้ำหนักกระโดด ที่ความหนัก 20 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักที่สามารถยกได้หนักที่สุดเพียงครั้งเดียว

กลุ่มที่ 2 ฝึกกระโดดด้วยยางยืดแบบลูกรอก ที่ความหนัก 20 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักที่สามารถยกได้หนักที่สุดเพียงครั้งเดียว

ในการวิจัยครั้งนี้ใช้ระยะการฝึก 8 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 2 วัน มีการทดสอบพลังกล้ามเนื้อสูงสุดในการกระโดดแนวดิ่ง และความแข็งแรงสัมพัทธ์ของกล้ามเนื้อขาก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และ 8 แล้วนำผลมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัย

1. กลุ่มที่ฝึกกระโดดด้วยยางยืดแบบลูกรอก มีการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อสูงสุดในการกระโดดแนวดิ่ง และความแข็งสัมพันธ์ของพลังกล้ามเนื้อขาสูงกว่ากลุ่มฝึกแบบแบกน้ำหนักกระโดดภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และ 8 อย่างมีนัยสำคัญ

2. กลุ่มฝึกกระโดดด้วยยางยืดแบบมีลูกรอก และกลุ่มฝึกแบกน้ำหนักกระโดด มีการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อสูงสุดในการกระโดดแนวดิ่ง และความแข็งแรงสัมพัทธ์ของกล้ามเนื้อขาเพิ่มขึ้นภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และ 8 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05

วีนัส ดอกจันทร์ และชัยพัฒน์ หล่อศิริรัตน์ (2555) ได้ทำการเปรียบเทียบผลของการฝึกแรงต้านด้วยยางยืดและฟรีโมชั่นทีมีต่อความเร็วและแรงของการเตะเหยียบลงในนักกีฬาเทควันโดหญิง กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นนักกีฬาเทควันโดเพศหญิง ชมรมเทควันโดของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ช่วงอายุ 18-24 ปี จำนวน 20 คน โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างโดยใช้ความสามารถในการทรงตัวและความอ่อนตัวในท่าง่อสะโพก โดยแบ่งกลุ่ม ดังนี้

กลุ่มที่ 1 ฝึกแรงต้านด้วยยางที่ความหนัก 12 Multiple RM จำนวน 10 คน

กลุ่มที่ 2 ฝึกแรงต้านด้วยฟรีโมชั่นที่ความหนัก 70%1RM จำนวน 10 คน

ผลการวิจัยพบว่าทั้งสองกลุ่มมีการพัฒนาความเร็วและแรงของการเตะเหยียบเพิ่มขึ้นหลังจากฝึก 8 สัปดาห์ แต่กลุ่มที่ 1 (ฝึกแรงต้านด้วยยาง) มีการพัฒนาความเร็วและแรงของการเตะเหยียบลงมากกว่ากลุ่มที่ 2 (ฝึกแรงต้านด้วยฟรีโมชั่น) หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 อย่างมีนัยสำคัญ

นภัส สังข์ทอง และ ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์ (2557) ได้ทำการฝึกได้ทำการศึกษาผลฉับพลันขณะฝึกด้ว ยแรงต้านจากแรงดันอากาศด้วยความ หนักที่แตกต่างกันที่มีต่อพลังสูงสุด แรงสูงสุดและความเร็วสูงสุด กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัยเป็น นิสิตคณะ วิทยาศาสตร์การกีฬาจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เพศชาย ช่วงอายุ 18-25 ปี จำนวน 13 คนและกลุ่มตัวอย่าง จะต้องมีอัตราส่วนความแข็งแรงต่อน้ำหนักตัวมากกว่า 1.5 เท่า โดยผู้วิจัยใช้วิธีเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง ในการทดลองใช้วิธีถ่วงดุลลำดับโดยจะต้องทำการฝึกด้วยน้ำหนักท่าแบกน้ำหนักย่อตัวให้เข่าทำมุม 90 องศา แล้วเหยียดขาขึ้นมาอยู่ในท่ายืนตรง ด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศ ทั้ง 6 การทดลอง ได้แก่ ความหนักที่ 15 เปอร์เซ็นต์ 30 เปอร์เซ็นต์ 45 เปอร์เซ็นต์ 60 เปอร์เซ็นต์ 75 เปอร์เซ็นต์ และ 90 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักที่สามารถยกได้หนักที่สุดเพียงครั้งเดียว จำนวน 3 ครั้ง 1 เซต ใช้ระยะเวลาในการทดสอบทั้งหมด 6 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 1 ครั้ง มาวิเคราะห์ ข้อมูลทางสถิติโดยค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของพลังสูงสุด แรง สูงสุดและความเร็วสูงสุด

ขณะฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศด้วยความหนักต่างกัน โดยการวิเคราะห์ความ แปรปรวนแบบทางเดียวชนิดวัดซ้ำ (One way analysis of variance with repeated measure) หากผลมีความแตกต่างกันจะทำการเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ด้วยวิธีของบอนเฟอโรนี (Bonferroni) (สังข์ทอง, 2557)

ผลการวิจัย

1. ค่าพลังสูงสุดในขณะฝึกด้วยน้ำหนักท่าแบกน้ำหนักย่อตัวให้เข่าทำมุม 90 องศา แล้ว เหยียดขาขึ้นมาอยู่ในท่ายืนตรง ที่ความหนัก 15 เปอร์เซ็นต์ มีค่าพลังมากกว่าความหนักที่ 60 เปอร์เซ็นต์ 75 เปอร์เซ็นต์ และ 90 เปอร์เซ็นต์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ค่าแรงสูงสุดในขณะฝึกด้วยน้ำหนักท่าแบกน้ำหนักย่อตัวให้เข่าทำมุม 90 องศา แล้ว เหยียดขาขึ้นมาอยู่ในท่ายืนตรง ที่ความหนัก 90 เปอร์เซ็นต์ มีค่าแรงมากกว่า ความหนักที่ 15 เปอร์เซ็นต์ 30 เปอร์เซ็นต์ และ 45 เปอร์เซ็นต์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ค่าความเร็วสูงสุดในขณะฝึกด้วยน้ำหนักท่าแบกน้ำหนักย่อตัวให้เข่าทำมุม 90 องศา แล้ว เหยียดขาขึ้นมาอยู่ในท่ายืนตรง ที่ความหนัก 15 เปอร์เซ็นต์ มีค่าความเร็วมากกว่า ความหนักที่ 30 เปอร์เซ็นต์ 45 เปอร์เซ็นต์ 60 เปอร์เซ็นต์ 75 เปอร์เซ็นต์ และ 90 เปอร์เซ็นต์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สรุปผลการวิจัย ในการฝึกด้วยน้ำหนักท่าแบกน้ำหนักย่อตัวให้เข่าทำมุม 90 องศา แล้ว เหยียดขา ขึ้นมาอยู่ในท่ายืนตรง โดยใช้แรงต้านจากแรงดันอากาศ ความหนักที่ 15 เปอร์เซ็นต์ มีความเหมาะสมที่จะฝึก เพื่อพัฒนาพลังกล้ามเนื้อ ความหนักที่ 90 เปอร์เซ็นต์ มีความเหมาะสมที่จะฝึกเพื่อพัฒนาแรงกล้ามเนื้อ และ ความหนักที่ 15 เปอร์เซ็นต์ มีความเหมาะสมที่จะฝึกเพื่อพัฒนาความเร็ว

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สุหัท ภู่ทอง และ ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์ (2558) ได้ศึกษาผลฉับพลันของการฝึกเชิงซ้อนโดยจำนวนครั้งและเวลาพักแตกต่างกันที่มีต่อพลังสูงสุด แรงสูงสุด และความเร็วสูงสุดในการกระโดด โดยการวิจัยครั้งนี้เป็นนิสิตคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เพศชาย อายุ 18-22 ปี จำนวน 16 คน โดยกำหนดให้กลุ่มตัวอย่างต้องมีความแข็งแรงสัมพัทธ์ไม่ต่ำกว่า 1.5 ของน้ำหนักตัว โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 6 การทดลอง ดังนี้

การทดลองที่ 1 ฝึกด้วยน้ำหนัก 6 ครั้ง พัก 30 วินาที
การทดลองที่ 2 ฝึกด้วยน้ำหนัก 6 ครั้ง พัก 2 นาที
การทดลองที่ 3 ฝึกด้วยน้ำหนัก 6 ครั้ง พัก 4 นาที
การทดลองที่ 4 ฝึกด้วยน้ำหนัก 3 ครั้ง พัก 30 วินาที
การทดลองที่ 5 ฝึกด้วยน้ำหนัก 3 ครั้ง พัก 2 นาที
การทดลองที่ 6 ฝึกด้วยน้ำหนัก 3 ครั้ง พัก 4 นาที

ในการวิจัยครั้งนี้กลุ่มตัวอย่างแต่ละคน ฝึกสัปดาห์ละหนึ่งการทดลองโดยใช้การถ่วงดุลลำดับทำการทดสอบพลังสูงสุด แรงสูงสุด และความเร็วสูงสุดในการกระโดด ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง พบว่าหลังการทดลองพลังสูงสุด แรงสูงสุด และความเร็วสูงสุดในการกระโดดของทุกการทดลองไม่แตกต่างกัน ในขณะที่ความเร็วสูงสุดในการกระโดดของการทดลองที่ 4 เพิ่มขึ้นมากกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

**11.2 งานวิจัยต่างประเทศ**

Rajamohan et al. (2010) ได้ศึกษาเปรียบเทียบการฝึกเชิงซ้อน เปรียบเทียบกับการฝึกแบบคอนทราสต์ที่มีต่อความแข็งแรงและพลังของกล้ามเนื้อในนักกีฬาวิ่งจำนวน 30 คน อายุ 19-21 ปี แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม โดยกลุ่มที่ 1 ฝึกแบบเชิงซ้อน และกลุ่มที่ 2 ฝึกแบบคอนทราสต์ โดยมีโปรแกรมการฝึกดังนี้

ทำฮาล์ฟ สควอท ค้าง 40 วินาที ตามด้วยการเดฟป์ จัมพ์ แล้วตามด้วยการกระโดดแนวดิ่งจากท่านั่ง โดยทำการฝึก 4 วันต่อสัปดาห์ เป็นเวลาทั้งหมด 3 เดือน ผลการศึกษาพบว่ากลุ่มที่ 2 (ฝึกแบบคอนทราสต์) มีความแข็งแรง และพลังกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มที่ 1 (การฝึกเชิงซ้อน) พบว่ากลุ่มที่ 2 ซึ่งฝึกแบบคอนทราสต์มีความแข็งแรง และพลังกล้ามเนื้อเพิ่มกว่ากลุ่มที่ (ฝึกเชิงซ้อน) อีกทั้ง Ragamohan and others ยังสรุปผลการวิจัยว่ารูปแบบการฝึกคอนทราสต์มีประโยชน์ในการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อ ความสามารถในการกระโดดในแนวดิ่ง และสามารถรักษาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อไว้ได้

Garcia et al. (2014) ได้ศึกผลของการฝึกคอนทราสต์แบบไม่มีแรงจากภายนอกที่มีต่อความสามารถในการกระโดดแนวดิ่ง การเตะ การวิ่งสปริ้นท์ และความคล่องแคล่วว่องไวในนักฟุตบอลเยาวชน การวิจัยครั้งนี้ใช้กลุ่มตัวอย่าง 30 คน เป็นนักกีฬาฟุตบอล ช่วงอายุ 15.9 ± 1.43 ปี น้ำหนัก 65.4 ± 10.84 กิโลกรัม ส่วนสูง 171.0 ± 0.06 เซนติเมตร ใช้การสุ่ม randomized เป็นกลุ่มควบคุม 13 คน และกลุ่มทดลอง 17 คน ทำการฝึกด้วยโปรแกรมคอนทราสต์ โดยใช้ระยะเวลาในการฝึก 12 สัปดาห์ โดยทำการทดสอบการกระโดดในท่า countermovement jump, แบบทดสอบความคล่องแคล่วว่องไว (Balsom agility test; BAT) แบบทดสอบการเก็บความเร็วในการวิ่ง 5, 10, 20 และ 30 เมตร และการเตะบอล พบว่าการฝึกด้วยโปรแกรมคอนทราสต์แบบไม่มีแรงจากภายนอกสามารถพัฒนาทักษะของฟุตบอลได้ เช่น การกระโดดในแนวดิ่ง การวิ่งสปริ้น ความคล่องแคล่วว่องไว และความสามารถในการเตะไว (Kicking speed) ในนักฟุตบอลระดับเยาวชน

Argus et al. (2012) ได้กล่าวไว้ การฝึกคอนทราสต์ประกอบไปด้วยการฝึกด้วยน้ำหนักที่มีความหนักมาก (Strength-Power) และการฝึกด้วยน้ำหนักที่มีความหนักเบา (Speed-power) โดยได้ทำการศึกษาและเปรียบเทียบผลของการฝึกคอนทราสต์ higher volume-load (strength-power) or lower volume-load (Speed-power) โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มที่ฝึกด้วยความ

แข็งแรงและพลังกล้ามเนื้อ (Strength-power) ซึ่งจะใช้ความหนักที่สูง กลุ่มที่สองฝึกความเร็วและพลังกล้ามเนื้อ (Speed-power) ซึ่งจะใช้ความหนักที่เบา กลุ่มตัวอย่างคือนักกีฬารักบี้ระดับสูง ซึ่งอยู่ช่วงการแข่งขัน (Competition phase)

Smilios et al. (2005) ได้ศึกษาผลระยะสั้นของการฝึกคอนทราสต์ที่มีผลต่อการกระโดด โดยเปรียบเทียบระหว่างการฝึกด้วยท่าสควอทกับจั้มพ์สควอทที่แบกน้ำหนักเบา (Low load) และท่าสควอทกับจั้มพ์สควอทที่แบกน้ำหนักปานกลาง (Moderate) ซึ่งน้ำหนักเบากำหนดอยู่ที่ 30% ของเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักที่สามารถยกได้หนักที่สุดเพียงครั้งเดียว และน้ำหนักปานกลางอยู่ที่ 60 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักที่สามารถยกได้หนักที่สุดเพียงครั้งเดียว โดยทำจำนวน 5 ครั้ง จำนวน 3 ชุด และมีเวลาพัก 3 นาที ผลการทดลองพบว่าผลระยะสั้นของการฝึกทั้งสองท่า ที่น้ำหนักเบาและปานกลางสามารถเพิ่มความสามารถในการกระโดดแนวดิ่งได้ (Countermovement Jump)

Maio Alves et al. (2010) ได้ทำการศึกษาผลฉับพลันของการฝึกเชิงซ้อนและการฝึกคอนทราสต์ที่ส่งผลต่อความสามารถในการกระโดดแนวดิ่ง การวิ่งสปริ้นท์ และความคล่องแคล่วว่องไว ในนักกีฬาฟุตบอล โดยแบ่งกลุ่มทดลองออกเป็นสองกลุ่มและหนึ่งกลุ่มควบคุม กลุ่มแรกฝึกด้วยโปรแกรมการฝึกเชิงซ้อนและคอนทราสต์ 1 ครั้งต่อสัปดาห์ กลุ่มที่สองฝึกด้วยโปรแกรมการฝึกเชิงซ้อนและคอนทราสต์ 2 ครั้งต่อสัปดาห์ และมีการฝึกซ้อมฟุตบอลตามปกติ กลุ่มควบคุมทำการฝึกซ้อมกีฬาฟุตบอลอย่างเดียว ทำการฝึกทั้งหมดระเวลา 6 สัปดาห์ โดยกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดต้องฝึกด้วยน้ำหนัก (Strength training) ก่อน 6 สัปดาห์ และค่อยฝึกตามโปรแกรมที่กำหนดไว้ ผลปรากฏว่าการฝึกเชิงซ้อนและคอนทราสต์สามารถเพิ่มความสามารถในการกระโดดแนวดิ่ง การวิ่งสปริ้นท์ ความคล่องแคล่วว่องไว เพราะฉะนั้นการฝึกเชิงซ้อนและคอนทราสค์สามารถเพิ่มพลังกล้ามเนื้อของนักกีฬาได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Stone et al. (2003) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับความหนักในการฝึกพลังกล้ามเนื้อและความแข็งแรงสูงสุดในแบบต่อเนื่องและแบบอยู่กับที่ในท่าแบกน้ำหนักกระโดด โดยการวิจัยครั้งนี้ใช้กลุ่มตัวอย่างที่มีประสบการณ์ในการฝึกท่าสควอทตั้งแต่ 7 สัปดาห์ไปจนถึง 15 ปีขึ้นไป จำนวน 22 คน โดยความหนักที่ใช้ในการกระโดดอยู่ในช่วง 10-100 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักที่สามารถยกได้หนักที่สุดเพียงครั้งเดียว ในท่าสควอท พบว่าการฝึกที่สามารถเพิ่มพลังกล้ามเนื้ออยู่ในความหนักที่ 10-40 เปอร์เซ็นต์ของหนึ่งอาร์เอ็ม

Bevan et al. (2010) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับน้ำหนักที่เหมาะสมในการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อสูงสุดของนักกีฬารักบี้ฟุตบอลอาชีพ โดยการวิจัยครั้งนี้ใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬารักบี้ระดับอาชีพ จำนวน 47 คน มวลกล้ามเนื้อ 101.3 ± 12.8 กิโลกรัม ส่วนสูง 1.82 ± 0.08 เมตร และให้นักกีฬารักบี้ฟุตบอลฝึกในท่าบอลลิสติก เบนโทว์ (Ballistic bench throw) สำหรับส่วนบนของร่างกาย และท่าสำหรับฝึกส่วนล่างของร่างกายใช้ท่าแบกน้ำหนักกระโดด โดยใช้ความหนักที่ 0,20,

30, 40, 50 และ60 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักที่สามารถยกได้หนักที่สุดเพียงครั้งเดียว พบว่า การแสดงออกของพลังกล้ามเนื้อขาสูงสุดนั้นจะต้องคำนึงถึง 2 ตัวแปร คือ แรง (Force) และความเร็วในการเคลื่อนไหว (Velocity) เมื่อเพิ่มความหนักจากภายนอกมากจะส่งผลต่อความเคลื่อนไหว เป็นสาเหตุที่ทำให้พลังกล้ามเนื้อสูงสุดมีค่าน้อย ดังนั้นความหนักจากภายนอกในท่าแบกน้ำหนักกระโดดที่ระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ของหนึ่งอาร์เอ็ม ส่งผลต่อพลังกล้ามเนื้อขาสูงกว่าระดับความหนักที่ 30, 40, 50 และ 60 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักที่สามารถยกได้หนักที่สุดเพียงครั้งเดียว

King and Cipriani (2010) ได้ศึกษาและเปรียบเทียบระหว่างการฝึกพลัยโอเมตริกแบบกระโดดด้านหน้ากับฝึกพลัยโอเมตริกแบบกระโดดด้านข้างที่มีผลต่อความสูงของการกระโดดในแนวดิ่ง การวิจัยนี้ใช้กลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 32 คน ระยะเวลาในการฝึกทั้งหมด 6 สัปดาห์ พบว่าการฝึกพลัยโอเมตริกแบบกระโดดด้านหน้าพัฒนาความสูงของการกระโดดในแนวดิ่งได้ดีกว่าการฝึกพลัยโอเมตริกแบบกระโดดด้านข้าง และได้แนะนำผู้ที่สนใจและผู้ฝึกสอนว่า สามารถนำโปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริกทั้ง 2 ชนิด เพราะกว่าการฝึกทั้ง 2 อย่างสามารถพัฒนาพลังกล้ามเนื้อ และความว่องไวในนักกีฬาบาสเกตบอลได้

Turner et al. (2012) ได้ทำการศึกษาผลของพลังสูงสุด ความเร็วของบาร์เบลล์สูงสุด และแรงปฏิกิริยาในแนวดิ่งสูงสุด ในท่าแบกน้ำหนักกระโดด โดยการวิจัยนี้ใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬารักบี้ฟุตบอลชาย ระดับอาชีพ อายุ 26 ± 3 ส่วนสูง 1.83 ± 6.12 เมตร มวลกล้ามเนื้อ 97.3 ± 11.6 กิโลกรัม มีความสามารถแบกน้ำหนักกระโดดที่ความหนัก 20-100 เปอร์เซ็นต์ของหนึ่งอาร์เอ็ม โดยทำการวัดพลังสูดสุด ความเร็วของบาร์เบลล์สูงสุด และแรงปฏิกิริยาในแนวดิ่งสูงสุด ในการกระโดดด้วยแท่นวัดแรง (Force platform) ผลการวิจัยพบว่า

1. ความหนักที่ 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักที่สามารถยกได้หนักที่สุดเพียงครั้งเดียว มีค่าพลังสูงสุด และความเร็วของบาร์เบลล์สุดสุดมากกว่าความหนัก 100 เปอร์เซ็นต์ของหนึ่งอาร์เอ็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และความหนักที่ 20 เปอร์เซ็นต์ของหนึ่งอาร์เอ็ม มีความเร็วมากกว่าความหนักที่ 30 เปอร์เซ็นต์ของหนึ่งอาร์เอ็ม

2. ความหนักที่ 100 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักที่สามารถยกได้หนักที่สุดเพียงครั้งเดียว ให้ค่าแรงปฏิกิริยาในแนวดิ่งสูงสุดมากกว่าความหนักทั้งหมดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และความหนักที่ 20-60 เปอร์เซ็นต์ของหนึ่งอาร์เอ็ม มีค่าแรงปฏิกิริยาในแนวดิ่งสูงสุดไม่แตกต่างกัน

ความหนักที่ดีที่สุดในการใชนักกีฬารักบี้ในท่าจั๊ม สควอท อยู่ในช่วง 20 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักที่สามารถยกได้หนักที่สุดเพียงครั้งเดียว และค่าพลังสูงสุด และความเร็วของบาร์เบลล์สูงสุดจะลดลงเมื่อเพิ่มความหนักในการฝึก แต่ค่าแรงปฏิกิริยาในแนวดิ่งจะเพิ่มขึ้น

Latorre Román et al. (2018) ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลของการฝึกคอนทราสต์ที่ส่งผลต่อการกระโดด การวิ่งสปริ้นท์ และความคล่องแคล่วว่องไวในนักกีฬาบาสเกตบอล โดยการวิจัยนี้ใช้กลุ่ม

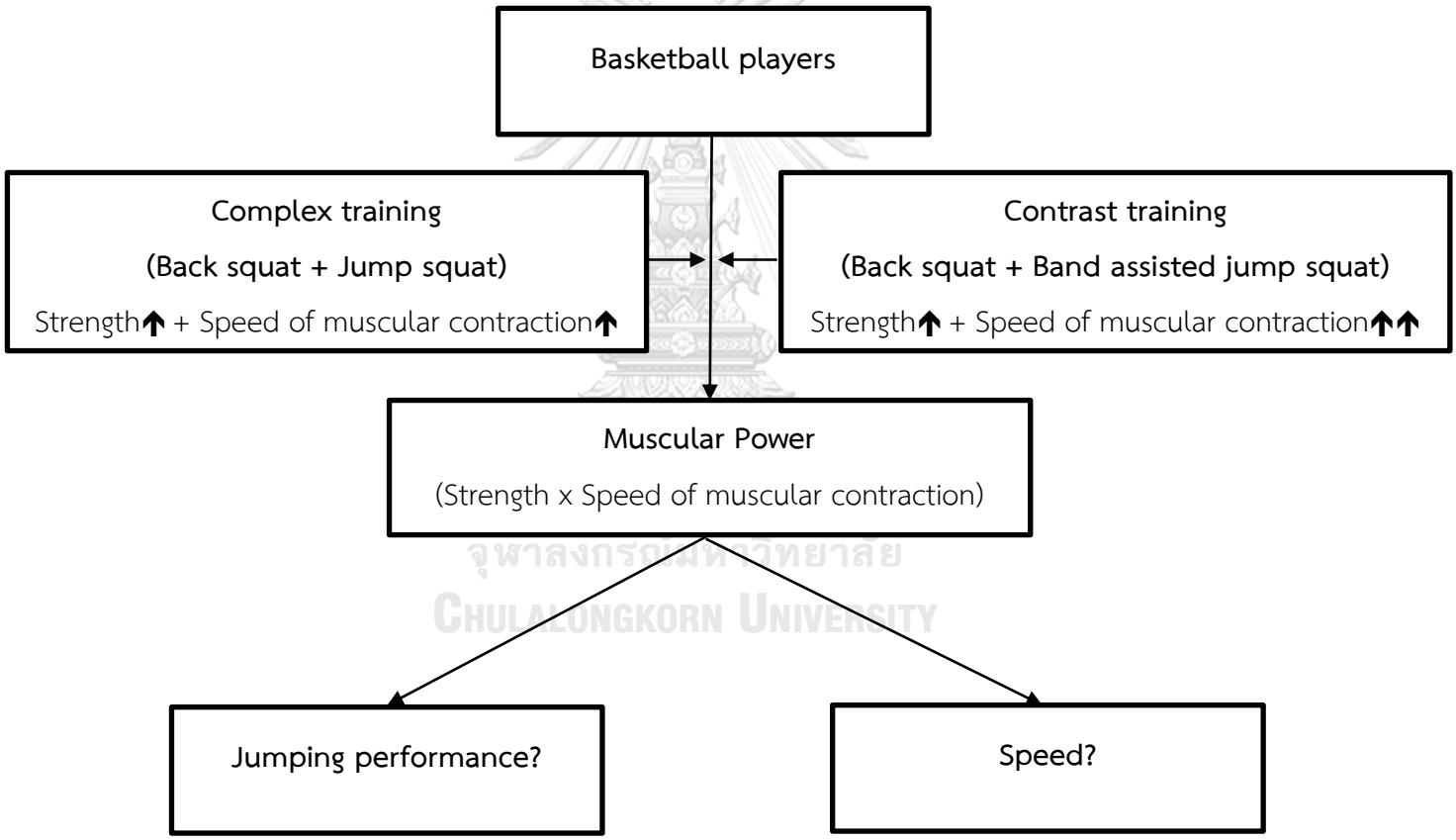
ตัวอย่างจำนวน 58 คน ช่วงอายุ 8.72 ± 0.97 มวลร่างกาย 17 ± 2.48 kg/m² แบ่งกลุ่มตัวอย่างโดยการ randomly assigned กลุ่มทดลอง 30 คน กับกลุ่มควบคุม 28 คน ทำการฝึก 2 ครั้งต่อสัปดาห์ ระยะเวลาทั้งหมด 10 สัปดาห์ พบว่ากลุ่มทดลองมีการพัฒนาการวิ่งสปริ้นท์และความคล่องแคล่วว่องไวได้มากกว่ากลุ่มควบคุม รวมถึงการฝึกคอนทราสต์พัฒนาความสามารถในการกระโดดแนวดิ่ง (vertical jump) การวิ่งสปริ้นท์ และความว่องไวได้ดีในนักบาสเกตบอลวัยเด็ก



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

**กรอบแนวความคิดในงานวิจัย**

จากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง สามารถสรุปเป็นกรอบแนวคิดในการวิจัยได้ดังนี้ พลังของกล้ามเนื้อมีความสำคัญกับนักกีฬาบาสเกตบอล เพื่อช่วยเพิ่มความสามารถในการกระโดด และความเร็ว ซึ่งการพัฒนาพลังของกล้ามเนื้อ เกิดจากการพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและความเร็วในการหดตัวของกล้ามเนื้อ ดังนั้นผู้วิจัยได้ออกแบบรูปแบบการฝึกคอนทราสต์ โดยการนำเอายางยืดมาช่วยในการฝึกพลัยโอเมตริก เพื่อช่วยเพิ่มความเร็วในการหดตัวของกล้ามเนื้อ ด้วยท่าบาร์เบล แบค สควอท (Barbell back squat) ตามด้วยการท่า แบน แอสซิสเทด จั๊มพ์ สควอท (Band assisted jump squat) ดังรูปที่ 1




จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

**รูปที่ 1** กรอบแนวคิดการเปรียบเทียบผลของการฝึกเชิงซ้อนและการฝึกคอนทราสต์ที่มีต่อพลังกล้ามของกล้ามเนื้อขา ความเร็ว และความสามารถในการกระโดดในนักกีฬาบาสเกตบอลชาย

# บทที่ 3
# วิธีดำเนินการวิจัย

## กลุ่มตัวอย่างและวิธีเลือกกลุ่มตัวอย่าง

**ประชากร**

นักกีฬาบาสเกตบอลชาย ระดับมหาวิทยาลัย ช่วงอายุ 18-25 ปี

**กลุ่มตัวอย่าง**

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักกีฬาบาสเกตบอลชาย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อายุระหว่าง 18-25 ปี ที่ไม่มีโรคประจำตัว จากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) จำนวน 26 คน จากการกำหนดความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 อำนาจการทดสอบ (Power of test) = 0.80 และ effect size = .80 (Cohen, 1988) (ภาคผนวก ฏ) โดยผ่านการทดสอบความแข็งแรงสัมพัทธ์ในท่าบาร์เบล แบค สควอท (Barbell back squat) ย่อตัวให้เข่าทำมุม 110 องศา แล้วเหยียดตัวขึ้นมาอยู่ในท่าตรงได้ไม่ต่ำกว่า 1.5 เท่าของน้ำหนักตัว และเพื่อป้องกันการสูญหายของกลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยจึงเพิ่มกลุ่มตัวอย่างอีกกลุ่มละ 2 คน รวมจำนวนกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 30 คน หลังจากนั้นแบ่งออกเป็นสองกลุ่ม กลุ่มละ 15 คน ด้วยวิธีการกำหนดกลุ่มแบบจับคู่ (Matched pair) จากความแข็งแรงสัมพัทธ์ในท่าบาร์เบล แบค สควอท (ตารางที่ 5) โดย

กลุ่มที่ 1 ฝึกคอนทราสต์ (ฝึกวันที่จันทร์และพฤหัสบดี)

กลุ่มที่ 2 ฝึกเชิงซ้อน (ฝึกในวันอังคารและวันศุกร์)

**ตารางที่ 5** แสดงการกำหนดกลุ่มแบบจับคู่ของกลุ่มตัวอย่าง

| **คู่** | **ความแข็งแรงสัมพัทธ์ (กิโลกรัมต่อน้ำหนักตัว)** | |
|---|---|---|
| | **กลุ่มที่ 1** ฝึกคอนทราสต์ | **กลุ่มที่ 2** ฝึกเชิงซ้อน |
| **1** | 1 | 2 |
| **2** | 4 | 3 |
| **3** | 5 | 6 |
| .... | ... | .... |
| **15** | 29 | 30 |

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

**เกณฑ์การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างเข้าร่วมการวิจัย**

1. เป็นนักกีฬาบาสเกตบอล จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่มีอายุระหว่าง 18-25 ปี มีประสบการณ์การเล่นกีฬาบาสไม่ต่ำกว่า 2 ปี และมีการฝึกซ้อมกับชมรมบาสเกตบอลจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยเป็นประจำ

2. ไม่มีโรคประจำตัว ได้แก่ โรคหัวใจ โรคหอบหืด และโรคความดันโลหิตสูง

3. ผู้เข้าร่วมทุกคนต้องกรอกข้อมูล ในแบบสอบประวัติสุขภาพเพื่อการออกกำลังกาย PAR-Q โดยต้องตอบว่า “ไม่เคย” ทุกข้อ (ภาคผนวก ก)

4. ไม่มีอาการบาดเจ็บทางร่างกาย เช่น อาการกล้ามเนื้อหลัง สะโพก เข่า หรือข้อเท้า

5. ผ่านเกณฑ์การทดสอบความแข็งแรงสัมพัทธ์ในท่าบาร์เบล แบค สควอท (Barbell back squat) 110 องศา แล้วเหยียดขาขึ้นมาอยู่ในท่ายืนตรงได้ไม่ต่ำกว่า 1.5 เท่าของน้ำหนักตัว

6. มีความสมัครใจในการเข้าร่วมในการวิจัยครั้งนี้ และยินดีลงนามในใบยินยอมเพื่อเข้าการวิจัย

7. จะต้องไม่เข้าร่วมงานวิจัยโครงการอื่น

**เกณฑ์การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างออกจากการวิจัย**

1. เกิดเหตุสุดวิสัยที่ทำให้ไม่สามารถเข้าร่วมการวิจัยต่อได้ เช่น การบาดเจ็บจากอุบัติเหตุ หรือมีอาการเจ็บปวด หรือมีอาการเจ็บป่วยจากโรคโควิด-19 เป็นต้น

2. ไม่ได้เข้าร่วมการฝึก 4 ครั้ง ของช่วงระยะเวลาการฝึก (ระยะเวลาในการฝึกทั้งหมด 16 ครั้ง)

3. ผู้เข้าร่วมงานวิจัยไม่สมัครใจเข้าร่วมการวิจัยต่อ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

**ความเสี่ยงที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาวิจัย**

ในการวิจัยครั้งนี้ เพื่อความปลอดภัยของกลุ่มตัวอย่างผู้วิจัยจึงตรวจสอบวิธีดำเนินการวิจัยอย่างละเอียดและรอบคอบ เพื่อไม่ให้เกิดความเสี่ยงใดๆ ที่จะทำให้เกิดผลอันตรายต่อร่างกาย อาจมีกลุ่มตัวอย่างที่มีอาการปวดเมื่อยกล้ามเนื้อในขณะทำการฝึกและหลังทำการฝึกในแต่ละครั้ง หรือไม่มีกำลังเพียงพอและอาจจะรู้สึกท้อแท้ในระหว่างการฝึก ทั้งนี้ก่อนและหลังการฝึกในแต่ละครั้งจะมีการอบอุ่นร่างกายและผ่อนคลายกล้ามเนื้อ เพื่อป้องกันอาการบาดเจ็บที่อาจจะเกิดขึ้นได้

หากกลุ่มตัวอย่างพบว่ามีอาการคลื่นไส้ อาเจียน หรือมีอาการบาดเจ็บเกิดขึ้นระหว่างการฝึกหรือการทดสอบให้หยุดในทันที ทั้งนี้กลุ่มตัวอย่างต้องรีบแจ้งผู้วิจัยให้ทราบโดยเร็ว โดยผู้วิจัยเตรียมอุปกรณ์การปฐมพยาบาลเบื้องต้น เพื่อช่วยในการปฐมพยาบาล ในกรณีที่กลุ่มตัวอย่างอาการไม่ดีขึ้น

ผู้วิจัยจะทำการส่งต่อ ณ สถานการพยาบาลใกล้เคียง และถ้ามีการบาดเจ็บเกิดขึ้นผู้วิจัยจะเป็นผู้ดูแลรับผิดชอบค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการดูแลรักษา

**วิธีการพิทักษ์สิทธิ์ของกลุ่มตัวอย่าง**

ผู้วิจัยพิทักษ์สิทธิ์ของกลุ่มตัวอย่าง โดยผู้วิจัยเข้าพบกลุ่มตัวอย่างและแนะนำตัว อธิบายวัตถุประสงค์ขั้นตอนของการเก็บข้อมูล และประโยชน์ที่จะได้จากการวิจัย พร้อมทั้งขอความร่วมมือในการเข้าร่วมการวิจัยครั้งนี้ด้วยความสมัครใจโดยจะต้องไม่ถูกบังคับหรือได้รับรางวัลพิเศษจากการเข้าร่วมการวิจัย และผู้เข้าร่วมงานวิจัยสามารถแจ้งออกจาการศึกษาได้ก่อนที่การวิจัยจะสิ้นสุด โดยไม่ต้องแจ้งเหตุผลหรือคำอธิบายใดๆ ระหว่างการวิจัยผู้วิจัยจะพิทักษ์สวัสดิภาพทางร่างกายและจิตใจของกลุ่มตัวอย่าง รวมไปถึงความเสี่ยงต่างๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นจากการวิจัยครั้งนี้ ในกรณีที่เกิดการบาดเจ็บจากการวิจัย ผู้วิจัยจะทำการปฐมพยาบาลเบื้องและนำส่งโรงพยาบาลต่อไป โดยผู้วิจัยจะรับผิดชอบในการรักษาพยาบาลทั้งหมด ข้อมูลทุกอย่างจะถือเป็นความลับและนำมาใช้ตามวัตถุประสงค์ในการวิจัยครั้งนี้เท่านั้นหากท่านมีข้อสงสัยเกี่ยวกับโครงการวิจัยให้สอบถามเพิ่มเติมโดยสามารถติดต่อผู้วิจัยได้ตลอดเวลา และหากผู้วิจัยมีข้อมูลเพิ่มเติมที่เป็นประโยชน์หรือโทษเกี่ยวกับการวิจัย ผู้วิจัยจะแจ้งให้ท่านทราบโดยทันที

**ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย**

การวิจัยครั้งนี้มีขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

1. ทบทวนวรรณกรรมและศึกษาค้นคว้าเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องมาสร้างโปรแกรมการฝึกคอนทราสต์และโปรแกรมการฝึกเชิงซ้อน
2. ทำการสร้างโปรแกรมฝึกให้อาจารย์ที่ปรึกษาพิจารณาความถูกต้องเรียบร้อย
3. นำโปรแกรมให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 5 ท่าน โดยเป็นอาจารย์ด้านวิทยาศาสตร์การกีฬาจำนวน 3 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญทางด้านกีฬาบาสเกตบอล 2 ท่าน เพื่อพิจารณาความตรงเชิงเนื้อหาเพื่อศึกษาความเป็นไปได้ของโปรแกรม โดยวิเคราะห์ความตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) แล้วประเมินความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของแบบฝึก (Item Objective Congruence; IOC) ค่า IOC ที่ได้ 0.97 (ภาคผนวก ฐ)
4. นำโปรแกรมการฝึกคอนทราสต์และโปรแกรมการฝึกเชิงซ้อน เสนอเพื่อพิจารณาผ่านคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน
5. ผู้วิจัยทำหนังสือขอความร่วมมือในการเก็บข้อมูล โดยขออนุญาตใช้สถานที่ อุปกรณ์ และกำหนดวันเวลา ในการเก็บข้อมูล
6. ผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการเชิญชวนกลุ่มตัวอย่างด้วยตนเอง โดยประสานงานกับผู้ฝึกสอนกีฬาบาสเกตบอล อาจารย์ที่ปรึกษาชมรมบาสเกตบอล และประธานชมรมกีฬาบาสเกตบอล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เพื่อชี้แจงและทำหนังสืออธิบายวัตถุประสงค์ และประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย รวมถึงขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล พร้อมทั้งขอความร่วมมือในการวิจัยต่อกลุ่มตัวอย่าง เมื่อกลุ่มตัวอย่างยินยอมเข้าร่วมวิจัย ผู้วิจัยให้กลุ่มตัวอย่างลงนามในหนังสือยินยอม และกลุ่มตัวอย่างต้องผ่านแบบสอบถามสุขภาพทุกข้อ (ภาคผนวก ก)

7. จัดเตรียมสถานที่และอุปกรณ์ที่ใช้ในการฝึก (ศูนย์เสริมสร้างสมรรถภาพทางกาย คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย) และสถานที่ในการทดสอบ (ห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์การกีฬา คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย) เพื่อนำมาใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล และมีการชี้แจงขั้นตอนทดสอบอย่างละเอียดกับกลุ่มตัวอย่าง รวมถึงการปฏิบัติก่อนวันเข้ารับการทดสอบ ดังนี้

7.1 นอนหลับพักผ่อนให้เพียงพออย่างน้อยวันละ 8-10 ชั่วโมง การพักผ่อนให้เพียงพอ จะช่วยลดอาการเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อ เพื่อให้พร้อมในการทำการทดสอบ

7.2 ดื่มน้ำให้เพียงพอวันละ 6-8 แก้ว

7.3 หลีกเลี่ยงอาหารที่แตกต่างจากอาหารปกติที่เคยกินเป็นประจำ

8. ผู้วิจัยทำการคัดกรอง โดยเก็บข้อมูลทางสรีรวิทยา เช่น น้ำหนัก ส่วนสูง มวลกล้ามเนื้อ ด้วยเครื่องวัดองค์ประกอบร่างกาย (Body composition analyzer) โดยให้กลุ่มตัวอย่างถอดรองเท้า ยืนตัวตรงบนเครื่องสำหรับวัดองค์ประกอบของร่างกาย หน้ามองตรง โดยหน่วยชั่งน้ำหนักเป็นกิโลกรัม (Kilogram; Kg) และส่วนสูงหน่วยเป็นเซนติเมตร (Centimeter; cm) ดัชนีมวลกาย (Body mass index; BMI) จากนั้นกลุ่มตัวอย่างทำการอบอุ่นร่างกาย (ภาคผนวก ญ) เพื่อเตรียมทดสอบหาความแข็งแรงสัมพัทธ์ในท่าบาร์เบล แบค สควอท (Barbell back squat) ให้เข่าทำมุม 110 องศา ได้ไม่ต่ำกว่า 1.5 เท่าของน้ำหนักตัว (ภาคผนวก ข) โดยผู้ทดสอบจะปฏิบัติจนไม่สามารถยกน้ำหนักในครั้งที่ 4 ได้ ถ้าหากกลุ่มตัวอย่างสามารถทำได้เกิน 4 ครั้ง ให้ทำการหยุดพักประมาณ 3-5 นาที ต่อเซท และพร้อมที่จะทำการยกน้ำหนักในครั้งต่อไปด้วยความหนักที่หนักขึ้น และนำน้ำหนักที่ทำได้มากที่สุดไม่เกิน 4 ครั้ง ไปเปรียบเทียบตารางของ Baechle and Earle, 2000 เพื่อหาค่าความแข็งแรงสูงสุด เพื่อจัดการแบ่งกลุ่มตัวอย่างในงานวิจัย โดยทำการแบ่งกลุ่มตัวอย่างโดยออกเป็น 2 กลุ่ม โดยใช้วิธีการจับคู่ (Matching paired) โดยผู้วิจัยคอยควบคุมดูแลอย่างใกล้ชิดตลอดการทดสอบ โดยใช้เวลาประมาณ 1 ชั่วโมง ในกรณีที่ทดสอบแล้วไม่ผ่านผู้เข้าร่วมงานวิจัยจะไม่สามารถเข้าร่วมการวิจัยในครั้งนี้ได้ ผู้ที่ไม่ผ่านเกณฑ์การคัดเลือกจะได้รับของที่ระลึกเป็นการตอบแทน โดยของที่ระลึกเป็นกระบอกน้ำของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

9. ก่อนที่ผู้วิจัยจะเข้าสู่กระบวนการฝึกคอนทราสต์และการฝึกเชิงซ้อน ผู้วิจัยทำการทดสอบก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 โดยผู้วิจัยจะแจ้งให้กลุ่ม

ตัวอย่างมาทำการทดสอบก่อนวันฝึกจริง 1 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 2 วัน คือวันจันทร์และอังคาร กำหนดให้กลุ่มที่ 1 (จำนวน 15 คน) มาทำการทดสอบในวันจันทร์ และกลุ่มที่ 2 (จำนวน 15 คน) มาทำการทดสอบในวันอังคาร กลุ่มตัวอย่างจะทำการทดสอบทีละคน ทำการทดสอบที่ศูนย์เสริมสร้างสมรรถภาพทางกาย คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยการทดสอบมีขั้นตอนดังนี้

9.1. กลุ่มตัวอย่างทำการอบอุ่นร่างกาย (ภาคผนวก ญ) การทดสอบพลังกล้ามเนื้อขา ด้วยเครื่องฝึกและทดสอบกล้ามเนื้อแรงระเบิด (FT700 power system) (ภาคผนวก ง) วัดตัวแปรพลังสูดสุด แรงปฏิกิริยาในแนวดิ่งสูงสุด ความเร็วของบาร์เบลสูงสุด ทำการทดสอบด้วยท่า Countermovement Jump ด้วยความพยายามสูงสุด ทำการทดสอบทั้งหมด 3 ครั้ง พักระหว่างครั้ง 2 นาที โดย แล้วเลือกครั้งที่ดีที่สุดมาเป็นข้อมูล (ภาคผนวก ง) โดยใช้เวลาประมาณ 10 นาที

9.2. การทดสอบความสามารถในการกระโดด ด้วยการทดสอบความสามารถในการกระโดดแนวดิ่ง (Vertical jump) ด้วยเครื่องมือทดสอบ ยาร์ดสติ๊ก (Yardstick) (ภาคผนวก จ) ด้วยการทดสอบท่า Countermovement jump ด้วยความพยายามสูงสุด ทำการทดสอบทั้งหมด 3 ครั้ง พักระหว่างครั้ง 2 นาที บันทึกข้อมูลเป็นหน่วยเซนติเมตร แล้วเลือกครั้งที่ดีที่สุดมาเป็นข้อมูล หลังจากนั้นทำการทดสอบด้วยท่า One-Step jump ด้วยความพยายามสูงสุด ทำการทดสอบทั้ง 3 ครั้ง พักระหว่างครั้ง 2 นาที บันทึกข้อมูลเป็นหน่วยเซนติเมตร แล้วเลือกครั้งที่ดีที่สุดมาเป็นข้อมูล โดยใช้เวลาประมาณ 20 นาที

9.3 การทดสอบความเร็ว ทำการทดสอบ Sprint tests ในระยะ 5 เมตร และ 10 เมตร โดยให้กลุ่มตัวอย่างวิ่งด้วยความเร็วสูงสุด จำนวน 3 รอบ พักระหว่างรอบ 2 นาที จับเวลาด้วยเครื่อง Swift Speed Light timing & training systems (Australia) (ภาคผนวก ฉ) บันทึกหน่วยเป็นวินาที แล้วเลือกครั้งที่ดีที่สุดมาเป็นข้อมูล มีหน่วยเป็น วินาทีและทำการคลายอุ่นร่างกาย (ภาคผนวก ฎ) หลังการทดสอบ โดยใช้เวลาประมาณ 10 นาที

10. <u>โปรแกรมการฝึก</u>

ในวันฝึกจริงกลุ่มตัวอย่างสวมใส่ชุดสำหรับการออกกำลังกาย โดยผู้วิจัยจะแบ่งกลุ่มในการนัดช่วงเวลาในการฝึกโดยแบ่งเป็น 3 ชุด ใน 1 กลุ่ม ชุดละ 5 คน จะทำการฝึกทีละคน โดยนัดเวลาชุดที่ 1 มาฝึกเวลา 15.00 น. เพื่อป้องกันการพักที่นานเกินไป และการปะปนของกลุ่มตัวอย่าง โดยที่ผู้วิจัยคอยกำกับดูแลอย่างใกล้ชิดตอนระยะการฝึก โดยมีรายละเอียด ดังนี้

10.1 กลุ่มที่ 1 ฝึกคอนทราสต์ (ภาคผนวก ซ) ทำการฝึก 2 ครั้งต่อสัปดาห์ คือ วันจันทร์และวันพฤหัสบดี ระยะเวลา 8 สัปดาห์ โดยกลุ่มตัวอย่างทำการฝึกคอนทราสต์ในสัปดาห์ที่ 1-4 ดังตารางที่ 6 และทำการฝึกคอนทราสต์ในสัปดาห์ที่ 5-8 ดังตารางที่ 7 ต้องทำการฝึกวัน และเวลาเดิมของทุกสัปดาห์การฝึก และต้องทำการฝึกก่อนการซ้อมปกติเป็นเวลา 1 ชั่วโมง กลุ่มตัวอย่าง

ทำการอบอุ่นร่างกายก่อนการฝึก (ภาคผนวก ญ) และทำการคลายอุ่นร่างกายหลังการฝึกทุกครั้ง (ภาคผนวก ฎ)

**ตารางที่ 6** แสดงรายละเอียดการฝึกคอนทราสต์ระหว่างสัปดาห์ที่ 1-4 ของกลุ่มที่ 1

| โปรแกรมการฝึกคอนทราสต์ (กลุ่มที่ 1) | |
|---|---|
| ความหนัก Barbell back squat | 85 เปอร์เซ็นต์ของหนึ่งอาร์เอ็ม (โดยกำหนดจากค่าความแข็งแรงสูงสุดก่อนการฝึก) |
| จำนวนครั้งในการฝึก | 6 ครั้ง |
| ช่วงเวลาพักระหว่างก่อนการฝึกพลัยโอเมตริก | 30 วินาที |
| ท่าฝึกพลัยโอเมตริก | Band assisted jump squat |
| จำนวนครั้งในการฝึกพลัยโอเมตริก | 12 ครั้ง |
| จำนวนเซตในการฝึก | 3 เซต |
| ช่วงเวลาพักระหว่างเซต | 3 นาที |

**ตารางที่ 7** แสดงรายละเอียดการฝึกคอนทราสต์ระหว่างสัปดาห์ที่ 5-8 ของกลุ่มที่ 1

| โปรแกรมการฝึกคอนทราสต์ (กลุ่มที่ 1) | |
|---|---|
| ความหนัก Barbell back squat | 85 เปอร์เซ็นต์ของหนึ่งอาร์เอ็ม (โดยกำหนดจากค่าความแข็งแรงสูงสุดหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4) |
| จำนวนครั้งในการฝึก | 6 ครั้ง |
| ช่วงเวลาพักระหว่างก่อนการฝึกพลัยโอเมตริก | 30 วินาที |
| ท่าฝึกพลัยโอเมตริก | Band assisted jump squat |
| จำนวนครั้งในการฝึกพลัยโอเมตริก | 12 ครั้ง |
| จำนวนเซตในการฝึก | 3 เซต |
| ช่วงเวลาพักระหว่างเซต | 3 นาที |

10.2 กลุ่มที่ 2 ฝึกเชิงซ้อน (ภาคผนวก ซ) ทำการ 2 ครั้งต่อสัปดาห์ คือ วันอังคารและวันศุกร์ ระยะเวลา 8 สัปดาห์ โดยกลุ่มตัวอย่างทำการฝึกเชิงซ้อนในสัปดาห์ที่ 1-4 ดังตารางที่ 8 และทำการฝึกเชิงซ้อนในสัปดาห์ที่ 5-8 ดังตารางที่ 9 ต้องทำการฝึกวัน และเวลาเดิมของทุกสัปดาห์การฝึก และต้องทำการฝึกก่อนการซ้อมปกติเป็นเวลา 1 ชั่วโมง โดยที่กลุ่มตัวอย่างทำการอบอุ่นร่างกายก่อนการฝึก (ภาคผนวก ญ) และทำการคลายอุ่นร่างกายหลังการฝึกทุกครั้ง (ภาคผนวก ฎ)

**ตารางที่ 8** แสดงรายละเอียดการฝึกเชิงซ้อนระหว่างสัปดาห์ที่ 1-4 ของกลุ่มที่ 2

| โปรแกรมการฝึกเชิงซ้อน (กลุ่มที่ 2) | |
|---|---|
| ความหนัก Barbell back squat | 85 เปอร์เซ็นต์ของหนึ่งอาร์เอ็ม (โดยกำหนดจากค่าความแข็งแรงสูงสุดก่อนการฝึก) |
| จำนวนครั้งในการฝึก | 6 ครั้ง |
| ช่วงเวลาพักระหว่างก่อนการฝึกพลัยโอเมตริก | 30 วินาที |
| ท่าฝึกพลัยโอเมตริก | Jump squat |
| จำนวนครั้งในการฝึกพลัยโอเมตริก | 12 ครั้ง |
| จำนวนเซตในการฝึก | 3 เซต |
| ช่วงเวลาพักระหว่างเซต | 3 นาที |

**ตารางที่ 9** แสดงรายละเอียดการฝึกคอนทราสต์ระหว่างสัปดาห์ที่ 5-8 ของกลุ่มที่ 2

| โปรแกรมการฝึกเชิงซ้อน (กลุ่มที่ 2) | |
|---|---|
| ความหนัก Barbell back squat | 85 เปอร์เซ็นต์ของหนึ่งอาร์เอ็ม (โดยกำหนดจากค่าความแข็งแรงสูงสุดหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4) |
| จำนวนครั้งในการฝึก | 6 ครั้ง |
| ช่วงเวลาพักระหว่างก่อนการฝึกพลัยโอเมตริก | 30 วินาที |
| ท่าฝึกพลัยโอเมตริก | Jump squat |
| จำนวนครั้งในการฝึกพลัยโอเมตริก | 12 ครั้ง |
| จำนวนเซตในการฝึก | 3 เซต |
| ช่วงเวลาพักระหว่างเซต | 3 นาที |

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ในการฝึกแต่ละครั้งจะต้องห่างกันอย่างน้อย 2 วัน (48 ชั่วโมง) เพื่อให้นักกีฬาได้ฟื้นตัวอย่างเต็มที่ ช่วงเวลาการฝึก 15.00-17.00 ระยะการฝึกทั้งหมด 8 สัปดาห์ โดยสถานที่ในการฝึกและทดสอบที่ศูนย์เสริมสร้างสมรรถภาพทางกาย คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย หลังจากการฝึกสัปดาห์ที่ 4 ทั้งสองกลุ่มต้องทำการทดสอบหาความแข็งแรงสัมพัทธ์ในท่าบาร์เบลแบค สควอท ให้เข่าทำมุม 110 องศา โดยทำการทดสอบที่ศูนย์เสริมสร้างสมรรถภาพทางกาย คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการควบคุมการฝึกด้วยตนเองตลอดการวิจัย และมีผู้ช่วยวิจัย 2 คน ซึ่งเป็นนิสิตปริญญาโท คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์

มหาวิทยาลัย ที่ผ่านการอบรมวิธีการทดสอบสมรรถภาพของกล้ามเนื้อขา ได้แก่ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ พลังของกล้ามเนื้อขา ความเร็ว และความสามารถในการกระโดด และหลักปฏิบัติและข้อควรระวังในการทำกิจกรรมต่างๆ ที่ผู้เข้าร่วมต้องปฏิบัติ ได้แก่ การฝึกในท่าบาร์เบล แบค สคอวท (Barbell back squat) การฝึกตามโปรแกรมการทดลอง การทดสอบก่อนการฝึกและหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และ 8 โดยมีหน้าที่ช่วยในการป้องกันการเกิดการบาดเจ็บ และช่วยเก็บข้อมูลในการทำวิจัย

ในการวิจัยนี้ครั้งนี้ผู้วิจัย ผู้ช่วยวิจัย และกลุ่มตัวอย่างจะต้องเตรียมขวดน้ำส่วนตัว ต้องสวมใส่หน้ากากอนามัย ต้องล้างมือก่อน และหลังการทดสอบหรือการฝึกทุกครั้ง และมีการเว้นระยะห่างอย่างน้อย 2 เมตร ขณะทำการทดสอบและการฝึก เพื่อป้องกันการตามมาตรการการแพร่ระบาดของโควิด-19 ผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยจะต้องสวมใส่หน้ากากอนามัยตลอดเวลา และจะทำความสะอาดอุปกรณ์ก่อนและหลังการทำทดสอบและการฝึก

11. นำผลการทดสอบที่ได้ คือ ข้อมูลตัวแปรทางสรีรวิทยา พลังสูงสุด แรงปฏิกิริยาในแนวดิ่งสูงสุด ความเร็วของบาร์เบลสูงสุด ความสูงในการกระโดด ความสูงในการก้าวเท้ากระโดด ความเร็วระยะ 5 เมตร และ 10 เมตร มาวิเคราะห์ผลทางสถิติ

12. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะที่ได้จากการวิจัย

**เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย**

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. เครื่องฝึกและทดสอบกล้ามเนื้อแรงระเบิด FT 700 power system (Fittect, Australia) ที่เชื่อมกับโปรแกรม Ballistic measurement system (ภาคผนวก ง) ประกอบไปด้วย

1.1 Ballistic measurement system software เวอร์ชั่น 2011 2.0 ของบริษัท Innervations ผลิตที่เมือง Perth ประเทศออสเตรเลีย

1.2 แผ่นตรวจรับแรงกระแทก Force plate รุ่น 400S (400 series performance force plate) ขนาด 795 mm x 795 mm x 60 mm ของบริษัท Fitness Technology ผลิตที่เมือง Adelaide ประเทศออสเตรเลีย บันทึกในงานวิจัยครั้งนี้ที่ความถี่ 200 Hz

1.3 ตัวแปลงสัญญาณตำแหน่ง (Position transducer) ยี่ห้อ IDM ประเทศออสเตรเลีย

2. เครื่องวัดความสามารถในการกระโดด ยี่ห้อ ยาร์ดสติ๊ก (Yardstick, Swift performance equipment, Lismore NSW, Australia) ใช้สำหรับทดสอบการกระโดดในแนวดิ่ง (Vertical jump) ในท่า Countermovement jump และ ท่า One-step jump

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3. เครื่องวัดความสามารถความเร็วในการวิ่ง Swift Speed Light timing & training systems (Australia) ใช้สำหรับทดสอบความสามารถความเร็วในการวิ่งระยะ 5 เมตร และ 10 เมตร (ภาคผนวก ฉ)

4. โอลิมปิค บาร์เบลล์ (Olympics barbell) ยี่ห้อ ELEIKO Sport AB ผลิตที่รัฐ Chicago, IL ประเทศสหรัฐอเมริกา

5. แผ่นเหล็กเพิ่มน้ำหนัก ยี่ห้อ ELEIKO Spot AB ผลิตที่รัฐ Chicago, IL ประเทศสหรัฐอเมริกา

6. ยางยืด Strength band ยี่ห้อ Chris power สีดำ ซึ่งมีความกว้าง 28.60 มม. ความหนา 4.50 มม. และมีแรงต้านขณะยางยืดออก 100% มีแรงดึงประมาณ 20 กก. (ภาคผนวก ฌ)

7. เครื่องวัดองศา Goniometer

8. เครื่องวัดองค์ประกอบของร่างกาย (Body composition analyzer) ได้แก่ น้ำหนัก ส่วนสูง ยี่ห้อ ioi 353 ของบริษัท JAWON

**การเก็บรวบรวมข้อมูล**

1. ผู้วิจัยเป็นผู้ควบคุมการทดสอบและดำเนินการเก็บข้อมูลด้วยตนเอง และมีผู้ช่วยวิจัย จำนวน 2 คน เป็นนิสิตปริญญาโท คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. ผู้วิจัยเก็บข้อมูลการวิจัยโดยใช้สถานที่ คือ ศูนย์ฝึกเสริมสร้างสมรรถภาพทางกาย คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และบันทึกผลลงในแบบบันทึกผล (ภาคผนวก ช)

3. หากผู้เข้าร่วมการทดลองเกิดการบาดเจ็บจากการทดลอง ให้แจ้งผู้วิจัยและหยุดการทดลองโดยทันที เพื่อทำการปฐมพยาบาลเบื้องต้น และทำการส่งต่อสถานพยาบาล โดยผู้วิจัยจะรับผิดชอบค่ารักษาพยาบาล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

**การวิเคราะห์ข้อมูล**

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้มาจากก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 มาวิเคราะห์ทางสถิติโปรแกรม SPSS Statistics ดังนี้

1. ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) ของอายุ น้ำหนัก ส่วนสูง มวลกล้ามเนื้อของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม

2. ทดสอบการแจกแจงข้อมูลแบบโค้งปกติ โดยใช้สถิติ Shapiro-Wilk test

3. เปรียบเทียบพลังสูงสุด (Peak power), ความสูงในการกระโดดแนวดิ่ง (Vertical jump height) ความสูงในการก้าวเท้ากระโดด (One-step jump height) ความเร็วระยะ 5 และ 10 เมตร (Speed) ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ภายในกลุ่ม โดย

3.1 หากข้อมูลมีการกระจายตัวปกติ วิเคราะห์โดยสถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One-way analysis of variance with repeated measures) และเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ ตามวิธีของ Bonferroni

3.2. หากข้อมูลมีการกระจายตัวไม่ปกติ วิเคราะห์โดยใช้สถิติทดสอบ Kruskal-Wallis Test และเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ ตามวิธีของ Bonferroni

4. เปรียบเทียบพลังสูงสุด (Peak power), ความสูงในการกระโดดแนวดิ่ง (Vertical jump height) ความสูงในการก้าวเท้ากระโดด (One-step jump height) ความเร็วระยะ 5 และ 10 เมตร (Speed) ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ระหว่างกลุ่มโดย

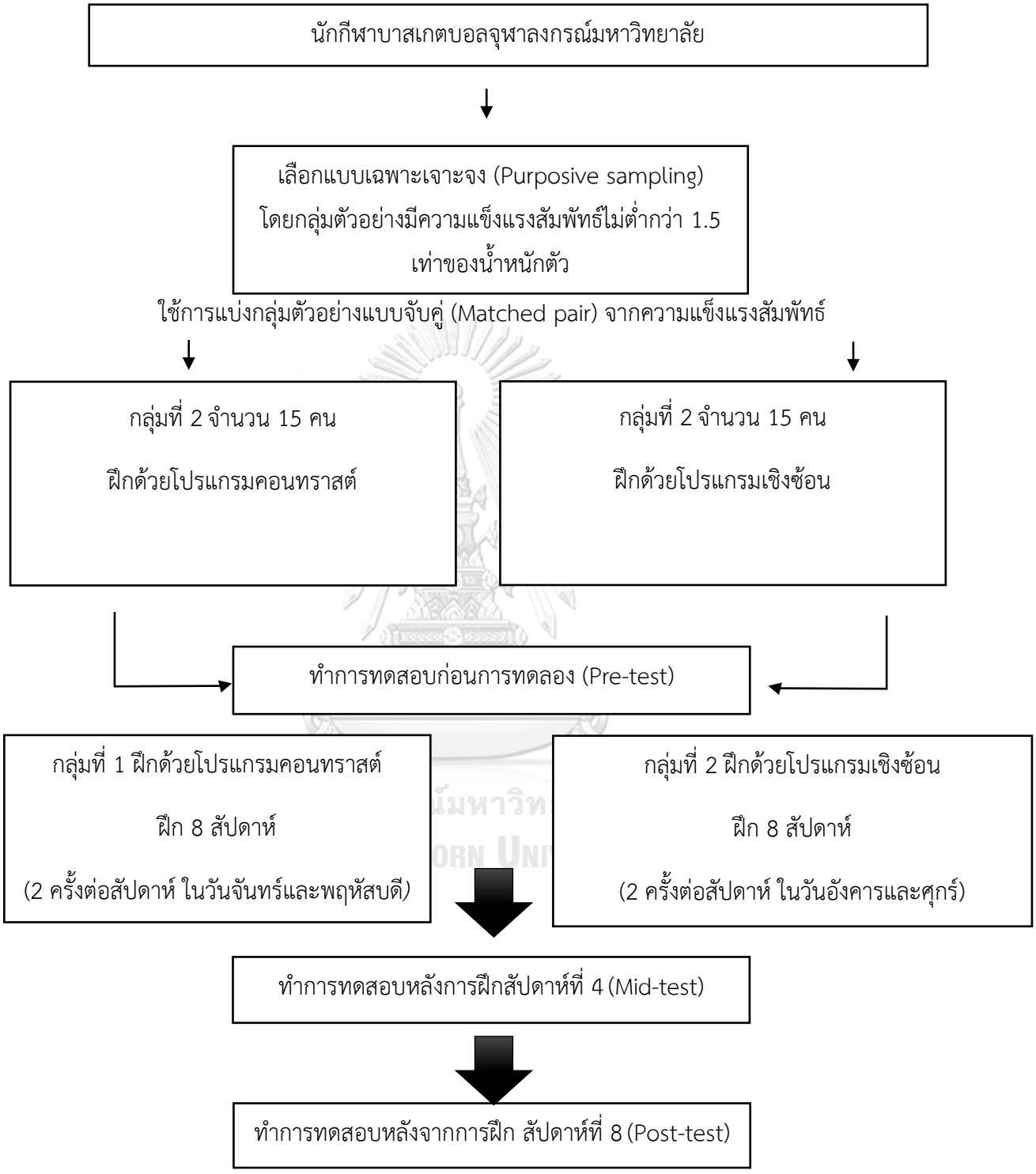
4.1 หากข้อมูลมีการกระจายตัวปกติ วิเคราะห์โดยใช้สถิติทดสอบ Independent t-test

4.2 หากข้อมูลมีการกระจายตัวไม่ปกติ โดยใช้สถิติทดสอบ Mann-Whitney U test

5. กำหนดความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

**แผนดำเนินการขั้นตอนการวิจัย**




**รูปที่ 2** แผนภูมิแสดงขั้นตอนวิจัยการเปรียบเทียบผลของการฝึกคอนทราสต์และการฝึกเชิงซ้อนที่มีต่อพลังของกล้ามเนื้อขา ความเร็ว และความสามารถในการกระโดดในนักกีฬาบาสเกตบอลชาย

# บทที่ 4
# ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลจากการศึกษาการเปรียบเทียบผลของการฝึกคอนทราสต์และการฝึกเชิงซ้อนที่มีต่อพลังของกล้ามเนื้อขา ความเร็ว และความสามารถในการกระโดดในนักกีฬาบาสเกตบอลชาย กลุ่มตัวอย่างคือนักกีฬาบาสเกตบอลชาย ที่มีอายุ 18-25 ปี จำนวน 30 คน โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มที่ 1 ฝึกแบบคอนทราสต์ และกลุ่มที่ 2 ฝึกแบบเชิงซ้อน ทำการเก็บข้อมูลก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ทั้งนี้กลุ่มตัวอย่างไม่สามารถเข้าร่วมต่อได้ 4 คน (กลุ่มละ 2 คน) เนื่องจากกลุ่มตัวอย่าง 2 คน มีอาการบาดเจ็บจึงไม่สามารถเข้าร่วมการวิจัยต่อไปได้ และอีก 2 คน ไม่สามารถเข้าร่วมโปรแกรมการฝึกที่กำหนด ทั้งนี้ผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลและนำผลที่ได้มาวิเคราะห์ด้วย โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป SPSS (Statistical package for the social science computer) เพื่อนำผลการวิเคราะห์มานำเสนอในรูปของตารางประกอบความเรียง ดังนี้

**ตอนที่ 1** แสดงค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของอายุ น้ำหนัก ส่วนสูง และมวลกล้ามเนื้อ ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มฝึกคอนทราสต์และกลุ่มฝึกเชิงซ้อน

**ตอนที่ 2** แสดงผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างการทดสอบการกระจายข้อมูลตัวแปรแบบโค้งปกติของแต่ละตัวแปรโดยใช้ Shapiro-Wilk test ของกลุ่มฝึกคอนทราสต์และกลุ่มฝึกเชิงซ้อน

**ตอนที่ 3** แสดงผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มที่ฝึกคอนทราสต์ โดยตัวแปร ความแข็งแรงสัมพัทธ์ พลังสูงสุด ความเร็วของบาร์เบลสูงสุด ความเร็วระยะ 10 เมตร และความสามารถในการกระโดด โดยใช้สถิติ One-way analysis of variance with repeated measures ส่วนตัวแปร แรงปฏิกิริยาในแนวดิ่งสูงสุด ความเร็วระยะ 5 เมตร ใช้สถิติ Kruskal Wallis-H เมื่อพบความแตกต่างจึงเปรียบเทียบรายคู่โดยวิธี Bonferroni ของกลุ่มที่ฝึกคอนทราสต์

**ตอนที่ 4** แสดงผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มที่ฝึกคอนทราสต์ โดยตัวแปร ความแข็งแรงสัมพัทธ์ พลังสูงสุด ความเร็วของบาร์เบลสูงสุด ความเร็วระยะ 10 เมตร และความสามารถในการกระโดด โดยใช้สถิติ One-way analysis of variance with repeated measures ส่วนตัวแปรพลังสูงสุด ความเร็วของบาร์เบลสูงสุด การเร่งความเร็วระยะ 5

เมตร ใช้สถิติ Kruskal Wallis-H เมื่อพบความแตกต่างจึงเปรียบเทียบรายคู่โดยวิธี Bonferroni ของกลุ่มที่ฝึกเชิงซ้อน

**ตอนที่ 5** แสดงผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบระหว่างกลุ่มที่ฝึกคอนทราสต์และกลุ่มที่ฝึกเชิงซ้อน ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 โดยตัวแปรความแข็งแรงสัมพัทธ์ ความเร็วของบาร์เบลสูงสุด ความเร็วระยะ 10 เมตร ความสามารถในการกระโดดในท่า Countermovement jump และ One-step jump ทำการเปรียบเทียบโดยใช้สถิติ Independent t-test และ Man-Whitney test



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

**ตอนที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของอายุ น้ำหนัก ส่วนสูง และมวลกล้ามเนื้อก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มฝึกคอนทราสต์และกลุ่มฝึกเชิงซ้อน**

**ตารางที่ 10** แสดงค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของอายุ น้ำหนัก ส่วนสูง และมวลกล้ามเนื้อก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มฝึกคอนทราสต์

| ตัวแปร | ก่อนการฝึก | หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 | หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 | F | P |
|---|---|---|---|---|---|
| | X±S.D. | X±S.D. | X±S.D. | | |
| **อายุ (ปี)** | 27.77±1.96 | 27.77±1.96 | 27.77±1.96 | .000 | 1.000 |
| **ส่วนสูง (เซนติเมตร)** | 182.42±9.76 | 182.50±9.70 | 182.51±9.69 | 1.900 | .164 |
| **น้ำหนัก (กิโลกรัม)** | 76.46±10.47 | 77.26±10.79 | 77.65±10.43 | .043 | .958 |
| **มวลกล้ามเนื้อ (กิโลกรัม)** | 35.80±2.04 | 36.52±1.78 | 37.16±1.96 | 1.506 | .235 |

*p < 0.05

จากตารางที่ 10 พบว่า ค่าเฉลี่ยของอายุ ส่วนสูง น้ำหนัก และมวลกล้ามเนื้อ ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มฝึกคอนทราสต์ ไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

**ตารางที่ 11** แสดงค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของอายุ น้ำหนัก ส่วนสูง และมวลกล้ามเนื้อ ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มฝึกเชิงซ้อน

| **ตัวแปร** | **ก่อนการฝึก** | **หลังการฝึก สัปดาห์ที่ 4** | **หลังการฝึก สัปดาห์ที่ 8** | **F** | **P** |
|---|---|---|---|---|---|
| | **X±S.D.** | **X±S.D.** | **X±S.D.** | | |
| อายุ (ปี) | 21.62±1.66 | 21.62±1.66 | 21.62±1.66 | .000 | 1.000 |
| ส่วนสูง (เซนติเมตร) | 176.65±6.43 | 176.72±6.46 | 176.76±6.28 | .001 | .999 |
| น้ำหนัก (กิโลกรัม) | 74.22±14.73 | 74.64±14.06 | 75.00±14.05 | .010 | .990 |
| มวลกล้ามเนื้อ (กิโลกรัม) | 35.67±2.40 | 36.35±2.08 | 37.38±1.77 | 2.199 | .126 |

*p < 0.05

จากตารางที่ 11 พบว่า ค่าเฉลี่ยของอายุ ส่วนสูง น้ำหนัก และมวลกล้ามเนื้อ ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มฝึกเชิงซ้อน ไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

**ตอนที่** 2 **แสดงผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างการทดสอบการกระจายข้อมูลตัวแปรแบบโค้งปกติของแต่ละตัวแปรโดยใช้ Shapiro-Wilk test**

**ตารางที่ 12** แสดงผลการวิเคราะห์การทดสอบการกระจายข้อมูลตัวแปรแบบโค้งปกติของกลุ่มที่ฝึกคอนทราสต์

| Test of Normality | Shapiro-Wilk test | | |
|---|---|---|---|
| | Statistic | df | Sig |
| ความแข็งแรงสัมพัทธ์ในท่าบาร์เบล แบค สควอท (ก่อนการฝึก) | .962 | 13 | .790 |
| ความแข็งแรงสัมพัทธ์ในท่าบาร์เบล แบค สควอท (หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4) | .954 | 13 | .654 |
| ความแข็งแรงสัมพัทธ์ในท่าบาร์เบล แบค สควอท (หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8) | .966 | 13 | .842 |
| พลังสูงสุด (ก่อนการฝึก) | .969 | 13 | .881 |
| พลังสูงสุด (หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4) | .958 | 13 | .723 |
| พลังสูงสุด (หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8) | .948 | 13 | .572 |
| แรงปฏิกิริยาในแนวดิ่งสูงสุด (ก่อนการฝึก) | .876 | 13 | .063 |
| แรงปฏิกิริยาในแนวดิ่งสูงสุด (หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4) | .762 | 13 | .002* |
| แรงปฏิกิริยาในแนวดิ่งสูงสุด (หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8) | .876 | 13 | .063 |
| ความเร็วของบาร์เบลสูงสุด (ก่อนการฝึก) | .914 | 13 | .207 |
| ความเร็วของบาร์เบลสูงสุด (หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4) | .953 | 13 | .650 |
| ความเร็วของบาร์เบลสูงสุด (หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8) | .961 | 13 | .761 |
| ความสามารถในการกระโดดท่า Countermovement Jump (ก่อนการฝึก) | .940 | 13 | .460 |
| ความสามารถในการกระโดดใน Countermovement | .936 | 13 | .408 |

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

| | | | |
|---|---|---|---|
| Jump (หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4) | | | |
| ความสามารถในการกระโดดใน Countermovement Jump (หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8) | .979 | 13 | .974 |
| ความสามารถในการกระโดดท่า One-step Jump (ก่อนการฝึก) | .936 | 13 | .402 |
| ความสามารถในการกระโดดท่า One-step Jump (หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4) | .917 | 13 | .225 |
| ความสามารถในการกระโดดท่า One-step Jump (หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8) | .963 | 13 | .803 |
| ความเร็วระยะ 5 เมตร (ก่อนการฝึก) | .929 | 13 | .333 |
| ความเร็วระยะ 5 เมตร (หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4) | .743 | 13 | .019* |
| ความเร็วระยะ 5 เมตร (หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8) | .982 | 13 | .986 |
| ความเร็วระยะ 10 เมตร (ก่อนการฝึก) | .914 | 13 | .090 |
| ความเร็วระยะ 10 เมตร (หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4) | .904 | 13 | .037* |
| ความเร็วระยะ 10 เมตร (หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8) | .899 | 13 | .131 |

*p < 0.05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตารางที่ 12 จากการวิเคราะห์การทดสอบการกระจายตัวของข้อมูลตัวแปรแบบโค้งปกติของกลุ่มที่ฝึกคอนทราสต์ พบว่าค่าของความแข็งแรงสัมพัทธ์ พลังสูงสุด ความเร็วของบาร์เบลสูงสุด ความเร็วระยะ 10 เมตร ความสามารถในการกระโดดในท่า Countermovement jump ความสามารถในการกระโดดในท่า One-step jump ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังสัปดาห์ที่ 8 มีค่ามากกว่า 0.05 ดังนั้นจึงใช้สถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One-way analysis of variance with repeated measures) และเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ ตามวิธีของ Bonferroni ในการเปรียบเทียบก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ภายในกลุ่ม และใช้สถิติ Independent t-test ในการเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม ส่วนตัวแปรแรงปฏิกิริยาในแนวดิ่งสูงสุด และความเร็วระยะ 5 เมตร มีค่าน้อยกว่า 0.05 จึงต้องใช้สถิติ Kruskal-Wallis test และเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ ตามวิธีของ Bonferroni ในการเปรียบเทียบ

ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ในขณะที่ตัวแปรแรงปฏิกิริยาในแนวดิ่งสูงสุด ในช่วงหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 ในช่วงก่อนการฝึก และ ความเร็วระยะ 5 เมตร ความเร็วระยะ 10 เมตร หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 ใช้สถิติ Man-Whitney U test ในการเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

**ตารางที่ 13** แสดงผลการวิเคราะห์การทดสอบการกระจายข้อมูลตัวแปรแบบโค้งปกติของกลุ่มที่ฝึกแบบเชิงซ้อน

| Test of Normality | Shapiro-Wilk test | | |
|---|---|---|---|
| | Statistic | df | Sig |
| ความแข็งแรงสัมพัทธ์ในท่าบาร์เบล แบค สควอท (ก่อนการฝึก) | .955 | 13 | .676 |
| ความแข็งแรงสัมพัทธ์ในท่าบาร์เบล แบค สควอท (หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4) | .952 | 13 | .626 |
| ความแข็งแรงสัมพัทธ์ในท่าบาร์เบล แบค สควอท (หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8) | .886 | 13 | .085 |
| พลังสูงสุด (ก่อนการฝึก) | .886 | 13 | .086 |
| พลังสูงสุด (หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4) | .812 | 13 | .009* |
| พลังสูงสุด (หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8) | .881 | 13 | .074 |
| แรงปฏิกิริยาในแนวดิ่งสูงสุด (ก่อนการฝึก) | .921 | 13 | .258 |
| แรงปฏิกิริยาในแนวดิ่งสูงสุด (หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4) | .953 | 13 | .646 |
| แรงปฏิกิริยาในแนวดิ่งสูงสุด (หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8) | .953 | 13 | .646 |
| ความเร็วของบาร์เบลสูงสุด (ก่อนการฝึก) | .924 | 13 | .284 |
| ความเร็วของบาร์เบลสูงสุด (หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4) | .833 | 13 | .017* |
| ความเร็วของบาร์เบลสูงสุด (หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8) | .945 | 13 | .521 |
| ความสามารถในการกระโดดท่า Countermovement Jump (ก่อนการฝึก) | .985 | 13 | .996 |
| ความสามารถในการกระโดดท่า Countermovement Jump (หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4) | .976 | 13 | .952 |
| ความสามารถในการกระโดดท่า Countermovement | .958 | 13 | .722 |

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

| | | | |
|---|---|---|---|
| Jump (หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8) | | | |
| ความสามารถในการกระโดดท่า One-step Jump (ก่อนการฝึก) | .974 | 13 | .933 |
| ความสามารถในการกระโดดท่า One-step Jump (หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4) | .941 | 13 | .464 |
| ความสามารถในการกระโดดท่า One-step Jump (หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8) | .934 | 13 | .383 |
| ความเร็วระยะ 5 เมตร (ก่อนการฝึก) | .923 | 13 | .278 |
| ความเร็วระยะ 5 เมตร (หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4) | .990 | 13 | 1.000 |
| ความเร็วระยะ 5 เมตร (หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8) | .956 | 13 | .686 |
| ความเร็วระยะ 10 เมตร (ก่อนการฝึก) | .919 | 13 | .242 |
| ความเร็วระยะ 10 เมตร (หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4) | .927 | 13 | .311 |
| ความเร็วระยะ 10 เมตร (หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8) | .955 | 13 | .674 |

*p < 0.05

จากตารางที่ 13 จากการวิเคราะห์การทดสอบการกระจายตัวของข้อมูลตัวแปรแบบโค้งปกติของกลุ่มที่ฝึกเชิงซ้อน พบว่าค่าของความแข็งแรงสัมพัทธ์ แรงปฏิกิริยาสูงสุดในแนวดิ่ง ความเร็วระยะ 5 เมตร ความเร็วระยะ 10 เมตร ความสามารถในการกระโดดในท่า Countermovement jump ความสามารถในการกระโดดในท่า One-step jump ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังสัปดาห์ที่ 8 มีค่ามากกว่า 0.05 ดังนั้นจึงใช้สถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One-way analysis of variance with repeated measures) และเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ ตามวิธีของ Bonferroni ในการเปรียบเทียบก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ภายในกลุ่ม และใช้สถิติ Independent t-test ในการเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม ส่วนตัวแปร พลังสูงสุด ความเร็วของบาร์เบลสูงสุด มีค่าน้อยกว่า 0.05 จึงต้องใช้สถิติ Kruskal-Wallis test และเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ ตามวิธีของ Bonferroni ในการเปรียบเทียบก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ในขณะที่ตัวแปรพลังสูงสุด และความเร็วของบาร์เบลสูงสุด ในช่วงหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 ใช้สถิติ Man-Whitney U test ในการเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม

**ตอนที่ 3 แสดงผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มที่ฝึกคอนทราสต์ โดยตัวแปร ความแข็งแรงสัมพัทธ์ พลังสูงสุด ความเร็วของบาร์เบลสูงสุด ความเร็วระยะ 10 เมตร และความสามารถในการกระโดด โดยใช้สถิติ One-way analysis of variance with repeated measures ส่วนตัวแปร แรงปฏิกิริยาในแนวดิ่งสูงสุด การเร่งความเร็วระยะ 5 เมตร ใช้สถิติ Kruskal Wallis-H เมื่อพบความแตกต่างจึงเปรียบเทียบรายคู่โดยวิธี Bonferroni ของกลุ่มที่ฝึกคอนทราสต์**

**ตารางที่ 14** ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความแข็งแรงสัมพัทธ์ พลังสูงสุด แรงปฏิกิริยาในแนวดิ่งสูงสุด ความเร็วของบาร์เบลสูงสุด ความเร็วระยะ 5 ความเร็วระยะ 10 เมตร และความสามารถในการกระโดด ของกลุ่มฝึกแบบคอนทราสต์

| ตัวแปร | ก่อนการฝึก | หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 | หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 | F | Kruskal Wallis-H | P |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | X±S.D. | X±S.D. | X±S.D. | | | |
| ความแข็งแรงสัมพัทธ์ (เท่าต่อน้ำหนักตัว) | 2.11±0.28 | 2.26±0.31 | 2.47±0.34 | 4.509 | - | .018* |
| พลังสูงสุด (วัตต์) | 5453.62±585.96 | 6001.77±614.99 | 6422.08±685.56 | 7.719 | - | .002* |
| แรงปฏิกิริยาในแนวดิ่งสูงสุด (นิวตันต่อวินาที) | 2870.10±493.98 | 2918.62±406.61 | 2970.46±502.82 | - | .129 | .938 |
| ความเร็วของบาร์เบลสูงสุด (วินาที) | 3.21±0.27 | 3.26±0.12 | 3.39±0.21 | 3.381 | - | .045* |
| ความเร็วระยะ5 เมตร (วินาที) | 1.03±062 | 1.01±0.48 | 0.97±0.42 | | 8.830 | .012* |
| ความเร็วระยะ10 เมตร (วินาที) | 1.81±0.87 | 1.79±0.66 | 1.73±0.64 | | 9.143 | .010* |
| ความสามารถในการกระโดดในท่า Countermovement Jump (เซนติเมตร) | 64.86±6.61 | 66.82±6.83 | 68.78±7.14 | 1.053 | - | .359 |
| ความสามารถในการกระโดดในท่า One-Step Jump (เซนติเมตร) | 71.90±6.75 | 73.07±7.34 | 75.22±8.20 | .664 | - | .521 |

*p<0.05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตารางที่ 14 พบว่า ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงสัมพัทธ์ ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 เท่ากับ 2.11±0.28, 2.26±0.31 (เพิ่มขึ้น 7.62%) และ 2.47±0.34 (เพิ่มขึ้น 17.62%) เท่าต่อน้ำตัว ตามลำดับ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ค่าเฉลี่ยพลังสูงสุด ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 เท่ากับ 5453.62±585.96, 6001.77±614.99 (เพิ่มขึ้น 10.05%) และ 6422.08±685.56 (เพิ่มขึ้น 18.14%) วัตต์ ตามลำดับ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ค่าเฉลี่ยแรงปฏิกิริยาในแนวดิ่งสูงสุด ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 เท่ากับ 2870.10±493.98, 2918.62±406.61 (เพิ่มขึ้น 1.69%) และ 2970.46±502.82 (เพิ่มขึ้น 3.50%) นิวตันต่อวินาที ตามลำดับ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ค่าเฉลี่ยความเร็วของบาร์เบลสูงสุด ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 เท่ากับ 3.21±0.27, 3.26±0.12 (เพิ่มขึ้น 1.50%) และ 3.39±0.21 (เพิ่มขึ้น 5.61%) วินาที ตามลำดับ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ค่าเฉลี่ยความเร็วระยะ 5 เมตร ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 เท่ากับ 1.03±062, 1.01±0.48 (ลดลง 1.94%) และ 0.97±0.42 (ลดลง 5.83%) วินาที ตามลำดับ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ค่าเฉลี่ยความเร็วระยะ 10 เมตร ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 เท่ากับ 1.81±0.87, 1.79±0.66 (ลดลง 1.10%) และ 1.73±0.64 (ลดลง 4.42%) วินาที ตามลำดับ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ค่าเฉลี่ยความสามารถในการกระโดดในท่า Countermovement jump ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 เท่ากับ 64.86±6.61, 66.82±6.83 (เพิ่มขึ้น 3.02%) และ 68.38±7.14 (เพิ่มขึ้น 5.43%) เซนติเมตร ตามลำดับ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ค่าเฉลี่ยความสามารถในการกระโดดในท่า One-Step Jump ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 เท่ากับ 71.90±6.75, 73.07±7.34 (เพิ่มขึ้น 1.63%) และ 75.22±8.20 (เพิ่มขึ้น 4.62%) เซนติเมตร ตามลำดับ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

**ตารางที่ 15** แสดงผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบรายคู่โดยวิธีของ Bonferroni ของตัวแปรความแข็งแรงสัมพัทธ์ พลังสูงสุด ความเร็วของบาร์เบลสูงสุด ความเร็วระยะ 5 เมตร ความเร็วระยะ 10 เมตร ของกลุ่มฝึกคอนทราสต์

| **ตัวแปร** | **ช่วงเวลา** | ก่อนการฝึก | หลังการฝึก สัปดาห์ที่ 4 | หลังการฝึก สัปดาห์ที่ 8 |
|---|---|---|---|---|
| ความแข็งแรงสัมพัทธ์ (เท่าต่อน้ำหนักตัว) | ก่อนการฝึก | - | .647 | .015* |
| | หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 | .647 | - | .276 |
| | หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 | .015* | .276 | - |
| พลังสูงสุด (วัตต์) | ก่อนการฝึก | - | .099 | .001* |
| | หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 | .099 | - | .293 |
| | หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 | .001* | .293 | - |
| ความเร็วของบาร์เบลสูงสุด (วินาที) | ก่อนการฝึก | - | 1.00 | 0.04* |
| | หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 | 1.00 | - | .140 |
| | หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 | 0.04 | .140 | - |
| ความเร็วระยะ 5 เมตร (วินาที) | ก่อนการฝึก | - | 1.000 | .012* |
| | หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 | 1.000 | - | .118 |
| | หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 | .012* | .118 | - |
| ความเร็วระยะ 10 เมตร (วินาที) | ก่อนการฝึก | - | 1.000 | .011* |
| | หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 | 1.000 | - | .086 |
| | หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 | .011* | .086 | - |

*p<0.05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของความแข็งแรงสัมพัทธ์ พลังสูงสุด ปฏิกิริยาในแนวดิ่งสูงสุด ความเร็วของบาร์เบลสูงสุด และการเร่งความเร็วระยะ 10 เมตร ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 โดยวิธีของ Bonferroni ได้ดังนี้

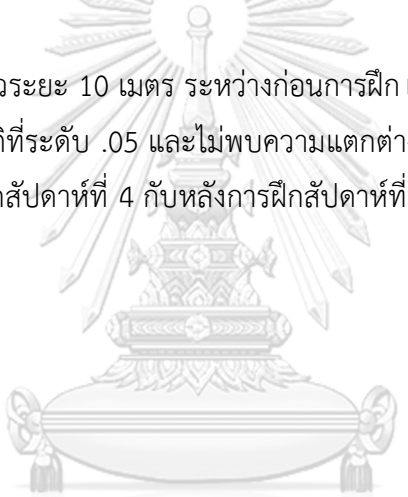
1. ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงสัมพัทธ์ ระหว่างก่อนการฝึก และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และไม่พบความแตกต่างระหว่างก่อนการฝึกกับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 กับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ค่าเฉลี่ยพลังสูดสุด ระหว่างก่อนการฝึก และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และไม่พบความแตกต่างระหว่างก่อนการฝึกกับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 กับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ค่าเฉลี่ยความเร็วของบาร์เบลสูงสุด ระหว่างก่อนการฝึก และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และไม่พบความแตกต่างระหว่างก่อนการฝึกกับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 กับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. ค่าเฉลี่ยความเร็วระยะ 5 เมตร ระหว่างก่อนการฝึก และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และไม่พบความแตกต่างระหว่างก่อนการฝึกกับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และระหว่างหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5. ค่าเฉลี่ยความเร็วระยะ 10 เมตร ระหว่างก่อนการฝึก และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และไม่พบความแตกต่างระหว่างก่อนการฝึกกับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 กับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

**ตอนที่ 4 แสดงผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มที่ฝึกคอนทราสต์ โดยตัวแปร ความแข็งแรงสัมพัทธ์ พลังสูงสุด ความเร็วของบาร์เบลสูงสุด การเร่งความเร็วระยะ 10 เมตร และความสามารถในการกระโดด โดยใช้สถิติ One-way analysis of variance with repeated measures ส่วนตัวแปรพลังสูงสุด ความเร็วของบาร์เบลสูงสุด การเร่งความเร็วระยะ 5 เมตร ใช้สถิติ Kruskal Wallis-H เมื่อพบความแตกต่างจึงเปรียบเทียบรายคู่โดยวิธี Bonferroni ของกลุ่มที่ฝึกเชิงซ้อน**

**ตารางที่ 16** ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความแข็งแรงสัมพัทธ์ พลังสูงสุด แรงปฏิกิริยาในแนวดิ่งสูงสุด ความเร็วของบาร์เบลสูงสุด การเร่งความเร็วระยะ 5 และ 10 เมตร และความสามารถในการกระโดด ของกลุ่มที่ฝึกเชิงซ้อน

| ตัวแปร | ก่อนการฝึก | หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 | หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 | F | Kruskal Wallis-H | P |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | X±S.D. | X±S.D. | X±S.D. | | | |
| ความแข็งแรงสัมพัทธ์ (เท่าต่อน้ำหนักตัว) | 2.10±0.29 | 2.29±0.29 | 2.60±0.45 | 6.787 | | .003* |
| พลังสูงสุด (วัตต์) | 5165.31±659.51 | 5705.46±582.77 | 5930.08±742.89 | | 8.572 | .014* |
| แรงปฏิกิริยาในแนวดิ่งสูงสุด (นิวตันต่อวินาที) | 2835.08±394.85 | 2905.31±547.77 | 3030.54±564.19 | .494 | | .614 |
| ความเร็วของบาร์เบลสูงสุด (วินาที) | 3.12±0.33 | 3.18±0.28 | 3.23±0.37 | | 1.301 | .522 |
| ความเร็วระยะ 5 เมตร (วินาที) | 1.03±0.23 | 1.03±.20 | 0.99±0.17 | 1.609 | | .214 |
| ความเร็วระยะ 10 เมตร (วินาที) | 1.84±0.30 | 1.83±0.23 | 1.77±0.24 | 1.623 | | .211 |
| ความสามารถในการกระโดดในท่า Countermovement Jump (เซนติเมตร) | 62.91±8.18 | 63.89±7.68 | 67.01±8.95 | .870 | | .428 |
| ความสามารถในการกระโดดในท่า One-Step Jump (เซนติเมตร) | 67.80±8.51 | 68.58±7.18 | 75.61±12.45 | 2.798 | | .089 |

*p<0.05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตารางที่ 16 พบว่า ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงสัมพัทธ์ ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 เท่ากับ 2.10±0.29, 2.29±0.29 (เพิ่มขึ้น 13.93%) และ 2.60±0.45 (เพิ่มขึ้น 29.35%) เท่าต่อน้ำหนักตัว ตามลำดับ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ค่าเฉลี่ยพลังสูงสุด ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 เท่ากับ 5165.31±659.51, 5705.46±582.77 (เพิ่มขึ้น 10.46%) และ 5930.08±742.89 (เพิ่มขึ้น 14.81%) นิวตันต่อวินาที ตามลำดับ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ค่าเฉลี่ยแรงปฏิกิริยาในแนวดิ่งสูงสุด ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 เท่ากับ 2835.08±394.85, 2905.31±547.77 (เพิ่มขึ้น 2.47%) และ 3030.54±564.19 (เพิ่มขึ้น 6.88%) นิวตัวต่อวินาที ตามลำดับ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ค่าเฉลี่ยความเร็วของบาร์เบลสูงสุด ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 เท่ากับ 3.12±0.33, 3.18±0.28 (เพิ่มขึ้น 1.92%) และ 3.23±0.37 (เพิ่มขึ้น 3.53%) วินาที ตามลำดับ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ค่าเฉลี่ยความเร็วระยะ 5 เมตร ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 เท่ากับ 1.03±0.23, 1.03±.20 (ลดลง 0%) และ 0.99±0.17 (ลดลง 3.88%) วินาที ตามลำดับ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ค่าเฉลี่ยความเร็วระยะ 10 เมตร ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 เท่ากับ 1.84±0.30, 1.83±0.23 (ลดลด 0.54%) และ 1.77±0.24 (ลดลง 3.80%) วินาที ตามลำดับ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ค่าเฉลี่ยความสามารถในการกระโดดในท่า Countermovement jump ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 เท่ากับ 62.91±8.18, 63.89±7.68 (เพิ่มขึ้น 1.56%) และ 67.01±8.95 (เพิ่มขึ้น 6.52%) เซนติเมตร ตามลำดับ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ค่าเฉลี่ยความสามารถในการกระโดดในท่า One-Step Jump ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 เท่ากับ 67.80±8.51, 68.58±7.18 (เพิ่มขึ้น 1.15%) และ 75.61±12.45 (เพิ่มขึ้น 11.52%) เซนติเมตร ตามลำดับ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

**ตารางที่ 17** แสดงผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบรายคู่โดยวิธีของ Bonferroni ของตัวแปรความแข็งแรงสัมพัทธ์ พลังสูงสุด ของกลุ่มฝึกเชิงซ้อน

| **ตัวแปร** | **ช่วงเวลา** | ก่อนการฝึก | หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 | หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 |
|---|---|---|---|---|
| ความแข็งแรงสัมพัทธ์ (เท่าต่อน้ำหนักตัว) | ก่อนการฝึก | - | .477 | .002* |
| | หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 | .477 | - | .099 |
| | หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 | .002* | .099 | - |
| พลังสูงสุด (วัตต์) | ก่อนการฝึก | - | .162 | .012* |
| | หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 | .162 | - | 1.000 |
| | หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 | .012* | 1.000 | - |

*p<0.05

การเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของความแข็งแรงสัมพัทธ์ ในช่วงก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 โดยวิธีของ Bonferroni ได้ดังนี้

ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงสัมพัทธ์ระหว่างก่อนการฝึก และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และไม่พบความแตกต่างระหว่างก่อนการฝึกกับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 กับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

**ตอนที่ 5 แสดงผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบระหว่างกลุ่มที่ฝึกคอนทราสต์และกลุ่มที่ฝึกเชิงซ้อน ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ทำการเปรียบเทียบโดยใช้สถิติ Independent t-test และใช้สถิติ Man-Whitney test**

**ตารางที่ 18** แสดงค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของความแข็งแรงสัมพัทธ์ พลังสูงสุด แรงปฏิกิริยาในแนวดิ่งสูงสุด ความเร็วของบาร์เบลสูงสุด ความเร็วระยะ 10 เมตร ความเร็วระยะ 10 เมตร ความสามารถในการกระโดด ระหว่างกลุ่มที่ฝึกคอนทราสต์และกลุ่มที่ฝึกเชิงซ้อน ก่อนการฝึก โดยใช้สถิติ Independent t-test

| **ตัวแปร** | **กลุ่มที่ฝึกคอนทราสต์** (*n = 13*) *X±S.D* | **กลุ่มที่ฝึกเชิงซ้อน** (n = 13) *X±S.D* | t | z | p |
|---|---|---|---|---|---|
| ความแข็งแรงสัมพัทธ์ในท่าบาร์เบล แบค สควอท (เท่าต่อน้ำหนักตัว) | 2.11±0.28 | 2.10±0.29 | .095 | | .760 |
| พลังสูงสุด (วัตต์) | 5453.61±585.96 | 5165.31±659.51 | 1.178 | | .250 |
| แรงปฏิกิริยาในแนวดิ่งสูงสุด (นิวตัน) | 2870.01±493.98 | 2835.08±394.84 | .199 | | .844 |
| ความเร็วของบาร์เบลสูงสุด (เมตรต่อวินาที) | 3.21±0.27 | 3.12±0.33 | .643 | | .526 |
| ความเร็วระยะ 5 เมตร (วินาที) | 1.03±062 | 1.03±0.23 | -0.81 | | .936 |
| ความเร็วระยะ 10 เมตร (วินาที) | 1.81±0.87 | 1.84±0.30 | -.217 | | .830 |
| ความสามารถในการกระโดดท่า Countermovement jump (เซนติเมตร) | 64.86±6.61 | 63.30±8.45 | .670 | | .509 |
| ความสามารถในการกระโดดท่า One-step Jump (เซนติเมตร) | 71.90±6.75 | 67.79±8.51 | 1.362 | | .186 |

*p<0.05

จากตารางที่ 18 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ก่อนการฝึก ระหว่างกลุ่มที่ฝึกคอนทราสต์และกลุ่มที่ฝึกเชิงซ้อน พบว่าค่าเฉลี่ยความแข็งแรงสัมพัทธ์ พลังสูงสุด แรงปฏิกิริยาในแนวดิ่งสูงสุด ความเร็วของบาร์เบลสูงสุด ความเร็วระยะ 5 เมตร ความเร็วระยะ 10 เมตร ความสามารถในการกระโดดท่า

Countermovement jump ความสามารถในการกระโดดท่า One-step Jump ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

**ตารางที่ 19** แสดงค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของ พลังสูงสุด ความเร็วระยะ 10 เมตร ความสามารถในการกระโดด ระหว่างกลุ่มที่ฝึกคอนทราสต์และกลุ่มที่ฝึกเชิงซ้อน หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 โดยใช้สถิติ Independent t-test ในขณะที่ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตารฐาน ของความแข็งแรงสัมพัทธ์ และความเร็วระยะ 5 เมตร ใช้สถิติ Man-Whitney test

| **ตัวแปร** | **กลุ่มที่ฝึกคอนทราสต์** (*n = 13*) *X±S.D* | **กลุ่มที่ฝึกเชิงซ้อน** (n = 13) *X±S.D* | t | z | p |
|---|---|---|---|---|---|
| ความแข็งแรงสัมพัทธ์ (เท่าต่อน้ำหนักตัว) | 2.26±0.31 | 2.29±0.29 | .039 | | .771 |
| พลังสูงสุด (วัตต์) | 6001.77±614.99 | 5705.46±582.77 | | -1.103 | .270 |
| แรงปฏิกิริยาสูงสุด (นิวตัน) | 2918.62±406.61 | 2905.31±547.77 | | -.282 | .778 |
| ความเร็วของบาร์เบลสูงสุด (เมตรต่อวินาที) | 3.26±0.12 | 3.18±0.28 | | -.898 | .369 |
| ความเร็วระยะ 5 เมตร (วินาที) | 1.01±0.48 | 1.03±.20 | | .231 | .840 |
| ความเร็วระยะ 10 เมตร (วินาที) | 1.79±0.66 | 1.83±0.23 | -1.081 | | .291 |
| ความสามารถในการกระโดดท่า Countermovement jump (เซนติเมตร) | 66.82±6.83 | 63.89±7.68 | 1.028 | | .314 |
| ความสามารถในการกระโดดท่า One-step Jump (เซนติเมตร) | 73.07±7.34 | 68.58±7.18 | 1.577 | | .064 |

*p<0.05

จากตารางที่ 19 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 ระหว่างกลุ่มที่ฝึกคอนทราสต์และกลุ่มที่ฝึกเชิงซ้อน พบว่าค่าเฉลี่ยความแข็งแรงสัมพัทธ์ พลังสูงสุด แรงปฏิกิริยาในแนวดิ่งสูงสุด ความเร็วของบาร์เบลสูงสุด ความเร็วระยะ 5 เมตร ความเร็วระยะ 10 เมตร ความสามารถในการกระโดดท่า Countermovement jump และความสามารถในการกระโดดท่า One-step Jump ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

**ตารางที่ 20** แสดงค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของความแข็งแรงสัมพัทธ์ พลังสูงสุด แรงปฏิกิริยาในแนวดิ่งสูงสุด ความเร็วของบาร์เบลสูงสุด ความเร็วระยะ 5 เมตร ความเร็วระยะ 10 เมตร และความสามารถในการกระโดด ระหว่างกลุ่มที่ฝึกคอนทราสต์และกลุ่มที่ฝึกเชิงซ้อน หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 โดยใช้สถิติ Independent t-test

| **ตัวแปร** | **กลุ่มที่ฝึกคอนทราสต์** (*n = 13*) *X±S.D* | **กลุ่มที่ฝึกเชิงซ้อน** (n = 13) *X±S.D* | t | z | p |
|---|---|---|---|---|---|
| ความแข็งแรงสัมพัทธ์ (เท่าต่อน้ำหนักตัว) | 2.47±0.34 | 2.60±0.45 | -.812 | | .425 |
| พลังสูงสุด (วัตต์) | 6422.08±685.56 | 5930.08±742.89 | 1.755 | | .092 |
| แรงปฏิกิริยาสูงสุด (นิวตัน) | 2970.46±502.82 | 3030.54±564.19 | -.287 | | .777 |
| ความเร็วของบาร์เบลสูงสุด (เมตรต่อวินาที) | 3.39±0.21 | 3.22±0.32 | .261 | | .179 |
| ความเร็วระยะ 5 เมตร (วินาที) | 0.97±0.42 | 0.99±0.17 | -.852 | | .403 |
| ความเร็วระยะ 10 เมตร (วินาที) | 1.73±0.64 | 1.77±0.24 | -1.357 | | .187 |
| ความสามารถในการกระโดดท่า Countermovement jump (เซนติเมตร) | 68.78±7.14 | 67.01±8.95 | .554 | | .585 |
| ความสามารถในการกระโดดท่า One-step Jump (เซนติเมตร) | 75.22±8.20 | 75.61±12.45 | -.095 | | .463 |

*p<0.05

จากตารางที่ 20 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 ระหว่างกลุ่มที่ฝึกคอนทราสต์และกลุ่มที่ฝึกเชิงซ้อน พบว่าค่าเฉลี่ยความแข็งแรงสัมพัทธ์ พลังสูงสุด แรงปฏิกิริยาในแนวดิ่งสูงสุด ความเร็วของบาร์เบลสูงสุด ความเร็วระยะ 5 เมตร ความเร็วระยะ 10 เมตร ความสามารถในการกระโดดท่า Countermovement jump ความสามารถในการกระโดดท่า One-step Jump ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

# บทที่ 5
# สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

## สรุปผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental research) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการฝึกคอนทราสต์ที่มีต่อพลังของกล้ามเนื้อขา การเร่งความเร็ว และความสามารถในการกระโดดในนักกีฬาบาสเกตบอลชาย และเพื่อเปรียบเทียบผลของการฝึกคอนทราสต์และการฝึกเชิงซ้อนที่มีต่อพลังของกล้ามเนื้อขา ความเร็ว และความสามารถในการกระโดดในนักกีฬาบาสเกตบอล โดยกลุ่มตัวอย่าง คือ นักกีฬาบาสเกตบอลชาย ชมรมบาสเกตบอลจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อายุ 18-25 ปี จำนวน 30 คน จากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) โดยผู้ที่จะเข้าร่วมงานวิจัยจะต้องประสบการณ์การเล่นกีฬาบาสเกตบอลไม่ต่ำกว่า 2 ปี มีการฝึกซ้อมกับชมรมบาสเกตบอลจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยเป็นประจำ และต้องมีความแข็งแรงสัมพัทธ์ในท่าบาร์เบลแบค สควอท ไม่น้อยกว่า 1.5 เท่าของน้ำหนักตัว ไม่มีอาการบาดเจ็บ โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม ด้วยวิธีการกำหนดกลุ่มแบบจับคู่ (Matched pair) จากค่าความแข็งแรงสัมพัทธ์ในท่าบาร์เบลแบค สควอท โดยกลุ่มที่ 1 ฝึกแบบคอนทราสต์ จำนวน 15 คน และกลุ่มที่ 2 ฝึกแบบเชิงซ้อน จำนวน 15 คน แต่หลังจากฝึก 8 สัปดาห์ พบว่ากลุ่มตัวอย่างหายไปกลุ่มละ 2 คน เนื่องจากกลุ่มตัวอย่าง 2 คน มีอาการบาดเจ็บจึงไม่สามารถเข้าร่วมการวิจัยต่อไปได้ และอีก 2 คน ไม่สามารถเข้าร่วมโปรแกรมการฝึกตามที่กำหนด จึงทำให้เหลือกลุ่มตัวอย่างกลุ่มละ 13 คน ทั้งหมด 26 คน โดยที่กลุ่มที่ 1 ฝึกแบบคอนทราสต์ (ฝึกด้วยน้ำหนักในท่า Barbell back squat ที่ความหนัก 85%1RM จำนวน 6 ครั้ง และตามด้วยการฝึกท่า Band assisted jump squat จำนวน 12 ครั้ง) และกลุ่มที่ 2 ฝึกแบบเชิงซ้อน (ฝึกด้วยน้ำหนักในท่า Barbell back squat ที่ความหนัก 85%1RM จำนวน 6 ครั้ง และตามด้วยการฝึกท่า Jump squat จำนวน 12 ครั้ง) โดยมีการพักระหว่างท่าการฝึก 30 วินาที จำนวนเซตในการฝึก 3 เซต โดยมีระยะเวลาพักระหว่างเซต 3 นาที ทำการฝึก 2 วันต่อสัปดาห์ โดยกำหนดให้กลุ่มที่ 1 (ฝึกคอนทราสต์) ทำการฝึกวันจันทร์และวันพฤหัสบดี และกลุ่มที่ 2 (ฝึกเชิงซ้อน) ทำการฝึกวันอังคารและวันศุกร์ และทั้งสองกลุ่มต้องมาฝึกก่อนซ้อมปกติ 1 ชั่วโมง ระยะเวลาการฝึกทั้งหมด 8 สัปดาห์ ผู้วิจัยได้ทำการเพิ่มความหนักของการฝึก หลังจากทำการฝึกไป 4 สัปดาห์ โดยเพิ่มความหนักจากในท่า Barbell back squat โดยกำหนดจากค่าความแข็งแรงที่เพิ่มขึ้นของกลุ่มตัวอย่างหลังจากการฝึกสัปดาห์ที่ 4 ทำการทดสอบก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 โดยทดสอบความแข็งแรงสัมพัทธ์ พลังสูงสุด แรงปฏิกิริยาในแนวดิ่งสูงสุด ความเร็วของบาร์เบลสูงสุด ความเร็วระยะ 5 เมตร ความเร็วระยะ 10 เมตร ความสามารถในการกระโดดในท่า Countermovement jump และความสามารถในการกระโดดในท่า One-step jump

นำข้อมูลที่ได้จากการทดสอบก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 มาวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป SPSS เพื่อหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงมาตรฐาน ทดสอบการแจกแจงข้อมูล โดยใช้สถิติ Shapiro-Wilk test โดยใช้สถิติ One-way analysis of variance with repeated measures เมื่อพบความแตกต่างจึงเปรียบเทียบรายคู่โดยวิธี Bonferroni และสถิติ Kruskal-Wallis test measures เมื่อพบความแตกต่างจึงเปรียบเทียบรายคู่โดยวิธี Bonferroni และเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มโดยใช้สถิติ Independent t-test และสถิติ Mann-Whitney U test โดยกำหนดความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

**ผลการวิจัยพบว่า**

**ผลการวิจัยภายในกลุ่มที่ฝึกคอนทราสต์ และกลุ่มที่ฝึกเชิงซ้อน**

1. ค่าเฉลี่ย อายุ ส่วนสูง น้ำหนัก และมวลกล้ามเนื้อ ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ของทั้งสองกลุ่ม ไม่แตกต่างกัน

2. ก่อนการฝึก พบว่าทั้งสองกลุ่ม ไม่พบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของความแข็งแรงสัมพัทธ์ พลังสูงสุด แรงปฏิกิริยาในแนวดิ่งสูงสุด ความเร็วของบาร์เบลสูงสุด ความเร็วระยะ 5 เมตร ความเร็วระยะ 10 เมตร ความสามารถในการกระโดดท่า Countermovement jump และความสามารถในการกระโดดท่า One-step jump ระหว่างกลุ่ม

3. หลังการฝึก 4 สัปดาห์ พบว่าทั้งสองกลุ่มไม่พบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความแข็งแรงสัมพัทธ์ พลังสูงสุด แรงปฏิกิริยาในแนวดิ่งสูงสุด ความเร็วของบาร์เบลสูงสุด ความเร็วระยะ 5 เมตร ความเร็วระยะ 10 เมตร ความสามารถในการกระโดดท่า Countermovement jump และความสามารถในการกระโดดท่า One-step jump

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4. หลังการฝึก 8 สัปดาห์ พบว่าทั้งสองกลุ่มไม่พบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความแข็งแรงสัมพัทธ์ พลังสูงสุด แรงปฏิกิริยาในแนวดิ่งสูงสุด ความเร็วของบาร์เบลสูงสุด ความเร็วระยะ 5 เมตร ความเร็วระยะ 10 เมตร ความสามารถในการกระโดดท่า Countermovement jump และความสามารถในการกระโดดท่า One-step jump

5. หลังการฝึก 8 สัปดาห์ พบว่ากลุ่มที่ฝึกคอนทราสต์มีค่าเฉลี่ยความแข็งแรงสัมพัทธ์ พลังสูงสุด ความเร็วของบาร์เบลสูงสุด ความเร็วระยะ 5 เมตร และความเร็วระยะ 10 เมตร แตกต่างจากก่อนการฝึก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แต่ไม่แตกต่างจากหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4

6. หลังการฝึก 8 สัปดาห์ พบว่ากลุ่มที่ฝึกคอนทราสต์มีค่าเฉลี่ยแรงปฏิกิริยาในแนวดิ่งสูงสุด ความสามารถในการกระโดดท่า Countermovement jump และความสามารถในการกระโดดในท่า One-step jump ไม่แตกต่างจากก่อนการฝึก และระหว่างหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 กับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8

8. หลังการฝึก 8 สัปดาห์ พบว่ากลุ่มที่ฝึกเชิงซ้อนมีค่าเฉลี่ยความแข็งแรงสัมพัทธ์ และพลังสูงสุด แตกต่างจากก่อนการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แต่ไม่พบความแตกต่างระหว่างหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8

9. หลังการฝึก 8 สัปดาห์ที่ พบว่ากลุ่มที่ฝึกเชิงซ้อนมีค่าเฉลี่ย แรงปฏิกิริยาในแนวดิ่งสูงสุด ความเร็วของบาร์เบลสูงสุด ความเร็วระยะ 5 เมตร ความเร็วระยะ 10 เมตร ความสามารถในการกระโดดท่า Countermovement jump และความสามารถในการกระโดดในท่า One-step jump ไม่แตกต่างจากก่อนการฝึก และระหว่างหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 กับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8

**อภิปรายผลการวิจัย**

จากสมมุติฐานการวิจัยครั้งนี้ ที่ว่า การฝึกคอนทราสต์และการฝึกเชิงซ้อนส่งผลต่อพลังของกล้ามเนื้อขา ความเร็ว และความสามารถในการกระโดดในนักกีฬาบาสเกตบอลชายเพิ่มขึ้น จากการทดสอบพลังของกล้ามเนื้อขา ด้วยเครื่องฝึกและทดสอบกล้ามเนื้อแรงระเบิด (FT700 Power system) หลังการฝึก 8 สัปดาห์ พบว่า กลุ่มที่ฝึกคอนทราสต์และกลุ่มฝึกเชิงซ้อนมีค่าเฉลี่ยของพลังสูงสุด เพิ่มมากขึ้นกว่าก่อนการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานของงานวิจัย เนื่องจากการโปรแกรมการฝึกทั้งสองกลุ่ม เป็นโปรแกรมเพื่อพัฒนาพลังของกล้ามเนื้อ โดยอาศัยคุณสมบัติระบบประสาทและกล้ามเนื้อที่เรียกว่า Postactivation potentiation โดยใช้รูปแบบการฝึกด้วยแรงต้านที่ความหนักระดับสูง (85 เปอร์เซ็นต์ของหนึ่งอาร์เอ็ม) เพื่อระดมหน่วยยนต์กล้ามเนื้อ แล้วตามด้วยการฝึกพลัยโอเมตริก ซึ่งจะส่งผลให้ประสิทธิภาพในการฝึกพลัยโอเมตริกทำงานได้ดีขึ้น ส่งผลต่อประสิทธิภาพในการหดตัวกล้ามเนื้อจะเพิ่มขึ้นหลังจากได้รับการกระตุ้นก่อนหน้า ช่วยให้กล้ามเนื้อหดตัวได้เร็วขึ้น และส่งผลต่อการเพิ่มพลังของกล้ามเนื้อ ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้กำหนดให้กลุ่มที่ฝึกคอนทราสต์ฝึกด้วยน้ำหนักที่ 85 เปอร์เซ็นต์ของหนึ่งอาร์เอ็ม ในท่าบาร์เบล แบคสควอท ย่อให้เข่าทำมุมประมาณ 110 องศา จำนวน 6 ครั้ง ตามด้วยการฝึกพลัยโอเมตริก พักระหว่างท่า 30 วินาที และพักระหว่างเซต 3 นาที แสดงให้เห็นว่าการฝึกด้วยน้ำหนัก 85 เปอร์เซ็นต์ของหนึ่งอาร์เอ็ม จำนวน 6 ครั้ง สามารถระดมหน่วยยนต์ของเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวเร็วส่วนใหญ่มาทำงาน และเวลาพักก่อนที่จะเริ่มการฝึกพลัยโอเมตริก 30 วินาที เป็นเวลาพักส่งผลต่อการทำงานของ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

กล้ามเนื้ออย่างต่อเนื่องได้ดี แสดงให้เห็นว่าจะสามารถกระตุ้นระบบประสาทกล้ามเนื้อ ช่วยให้กล้ามเนื้อหดตัวได้เร็วขึ้น สอดคล้องกับศึกษาของ สินีนุช โสพส และชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์ (2560) ที่พบว่าการฝึกด้วยน้ำหนักที่ใช้ความหนัก 85 เปอร์เซ็นต์ของหนึ่งอาร์เอ็มขึ้นไป ทำการฝึกด้วยความเร็ว และพักระหว่างท่า 30 วินาที ก่อนการฝึกพลัยโอเมตริก จะสามารถทำให้พลังของกล้ามเนื้อและสมรรถภาพของกล้ามเนื้อของนักกีฬาบาสเกตบอลได้ สอดคล้องกับคำอธิบายของ Ebben and Watt (1998) ที่ได้แนะนำการฝึกเชิงซ้อนไว้ว่าควรทำการฝึกพลัยโอเมตริกภายใน 30 วินาที หลังจากฝึกด้วยน้ำหนัก เพื่อใช้ประโยชน์จากการระดมหน่วยยนต์จากการฝึกในขึ้นตอนแรก สอดคล้องกับการศึกษาของ สุหัท ภู่ทอง และ ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์ (2558) ได้พบว่าการฝึกด้วยความหนัก 85 เปอร์เซ็นต์ของหนึ่งอาร์เอ็ม สามารถระดมหน่วยยนต์ของเส้นใยกล้ามเนื้อหดตัวเร็วส่วนใหญ่มาทำงานและยังสามารถใช้พลังงานจากแหล่งเอทีพี-พีซี (ATP-PC) ได้ต่อไปอีก สอดคล้องกับศึกษาของ Maio Alves et al. (2010) ที่พบว่าการฝึกคอนทราสต์และการฝึกเชิงซ้อนที่ใช้ความหนัก 85 เปอร์เซ็นต์ของหนึ่งอาร์เอ็ม จำนวน 6 ครั้ง ช่วยพัฒนาพลังของกล้ามเนื้อ สอดคล้องกับการศึกษาของ Weber KR. (2008) ที่พบว่าการฝึกด้วยน้ำหนักที่ความหนัก 85 เปอร์เซ็นต์ของหนึ่งอาร์เอ็ม ก่อนที่จะฝึก Jump squat ช่วยสามารถพัฒนาความสูงในการกระโดด และแรงสูงสุดได้ เช่นเดียวกับ Spineti et al. (2016) กล่าวว่า การฝึกคอนทราสต์กับการฝึกเชิงซ้อนสามารถพัฒนาความสามารถในการกระโดดท่า Countermovement jump ได้

แต่เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม พบว่า หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 พลังของกล้ามเนื้อทั้ง 2 กลุ่ม ไม่แตกต่างกัน อาจเป็นเพราะทั้งสองกลุ่มมีการพัฒนา แรงปฏิกิริยาในแนวดิ่งสูงสุด และความเร็วของบาร์เบลสูงสุดซึ่งเมื่อผลคูณรวมกันออกมาจึงส่งผลให้ทั้งกลุ่มมีพลังสูงสุดที่ใกล้เคียงกัน จากการวิจัยครั้งนี้พบว่า เมื่อเปรียบเทียบภายในกลุ่ม หลังการฝึก 8 สัปดาห์ กลุ่มที่ฝึกคอนทราสต์มีการพัฒนาความเร็วของบาร์เบลมากกว่าก่อนการฝึกอย่างมันสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ในขณะที่กลุ่มที่ฝึกเชิงซ้อนไม่พบความแตกต่างของความเร็วของบาร์เบล ซึ่งอาจเกิดจากรูปแบบการฝึกคอนทราสต์ที่ฝึกด้วยความหนักจากการฝึกด้วยแรงต้านในช่วงแรกมากระตุ้นหน่วยยนต์ที่ควบคุมเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็วให้ทำงานมากขึ้น แล้วตามด้วยการฝึกพลัยโอเมตริกแบบมีตัวช่วยให้แรงต้านจากน้ำหนักตัวลดลง (ลดลงประมาณ 20-30 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว) ส่งผลให้ระบบประสาทกล้ามเนื้อและกล้ามเนื้อสามารถหดตัวและออกแรงได้เร็วมากขึ้นกว่าปกติ ซึ่งจะเห็นได้จากการที่กลุ่มคอนทราสต์มีการเพิ่มขึ้นของความเร็วของบาร์เบลจากผลการทดลอง สอดคล้องกับ Apanukul and Sanpasitt (2021) ที่พบว่าการฝึกคอนทราสต์ ที่ฝึกด้วยน้ำหนักตามด้วยการฝึกพลัยโอเมตริกแบบมีแรงช่วยในท่า Band assisted jump squat ช่วยให้ความเร็วของบาร์เบลสูงสุด

(Peak velocity) เพิ่มขึ้นจากก่อนการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เช่นเดียวกับ Tai et al. (2012) ที่อธิบายว่าการฝึกพลัยโอเมตริกแบบมีแรงช่วยเป็นการฝึกที่ลดความหนักในการหดตัวของกล้ามเนื้อ (Body weight reduction) โดยอาศัยการใช้ยางยืดเป็นตัวช่วย ส่งผลให้นักกีฬาสามารถกระโดดได้เร็วขึ้น จากการที่กล้ามเนื้อสามารถหดตัวได้อย่างรวดเร็วมากขึ้น เช่นเดียวกับ Vuk et al. (2012) ที่บอกว่ารูปแบบการฝึกแบบมีแรงช่วยในการกระโดดสามารถพัฒนาความเร็วสูงสุด (Peak velocity) ในการกระโดดได้ โดยช่วยเพิ่มความเร็วในการออกตัวกระโดด (Take-off velocity หรือ TOV) และช่วยพัฒนาพลังของกล้ามเนื้อที่ส่งผลในการกระโดดได้ดีขึ้น (Kilgallon et al.,2010; Vuk et al., 2012; Tran et al., 2012) แต่ในทางกลับกันกลุ่มที่ฝึกเชิงซ้อนมีการใช้ความหนักจากแรงต้านในช่วงแรกมากระตุ้นหน่วยยนต์ที่ควบคุมเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็วให้ทำงานมากขึ้นเหมือนกัน แต่ตามด้วยการฝึกพลัยโอเมตริกแบบปกติที่ไม่มีตัวช่วย จึงมีแรงต้านจากน้ำหนักตัว ส่งผลให้ระบบประสาทกล้ามเนื้อและกล้ามเนื้อหดตัวและออกแรงได้ช้ากว่ากลุ่มที่ฝึกคอนทราสต์ แต่สามารถสร้างแรงได้มากกว่า ซึ่งจะเห็นได้จากการเพิ่มขึ้นของค่าแรงปฏิกิริยาในแนวดิ่งจากผลการทดลอง สอดคล้องกับ Jackson (2010) พบว่าการฝึกเชิงซ้อนทำให้แรงปฏิกิริยาในแนวดิ่ง (Ground reaction force) ในการกระโดดแนวดิ่งเพิ่มขึ้นได้ สอดคล้องกับ Turner et al. (2012) ที่พบว่าการฝึกท่า Jump squat ส่งผลให้แรงปฏิกิริยาในแนวดิ่งสูงสุดเพิ่มขึ้นหลังจากการฝึก เมื่อพิจารณาถึงความสัมพันธ์ของพลังของกล้ามเนื้อ (ความเร็วในการหดตัวของกล้ามเนื้อ x แรงในการหดตัวของกล้ามเนื้อ) จะเห็นได้ว่ากลุ่มที่ฝึกคอนทราสต์สามารถพัฒนาความเร็วสูงสุดของบาร์เบล แต่แรงปฏิกิริยาในแนวดิ่งสูงสุดมีการเพิ่มขึ้นเล็กน้อย และกลุ่มที่ฝึกเชิงซ้อนมีการเพิ่มขึ้นของแรงปฏิกิริยาในแนวดิ่งสูงสุด แต่ความเร็วของบาร์เบลสูงสุดเพิ่มขึ้นเล็กน้อย จึงอาจเป็นเหตุผลทำให้พลังของกล้ามเนื้อของทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอย่างที่ตั้งสมมุติฐานไว้ เมื่อพิจารณาแนวโน้มการพัฒนาพลังของกล้ามเนื้อ พบว่า หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 กลุ่มที่ฝึกเชิงซ้อนมีแนวโน้มในการพัฒนาพลังของกล้ามเนื้อได้ดีกว่ากลุ่มคอนทราสต์ (10.46% และ 10.05% ตามลำดับ) อาจเป็นเพราะกลุ่มที่ฝึกเชิงซ้อนมีค่าเฉลี่ยแรงปฏิกิริยาในแนวดิ่งสูงสุดเพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มที่ฝึกคอนทราสต์ (2.47% กับ 1.69% ตามลำดับ) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษา Argus et al. (2011) ที่พบว่ากลุ่มที่ฝึกด้วยการกระโดดแบบแรงช่วย (Assisted) มีค่าเฉลี่ยแรงปฏิกิริยาในแนวดิ่งสูงสุดน้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ฝึกด้วยการกระโดดแบบไม่มีแรงจากภายนอก (Free countermovement jump) และการศึกษาครั้งนี้ยังพบว่า หลังการฝึก 8 สัปดาห์ กลุ่มที่ฝึกคอนทราสต์มีแนวโน้มพัฒนาพลังของกล้ามเนื้อได้ดีกว่ากลุ่มที่ฝึกเชิงซ้อน (17.76% และ 14.81% ตามลำดับ) อาจเป็นเพราะกลุ่มที่ฝึกคอนทราสต์มีค่าเฉลี่ยความเร็วของบาร์เบลสูงสุดเพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มที่ฝึกเชิงซ้อน (5.61% กับ 3.53% ตามลำดับ)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

นอกจากการทดสอบพลังกล้ามเนื้อจากเครื่องฝึกและทดสอบกล้ามเนื้อแรงระเบิดแล้ว ผู้วิจัยยังทำการทดสอบความสามารถในการกระโดดท่า Countermovement jump และทดสอบความสามารถในการกระโดดในท่า One-step jump ซึ่งเป็นการทดสอบพลังของกล้ามเนื้อที่สัมพันธ์กับทักษะของนักกีฬาบาสเกตบอล เนื่องจากท่าทางจะสอดคล้องกับการเคลื่อนไหวในกีฬาบาสเกตบอลอย่างมาก (เช่น การก้าวเท้ายิงประตู การกระโดดเพื่อแย่งลูกบอล การกระโดดเพื่อป้องกันฝ่ายตรงข้าม) (Wen et al., 2018) จากผลงานวิจัย พบว่า ความสูงในการกระโดดของทั้งสองกลุ่มมีแนวโน้มในการพัฒนาที่เพิ่มขึ้น สอดคล้องกับผลการทดสอบจากเครื่องฝึกและทดสอบกล้ามเนื้อแรงระเบิด แต่ในทางสถิติไม่พบความแตกต่างของความสามารถในการกระโดดท่า Countermovement jump และความสามารถในการกระโดดท่า One-step jump หลังจากการฝึก 4 และ 8 สัปดาห์ ทั้งภายในและระหว่างกลุ่มทดลอง ถ้าพิจารณาจากเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง พบว่า หลังจากการฝึก 4 สัปดาห์ กลุ่มที่ฝึกคอนทราสต์มีแนวโน้มที่จะพัฒนาความสามารถในการกระโดดท่า Countermovement jump ได้มากกว่ากลุ่มที่ฝึกเชิงซ้อน (3.02% และ 1.56%) สอดคล้องกับการศึกษาของ Sheppard et al., (2011) ที่พบว่าหลังจากฝึกไป 5 สัปดาห์ กลุ่มที่ฝึกแบบมีแรงช่วย (Assisted jump) สามารถกระโดดสูงขึ้นจากก่อนการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ในขณะที่กลุ่มที่ฝึกกระโดดแบบไม่มีแรงช่วยสามารถพัฒนาได้ไม่แตกต่างจากก่อนการฝึก ซึ่งสอดคล้องกับ Smilos et al. (2005) ที่ได้สรุปว่าการฝึกคอนทราสต์ช่วยพัฒนาความสามารถในการกระโดดในแนวดิ่งได้ (Countermovement jump) ในระยะสั้น แต่ในขณะเดียวกันกลุ่มที่ฝึกเชิงซ้อนมีแนวโน้มในการพัฒนาความสูงในการกระโดดเพิ่มขึ้นหลังจากการฝึก 8 สัปดาห์

นอกจากรูปแบบการฝึกคอนทราสต์และการฝึกเชิงซ้อนจะช่วยพัฒนาพลังของกล้ามเนื้อ ยังส่งผลให้เกิดการพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นอีกด้วย จากผลการวิจัย พบว่า ทั้งสองกลุ่มสามารถพัฒนาความแข็งแรงได้มากกว่าก่อนการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แต่เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม ไม่พบความแตกต่างกันทั้งก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 พบว่าหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 พบว่าความแข็งแรงของทั้งกลุ่มไม่แตกต่างกัน อาจเป็นเพราะรูปแบบการฝึกของทั้งสองกลุ่มมีการฝึกด้วยความหนักที่ 85 เปอร์เซ็นต์ของหนึ่งอาร์เอ็ม ในระยะเวลา 8 สัปดาห์ โดยมีการเพิ่มน้ำหนักของการฝึกหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 จากการกำหนดค่าความแข็งแรงสูงสุดหลังจากการทดสอบ (Mid-test) ซึ่งเป็นการที่กระตุ้นการทำงานของกล้ามเนื้อให้มีประสิทธิภาพในการหดตัวเพิ่มขึ้น ส่งผลให้เพิ่มความแข็งแรงสูงสุดในการออกแรงได้ หลักการของการเพิ่มน้ำหนักแบบก้าวหน้าในการฝึก (Principle of progressive increase of load training) จะส่งผลให้กล้ามเนื้อพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อมากขึ้น (Bompa, 1993) เช่นเดียวกับ Chu (1996) ที่กล่าวว่าการฝึกเชิงซ้อนเป็นการฝึกเพื่อพัฒนา

ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และพลังของกล้ามเนื้อไปพร้อม ๆ กัน สอดคล้องกับ Comier et al. (2020) กล่าวว่า การฝึกเชิงซ้อนและการฝึกคอนทราสต์ สามารถพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อได้มาขึ้นหลังจากการฝึก และรูปแบบการฝึกคอนทราสต์และการฝึกเชิงซ้อนเหมาะสำหรับการฝึกในนักกีฬาประเภททีม แต่เมื่อพิจารณาแนวโน้มการพัฒนาของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ พบว่าหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 พบว่ากลุ่มที่ฝึกเชิงซ้อนมีแนวโน้มพัฒนาได้ดีกว่ากลุ่มที่ฝึกคอนทราสต์ (13.93% กับ 29.35% และ 7.62% กับ 17.62%) อาจเป็นเพราะกลุ่มที่ฝึกเชิงซ้อนและคอนทราสต์ใช้ความหนักจากแรงต้านเท่ากันในการฝึก แต่ในช่วงที่สองของการฝึกกลุ่มที่ฝึกเชิงซ้อนฝึกพลัยโอเมตริกแบบไม่มีแรงช่วย จึงทำให้ได้รับความหนักหรืองานที่เกิดจากการฝึกมากกว่ากลุ่มที่ฝึกคอนทราสต์ ที่ฝึกพลัยโอเมตริกแบบมีตัวช่วย ส่งผลให้กลุ่มที่ฝึกเชิงซ้อนมีแนวโน้มในการพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อได้มากกว่ากลุ่มคอนทราสต์

**ความเร็ว**

การวิจัยครั้งนี้นักกีฬาได้ทำการทดสอบความเร็วระยะทาง 5 และ 10 เมตร โดยการใช้ Sprint test ซึ่งเป็นระยะที่สอดคล้องกับการวิ่งของนักกีฬาบาสเกตบอล ในการเล่นเกมรุกและเกมรับ (Wen et al.,2018) ในการวิจัยครั้งนี้ พบว่าหลังการฝึก 8 กลุ่มที่ฝึกคอนทราสต์มีเวลาในการวิ่งลดลงกว่าก่อนการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ในขณะที่หลังการฝึก 8 สัปดาห์ กลุ่มที่ฝึกเชิงซ้อน ไม่พบความแตกต่างจากก่อนการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้ แสดงให้เห็นว่าการฝึกคอนทราสต์ที่อาศัยหลักการของ Overspeed ช่วยเพิ่มความเร็วในการหดตัวของกล้ามเนื้อขาในท่า Band assisted jump squat เป็นการส่งกระแสประสาทที่สูงมากขึ้น ซึ่งส่งผลให้เกิดการตอบสนองของระบบประสาทกระตุ้นให้เพิ่มการทำงานของกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็ว (Fast twitch) ได้มากขึ้น และกระตุ้นกล้ามเนื้อมีการหดตัวเร็วขึ้น (Mero & Komi, 1985) และทั้งสองกลุ่มมีการพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาเพิ่มขึ้น อีกทั้งในการรูปแบบการฝึกทั้งสองกลุ่มมีการกระโดดขึ้นในแนวดิ่ง ส่งผลให้เกิดการพัฒนาการพลังของกล้ามเนื้อ และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อที่ทำหน้าที่ในการวิ่งและกระโดด คือ กลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดสะโพก กลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดเข่า และกล้ามเนื้อเหยียดข้อเท้า (Weineck, 1990) กล่าวคือกลุ่มกล้ามเนื้อดังกล่าวมีความสัมพันธ์กันของการทำงานของกล้ามเนื้อระหว่างการกระโดดและการวิ่งในช่วงแรกของการออกวิ่งซึ่งเป็นช่วงเดียวกันกับที่ใช้ในการทดสอบ ด้วยเหตุผลนี้จึงอาจจะส่งผลให้เกิดการพัฒนาความเร็วระยะ 5 และ 10 เมตร

**ข้อจำกัดในการวิจัย**

1. ในการวิจัยครั้งนี้ อยู่ในช่วงโรคระบาดโควิด-19 กำลังระบาด ส่งผลให้นักกีฬาไม่ได้ออกกำลังกายมาประมาณ 1 เดือน อาจจะส่งผลต่อตัวแปรต่าง ๆ ในงานวิจัยเกิดความคลาดเคลื่อนได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2. ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยไม่ได้ควบคุมเรื่องอาหาร และการพักผ่อนของนักกีฬา อาจจะส่งผลต่อตัวแปรต่าง ๆ ในงานวิจัยเกิดคลาดเคลื่อนได้

**ข้อเสนอแนะจากการวิจัย**

1. การฝึกคอนทราสต์ควรฝึกด้วยอุปกรณ์ออกกำลังกายแบบฟรีเวท (Free weight) เช่น บาร์เบล เพราะสามารถเคลื่อนไหวได้อย่างอิสระมากขึ้น และเพิ่มประสิทธิภาพของการฝึกได้

2. สามารถประยุกต์การฝึกพลัยโอเมตริกแบบมีแรงช่วย (Assistance) ในการเคลื่อนไหวอื่น ๆ ที่สอดคล้องกับทักษะกีฬานั้น ๆ เช่น ฝึกด้วยน้ำหนักด้วยท่า Barbell bench press ตามด้วยการฝึกพลัยโอเมตริกท่า Band assisted push up เป็นต้น เพราะอาจช่วยเพิ่มสมรรถภาพในการเคลื่อนที่ได้เฉพาะเจาะจงกับทักษะในกีฬานั้น ๆ ได้มากยิ่งขึ้น

3. การฝึกพลัยโอเมตริกแบบมีแรงช่วยเป็นการฝึกที่มีความเร็วสูง นักกีฬาต้องมีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อพื้นฐานมาก่อนและต้องฝึกในท่าที่ถูกต้อง มีคนคอยดูแลและให้คำแนะนำการฝึกอย่างถูกวิธี

**ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยในครั้งต่อไป**

การฝึกคอนทราสต์ โดยฝึกด้วยน้ำหนักด้วยท่าบาร์เบล แบค สควอท ตามด้วยการฝึกพลัยโอเมตริกท่า Band assisted jump squat ผู้ฝึก และนักวิทยาศาสตร์การกีฬาประจำทีมบาสเกตบอล สามารถนำไปใช้ฝึกนักกีฬาในช่วงก่อนการฝึกแข่งขัน (Pre-season) จะทำให้เกิดประโยชน์สูงสุด เพราะสามารถพัฒนาพลังของกล้ามเนื้อขา และเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ รวมไปถึงการเร่งความเร็ว และความสามารถในการกระโดดได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งเหมาะกับกีฬาบาสเกตบอลในประเทศไทย ที่มีการจัดการแข่งขันแบบระยะสั้น (Short-term) เหมาะสำหรับกีฬาชนิดที่ต้องการใช้พลังของกล้ามเนื้อขา และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ เช่น รักบี้ฟุตบอล ฟุตบอล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

# บรรณานุกรม



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

**ภาษาไทย**

กมลมาศ เบญจพลสิทธิ์ และชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์ (2558). ผลฉับพลันของการใช้ยางยืดที่มีแรงต้านต่างกันที่มี ต่อพลังสูงสุดของการกระโดดแนวดิ่งในนักกีฬาวอลเลย์บอลเยาวชนหญิงวารสารวิทยาศาตร์การกีฬา และ สุขภาพ. ปีที่ 16 ฉบับที่ 3, 28-36

คชา อุดมตะคุ และชัยพัฒน์ หล่อศิริรัตน์ (2555). การเปรียบเทียบผลของการฝึกด้วยยางยืดสองรูปแบบที่มีต่อ ความเร็วในการเตะของ นักกีฬาเซปักตะกร้อ. ปริญญามหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เจริญ กระบวนรัตน์. (2538). *เทคการฝึกความเร็ว.* กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา, คณะ ศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เจริญ กระบวนรัตน์. (2545). *หลักการและเทคนิคการฝึกกรีฑา.* กรุงเทพหามหานคร: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เจริญ กระบวนรัตน์ (2550). ยางยืดพิชิตโรค. กรุงเทพฯ: บริษัท แกรนด์สปอร์ต กรุ๊ป จำกัด.

เจริญ กระบวนรัตน์ (2557). วิทยาศาสตร์การฝึกสอนกีฬา (Science of Coaching). พิมพ์ครั้งที่ 1. บริษัทสินธนาก็อปปี้เซ็นเตอร์ จำกัด.

ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์ (2544). *การเปรียบเทียบผลของการฝึกพลัยโอเมตริกควบคู่การฝึกด้วยน้ำหนัก การฝึกพลัยโอเมตริกด้วยน้ำหนัก และการฝึกเชิงซ้อน ที่มีต่อการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อ.* วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต, ภาควิชาพลศึกษา, คณะครุศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

นภัส สังข์ทอง และชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์ (2557). ผลฉับพลันขณะฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศด้วยความหนักที่ต่างกันที่มีต่อพลังสูงสุด แรงสูงสุดและความเร็วสูงสุด. วารสารวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ, ปีที่ 17 ฉบับที่ 3, 16-25

ปิยพงษ์ รองหานาม และเฉลิม ชัยวัชราภรณ์ (2531). ผลของการฝึกกำลังกล้ามเนื้อแบบไอโซโทนิคด้วยความเร็วต่างอัตราที่มีต่อความสามารถในการยืนกระโดด. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย: ม.ป.ท

พันธ์วดี อินทรมณี และเฉลิม ชัยวัชราภรณ์ (2557). การเปรียบเทียบระหว่างท่าแบกน้ำหนักกระโดดด้วยยางยืดแบบมีลูกรอกที่มีผลต่อพลังกล้ามเนื้อสูงสุดในการกระโดดแนวดิ่งของนักกีฬา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วอลเล่ย์บอลเยาวชนหญิง. วารสารวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ, ปีที่ 15 ฉบับที่2, 24-37

พิชชาภา คนธสิงห์ และคนางค์ ศรีหิรัญ (2558). ผลฉับพลันของการฝึกแรงต้านท่าสควอทด้วยแรงดันอากาศแบบกำหนดความเร็วต่อพลังสูงสุดและแรงสูงสุด. วารสารวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ, ปีที่ 18 ฉบับที่1, 30-40

ภูเบศร์ นภัทรพิทยาธร และชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์ (2552). การวิเคราะห์คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อของการฝึกคอนเซ็นตริกควบคู่กับการฝึกเอ็นเซ็นตริกโดยใช้ระยะเวลาพักแตกต่างกัน. ปริญญามหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วีนัส ดอกจันทร์ และชัยพัฒน์ หล่อศิริรัตน์ (2555). การเปรียบเทียบผลของการฝึกแรงต้านสองรูปแบบที่มีต่อความเร็วและแรงของการเตะเหยียบลงในนักกีฬาเทควันโดหญิง. วารสารวิทยาศตร์การกีฬาและสุขภาพ ปีที่ 14 ฉบับที่3, 35-18

สนธยา สีละมาด (2551). หลักการฝึกกีฬาสำหรับผู้ฝึกสอนกีฬา. พิมพ์ครั้งที่ 4. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ

สุหัท ภู่ทอง และชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์ (2558). ผลฉับพลันของการฝึกเชิงซ้อนโดยใช้จำนวนครั้งและเวลาพักแตกต่างกันที่มีต่อพลังสูงสุด แรงสูงสุดและความเร็วสูงสุด. วารสารวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ, ปีที่ 18 ฉบับที่ 3, 63-72

เสาวลักษณ์ ศิริปัญญา และชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์ (2550). ผลของการฝึกเชิงซ้อนแบบผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนักกับการเคลื่อนที่ในลักษณะแรงระเบิดที่มีต่อสมรรถภาพของกล้ามเนื้อในนักกีฬาเซปักตะกร้อหญิงทีมชาติไทย. ปริญญามหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

**ภาษาอังกฤษ**

Adams, K., O'Shea, J. P., O'Shea, K. L., & Climstein, M. (1992). The effect of six weeks of squat, plyometric and squat-plyometric training on power production. *Journal of applied sport science research*, *6*(1), 36-41.

American college of sports medicine. (2005). Selecting and effectively using rubber and resistance exercise. ACSM's Consumer Information Committee, (online).

Anderson, C. E., Sforzo, G. A., & Sigg, J. A. (2008). The effects of combining elastic and free weight resistance on strength and power in athletes. *J Strength Cond Res*, 22(2), 567-574.

Apanukul, S., & Sanpasitt, C. (2021). The Acute Effects on Rate of Force Development and Vertical Jump Performance Induced by Various Contrast Training Methods in Varsity Basketball Players. *Journal of Exercise Physiology Online*, *24*(5).

Argus, C. K., Gill, N. D., Keogh, J. W., Blazevich, A. J., & Hopkins, W. G. (2011). Kinetic and Training Comparisons Between Assisted, Resisted, and Free Countermovement Jumps. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(8), 2219-2227.

Argus, C. K., Gill, N. D., Keogh, J. W., McGuigan, M. R., & Hopkins, W. G. (2012). Effects of two contrast training programs on jump performance in rugby union players during a competition phase. *International journal of sports physiology and performance*, 7(1), 68-75.

Asadi, A. (2013). Effects of in-season short-term plyometric training on jumping and agility performance of basketball players. *Sport Sciences for Health*, 9(3), 133-137.

Baker, D. (2001). Acute and long – term power responses to power training: Obeservation on the training of an elite power athelete. *National Strength and conditioning Association Journal, 23, 47-56.*

Baker, D. Acute effect of alternating heavy and light resistance on power output during upper-body complex power training. *J Strength Cond Res* 17: 493-497, 2003

Baechle, T.A., and Earle, R.W. (2000). Essentials of Strength Training and Conditioning, 2nded. New York: Human Kinetics Publishers, Inc.

Bauer, P., Sansone, P., Mitter, B., Makivic, B., Seitz, L. B., & Tschan, H. (2019). Acute Effects of Back Squats on Countermovement Jump Performance Aacross Multiple Sets of a Contrast Training Protocol in Resistance-Trained Men. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 33(4), 995-1000.

Behm, D., and Sale. (1993). Intended rather than actual movement velocity determines velocity specific training response. *Journal of Applied Physiology.* 74: 359-369.

Behm, D., & Sale, D. (1993). Velocity specificity of resistance training. *Sports medicine*, *15*(6), 374-388.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Ben Abdelkrim, N., Castagna, C., Jabri, I., Battikh, T., El Fazaa, S., & Ati, J. E. (2010). Activity Profile and Physiological Requirements of Junior Elite Basketball Players in Relation to Aerobic-Anaerobic Fitness. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *24*(9), 2330-2342.

Ben Abdelkrim, N., El Fazaa, S., & El Ati, J. (2007). Time-motion analysis and physiological data of elite under-19-year-old basketball players during competition. *Br J Sports Med*, *41*(2), 69-75; discussion 75.

Bevan, H. R., Bunce, P. J., Owen, N. J., Bennett, M. A., Cook, C. J., Cunningham, D. J., Newton, R. U., & Kilduff, L. P. (2010). Optimal loading for the development of peak power output in professional rugby players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(1), 43-47.

Bompa, O. (1993). *Periodization of strength: the new wave in strength training.* Toronto: Veritas Publishing.

Bompa, T. (1999). *Periodizaiotn: Theory and methodologu of training (4th ed.).* Champaign, IL: Human Kinetics.

Chu, D. A. (1996). *Explosive power and strength*. Champaign, IL: Human Kinetics.

Cohen, J. (1988*). Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Hillsdale, N.J.: L. Erlbaum Associates.

Coratella, G., Beato, M., Milanese, C., Longo, S., Limonta, E., Rampichini, S., Cè, E., Bisconti, A. V., Schena, F., & Esposito, F. (2018). Specific adaptations in performance and muscle architecture after weighted jump-squat vs. body mass squat jump training in recreational soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 32(4), 921-929.

Cormier, P., Freitas, T. T., Rubio-Arias, J. Á., & Alcaraz, P. E. (2020). Complex and contrast training: does strength and power training sequence affect performance-based adaptations in team sports? A systematic review and meta-analysis. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *34*(5), 1461-1479.

Docherty, D., Robbins, D., & Hodgson, M. (2004). Complex Training Revisited: A Review of its Current Status as a Viable Training Approach. *Strength and Conditioning Journal*, 26(6), 52-57.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Duthie, G. M., Young, W. B., & Aitken, D. A. (2002). The acute effects of heavy loads on jump squat performance: An evaluation of the complex and contrast methods of power development. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 16(4), 530-538.

Ebben, W. P. (2002). Complex training: A brief review. *Journal of sports science & medicine*, 1(2), 42.

Ebben, W. P., and Watts, P. B. (1998). A Review of combine weight training and plyometric training Modes: Complex. *National Strength and conditioning Association Journal*, 18-27

Franco-Márquez, F., Rodríguez-Rosell, D., González-Suárez, J. M., Pareja-Blanco, F., Mora-Custodio, R., Yañez-García, J. M., & González-Badillo, J. J. (2015). Effects of Combined Resistance Training and Plyometrics on Physical Performance in Young Soccer Players. *Int J Sports Med*, *36*(11), 906-914.

García-Pinillos, F., Martínez-Amat, A., Hita-Contreras, F., Martínez-López, E. J., & Latorre-Román, P. A. (2014). Effects of a contrast training program without external load on vertical jump, kicking speed, sprint, and agility of young soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(9), 2452-2460.

Häkkinen, K. E. I. J. O., & Komi, P. V. (1983). Electromyographic changes during strength training and detraining. *Medicine and science in sports and exercise*, *15*(6), 455-460.

Hammami, M., Negra, Y., Shephard, R. J., & Chelly, M. S. (2017). The effect of standard strength vs. contrast strength training on the development of sprint, agility, repeated change of direction, and jump in junior male soccer players. *Journal of strength and conditioning research*, *31*(4), 901-912.

Hansen, K. T., Cronin, J. B., & Newton, M. J. (2011). The effect of cluster loading on force, velocity, and power during ballistic jump squat training. *International journal of sports physiology and performance*, 6(4), 455-468.

Hernández, S., Ramirez-Campillo, R., Álvarez, C., Sanchez-Sanchez, J., Moran, J., Pereira, L. A., & Loturco, I. (2018). Effects of plyometric training on neuromuscular performance in youth basketball players: a pilot study on the

NGKORN UNIVERSITY

influence of drill randomization. *Journal of sports science & medicine*, 17(3), 372.

Hodgson, M., Docherty, D., & Robbins, D. (2005). Post-activation potentiation. *Sports medicine*, *35*(7), 585-595.

Hoeger, W. W. K. (1989). *Lifetime phisical fitness and wellness.* 2nd ed. Colorado: Morton Publishing.

Hydock, D. (2001). The weightlifting pull in power development. Strength Cond. J. 23(1): 32-37.

Jackson, K. A. (2010). A Comparison of Training Modalities on Vertical Jump Performance in Recreationally Trained College Males.

Karp, J. R. (2001). Muscle fiber types and training. *National Strength and conditioning Association Journal*, 21-26.

Khlifa, R., Aouadi, R., Hermassi, S., Chelly, M. S., Jlid, M. C., Hbacha, H., & Castagna, C. (2010). Effects of a Plyometric Training Program With and Without Added Load on Jumping Ability in Basketball Players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *24*(11), 2955-2961.

King, J. A., & Cipriani, D. J. (2010). Comparing preseason frontal and sagittal plane plyometric programs on vertical jump height in high-school basketball players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *24*(8), 2109-2114.

Kent, M. (1994). *The oxford dictionary of sports science*. New York: Oxford U. Press.

Latorre Román, P. Á., Villar Macias, F. J., & García Pinillos, F. (2018). Effects of a contrast training programme on jumping, sprinting and agility performance of prepubertal basketball players. *Journal of Sports Sciences*, 36(7), 802-808.

Lawton, T., Cronin, J., Drinkwater, E., Lindsell, R., & Pyne, D. (2004). The effect of continuous repetition training and intra-set rest training on bench press strength and power. *J Sports Med Phys Fitness*, 44(4), 361-367.

Maio Alves, J. M. V., Rebelo, A. N., Abrantes, C., & Sampaio, J. (2010). Short-Term Effects of Complex and Contrast Training in Soccer Players' Vertical Jump, Sprint, and Agility Abilities. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *24*(4), 936-941.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Makaruk, H., Starzak, M., Suchecki, B., Czaplicki, M., & Stojiljković, N. (2020). The effects of assisted and resisted plyometric training programs on vertical jump performance in adults: a systematic review and meta-analysis. *Journal of sports science & medicine*, *19*(2), 347.

Maud, P. J., & Foster, C. (2006). *Physiological assessment of human fitness*. Human Kinetics.

Mathew, D. K. (1978). *Mearsurement in phiscal Education*, Philadelphia: W.B. Saunders company. 4-5.

McClenton, L. S., Brown, L. E., Coburn, J. W., & Kersey, R. D. (2008). The effect of short-term VertiMax vs. depth jump training on vertical jump performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *22*(2), 321-325.

McInnes, S. E., Carlson, J. S., Jones, C. J., & McKenna, M. J. (1995). The physiological load imposed on basketball players during competition. *J Sports Sci*, *13*(5), 387-397.

Mcmaster (2010). Quantification of rubber and chain-base resistance modes. *Journal of strength and conditioning research,* 24: 2056-2064

Neils, C. M., Udermann, B. E., Brice, G. A., Winchester, J. B., & McGuigan, M. R. (2005). Influence of contraction velocity in untrained individuals over the initial early phase of resistance training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *19*(4), 883.

O'Shea, P. (2000). *Quantum strength fitness II gaining the winning edge.* Oregon: Patricks books.

Rajamohan, G., Kanagasabai, P., Krishnaswamy, S., & Balakrishnan, A. (2010). Effect of complex and contrast resistance and plyometric training on selected strength and power parameters. *Journal of Experimental Sciences*, 1, 01-12.

Rodano, R., Squadrone, R., & Mingrino, A. (1996). Gender Differences in Joint Momentand Power Measurements During Vertical Jump Exercises. ISBS-Conference Proceedings Archive,

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Roden, D., Lambson, R., & DeBeliso, M. (2014). The effects of a complex training protocol on vertical jump performance in male high school basketball players. *Journal of Sports Science*, 2, 21-26.

Román, P. Á. L., Macias, F. J. V., & Pinillos, F. G. (2018). Effects of a contrast training programme on jumping, sprinting and agility performance of prepubertal basketball players. *J Sports Sci*, *36*(7), 802-808

Santos, E. J., & Janeira, M. A. (2008). Effects of complex training on explosive strength in adolescent male basketball players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(3), 903-909.

Schmidtbleicher, D. (1998). *Muscular mechanics and neuromuscular control*. Champaign, IL: Human Kinetics.

Scott, D. J., Ditroilo, M., & Marshall, P. A. (2017). Complex Training: The Effect of Exercise Selection and Training Status on Postactivation Potentiation in Rugby League Players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 31(10), 2694-2703.

Sharkey, B. J., & Gaskill, S. E. (2006). *Sport physiology for coaches* (Vol. 10). Human Kinetics.

Sheppard, J. M., Dingley, A. A., Janssen, I., Spratford, W., Chapman, D. W., & Newton, R. U. (2011). The effect of assisted jumping on vertical jump height in high-performance volleyball players. *J Sci Med Sport*, *14*(1), 85-89.

Simoneau (2010). Biomechanic of elastic resistance in therapeutics exercise programs. *Journal of Orthopaedic and Sports physical therapy. (16-20).*

Smilios, I., Pilianidis, T., Sotiropoulos, K., Antonakis, M., & Tokmakidis, S. P. (2005). Short-term effects of selected exercise and load in contrast training on vertical jump performance. *J Strength Cond Res*, 19(1), 135-139.

Spineti, J., Figueiredo, T., Assis, M., Miranda, H., VM, M. D. R. R., & Simão, R. (2015). Comparison between traditional strength training and complex contrast training on repeated sprint ability and muscle architecture in elite soccer players. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, *56*(11), 1269-1278.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Stevenson, M.W., Warpeha, J.M., Dietz, C.C., Giveanz, R.M., and Erdman, A.G. (2010). Acute effects of elastic bands during the free-weight barbell back squat exercise on velocity, power, and force production. *Journal of Strength and conditioning Research*, 24(11): 2944-2954.

Stone, M. H., O'Bryant, H. S., McCoy, L., Coglianese, R., Lehmkuhl, M., & Schilling, B. (2003). Power and maximum strength relationships during performance of dynamic and static weighted jumps. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 17(1), 140-147.

Tran, T. T., Brown, L. E., Coburn, J. W., Lynn, S. K., & Dabbs, N. C. (2012). Effects of assisted jumping on vertical jump parameters. *Current sports medicine reports*, *11*(3), 155-159.

Tran, T. T., Brown, L. E., Coburn, J. W., Lynn, S. K., Dabbs, N. C., Schick, M. K., Schick, E. E., Khamoui, A. V., Uribe, B. P., & Noffal, G. J. (2011). Effects of different elastic cord assistance levels on vertical jump. *J Strength Cond Res*, *25*(12), 3472-3478.

Tufano, J. J., Malecek, J., Steffl, M., Stastny, P., Hojka, V., & Vetrovsky, T. (2018). Field-based and lab-based assisted jumping: unveiling the testing and training implications. *Frontiers in physiology*, *9*, 1284.

Turner, A. P., Unholz, C. N. Potts, N. and Coleman, S. G.S. (2012). Peak power, force and velocity during jump squat in professtional rugby players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(6), 1594-1600

Umberger, B. R. (1998). Mechanics of the vertical jump and two-joint muscles: Implications for training. *Strength and conditioning*, 20, 70-74.

Vuk, S., Markovic, G., & Jaric, S. (2012). External loading and maximum dynamic output in vertical jumping: the role of training history. *Hum Mov Sci*, *31*(1), 139-151.

Weineck, J. (1990). *Functional anatomy in sport. 2nd ed*. St. Louis: Mosby – Year Boo.

Weber, K. R., Brown, L. E., Coburn, J. W., & Zinder, S. M. (2008). Acute effects of heavy-load squats on consecutive squat jump performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *22*(3), 726-730.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Wen, N., Dalbo, V. J., Burgos, B., Pyne, D. B., & Scanlan, A. T. (2018). Power Testing in Basketball: Current Practice and Future Recommendations. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *32*(9), 2677-2691.



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

# ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

**ภาคผนวก ก**

**แบบสอบประวัติสุขภาพเพื่อการออกกำลังกาย** PAR-Q

**แบบสอบประวัติสุขภาพเพื่อการออกกำลังกาย PAR-Q**

| **โปรดอ่านคำถาม 7 ข้อด้านล่างอย่างถี่ถ้วนและตอบด้วยความสัตย์จริงว่า ใช่ หรือไม่** | **ใช่** | **ไม่** |
|---|---|---|
| 1. คุณเคยได้รับทราบจากแพทย์ว่าเป็นโรคเกี่ยวกับ ☐ โรคหัวใจหรือ ☐ ความดันโลหิตสูง | | |
| 2. คุณรู้สึกเจ็บที่หน้าอกในขณะพัก หรือระหว่างมีกิจกรรมในชีวิตประจำวัน หรือระหว่างออกกำลังกาย | | |
| 3. ในรอบ 12 เดือนที่ผ่านมา คุณเคยวิงเวียนศีรษะจนเสียการทรงตัว หรือเป็นลมไม่รู้สึกตัว หรือไม่ (ในกรณีที่ออกกำลังกายอย่างหนักจนทำให้หายใจเร็ว แล้วตามด้วยการเวียนศีรษะ ให้ตอบว่าไม่ใช่) | | |
| 4. คุณเคยได้รับการวินิจฉัยว่าเป็นโรคเรื้อรังนอกเหนือจากโรคหัวใจหรือโรคความดันโลหิตสูง หรือไม่ ถ้าตอบว่าใช่ ให้ระบุว่าเป็นโรคเรื้อรังอะไร..... | | |
| 5. ปัจจุบันคุณได้รับประทานยาเพื่อรักษาโรคเรื้อรัง หรือไม่ โปรดระบุเงื่อนไขและยาที่ได้รับ..... | | |
| 6. ปัจจุบัน หรือ ในรอบ 12 เดือนที่ผ่านมา คุณมีปัญหาเรื่องกระดูกและข้อหรือกล้ามเนื้อเส้นเอ็น ซึ่งอาการจะแย่ลงเมื่อมีกิจกรรมทางกายเพิ่มขึ้น (ในกรณีที่คุณมีปัญหาโรคกระดูก ข้อ กล้ามเนื้อหรือเส้นเอ็นในรอบ 12 เดือนที่ผ่านมา แต่ปัจจุบันภาวะดังกล่าวได้หายไปแล้วและไม่มีผลต่อความสามารถต่อการออกกำลังกายหรือกิจกรรมทางกายในปัจจุบัน ให้ตอบไม่ใช่) | | |
| 7. แพทย์เคยบอกคุณว่า คุณควรได้รับคำแนะนำก่อนที่จะมีกิจกรรมทางกายหรือออกกำลังกาย | | |

.....

.....

ที่มา: (American college of sports medicine, 2019)

## ภาคผนวก ข

## วิธีการหาความแข็งแรงสัมพัทธ์

ให้กลุ่มตัวอย่างปฏิบัติ ดังนี้

1. ทำการอบอุ่นร่างกายโดยการปั่นจักรยาน 5-10 นาที และยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบมีการเคลื่อนไหว (Dynamic)
2. ทำการอบอุ่นร่างกายโดยการทำความคุ้นเคยกับเครื่องมือ 10-15 ครั้งด้วยความหนักที่เบา
3. เมื่อเริ่มการทดสอบให้กลุ่มตัวอย่างทำการยกน้ำหนักในท่าบาร์เบล แบค สควอท (Barbell back squat) ที่มุมเข่า 110 องศา จนไม่สามารถยกน้ำหนักในครั้งที่ 4 ได้ ถ้าหาก*กลุ่มตัวอย่าง*สามารถทำได้เกิน 4 ครั้ง ให้ทำการหยุดพักประมาณ 3-5 นาที ต่อเซท และพร้อมที่จะทำการยกน้ำหนักในครั้งต่อไปด้วยความหนักที่หนักขึ้น
4. นำความหนักที่ได้มาคำนวณเพื่อเปรียบเทียบหาค่า 1RM โดยใช้ตารางเปรียบเทียบของ Baechle and Earle, 2000
5. จากนั้นนำน้ำหนักตัวของกลุ่มตัวอย่างไปหารน้ำหนัก 1RM ออกมาเป็นค่าความแข็งแรงสัมพัทธ์

**ตารางที่ 21** ตารางเปรียบเทียบหาค่าความแข็งแรงพื้นฐาน Baechle and Earle, 2000

| **จำนวนครั้งที่สามารถยกได้มากที่สุด (Repetition maximum)** | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|
| **เปอร์เซ็นต์ของค่าความหนักสูงสุดที่สามารถยกได้สูงสุดเพียงครั้งเดียว (1RM)** | 100 | 95 | 93 | 90 |

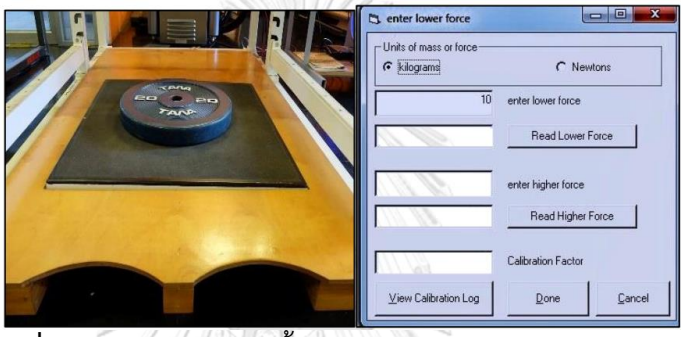
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

# ภาคผนวก ค

## การสอบเทียบ(Calibration) แผ่นตรวจรับแรงกระแทก และตัวแปลงสัญญาตำแหน่งของเครื่องฝึกและทดสอบกล้ามเนื้อแรงระเบิด FT700 power system ที่เชื่อมกับโปรแกรม Ballistic Measurement system

วิธีการสอบเทียบเครื่องมือแผ่นตรวจรับแรงกระแทก

1. วางแผ่นน้ำหนักจำนวนหนึ่งลงบนแผ่นตรวจรับแรงกระแทก ดังรูปที่ 3 พร้อมป้อนค่าลงในซอฟท์แวร์หน่วยเป็นนิวตัน




**รูปที่ 3** แสดงการวางแผนน้ำหนักลงบนแผ่นรับแรงกระแทก

2. วางแผ่นน้ำหนักเพิ่มลงไปบนแผ่นตรวจรับแรงกระแทก ดังรูปที่ 4 พร้อมทั้งป้อนค่าลงในซอฟท์แวร์หน่วยเป็นนิวตัน

**รูปที่ 4** แสดงการวางแผนน้ำหนักลงบนแผ่นรับแรงกระแทก

3. ซอฟท์แวร์จะทำการวิเคราะห์ และบันทึกข้อมูลการสอบเทียบ

**หมายเหตุ:** ในงานวิจัยครั้งนี้ใช้แผ่นน้ำหนัก ยี่ห้อ Eleiko ของบริษัท ELEIKO Sport AB ผลิตที่รัฐ Chicago, ILประเทศสหรัฐอเมริกา ดังรูปที่ 5

**รูปที่ 5** แผ่นน้ำหนัก ยี่ห้อ Eleiko ของบริษัท ELEIKO Sport AB ผลิตที่รัฐ Chicago, ILประเทศสหรัฐอเมริกา

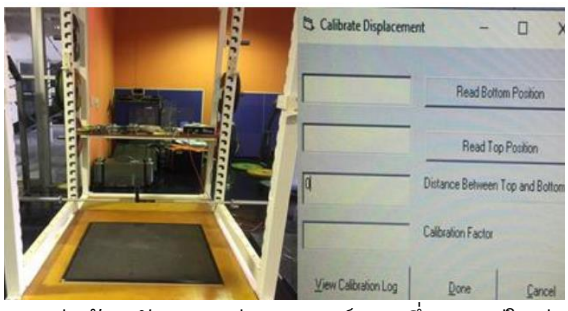
วิธีการสอบเทียบเครื่องมือตัวแปลงสัญญาณตำแหน่ง

1. ทำการวัดระยะของตำแหน่งบาร์เบลล์ระหว่างจุด 2 จุด มีหน่วยเป็นเซนติเมตร

**รูปที่ 6** แสดงการวัดระยะระหว่างหมายเลข 1 และ 16 ได้ 120 เซนติเมตร

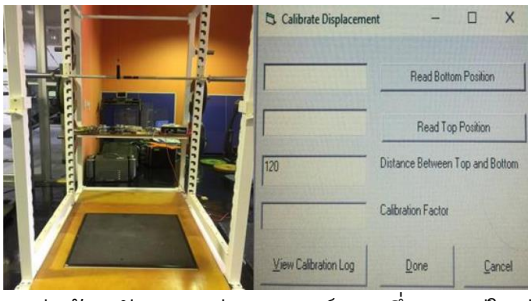
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2. นำบาร์เบลวางบนแท่นป้องกันการหล่นของบาร์เบล (Safety bar) ซึ่งอยู่ในระดับความสูงหมายเลข 1และป้อนค่าลงในซอฟท์แวร์




**รูปที่ 7** แสดงบาร์เบลอยู่บนแท่นป้องกันการหล่นของบาร์เบล ซึ่งวางอยู่ในช่องหมายเลข 1

3. ยกบาร์เบลขึ้นวางบนแท่นป้องกันการหล่นของบาร์เบล (Safety bar) ในระดับความสูงหมายเลข 16 พร้อมป้อนค่าลงในซอฟต์แวร์ และบันทึกผล




**รูปที่ 8** แสดงบาร์เบลอยู่บนแท่นป้องกันการหล่นของบาร์เบล ซึ่งวางอยู่ในช่องหมายเลข 16

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

**ภาคผนวก ง**

**วิธีการทดสอบค่าพลังสูงสุด ค่าแรงปฏิกิริยาในแนวดิ่งสูงสุด ความเร็วบาร์เบลสูงสุด**

**รูปที่ 9** เครื่องฝึกและทดสอบกล้ามเนื้อแรงระเบิด FT 700 power system

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

**เครื่องมือ :** เครื่องฝึกและทดสอบกล้ามเนื้อแรงระเบิด (FT700 Power system)

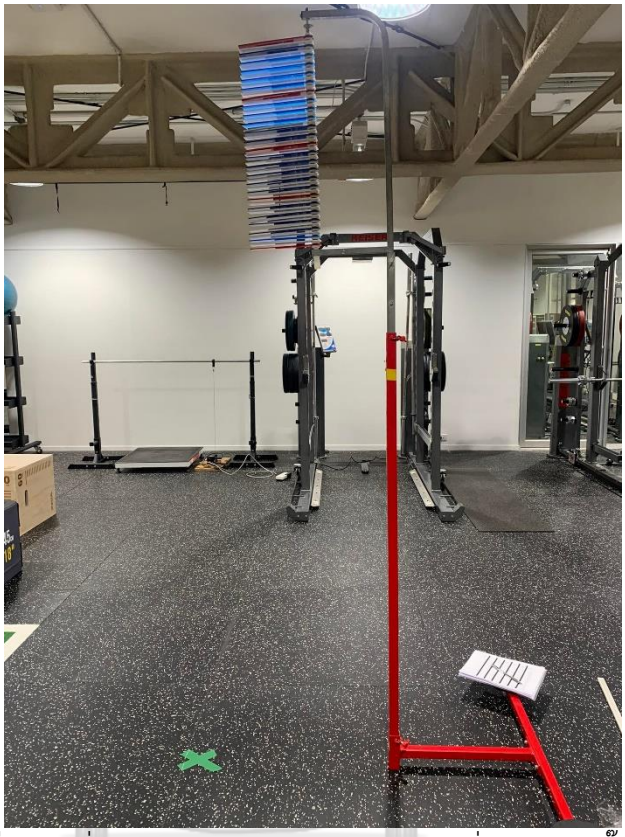
**วิธีการทดสอบ**

1. อบอุ่นร่างกายโดยการให้วิ่งเบา ๆ 5-10 นาที
2. ทำการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบมีการเคลื่อนไหว (Dynamic stretching) เมื่อกลุ่มตัวอย่างพร้อมให้กลุ่มตัวอย่างขึ้นไปยืนเตรียมตัวทดสอบบนแผ่นตรวจรับแรงกระแทก (Force plate)
3. เมื่อได้ยินสัญญาณเริ่มให้ผู้ทดสอบทำการกระโดดในท่า Countermovement jump ย่อตัวเข่าเป็นมุม 110 องศา โดยกระโดด 1 ครั้ง โดยใช้ความพยายามสูงสุด
4. ทำทั้งหมด 3 ครั้ง พักระหว่างการทดสอบ 2 นาที และนำครั้งที่กระโดดแล้วได้ค่าพลังสูงสุด มาเป็นข้อมูล

# ภาคผนวก จ

## วิธีการทดสอบความสามารถในการกระโดด

### แบบทดสอบการกระโดดแนวดิ่ง



**รูปที่ 10** เครื่องวัดความสามารถในการกระโดดยี่ห้อ ยาร์ดสติ๊ก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**เครื่องมือ:** เครื่องวัดความสามารถในการกระโดดในท่ากระโดดแนวดิ่ง ยี่ห้อ ยาร์ดสติ๊ก (Yardstick, Swift performance equipment, Lismore NSW, Australia)

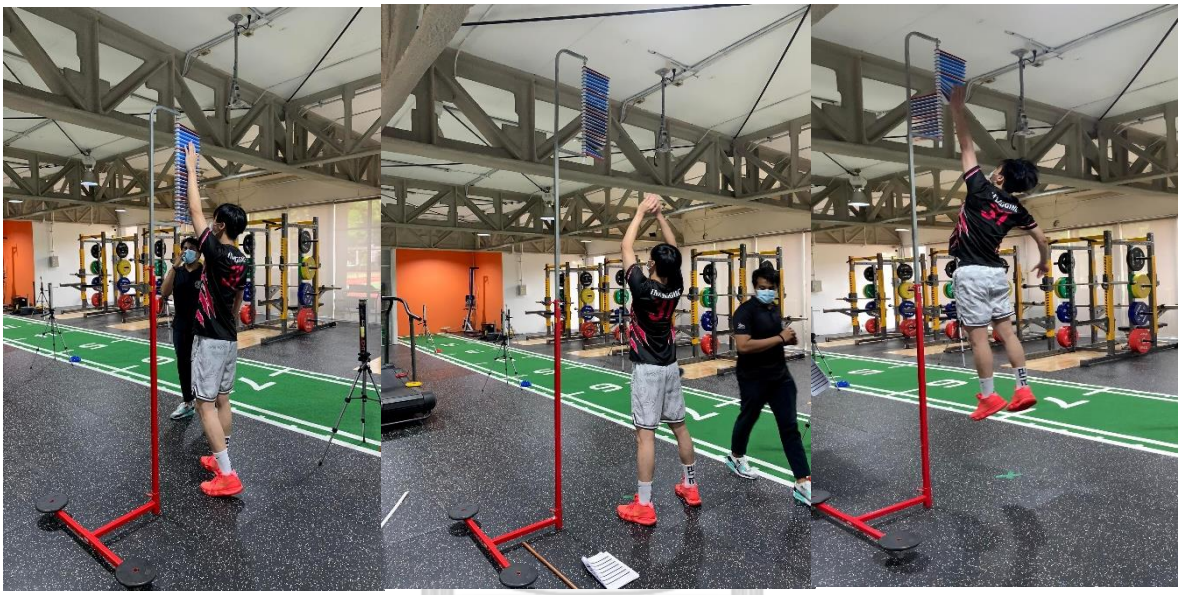
**วิธีการทดสอบความสามารถในการกระโดดในท่า** Countermovement jump

1. อบอุ่นร่างกายโดยการให้ปั่นจักรยาน 5-10 นาที

2. ให้ผู้เข้าร่วมเดินผ่านเสาโดยมือข้างที่ยกปัดก้านเพื่อบอกระยะความสูง

3. ให้ผู้เข้าร่วมทดสอบโดยให้ผู้ทดสอบย่อกระโดดเข่าทำมุม 110 องศา ในท่า Countermovement Jump และจะต้องปัดที่ตัวปัดก้านเบาๆ โดยจะต้องทำการกระโดดด้วยความพยายามสูงสุด 1 ครั้ง ทำทั้งหมด 3 ครั้ง พักระหว่างครั้ง 2 นาที

4. บันทึกค่าที่มากที่สุด บันทึกผลเป็นหน่วยเซนติเมตร



**รูปที่ 11** กลุ่มตัวอย่างทำการทดสอบความสามารถในการกระโดดในท่า Countermovement jump

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

**แบบทดสอบก้าวเท้ากระโดด**

**เครื่องมือ:** เครื่องวัดความสามารถในการกระโดดในท่าก้าวเท้ากระโดด ยี่ห้อ ยาร์ดสติ๊ก (Yardstick, Swift performance equipment, Lismore NSW, Australia) (รูปที่ 10)

**วิธีการทดสอบ**

1. อบอุ่นร่างกายโดยการให้ปั่นจักรยาน 5-10 นาที

2. ให้ผู้เข้าร่วมเดินผ่านเสาโดยมือข้างที่ยกปัดก้านเพื่อบอกระยะความสูง

3. ให้ผู้เข้าร่วมทดสอบโดยยืนห่างจากกระโดดเสาประมาณ 1-2 ก้าว (ขึ้นอยู่กับความยาวของการก้าวแต่ละคน) แล้วให้ทำการกระโดดด้วยท่า One-step Jump แล้วยกมือปัดก้านบอกระยะความสูง จะต้องทำการกระโดดท่าก้าวเท้ากระโดด ด้วยความพยายามสูงสุด 1 ครั้ง ทำทั้งหมด 3 ครั้ง พักระหว่างครั้ง 2 นาที (ดังรูปที่ 12)

4. บันทึกผลเป็นหน่วยเซนติเมตร แนะนำค่าที่ดีที่สุดมาเป็นข้อมูล

**รูปที่ 12** กลุ่มตัวอย่างทำการทดสอบความสามารถในการกระโดดในท่า One-step Jump

**ภาคผนวก ฉ**

**แบบทดสอบ Sprint test**

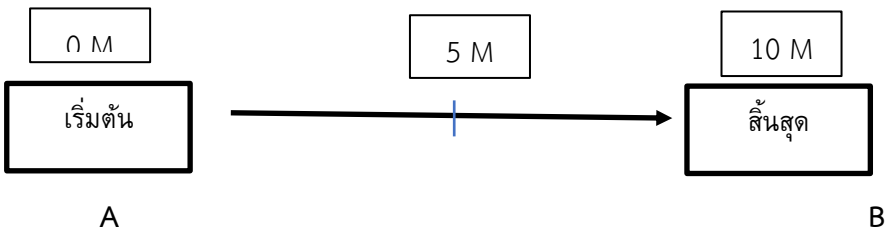
**รูปที่ 13** เครื่องวัดความสามารถในการวิ่ง ยี่ห้อ Swift Speed Light timing & training systems (Australia) และโคน

**เครื่องมือ :** Swift Speed Light timing & training systems (Australia) และ โคน

**วิธีการทดสอบ**

1. ผู้วิจัยติดตั้งอุปกรณ์ Swift Speed Light timing & training systems (Australia) 3 จุด ดังนี้ จุดที่ 1 ติดตั้งไว้ที่จุดเริ่มต้น (Start line) จุดที่ 2 ติดตั้งไว้ห่างจากจุดเริ่มต้น 5 เมตร และจุดที่ 3 ติดตั้งโดยห่างจากจุดเริ่มต้นระยะ 10 เมตร และทำการอธิบายขั้นตอนการทดสอบให้กับผู้เข้าร่วมฟังโดยละเอียด
2. ให้ผู้เข้าร่วมอบอุ่นร่างกาย 5-10 นาที
3. ให้ผู้เข้าร่วมรอยังจุดเริ่มต้น (start line) โดยห่างจากจุดเริ่มต้นประมาณ 1-2 ก้าว เพื่อให้ได้ค่าความเร็วไม่ใช่ความเร่ง อยู่ในท่าเตรียมพร้อมวิ่ง ในลักษณะการยืนโดยมีเท้านำและเท้าตาม โน้มตัวไปข้างหน้าเล็กน้อย รอฟังสัญญาณ
4. เมื่อได้ยินสัญญาณ ให้ผู้เข้าร่วมวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดไปยังจุดสิ้นสุด (end line)
5. ทำการทดสอบทั้งหมด 3 ครั้ง เลือกครั้งที่เวลาดีที่สุด พักแต่ละครั้ง 2 นาที

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University




**รูปที่ 14** แผนภูมิแสดงการทดสอบ Sprint test

**ภาคผนวก ช**

**แบบบันทึกข้อมูล**

**แบบบันทึกค่าความแข็งแรงสูงสุด และความแข็งแรงสัมพัทธ์**

รหัส.....กลุ่มทดลองที่..... ....

| **การทดสอบ** | **น้ำหนักตัว (กิโลกรัม)** | **ความแข็งแรงสูงสุด (กิโลกรัม)** | **ความแข็งแรงสัมพัทธ์ (เท่าต่อน้ำหนักตัว)** |
|---|---|---|---|
| **ก่อนการทดสอบ** วันที่..... | | | |
| **หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4** วันที่..... | | | |
| **หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8** วันที่..... | | | |

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

**แบบบันทึกพลังของกล้ามเนื้อ**

รหัส.....กลุ่มทดลองที่..... ....

**ก่อนการฝึก**

วันที่.....

| กระโดดครั้งที่ | Power | Force | Velocity |
|---|---|---|---|
| 1 | | | |
| 2 | | | |
| 3 | | | |

**หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4**

วันที่.....

| กระโดดครั้งที่ | Power | Force | Velocity |
|---|---|---|---|
| 1 | | | |
| 2 | | | |
| 3 | | | |

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

**หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8**

วันที่.....

| กระโดดครั้งที่ | Power | Force | Velocity |
|---|---|---|---|
| 1 | | | |
| 2 | | | |
| 3 | | | |

**แบบบันทึกการกระโดดแนวดิ่ง**

รหัส.....กลุ่มทดลองที่..... ....

**ก่อนการฝึก**

วันที่.....

| **การกระโดดแนวดิ่ง** | **ครั้งที่ 1** | **ครั้งที่ 2** | **ครั้งที่ 3** |
|---|---|---|---|
| | | | |

**หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4**

วันที่.....

| **การกระโดดแนวดิ่ง** | **ครั้งที่ 1** | **ครั้งที่ 2** | **ครั้งที่ 3** |
|---|---|---|---|
| | | | |

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

**หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8**

วันที่.....

| **การกระโดดแนวดิ่ง** | **ครั้งที่ 1** | **ครั้งที่ 2** | **ครั้งที่ 3** |
|---|---|---|---|
| | | | |

**แบบบันทึกการก้าวเท้ากระโดด**

รหัส.....กลุ่มทดลองที่..... ....

**ก่อนการฝึก**

วันที่.....

| **การก้าวเท้ากระโดด** | **ครั้งที่ 1** | **ครั้งที่** 2 | **ครั้งที่** 3 |
|---|---|---|---|
| | | | |

**หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4**

วันที่.....

| **การก้าวเท้ากระโดด** | **ครั้งที่ 1** | **ครั้งที่** 2 | **ครั้งที่** 3 |
|---|---|---|---|
| | | | |

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

**หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8**

วันที่.....

| **การก้าวเท้ากระโดด** | **ครั้งที่ 1** | **ครั้งที่** 2 | **ครั้งที่** 3 |
|---|---|---|---|
| | | | |

**แบบบันทึกความเร็วระยะ 5 และ 10 เมตร**

รหัส.....กลุ่มทดลองที่..... ....

| **การเร่งความเร็ว** | **ก่อนการทดลอง** วันที่..... | | | **หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4** วันที่..... | | | **หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8** วันที่..... | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **ระยะ 5 เมตร** | | | | | | | | | |
| **ระยะ 10 เมตร** | | | | | | | | | |

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

## ภาคผนวก ซ

## โปรแกรมการฝึก

**การฝึกคอนทราสต์**

ฝึกท่าบาร์เบล แบค สควอท (Barbell back squat) ที่ความหนัก 85 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักที่สามารถยกได้หนักที่สุดเพียงครั้งเดียว (จังหวะเร็วที่สุด) จำนวน 6 ครั้ง ตามด้วยการฝึกท่าแบน แอสซิสเทด จั๊ม สควอท (Band assisted jump squat) จำนวน 12 ครั้ง (จังหวะเร็วที่สุด) โดยพักระหว่างท่า 30 วินาที พักระหว่างเซต 3 นาที ทำทั้งหมด 3 เซต ทำการฝึก 2 ครั้งต่อสัปดาห์ (ทำการฝึกวันจันทร์และวันพฤหัสบดี)

**รูปที่ 15** รูปแบบการฝึกแบบคอนทราสต์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

**การฝึกเชิงซ้อน**

ฝึกท่าบาร์เบล แบค สควอท (Barbell back squat) ที่ความหนัก 85 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักที่สามารถยกได้หนักที่สุดเพียงครั้งเดียว (จังหวะเร็วที่สุด) จำนวน 6 ครั้ง ตามด้วยการฝึกท่าจั๊ม สควอท (Jump squat) จำนวน 12 ครั้ง (จังหวะเร็วที่สุด) โดยพักระหว่างท่า 30 วินาที พักระหว่างเซต 3 นาที ทำทั้งหมด 3 เซต ทำการฝึก 2 ครั้งต่อสัปดาห์ (ทำการฝึกวันอังคารและวันศุกร์)

**รูปที่ 16** รูปแบบการฝึกแบบเชิงซ้อน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

**วิธีการฝึกท่าบาร์เบล แบค สควอท (**Barbell back squat**)**

**อุปกรณ์** โอลิมปิก บาร์เบล แผ่นน้ำหนัก

**รูปที่ 17** วิธีการฝึกท่าบาร์เบลล์ แบค สควอท (Barbel back squat)

CHULALONGKORN UNIVERSITY

**ขั้นตอนการฝึก ดังนี้**

1. ให้กลุ่มตัวอย่างยืนแบกน้ำหนักเพื่อเป็นการเตรียมพร้อมที่จะเริ่มต้นการฝึก
2. ให้กลุ่มตัวอย่างทำการย่อตัวลงทำมุม 110 องศา และดันตัวกลับขนมาอยู่ในท่าเริ่มต้นการฝึก
3. ปฏิบัติซ้ำจนครบจำนวนที่กำหนด

**วิธีการฝึกด้วยท่าแบน แอสซิสเทด จั๊ม สควอท (Band assisted jump squat)**

**อุปกรณ์** ยางยืดสีดำยี่ห้อ Chrispower และเข็มขัดสำหรับออกกำลังกาย

**รูปที่ 18** วิธีการฝึกท่าแบน แอสซิสเทด จั๊ม สควอท (Band assisted jump squat)

**ขั้นตอนการฝึก ดังนี้**

1. แขวนยางยืดไว้เหนือศีรษะ พร้อมกับยึดปลายอีกด้านกับเข็มขัด
2. ให้กลุ่มตัวอย่างสวมใส่เข็มขัด และอยู่ในท่าเตรียมพร้อม
3. ให้กลุ่มตัวอย่างทำการย่อตัวลงเพื่อที่จะกระโดดในท่า Band assisted jump squat โดยให้ย่อเข่าทำมุม 110 องศา และทำการกระโดดขึ้นอย่างต่อเนื่องโดยใช้ความพยายามสูงสุด พร้อมกับเหยียดแขนขึ้น
4. ปฏิบัติซ้ำจนครบตามจำนวนที่กำหนด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

**วิธีการด้วยการกระโดดในท่าจั๊ม สควอท (**Jump squat**)**

**รูปที่ 19** วิธีการด้วยการกระโดดในท่าจั๊ม สควอท (Jump squat)

**ขั้นตอนการฝึก ดังนี้**

1. ให้กลุ่มตัวอย่างทำการย่อตัวลงเพื่อที่จะกระโดดขึ้นในท่า Jump Squat โดยย่อเข่าทำมุม 110 องศา และทำการกระโดดด้วยความพยายามสูงสุด พร้อมกับเหยียดแขนขึ้น

2. ปฏิบัติซ้ำจนครบตามจำนวนที่กำหนด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

## ภาคผนวก ฌ

## คุณสมบัติยางยืด Strength band ยี่ห้อ Chrispower

**ตารางที่ 22** ตารางแสดงคุณสมบัติยางยืดแต่ละสีของยี่ห้อ Chrispower

| ระดับของแรงต้าน | | เบา (Light) | ปานกลาง (Medium) | หนัก (Heavy) |
|---|---|---|---|---|
| **สีของยาง** | | เหลือง (Yellow) | แดง (Red) | ดำ (Black) |
| ***ความหนา*** | | 4.50 มม. | 4.50 มม. | 4.50 มม. |
| ***ความกว้าง*** | | 12.70 มม. | 19.00 มม. | 28.60 มม. |
| **แรงดึง (Pull Strength)** | **100%** | 9.40 กก. | 13.80 กก. | 20.90 กก. |
| | **200%** | 13.80 กก. | 20.90 กก. | 31.40 กก. |
| | **300%** | 19.80 กก. | 29.20 กก. | 44.00 กก. |
| | **400%** | 27.00 กก. | 40.70 กก. | 61.10 กก. |
| | **500%** | 35.20 กก. | 52.80 กก. | 79.80 กก. |

**หมายเหตุ:** งานวิจัยนี้ใช้ยางยืด Strength band สีดำ ยี่ห้อ Chris power ดังรูปที่ 19

**รูปที่ 20** ยางยืด Strength band สีดำ ยี่ห้อ Chris power

**ภาคผนวก ญ**

**การอบอุ่นร่างกายแบบมีการเคลื่อนไหว (Dynamic stretching)**

1. ให้กลุ่มตัวอย่างทำการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ เป็นเวลา 20 วินาที ต่อการยืดในแต่ละครั้ง ดังนี้

1.1 ยืดเหยียดกลุ่มกล้ามเนื้อต้นขาทางด้านหน้าในท่าวอล์กกิ้ง ควอดไดรเซพพ์ สเตรทช์ (Walking quadriceps stretch)

**รูปที่ 21** ผู้วิจัยทำการยืดเหยียดกลุ่มกล้ามเนื้อต้นขาทางด้านหน้าในท่าวอล์กกิ้ง ควอดไดรเซพพ์ สเตรทช์ (Walking quadriceps stretch)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.2 ยืดเหยียดกลุ่มกล้ามเนื้อน่องและต้นขาด้านหลัง ในสแทนดิ่ง คาล์ฟ แอน แฮมสตริง สเตรทซ์ (Standing calf and hamstring)

**รูปที่ 22** ผู้วิจัยยืดเหยียดกลุ่มกล้ามเนื้อน่องและต้นขาด้านหลัง ในสแทนดิ่ง คาล์ฟ แอน แฮมสตริง สเตรทซ์ (Standing calf and hamstring)

1.3 ยืดเหยียดกลุ่มเนื้อสะโพกในท่าดึงเข่า (Knee to chest walking)

**รูปที่ 23** ผู้วิจัยยืดเหยียดกลุ่มกล้ามเนื้อบริเวณสะโพก (Knee to chest walking)

1.4 ยืดเหยียดกลุ่มกล้ามเนื้อขาและสะโพกในท่าก้าวย่อด้านข้าง (Side lunge)

**รูปที่ 24** ผู้วิจัยยืดเหยียดในท่าก้าวย่อด้านข้าง **(**Side Lunges**)**

1.5 ยืดเหยียดกลุ่มกล้ามเนื้อขาและสะโพกในท่าก้าวย่อด้านหน้า (Forward lunge)

**รูปที่ 25** ผู้วิจัยยืดเหยียดในท่าก้าวย่อด้านหน้า (Forward Lunges)

1.6 ยืดเหยียดกลุ่มกล้ามเนื้อขาและสะโพกในท่า บอดี้เวท สควอท (Bodyweight Squat)

**รูปที่ 26** ผู้วิจัยยืดเหยียดกลุ่มกล้ามเนื้อบริเวณขาและสะโพกในบอดี้เวท สควอท (Bodyweight Squat)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

## ภาคผนวก ฎ

## การคลายอุ่นร่างกาย (Cool down)

1. ให้กลุ่มตัวอย่างทำการคลายอุ่นร่างกาย โดยการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบหยุดนิ่ง (Static) เป็นเวลา 20 วินาที ต่อการยืดในแต่ละครั้ง ดังนี้

1.1 ยืดเหยียดกลุ่มเนื้อต้นขาด้านใน

**รูปที่ 27** ผู้วิจัยทำการยืดเหยียดกลุ่มกล้ามเนื้อเนื้อต้นขาด้านใน

1.2 ยืดเหยียดกลุ่มกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง (Hamstring streching)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chula

**รูปที่ 28** ผู้วิจัยทำการยืดเหยียดกลุ่มกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง

1.3 ยืดเหยียดกล้ามเนื้อก้น (Gluteus)

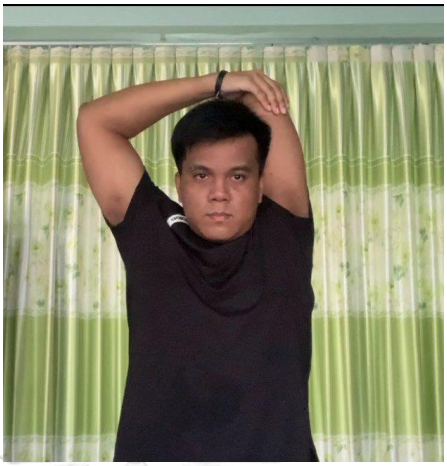
**รูปที่ 29** ผู้วิจัยทำการยืดเหยียดกล้ามเนื้อก้น

1.4 ยืดเหยียดกล้ามเนื้อก้น (Gluteus)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chul

**รูปที่ 30** ผู้วิจัยทำการยืดเหยียดกล้ามเนื้อก้น

1.5 ยืดเหยียดกล้ามเนื้อหลังแขน (Triceps)



**รูปที่ 31** ผู้วิจัยทำการยืดเหยียดกล้ามเนื้อหลังแขน

**1.6** ยืดเหยียดกล้ามเนื้อหัวไหล่ (Deltoid)

**รูปที่ 32** ผู้วิจัยทำการยืดเหยียดกล้ามเนื้อหัวไหล่

# ภาคผนวก ฏ

## ตารางสำเร็จรูปของ Cohen (1988)

**Power Tables for Effect Size d**
(from Cohen 1988, pg. 55)

two-tailed $\alpha$ = .05 or one-tailed $\alpha$ = .025

| | d | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Power** | **.10** | **.20** | **.30** | **.40** | **.50** | **.60** | **.70** | **.80** | **1.0** | **1.20** | **1.40** |
| **.25** | 332 | 84 | 38 | 22 | 14 | 10 | 8 | 6 | 5 | 4 | 3 |
| **.50** | 769 | 193 | 86 | 49 | 32 | 22 | 17 | 13 | 9 | 7 | 5 |
| **.60** | 981 | 246 | 110 | 62 | 40 | 28 | 21 | 16 | 11 | 8 | 6 |
| **2/3** | 1144 | 287 | 128 | 73 | 47 | 33 | 24 | 19 | 12 | 9 | 7 |
| **.70** | 1235 | 310 | 138 | 78 | 50 | 35 | 26 | 20 | 13 | 10 | 7 |
| **.75** | 1389 | 348 | 155 | 88 | 57 | 40 | 29 | 23 | 15 | 11 | 8 |
| **.80** | 1571 | 393 | 175 | 99 | 64 | 45 | 33 | 26 | 17 | 12 | 9 |
| **.85** | 1797 | 450 | 201 | 113 | 73 | 51 | 38 | 29 | 19 | 14 | 10 |
| **.90** | 2102 | 526 | 234 | 132 | 85 | 59 | 44 | 34 | 22 | 16 | 12 |
| **.95** | 2600 | 651 | 290 | 163 | 105 | 73 | 54 | 42 | 37 | 19 | 14 |
| **.99** | 3675 | 920 | 409 | 231 | 148 | 103 | 76 | 58 | 38 | 27 | 20 |

two-tailed $\alpha$ = .01 or one-tailed $\alpha$ = .005

| | d | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Power** | **.10** | **.20** | **.30** | **.40** | **.50** | **.60** | **.70** | **.80** | **1.0** | **1.20** | **1.40** |
| **.25** | 725 | 183 | .82 | 47 | 31 | 22 | 17 | 13 | 9 | 7 | 6 |
| **.50** | 1329 | 333 | 149 | 85 | 55 | 39 | 29 | 22 | 15 | 11 | 9 |
| **.60** | 1603 | 402 | 180 | 102 | 66 | 46 | 34 | 27 | 18 | 13 | 10 |
| **2/3** | 1810 | 454 | 203 | 115 | 74 | 52 | 39 | 30 | 20 | 14 | 11 |
| **.70** | 1924 | 482 | 215 | 122 | 79 | 55 | 41 | 32 | 21 | 15 | 12 |
| **.75** | 2108 | 528 | 236 | 134 | 86 | 60 | 45 | 35 | 23 | 17 | 13 |
| **.80** | 2338 | 586 | 259 | 148 | 95 | 67 | 49 | 38 | 25 | 18 | 14 |
| **.85** | 2611 | 654 | 292 | 165 | 106 | 74 | 55 | 43 | 28 | 20 | 15 |
| **.90** | 2978 | 746 | 332 | 188 | 120 | 84 | 62 | 48 | 31 | 22 | 17 |
| **.95** | 3564 | 892 | 398 | 224 | 144 | 101 | 74 | 57 | 37 | 26 | 20 |
| **.99** | 4808 | 1203 | 536 | 302 | 194 | 136 | 100 | 77 | 50 | 35 | 26 |

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

**รูปที่ 33** ตารางสำเร็จรูปของ Cohen (1988) ช่วยกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่าง

**หมายเหตุ:** งานวิจัยครั้งนี้กำหนดความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05, Power of test = 0.80 และ effect size = .80 ได้จำนวน 26 คน และเพื่อป้องกันการสูญหาย ผู้วิจัยจึงเพิ่มกลุ่มตัวอย่างเพิ่มอีก 4 คน รวมทั้งหมดเป็นจำนวน 30 คน แบ่งเป็นกลุ่มละ 15 คน

## ภาคผนวก ฐ

## รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบโปรแกรมการทดสอบ

| | |
|---|---|
| 1. ผศ.ดร. เบญจพล เบญจพลากร | อาจารย์ประจำคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย |
| 2. ผศ.ดร. นงนภัส เจริญพานิช | อาจารย์ประจำคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย |
| 3. ผศ.ดร. ไวพจน์ จันทร์เสม | อาจารย์คณะวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติวิทยาเขตสมุทรสาคร |
| 4. อาจารย์ ดร. ธงชาติ พู่เจริญ | อาจารย์ประจำคณะพลศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ |
| 5. นายกฤต อิสริยชีวิน | ผู้ฝึกสอนสโมสรจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย |

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

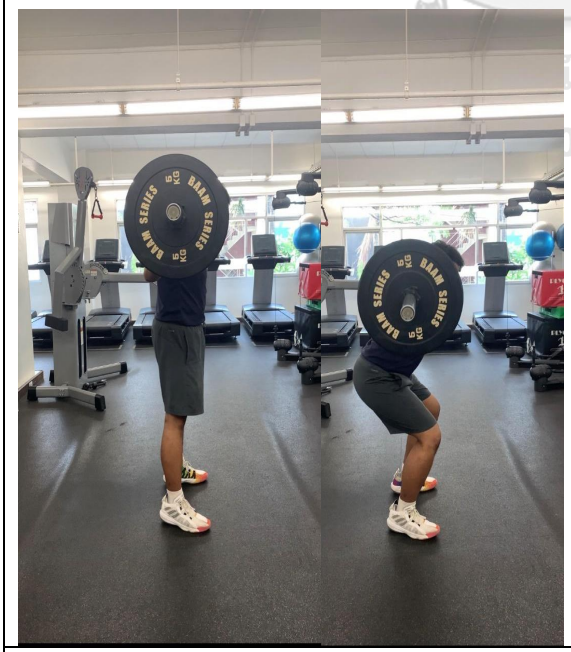
**แบบตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือของผู้เชี่ยวชาญ**

**การหาค่าดัชนีความสอดคล้องของวัตถุประสงค์ (Index of Item Objective Congruence; IOC)**

**<u>คำชี้แจง</u>** ขอให้ท่านผู้เชี่ยวชาญกรุณาแสดงความคิดเห็นของท่านที่มีต่อโปรแกรมการฝึกและการทดสอบ จากโครงการวิจัยเรื่องการเปรียบเทียบผลของการฝึกคอนทราสต์และการฝึกเชิงซ้อนที่มีต่อพลังของกล้ามเนื้อขา การเร่งความเร็ว และความสามารถในการกระโดดในนักกีฬาบาสเกตบอลชาย

โดยใส่เครื่องหมาย (√) ลงในช่องความคิดเห็นของท่านพร้อมเขียนข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ในการนำไปพิจารณาปรับปรุงต่อไป

| เนื้อหาโปรแกรม | ผลพิจารณา | | | ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) |
|---|---|---|---|---|
| | เห็นด้วย +1 | ไม่แน่ใจ 0 | ไม่เห็นด้วย -1 | |
| **รายละเอียดของโปรแกรมการฝึกของทั้ง 2 โปรแกรมการฝึก** | | | | |
| 1. กลุ่มที่ 1 ฝึกด้วยโปรแกรมการฝึกคอนทราสต์ (Contrast training) | | | | |
| 1.1 ท่าการฝึก Barbell back Squat ย่อตัวให้มุมเข่าทำมุม 110 องศา | | | | |
| 1.2 ความหนักในการฝึก 85 %1RM | | | | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1.3 จำนวนครั้งในการฝึก 6 ครั้ง | | | | |
| 1.4 จำนวนเซตในการฝึก 3 เซต | | | | |
| 1.5 ช่วงเวลาพักระหว่างก่อนการฝึกพลัยโอเมตริก 30 วินาที | | | | |
| 1.6 ช่วงเวลาพักระหว่างเซต 3 นาที | | | | |
| 1.7 ฝึกพลัยโอเมตริก ด้วยท่าแบน แอสซิสเตท สควอท จั๊มพ์ จำนวน 12 ครั้ง ในจังหวะเร็วที่สุด | | | | |
| 2. กลุ่มที่ 2 ฝึกด้วยโปรแกรมการฝึกเชิงซ้อน (Complex training) | | | | |
| 2.1 ท่าการฝึก Barbell back Squat ย่อตัวให้มุมเข่าทำมุม 110 องศา  | | | | |
| 2.2 ความหนักในการฝึก 85 %1RM | | | | |

มหาวิทยาลัย
ORN UNIVERSITY

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 2.3 จำนวนครั้งในการฝึก 6 ครั้ง | | | | |
| 2.4 จำนวนเซตในการฝึก 3 เซต | | | | |
| 2.5 ช่วงเวลาพักระหว่างก่อนการฝึกพลัยโอเมตริก 30 วินาที | | | | |
| 2.6 ช่วงเวลาพักระหว่างเซต 3 นาที | | | | |
| 2.7 ฝึกพลัยโอเมตริก ด้วยท่า สควอท จั๊มพ์ จำนวน 12 ครั้ง ในจังหวะเร็วที่สุด | | | | |
| 3. ความถี่ในการฝึก 2 ครั้งต่อสัปดาห์ | | | | |
| 4. ระยะเวลาในการฝึก 8 สัปดาห์ | | | | |
| **รวม** | | | | |

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

ลงนาม.....ผู้ประเมิน

(.....)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ผลการประเมินความตรงเชิงเนื้อหาของโปรแกรมการฝึก

| **ความตรงเชิงเนื้อหาของโปรแกรมการฝึก**<br>**การหาค่าดัชนีความสอดคล้องของวัตถุประสงค์ (Index of Item Objective Congruenece; IOC)** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **เนื้อหาโปรแกรมการฝึก** | **ผลการพิจารณา** | | | | | **เฉลี่ย** |
| | **ผู้ทรงฯ ท่านที่ 1** | **ผู้ทรงฯ ท่านที่ 2** | **ผู้ทรงฯ ท่านที่ 3** | **ผู้ทรงฯ ท่านที่ 4** | **ผู้ทรงฯ ท่านที่ 5** | |
| กลุ่มที่ 1 ฝึกด้วยโปรแกรมคอนทราสต์ (Contrast training) | | | | | | |
| 1.1 ท่าการฝึก Barbell back squat ย่อตัวให้มุมเข่าทำมุม 110 องศา | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | **1** |
| 1.2 ความหนักในการฝึก 85%1RM | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | **1** |
| 1.3 จำนวนครั้งในการฝึก 6 ครั้ง | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | **1** |
| 1.4 จำนวนเซตในการฝึก 3 เซต | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | **1** |
| 1.5 ช่วงเวลาพักระหว่างก่อนการฝึกพลัยโอเมตริก 30 วินาที | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | **1** |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1.6 ช่วงเวลาพักระหว่างเซต 3 นาที | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | **1** |
| 1.7 ฝึกพลัยโอเมตริก ด้วยท่า Band asissted jump squat จำนวน 12 ครั้ง | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | **0.8** |
| กลุ่มที่ 2 ฝึกด้วยโปรแกรมเชิงซ้อน (Complex training) | | | | | | |
| 2.1 ท่าการฝึก Barbell back squat ย่อตัวให้มุมเข่าทำมุม 110 องศา | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | **1** |
| 2.2 ความหนักในการฝึก 85%1RM | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | **1** |
| 2.3 จำนวนครั้งในการฝึก 6 ครั้ง | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | **1** |
| 2.4 จำนวนเซตในการฝึก 3 เซต | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | **1** |
| 2.5 ช่วงเวลาพักระหว่างก่อนการฝึกพลัยโอเมตริก 30 วินาที | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | **1** |
| 2.6 ช่วงเวลาพักระหว่างเซต 3 นาที | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | **1** |
| 2.7 ฝึกพลัยโอเมตริก ด้วยท่า Jump squat จำนวน 12 ครั้ง | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | **1** |
| **รวม** | 1 | 1 | 0.86 | 1 | 1 | **0.97** |

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

**ภาคผนวก ฑ**

**ใบรับรองโครงการวิจัยจากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน**

AF 02-12

The Research Ethics Review Committee for Research Involving Human Research Participants, Group I, Chulalongkorn University

Jamjuree 1 Building, 2nd Floor, Phyathai Rd., Patumwan district, Bangkok 10330, Thailand.
Tel: 0-2218-3202, 0-2218-3049 E-mail: eccu@chula.ac.th

COA No. 216/2021

## Certificate of Approval

**Study Title** No. 161.1/64 : COMPARISON OF CONTRAST VERSUS COMPLEX TRAINING ON LEG MUSCULARPOWER, ACCELERATION SPEED AND JUMPING PERFORMANCE IN MALE BAS

**Principal Investigator** : SURAPOT KRAIKET

**Place of Proposed Study/Institution** : Faculty of Sport Science, Chulalongkorn University

The Research Ethics Review Committee for Research Involving Human Research Participants, Group I, Chulalongkorn University, Thailand, has approved constituted in accordance with Belmont Report 1979, Declaration of Helsinki 2013, Council for International Organizations of Medical Sciences (CIOM) 2016, Standards of Research Ethics Committee (SREC) 2017, and National Policy and guidelines for Human Research 2015.

Signature: Prida Tasanapradit (Associate Prof. Prida Tasanapradit, M.D.) Chairman

Signature: Raveenan Mingpakanee (Assistant Prof. Raveenan Mingpakanee, Ph.D.) Secretary

Date of Approval : 27 October 2021 Approval Expire date : 26 October 2022

**The approval documents including:**

1) Research proposal
2) Participant Information Sheet and Consent Form
3) Researcher
4) Questionnaires
5) Advertising leaflet

Protocol No. 161.1/64
Date of Approval 27 OCT 2021
Approval Expire Date 26 OCT 2022

*The approved investigator must comply with the following conditions:*

1. *It's unethical to collect data of research participants before the project has been approved by the committee.*
2. *The research/project activities must end on the approval expired date. To renew the approval, it can be applied one month prior to the expired date with submission of progress report.*
3. *Strictly conduct the research/project activities as written in the proposal.*
4. *Using only the documents that bearing the REC2U's seal of approval: research tools, information sheet, consent form, invitation letter for research participation (if applicable).*
5. *Report to the REC2U for any serious adverse events within 3 working days.*
6. *Report to the REC2U for any amendment of the research project prior to conduct the research activities.*
7. *Report to the REC2U for termination of the research project within 2 weeks with reasons.*
8. *Final report (AF 03-15) and abstract is required for a one year (or less) research/project and report within 30 days after the completion of the research/project.*
9. *Research project with several phases: approval will be approved phase by phase, progress report and relevant documents for the next phase must be submitted for review.*
10. *The committee reserves the right to site visit to follow up how the research project being conducted.*
11. *For external research proposal the dean or head of department oversees how the research being conducted.*

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

# ประวัติผู้เขียน

| | |
|---|---|
| **ชื่อ-สกุล** | สุรพศ ไกรเกตุ |
| **วัน เดือน ปี เกิด** | 12 กันยายน 2539 |
| **สถานที่เกิด** | สุรินทร์ |
| **วุฒิการศึกษา** | วิทยาศาสตรบัณฑิต คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย |
| **ที่อยู่ปัจจุบัน** | บ้านเลขที่ 169 ม.14 ต.เมืองคง อ.ราษีไศล จ.ศรีสะเกษ 33160 |



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University